标准分享网
www.bzfxw.com
免费专业丰富

# 目　录

## 第1篇　标准数系和法定计量单位

**第1章　优先数和优先数系**（GB321—80）

1　标准内容 …… 1-3
1.1　数系的基本结构 …… 1-3
1.1.1　术语和定义 …… 1-3
1.1.2　系列的种类和代号 …… 1-3
1.2　优先数系的主要特性 …… 1-7
1.3　应用原则 …… 1-7
1.3.1　基本系列的应用 …… 1-7
1.3.2　派生系列的应用 …… 1-7
1.3.3　复合系列的应用 …… 1-7
1.3.4　计算值的应用 …… 1-8
1.3.5　化整值的应用 …… 1-8
2　应用指南 …… 1-8
2.1　采用优先数系的必要性 …… 1-8
2.2　优先数系的主要优点 …… 1-8
2.2.1　经济合理的数值分级制度 …… 1-8
2.2.2　广泛的适应性 …… 1-9
2.2.3　简化设计计算 …… 1-9
2.3　优先数系的应用要点 …… 1-9
2.3.1　适用范围 …… 1-9
2.3.2　合理选择采用优先数的参数 …… 1-10
2.3.3　系列的合理选用 …… 1-10
2.3.4　现行标准向优先数系过渡 …… 1-11
2.4　优先数系的计算 …… 1-11
2.4.1　序号计算 …… 1-11
2.4.2　列表计算 …… 1-12
3　应用示例 …… 1-13
3.1　制订产品参数系列时的应用 …… 1-13
3.2　老产品整顿、简化时的应用 …… 1-14
3.3　绘制算图时的应用 …… 1-14
3.4　零部件系列设计中的应用 …… 1-15
3.5　积木式组合设计中的应用 …… 1-20
3.6　相似设计中的应用 …… 1-21
3.7　机械传动系统设计中的应用 …… 1-23
4　国内外标准的比较 …… 1-24
4.1　GB321和国际标准的比较 …… 1-24
4.2　GB321和国外先进国家标准的比较 …… 1-25

**第2章　标准尺寸**（GB 2822—81）

1　标准主要内容 …… 1-26
1.1　适用范围 …… 1-26
1.2　标准尺寸的结构 …… 1-26
1.3　应用原则 …… 1-29
2　应用指南 …… 1-29
2.1　标准的主要适用场合 …… 1-29
2.2　因变量尺寸 …… 1-30
2.3　专用标准规定的尺寸 …… 1-30
2.4　R和Ra系列的选用 …… 1-31
3　国内外线性尺寸标准的比较 …… 1-31
3.1　各国标准概况 …… 1-31
3.2　各国标准比较 …… 1-33
3.3　国内外标准比较 …… 1-34

**第3章　法定计量单位**

1　法定计量单位基本术语 …… 1-35
2　中华人民共和国法定计量单位 …… 1-37
3　中华人民共和国法定计量单位使用方法 …… 1-38
3.1　总则 …… 1-38
3.2　法定单位的名称 …… 1-38
3.3　法定单位和词头的符号 …… 1-38
3.4　法定单位和词头的使用规则 …… 1-39
4　机械工业中常用物理量及其单位 …… 1-40
4.1　空间、时间和周期 …… 1-40
4.2　力学 …… 1-43
4.3　热学 …… 1-46
4.4　电学和磁学 …… 1-49
4.5　光学和声学 …… 1-51
4.6　化学 …… 1-54
4.7　原子物理、核物理、核反应和电离辐射 …… 1-56
5　常用单位换算表 …… 1-57
6　应淘汰的常用非法定计量单位与法定计量单位换算系数 …… 1-68

附录A 物理量名称所用术语的一般规定 …… 1-70
附录B 量的名称、符号常见差错示例 …… 1-71
附录C 法定计量单位名称与符号常见错误示例 …… 1-74
附录D 数字修约规则 …… 1-76

## 第2篇 机械产品分类与代码

### 第1章 标准的基本内容

1 概述 …… 2-3
2 标准基本内容 …… 2-3
2.1 全国工农业产品（商品、物资）分类与代码（GB7635—87） …… 2-3
2.2 全国工农业产品（商品、物资）分类与代码、锅炉及动力机械（GB7635. ××） …… 2-5
2.3 全国工农业产品（商品、物资）分类金与代码属加工机械（GB7635. ××） …… 2-30

### 第2章 产品分类与代码的说明

1 分类原则 …… 2-71
2 分类方法 …… 2-71
3 主分类区与开列区 …… 2-71
4 编码方法 …… 2-72
5 与相关标准的关系 …… 2-72

### 第3章 标准使用说明

1 在不同信息管理层次上的应用 …… 2-72
2 与其他代码的复合使用 …… 2-72
3 代码的查找方法 …… 2-72
4 产品类目及代码的增补和修改 …… 2-73
5 开列区的使用 …… 2-73

### 第4章 国外标准简介

1 前苏联工农业产品分类目录 …… 2-73
2 美国国家物资编码 …… 2-73
3 美国制造业产品数字编码 …… 2-73
4 联合国国际贸易标准分类 …… 2-73

## 第3篇 公差与配合

### 第1章 （圆柱）公差与配合

1 公差与配合标准的主要内容（GB1800～1803—79、GB/T1804—92） …… 3-3
1.1 术语及定义 …… 3-3
1.1.1 标准的主要内容 …… 3-3
1.1.2 有关术语定义的说明 …… 3-4
1.2 标准公差 …… 3-6
1.2.1 标准的主要内容 …… 3-6
1.2.2 标准公差的有关说明 …… 3-14
1.3 基本偏差 …… 3-14
1.3.1 标准的主要内容 …… 3-14
1.3.2 基本偏差的有关说明 …… 3-15
1.4 公差带 …… 3-16
1.4.1 标准的主要内容 …… 3-16
1.4.2 公差带的有关说明 …… 3-18
1.5 配合 …… 3-18
1.5.1 标准的主要内容 …… 3-18
1.5.2 配合的有关说明 …… 3-20
1.6 未注公差尺寸的极限偏差 …… 3-20
1.7 新旧标准对照 …… 3-20
2 公差与配合的选用 …… 3-22
2.1 公差等级的选用 …… 3-22
2.2 配合的选用 …… 3-22
2.2.1 基准制的选用 …… 3-23
2.2.2 标准公差等级的选用 …… 3-24
2.2.3 非基准件基本偏差代号的选用 …… 3-24
3 过盈配合的计算和选用（GB5371—85） …… 3-28
3.1 术语及定义 …… 3-28
3.2 计算的基础和假定条件 …… 3-28
3.3 计算公式 …… 3-30
3.4 计算步骤和选择配合步骤的说明 …… 3-33
3.5 计算示例 …… 3-35
3.6 过盈配合的图算法 …… 3-37
4 配制配合（JB/Z144—79） …… 3-38

### 第2章 统计尺寸公差

1 统计尺寸公差标准的主要内容（JB/Z304—87） …… 3-39

1.1 术语及定义 …… 3-39
1.2 规定实际尺寸概率分布特性的方案 …… 3-40
1.3 统计尺寸公差在图样上的标注 …… 3-40
1.4 统计尺寸公差在孔、轴配合中的应用 …… 3-40
1.4.1 “间隙或过盈”的概率分布 …… 3-41
1.4.2 对孔、轴实际尺寸概率分布特性要求的规定 …… 3-50
1.4.3 统计配合公差的简化计算 …… 3-50
1.4.4 应用举例 …… 3-51
1.5 统计尺寸公差在尺寸链中的应用 …… 3-51
1.5.1 封闭环公差的计算方法 …… 3-51
1.5.2 对实际尺寸概率分布的最低要求 …… 3-52
1.5.3 统计封闭环公差的计算 …… 3-52
1.5.4 标注说明 …… 3-53
1.5.5 应用举例 …… 3-53
2 统计尺寸公差标准的有关说明 …… 3-56
2.1 统计尺寸公差的基本概念 …… 3-56
2.2 对实际尺寸概率分布特性的规定 …… 3-57
3 统计尺寸公差标准的应用 …… 3-61
3.1 统计尺寸公差的基本设计原理 …… 3-61
3.2 统计尺寸公差的设计方法 …… 3-61

### 第3章 锥度、角度公差

1 锥度与角度系列 …… 3-64
1.1 标准的主要内容（GB157—89） …… 3-64
1.1.1 术语及定义 …… 3-64
1.1.2 锥度与锥角系列 …… 3-65
1.2 应用说明 …… 3-66
2 棱体的角度与斜度系列 …… 3-67
2.1 标准的主要内容（GB 4096—83） … 3-67
2.1.1 术语及定义 …… 3-67
2.1.2 角度与斜度系列 …… 3-67
2.2 应用说明 …… 3-68
3 圆锥公差 …… 3-68
3.1 标准的主要内容（GB11334—89） …… 3-69
3.1.1 术语及定义 …… 3-69
3.1.2 圆锥公差项目 …… 3-70
3.1.3 圆锥公差的给定方法 …… 3-70
3.1.4 圆锥公差数值 …… 3-70
3.2 应用说明 …… 3-72
4 圆锥配合 …… 3-74
4.1 标准的主要内容（GB12360—90） …… 3-74
4.1.1 圆锥配合方式及分类 …… 3-74
4.1.2 术语及定义 …… 3-74
4.1.3 圆锥配合的一般规定 …… 3-75
4.2 应用说明 …… 3-75
5 未注公差角度的极限偏差（GB11335—89） …… 3-84
6 国际及主要工业国同类标准简介 …… 3-85
7 综合介绍锥度、角度尺寸与公差的图样标注方法 …… 3-87

## 第4篇 形状和位置公差

### 第1章 术语及定义

1 标准的主要内容（GB/T1182—1996-80，GB1958—80，GB/T4249—84，GB/T16676—1996） …… 4-3
1.1 形状和位置公差（GB1183—80 GB4249—80） …… 4-3
1.2 形状和位置误差 …… 4-7
2 应用要点 …… 4-8
2.1 公差、允差、偏差、误差 …… 4-8
2.2 “公差带＋最小条件”与贴切概念 … 4-9
2.3 其他要点 …… 4-9
3 名词术语新旧标准对照 …… 4-10
4 名词术语与ISO及国外先进工业国家标准对照见第2章中表4.2-9 …… 4-10

### 第2章 代号及标注（GB/T1182—1996）

1 标准规定 …… 4-10
1.1 总则 …… 4-10
1.2 符号 …… 4-11
1.3 代号及框格标注 …… 4-12
1.4 规定注法 …… 4-16
1.5 简化注法 …… 4-18
1.6 综合示例 …… 4-19
2 采用框格标注需注意的问题 …… 4-19
3 常见错误举例 …… 4-22
4 我国标准与ISO及工业先进国家标准的对照 …… 4-25

## 第3章 形位公差的公差带


1 各项目公差带的标准规定
(GB1182—1996) …… 4-30
1.1 形状公差 …… 4-30
1.2 位置公差 …… 4-34
2 各项目公差带的特点和应用 …… 4-46
2.1 基本要点 …… 4-46
2.2 各项目公差带的应用要点 …… 4-47
2.2.1 直线度 …… 4-47
2.2.2 平面度 …… 4-49
2.2.3 圆度 …… 4-51
2.2.4 圆柱度 …… 4-52
2.2.5 线轮廓度 …… 4-53
2.2.6 面轮廓度 …… 4-55
2.2.7 平行度 …… 4-57
2.2.8 垂直度 …… 4-59
2.2.9 倾斜度 …… 4-62
2.2.10 同轴度 …… 4-64
2.2.11 对称度 …… 4-67
2.2.12 位置度 …… 4-69
2.2.13 圆跳动 …… 4-81
2.2.14 全跳动 …… 4-87
3 各项目之间的关系及新旧标准
对照 …… 4-88
3.1 各项目之间的关系 …… 4-88
3.2 新旧标准对照 …… 4-89


## 第4章 形位公差和尺寸公差的相关要求


1 标准规定 (GB/T4249—1996、
GB/××××× -1996) …… 4-90
1.1 独立原则 …… 4-90
1.2 相关原则 …… 4-91
1.2.1 包容要求 …… 4-91
1.2.2 最大实体要求 …… 4-92
1.2.3 最小实体要求 …… 4-94
1.2.4 可逆要求 …… 4-94
2 公差原则的应用 …… 4-96
2.1 独立原则的应用 …… 4-96
2.2 包容要求的应用 …… 4-100
2.2.1 应用要点 …… 4-100
2.2.2 应用示例 …… 4-102
2.3 最大实体要求的应用 …… 4-104
2.3.1 应用要点 …… 4-104
2.3.2 应用示例 …… 4-107
2.4 独立原则各种相关要求的应用 …… 4-114


## 第5章 公 差 值


1 标准规定 (GB/T1184—1996) …… 4-116
1.1 未注公差值的规定 …… 4-116
1.2 注出公差值的规定
(GB/T1184—附录) …… 4-117
1.3 位置度公差值的计算 …… 4-119
2 公差值的应用 …… 4-121
2.1 未注公差值的应用 …… 4-121
2.2 注出公差值的选用 …… 4-123
2.3 常见错误示例 …… 4-129


## 第6章 形状和位置误差检测


1 检测规定 (GB1958 80) …… 4-135
1.1 一般规定 …… 4-135
1.2 形状误差及其评定 …… 4-137
1.3 位置误差及其评定 …… 4-137
1.4 基准的建立和体现 …… 4-137
1.5 仲裁 …… 4-143
2 应用介绍 …… 4-143
2.1 形位误差特点 …… 4-143
2.2 检测原则的应用 …… 4-144
2.3 评定原则及判别准则 …… 4-144
2.4 检测方案及应用 …… 4-146
2.5 测量误差分析 …… 4-147
3 与国际标准 ISO/TR5460 的比较…… 4-148


## 第7章 直线度和平面度误差检测


1 直线度误差检测 …… 4-149
1.1 标准规定 (GB11336—89) …… 4-149
1.1.1 术语及定义 …… 4-149
1.1.2 评定方法 …… 4-150
1.1.3 检测方法 …… 4-153
1.1.4 数据处理 …… 4-157
1.2 应用介绍 …… 4-158
1.2.1 术语及定义的应用要点 …… 4-158
1.2.2 评定方法 …… 4-158
1.2.3 检测方法 …… 4-158
1.2.4 数据处理 …… 4-159
1.2.5 仲裁 …… 4-159
1.2.6 测量误差分析 …… 4-159
2 平面度误差检测 …… 4-159
2.1 标准规定 (GB11337—89) …… 4-159
2.1.1 术语及定义 …… 4-160
2.1.2 评定方法 …… 4-160
2.1.3 检测方法 …… 4-161
2.1.4 数据处理 …… 4-166

2.2 应用介绍 …… 4-167
2.2.1 检测方法 …… 4-167
2.2.2 数据处理 …… 4-167
2.2.3 平面度误差近似计算法 …… 4-168

**第8章 确定圆度误差的方法 两点、三点法**

1 标准规定（GB4380—84） …… 4-168
1.1 术语及定义 …… 4-168
1.2 测量方法 …… 4-169
1.3 测量条件和仪器 …… 4-172
2 应用介绍 …… 4-172
2.1 几点说明 …… 4-172
2.2 测量误差分析 …… 4-173
2.3 示例 …… 4-173

**第9章 国际标准**

1 技术制图 尺寸和形位公差表示法 —非刚性零件（ISO10579—1992） …… 4-175
2 技术制图—形状和位置公差表示法 延伸公差带概念（ISO10578—1992） …… 4-176
3 一般公差 第2部分未注几何公差（ISO2768—2：1989） …… 4-178

## 第5篇 表面粗糙度与表面波纹度

**第1章 表面粗糙度**

1 术语及定义（GB3505—83） …… 5-3
2 参数及其数值（GB/T1031—95） …… 5-7
2.1 高度参数的数值 …… 5-7
2.2 间距参数的数值 …… 5-7
2.3 形状参数的数值 …… 5-7
2.4 取样长度和评定长度的推荐数值 …… 5-8
2.5 微观不平度高度和间距的辨别率 …… 5-8
3 评定表面粗糙度参数的补充系列值（GB/T1031—95） …… 5-8

**第2章 表面粗糙度的应用说明**

1 参数及参数值的选取 …… 5-8
1.1 参数的选取 …… 5-9
1.2 参数值的选用原则 …… 5-9
2 表面粗糙度和零件表面功能间的关系 …… 5-9
3 选用方法和步骤 …… 5-9
4 常见表面的表面粗糙度参数值应用实例 …… 5-10

**第3章 表面粗糙度的检测**

1 表面粗糙度的检测方法 …… 5-17
2 用触针式仪器测量表面粗糙度的规则和方法 …… 5-18
3 表面粗糙度检测对选用参数的影响 …… 5-19

**第4章 木制件表面粗糙度参数及其数值（GB12472—90）**

1 评定木制件表面粗糙度的参数和数值 …… 5-19
2 规定木制件表面粗糙度的一般规则 …… 5-22
3 各评定参数的应用范围 …… 5-22

**第5章 主要工业国家表面粗糙度标准的特点与比较**

1 各国标准的特点 …… 5-23
1.1 国际标准（ISO） …… 5-23
1.2 中国标准 …… 5-23
1.3 美国标准 …… 5-23
1.4 英国标准 …… 5-24
1.5 前苏联标准 …… 5-24
1.6 德国标准 …… 5-24
1.7 日本标准 …… 5-24
2 各国标准的比较 …… 5-24
2.1 各国标准的代号及名称 …… 5-24
2.2 各国标准应用范围的比较 …… 5-25
2.3 各国标准中规定的表面粗糙度的参数及符号的比较 …… 5-25
2.4 各国标准参数数值范围的比较 …… 5-26
2.4.1 $R_a$ 系列值比较 …… 5-26
2.4.2 $R_z$、$R_y$（$R_{max}$）系列值的比较 …… 5-27
2.4.3 $S_m$、$S$ 系列值的比较 …… 5-29
2.4.4 $t_p$ 系列值的比较 …… 5-29
3 我国采用国际标准的情况 …… 5-29

**第6章 表面波纹度和表面缺陷**

1 表面波纹度 …… 5-31
1.1 表面波纹度的术语和定义（ISO10479） …… 5-31
1.1.1 表面、轮廓和基准的术语与定义 …… 5-31

1.1.2 表面波纹度参数术语 …… 5-32
1.2 表面波纹度参数及参数值 …… 5-34
2 表面缺陷 …… 5-34
2.1 一般性术语 …… 5-34
2.2 有关缺陷大小特征的术语 …… 5-34
2.3 规定缺陷参数的术语 …… 5-34
2.4 表面缺陷的具体类型 …… 5-35

## 第6篇 螺 纹

### 第1章 概 述

1 螺纹的分类方法 …… 6-3
2 螺纹标准化 …… 6-3

### 第2章 螺纹术语 (GB/T—14791—93)

1 标准主要内容 …… 6-3
2 有关术语的几点说明 …… 6-6

### 第3章 普通螺纹 (GB192—81～GB197—81)

1 普通螺纹的牙型 (GB192—81) …… 6-8
2 普通螺纹的尺寸 …… 6-9
2.1 普通螺纹 直径与螺距系列 (GB193—81) …… 6-9
2.1.1 直径与螺距系列表 …… 6-9
2.1.2 直径与螺距系列的选择 …… 6-14
2.1.3 螺纹代号 …… 6-14
2.2 普通螺纹 基本尺寸 (GB196—81) …… 6-14
3 普通螺纹 公差与配合 (GB197—81) …… 6-21
3.1 普通螺纹的公差结构 …… 6-21
3.1.1 公差带的位置及其应用 …… 6-21
3.1.2 公差带的大小及公差等级的划分 …… 6-22
3.1.3 螺纹公差带的特点 …… 6-25
3.1.4 旋合长度分组 …… 6-25
3.2 螺纹精度及公差带的选择 …… 6-26
3.3 普通螺纹的标记 …… 6-27
3.3.1 关于标记方法的规定 …… 6-27
3.3.2 标记示例和使用说明 …… 6-27
3.4 对于普通螺纹牙底形状的规定 …… 6-27
3.5 电镀螺纹的使用 …… 6-28
3.5.1 电镀螺纹公差带的选择 …… 6-28
3.5.2 电镀螺纹的验收 …… 6-28
4 极限尺寸的计算和极限偏差表 …… 6-28
4.1 螺纹极限尺寸的计算 …… 6-28
4.2 普通螺纹的偏差表 (GB2516—81) …… 6-29
5 普通螺纹的计算公式 (GB197—81 附录) …… 6-52
6 世界各国标准与我国标准的关系 …… 6-52
6.1 我国标准与国际标准的异同 …… 6-52
6.2 "ISO 一般用途米制螺纹"标准在各国的采用 …… 6-53
7 我国新、旧标准的对比与过渡 …… 6-53
7.1 新、旧标准间的关系 …… 6-53
7.2 推荐的过渡方案 …… 6-54
8 对标准紧固件用普通螺纹的规定 …… 6-54
8.1 商品紧固件普通螺纹选用系列 (GB9144—88) …… 6-54
8.2 商品紧固件的极限尺寸 (GB9145～GB9146—88) …… 6-55

### 第4章 梯形螺纹

1 梯形螺纹牙型 (GB5796.1—86) …… 6-61
1.1 关于两种牙型的规定 …… 6-61
1.2 关于牙型的说明 …… 6-63
2 梯形螺纹直径与螺距系列 (GB5796.2—86) …… 6-63
2.1 关于直径与螺距系列的规定 …… 6-63
2.2 直径与螺距的选择 …… 6-65
2.3 梯形螺纹的代号 …… 6-65
3 梯形螺纹基本尺寸 (GB5796.3—86) …… 6-65
4 梯形螺纹的公差制 (GB5796.4—86) …… 6-70
4.1 公差带位置与基本偏差的规定 …… 6-70
4.2 公差带大小与公差等级的规定 …… 6-72
4.3 旋合长度 …… 6-75
4.4 有关螺纹精度与公差带选择的规定 …… 6-76
4.5 关于选用公差带的说明 …… 6-76
4.6 关于多线螺纹的规定 …… 6-76
4.7 螺纹标记 …… 6-76
4.8 梯形螺纹的计算公式 (GB5796.4—86 附录) …… 6-77
5 梯形螺纹 极限尺寸

(GB12359—90) …… 6-77
5.1 内螺纹的极限尺寸 …… 6-77
5.2 外螺纹的极限尺寸 …… 6-90
6 新、旧标准对照 …… 6-111
6.1 新、旧术语和代号的对照 …… 6-111
6.2 新、旧标准牙型和尺寸系列的关系 …… 6-111
6.3 新、旧标准公差带的对照和过渡 … 6-111
6.4 新、旧标准中标记方法的变化 …… 6-113
7 世界各国梯形螺纹应用简介 …… 6-113
7.1 ISO 米制梯形螺纹在各国的应用 … 6-113
7.2 爱克母螺纹在各国的应用 …… 6-113

## 第5章 锯齿形螺纹

(GB/T13576.1—92～GB/T13576.4—92)

1 概述 …… 6-114
2 锯齿形（3°、30°）螺纹牙型 (GB/T13576.1—92) …… 6-114
3 锯齿形螺纹的直径与螺距系列 (GB/T13576.2—92) …… 6-116
3.1 关于直径与螺距系列的规定 …… 6-116
3.2 直径与螺距的选择 …… 6-118
3.3 螺纹代号 …… 6-118
4 锯齿形螺纹基本尺寸 (GB/T13576.3—92) …… 6-118
4.1 基本尺寸的名称，代号和关系式 … 6-118
4.2 各直径的基本尺寸 …… 6-118
5 锯齿形螺纹公差 (GB/T13576.4—92) …… 6-121
5.1 公差带 …… 6-121
5.2 螺纹的旋合长度 …… 6-124
5.3 多线螺纹的公差 …… 6-125
6 螺纹的标记方法 …… 6-125
6.1 关于标记的规定 …… 6-125
6.2 标记示例 …… 6-125
7 螺纹精度与公差带的选用 …… 6-125
8 锯齿形螺纹的基本偏差和公差计算式 …… 6-126
9 大径定心的公差值 …… 6-126
10 对锯齿形螺纹标准的若干说明 …… 6-126

## 第6章 管螺纹(GB7306—87、GB7307—87)

1 概述 …… 6-127
2 55°牙型角的管螺纹 …… 6-128
2.1 用螺纹密封的管螺纹 (GB7306—87) …… 6-128
2.1.1 关于牙型的规定 …… 6-128
2.1.2 螺纹各要素的术语及代号 …… 6-129
2.1.3 关于基本尺寸的规定 …… 6-129
2.1.4 关于公差的规定和说明 …… 6-130
2.1.5 关于有效螺纹长度的说明 …… 6-131
2.1.6 标记方法及示例 …… 6-131
2.2 非螺纹密封的管螺纹 (GB7307—87) …… 6-132
2.2.1 螺纹各要素的术语及代号 …… 6-132
2.2.2 关于牙型的规定 …… 6-133
2.2.3 关于基本尺寸和公差的规定 …… 6-133
2.2.4 标记方法 …… 6-133
2.2.5 附录 A 及其应用场合 …… 6-135
2.3 选用 55°管螺纹的注意事项 …… 6-136
2.4 ISO 管螺纹在世界各国的应用 …… 6-137
3 60°牙型角的管螺纹 …… 6-137
3.1 60°圆锥管螺纹 (GB/T12716—91) …… 6-138
3.1.1 术语及代号 …… 6-138
3.1.2 关于牙型的规定 …… 6-139
3.1.3 关于基本尺寸和公差的规定 …… 6-139
3.1.4 有关其他要素的规定和说明 …… 6-140
3.1.5 标记方法 …… 6-141
3.1.6 附录 …… 6-141
3.1.7 60°圆锥管螺纹的使用说明 …… 6-144
3.2 米制锥螺纹 (GB/T1415—91) …… 6-145
3.2.1 关于牙型和尺寸的规定 …… 6-145
3.2.2 关于标记方法的规定 …… 6-147
3.2.3 关于公差和检验的规定 …… 6-147
3.2.4 带镀层的米制锥螺纹 …… 6-148
3.2.5 米制锥螺纹的应用说明 …… 6-148

# 第7篇 轴伸、轴高、键、花键及结构要素

## 第1章 轴伸与轴高

1 轴伸 …… 7-3
1.1 圆柱形轴伸 (GB1569—90) …… 7-4
1.2 旋转电机 圆柱形轴伸 (GB756—90) …… 7-5
1.3 圆锥形轴伸 (GB1570—90) …… 7-5
1.3.1 型式和尺寸 …… 7-5
1.3.2 公差 …… 7-13

1.4 旋转电机 圆锥形轴伸
(GB/T757—93) …… 7-13
1.4.1 型式和尺寸 …… 7-13
1.4.2 尺寸公差 …… 7-15
1.4.3 圆锥形轴伸锥度的检验 …… 7-16
1.5 几点说明 …… 7-16
1.5.1 代号 …… 7-16
1.5.2 圆柱形轴伸与圆锥形轴伸长、短系列尺寸确定原则 …… 7-16
1.5.3 长系列和短系列的选用 …… 7-16
1.5.4 可传递转矩值 …… 7-16
1.5.5 键与键槽 …… 7-16
1.5.6 允许采用无键联结 …… 7-19
1.5.7 圆锥公差 …… 7-19
1.5.8 中心孔的型式尺寸 …… 7-19
1.6 与国际标准的区别 …… 7-19
2 机器轴高 (GB12217—90) …… 7-19
2.1 基本尺寸 …… 7-19
2.2 极限偏差及平行度公差 …… 7-21
2.3 选用注意事项 …… 7-21
3 有关国家轴伸、轴高标准 …… 7-21

## 第2章 键 联 结

1 平键 …… 7-23
1.1 普通平键、薄型平键 键和键槽的剖面尺寸 (GB1095—79、GB1566—79) …… 7-23
1.2 普通平键 型式尺寸
(GB1096—79) …… 7-26
1.3 导向平键 型式尺寸
(GB1097—79) …… 7-27
1.4 薄型平键 型式尺寸
(GB1567—79) …… 7-29
1.5 几点说明 …… 7-29
1.6 与旧标准的区别 …… 7-30
2 半圆键 …… 7-33
2.1 半圆键 键和键槽的剖面尺寸
(GB1098—79) …… 7-33
2.2 半圆键 型式尺寸
(GB1099—79) …… 7-34
2.3 说明 …… 7-34
2.4 与旧标准的区别 …… 7-34
2.5 与 ISO3912—77《半圆键及其键槽》的区别 …… 7-36
3 楔键 …… 7-36
3.1 楔键 键和键槽的剖面尺寸
(GB1563—79) …… 7-36
3.2 普通楔键 型式尺寸
(GB1564—79) …… 7-36
3.3 钩头楔键 型式尺寸
(GB1565—79) …… 7-37
3.4 几点说明 …… 7-40
4 切向键及其键槽 (GB1974—80) …… 7-43
5 键技术条件 (GB1568—79) …… 7-43
6 键用型钢 (GB1101—79) …… 7-43
7 我国采用国际标准的情况 …… 7-43
8 有关国家键联结概况 …… 7-44
8.1 德国标准 …… 7-44
8.2 法国标准 …… 7-45
8.3 日本标准 …… 7-45
8.4 前苏联标准 …… 7-45
9 薄型楔键 …… 7-46
9.1 键的尺寸和公差 …… 7-46
9.2 材料 …… 7-48
9.3 平面与键槽的尺寸和公差 …… 7-48

## 第3章 矩形花键

1 矩形花键 (GB1144—87) …… 7-49
1.1 基本尺寸 …… 7-49
1.2 键槽截面形状和尺寸 …… 7-50
1.3 公差与配合 …… 7-51
1.4 检验规则 …… 7-51
1.5 矩形花键综合量规和单项止端量规的尺寸公差带和数值表 …… 7-52
1.6 标记 …… 7-56
1.7 说明与对比 …… 7-56
1.7.1 GB1144—87 的特点之一——采用小径定心 …… 7-56
1.7.2 尺寸系列 …… 7-56
1.7.3 键槽截面形状和尺寸 …… 7-57
1.7.4 花键的有效接触高度 $h_0$ 及其数值 …… 7-57
1.7.5 花键轴几何特性计算公式及数值 …… 7-58
1.7.6 公差与配合及其选用 …… 7-58
1.7.7 公差配合方面 74 年与 87 年标准对比 …… 7-60
1.8 GB1144—87 与国际标准及 GB1144—74 的区别 …… 7-64
1.9 刀具的有关问题 …… 7-64

2 矩形内花键 长度系列
(GB10081－88) …… 7-65
3 有关国家矩形花键概况 …… 7-65
3.1 国际标准 …… 7-65
3.2 法国标准 …… 7-68
3.3 英国标准 …… 7-70
3.4 日本标准 …… 7-70
3.5 德国标准 …… 7-70
3.6 经互会标准 …… 7-71
3.7 前苏联标准 …… 7-71

## 第4章 渐开线花键

1 圆柱直齿渐开线花键（齿侧配合）模数基本齿廓 公差
(GB/T3478.1—1995) …… 7-72
1.1 术语、定义和代号 …… 7-72
1.2 基本参数 基本齿廓 尺寸系列 …… 7-76
1.2.1 基本参数 …… 7-76
1.2.2 基本齿廓 …… 7-76
1.2.3 尺寸系列 …… 7-76
1.2.4 说明与选用 …… 7-85
1.3 公差等级 公差 齿侧配合 …… 7-86
1.3.1 公差等级 …… 7-86
1.3.2 公差 …… 7-86
1.3.3 齿侧配合 …… 7-104
1.3.4 几点说明 …… 7-104
1.4 作用尺寸和实际尺寸 …… 7-106
1.4.1 作用齿槽宽和实际齿槽宽 …… 7-106
1.4.2 作用齿厚和实际齿厚 …… 7-106
1.4.3 作用侧隙（间隙或过盈） …… 7-106
1.4.4 齿槽宽或齿厚的极限 …… 7-106
1.4.5 作用齿槽宽和作用齿厚、实际齿槽宽和实际齿厚的用途 …… 7-107
1.5 检验方法 …… 7-107
1.5.1 基本方法 …… 7-108
1.5.2 方法A …… 7-108
1.5.3 方法B …… 7-108
1.5.4 单项检验法 …… 7-108
1.5.5 检验方法的有关说明及应用场合 …… 7-108
1.5.6 检验方法的有关说明及应用场合 …… 7-109
1.6 参数标注 …… 7-109
1.6.1 参数表 …… 7-109
1.6.2 标记 …… 7-109
1.6.3 参数表的应用说明 …… 7-109
2 尺寸表 (GB/T3478.2～4—95) …… 7-111
2.1 适用范围 …… 7-111
2.2 尺寸表 …… 7-111
2.3 使用说明 …… 7-174
2.4 尺寸表应用举例 …… 7-185
3 棒间距、跨棒距和公法线平均长度的计算 (GB/T 3478.6～GB/T 3478.8—95) …… 7-187
3.1 内花键量棒测量尺寸的计算公式 … 7-187
3.2 外花键量棒测量尺寸的计算公式 … 7-188
4 量棒直径 …… 7-190
5 GB/T 3478－95的特点及采用国际标准的程度 …… 7-190
6 有关国家渐开线花键标准概况 …… 7-191
6.1 国际标准 …… 7-192
6.2 美国标准 …… 7-194
6.3 英国标准 …… 7-194
6.4 法国标准 …… 7-194
6.5 日本标准 …… 7-197
6.6 德国标准 …… 7-197
6.7 经互会标准 …… 7-197
7 圆锥直齿渐开线花键 …… 7-197
7.1 术语定义和代号 …… 7-197
7.2 计算定义 …… 7-198
7.3 花键基面上的尺寸系列 …… 7-199
7.4 公差等级与配合 …… 7-199
7.5 检验方法 …… 7-199
7.6 公差值 …… 7-199
7.7 尺寸表 …… 7-203
7.8 参数标注 …… 7-203
7.9 有关说明 …… 7-203

## 第5章 零件结构要素

1 标准基本内容 …… 7-204
1.1 球面半径 (GB6403.1—1986) …… 7-204
1.2 润滑槽 (GB6403.2－86) …… 7-204
1.3 滚花 (GB6403.3－86) …… 7-206
1.4 零件倒圆与倒角 (GB5403.4—86) …… 7-207
1.5 砂轮越程槽 (GB6403.5－86) …… 7-208
2 标准应用时应注意的几个问题 …… 7-210
3 与旧标准及国外标准的对照 …… 7-210

# 第8篇 机械制图


## 第1章 图纸幅面、格式及折叠方法

1 图纸幅面和格式
(GB/T14689—93) …… 8-3
2 标题栏的方位和格式
(GB10609.1—89) …… 8-4
3 复制图的折叠方法
(GB10609.3—89) …… 8-5

## 第2章 比 例

1 标准的主要内容及应用说明
(GB/T14690—93) …… 8-7
2 德国、前苏联、日本标准规定的
比例 …… 8-8
3 国外标准中比例的标注 …… 8-8

## 第3章 字 体

1 字体的一般规定
(GB/T14691—93) …… 8-8
2 字形 …… 8-8

## 第4章 图 线

1 标准的主要内容 (GB4457.4
—84) …… 8-10
2 图线种类及应用 …… 8-10
3 图线的绘制 …… 8-12
3.1 线段长度和间隔 …… 8-12
3.2 接头处画法 …… 8-12
3.3 两条平行线间的最小距离 …… 8-12
3.4 图线重合时的顺序 …… 8-12
3.5 字体与图线重合时的顺序 …… 8-12
4 国际标准、前苏联、日本等国对图线
宽度的规定 …… 8-13

## 第5章 剖面符号

1 标准的主要内容 (GB4457.5
—84) …… 8-13
1.1 剖面的种类 …… 8-13
1.2 剖面符号的画法 …… 8-14
2 国际标准、美国、德国等标准
的规定 …… 8-16
2.1 国际标准的规定 …… 8-16
2.2 美国标准的规定 …… 8-16
2.3 日本标准的规定 …… 8-16
2.4 德国标准的规定 …… 8-17
2.5 前苏联标准的规定 …… 8-17

## 第6章 图样画法

1 标准的主要内容 (GB4458.1
—84) …… 8-17
1.1 概述 …… 8-17
1.2 视图 …… 8-17
1.3 剖视图 …… 8-19
1.4 剖面图 …… 8-23
1.5 局部放大图 …… 8-24
1.6 简化画法及其他规定画法 …… 8-24
2 第三角投影法 …… 8-30

## 第7章 滚动轴承

1 滚动轴承画法的一般规则 …… 8-31
2 滚动轴承的简化画法和示意画法
(GB4458.1—84) …… 8-32

## 第8章 装配图中零、部件的序号及其编排方法

1 一般规则 (GB4458.2—84) …… 8-33
2 装配图中零部件序号及编排方法
(GB4458.2—84) …… 8-34

## 第9章 轴 测 图

1 基本规则 …… 8-34
2 标准的主要内容 (GB4458.3
—84) …… 8-35
2.1 轴测图的类型 …… 8-35
2.2 轴测图尺寸注法 …… 8-35
2.3 轴测图中的剖面线 …… 8-36

## 第10章 尺寸注法

1 基本规则 …… 8-37
2 标准的主要内容 (GB4458.4
—84) …… 8-37
2.1 一般注法 …… 8-37
2.2 简化注法 …… 8-41
2.3 各类孔的旁注及镀涂表面的
尺寸注法 …… 8-42

## 第11章 尺寸公差与配合注法

1 零件图中尺寸公差的标注
(GB4458.5—84) …… 8-44
2 装配图中配合代号及极限偏差的
标注 …… 8-45

3 配制配合的标注（JB/Z 144—79） … 8-46

**第 12 章 螺纹及螺纹紧固件的画法**

1 标准的基本内容（GB/T4459.1—1995） …… 8-47
1.1 螺纹的画法及标注 …… 8-47
1.2 螺纹紧固件的画法 …… 8-49
2 其他国家规定的螺纹画法 …… 8-49

**第 13 章 齿轮画法**

1 单个齿轮、蜗轮、齿条的画法（GB4459.2—84） …… 8-50
2 齿轮的啮合画法（GB4459.2—84） …… 8-51

**第 14 章 花键画法**

1 花键的画法（GB4459.3—84、GB/T3478.1—1995） …… 8-52
2 花键的标记（GB4459.3—84、GB1144—87、GB/T3478.1—1995） …… 8-53

**第 15 章 弹簧画法**

1 螺旋弹簧的画法（GB4459.4—84） …… 8-53
2 其他弹簧画法（GB4459.4—84） …… 8-55
3 弹簧图样格式示例（GB4459.4—84） …… 8-57

**第 16 章 中心孔表示法**

1 中心孔符号（GB4459.5—84） …… 8-58
2 与中心孔有关内容在图样上的标注（GB4459.5—84） …… 8-58

**第 17 章 表面粗糙度符、代号及其注法**

1 表面粗糙度符号、代号（GB/T131—93） …… 8-59
2 粗糙度代号在图样上的标注（GB/T131—93） …… 8-62
3 标注示例 …… 8-64

**第 18 章 玻璃器具表示法**

1 标准的主要内容（GB12213—90） … 8-65
1.1 基本要求 …… 8-65
1.2 剖视图和剖面图的画法 …… 8-66
1.3 表面加工和表面处理表示法 …… 8-66
1.4 薄壁件的画法和尺寸注法 …… 8-67
1.5 管子和烧结过滤器的画法 …… 8-68
1.6 接口的画法 …… 8-68
1.7 组合玻璃器具的画法 …… 8-69
2 标准的特点和应用 …… 8-70
3 与国际标准和国内相关标准的对比 …… 8-70
3.1 与国际标准的对比 …… 8-70
3.2 与国内相关标准的对比 …… 8-71

**第 19 章 机构运动简图符号**

1 概述 …… 8-73
1.1 简图 …… 8-73
1.2 机构、构件、运动副 …… 8-73
2 标准的基本内容（GB4460—84） …… 8-74
2.1 机构构件的运动符号 …… 8-74
2.2 构件及其组成部分的联接 …… 8-75
2.3 运动副 …… 8-76
2.4 多杆机构及构件 …… 8-77
2.5 摩擦机构与齿轮机构 …… 8-79
2.6 凸轮机构、槽轮机构和棘轮机构 …… 8-82
2.7 联轴器、离合器及制动器 …… 8-83
2.8 其他机构及其组件 …… 8-85
3 机构运动简图的画法 …… 8-87
3.1 画图步骤 …… 8-87
3.2 示例 …… 8-89

**第 20 章 对缩微复制原件的要求**

1 绘制缩微复制原件的基本要求 …… 8-89
2 图线的最小宽度和间隙 …… 8-89
3 字体 …… 8-90
4 剖面 …… 8-91
5 表示法 …… 8-91
6 铅笔图 …… 8-91
7 清除和盖章 …… 8-91
8 原件的保管 …… 8-91

**第 21 章 计算机制图**

1 计算机绘图的硬件与软件 …… 8-92
1.1 计算机绘图系统及其硬件 …… 8-92
1.2 绘图软件和绘图程序设计 …… 8-94
1.2.1 绘图软件 …… 8-94
1.2.2 绘图程序的设计与编制 …… 8-94
1.2.3 几种常用绘图子程序的设计 …… 8-95
1.2.4 绘图子程序设计要注意的问题及与主程序的关系 …… 8-98
1.2.5 绘图程序设计实例 …… 8-99
2 机械制图与计算机信息交换常用长仿宋字体、代（符）号基本集

(GB/T13362.1—92) …… 8-99
2.1 长仿宋字体、代（符）号的常用范围及配置 …… 8-99
2.1.1 字体 …… 8-99
2.1.2 代（符）号 …… 8-99
2.2 字体、代（符）号的分区及表示形式 …… 8-100
2.3 代（符）号在代码表上的位置和名称及含义 …… 8-101
3 机械制图用计算机信息交换常用长仿宋字体、代（符）号 16×16 点阵字模集（GB/T13362.2—92） …… 8-114
3.1 常用代（符）号点阵字模集的内容 …… 8-114
3.2 点阵字模及其式样 …… 8-115
3.2.1 点阵 …… 8-115
3.2.2 字模 …… 8-115
3.3 字体、代（符）号点阵字模集打印字样 …… 8-115
3.4 代（符）号点阵字模 …… 8-117
3.5 基本单元符号及其组合代（符）号点阵字模样张举例 …… 8-118
4 机械制图用计算机信息交换常用长仿宋字体、代（符）号 16×16 点阵字模数据集（GB/T13362.3—92） …… 8-119
4.1 常用代（符）号点阵字模数据集 … 8-119
4.2 点阵字模数据 …… 8-119
4.3 代（符）号点阵字模数据举例 …… 8-120
5 机械制图用计算机信息交换常用长仿宋矢量字体、代（符）号（GB/T13362.4—92） …… 8-121
5.1 常用范围及配置 …… 8-121
5.1.1 字体 …… 8-121
5.1.2 代（符）号 …… 8-121
5.2 绘制原则 …… 8-122
5.2.1 矢量字体的绘制原则 …… 8-122
5.2.2 矢量代（符）号的绘制原则 …… 8-122
5.3 矢量字体和代（符）号的模样与配置 …… 8-122
6 机械制图用计算机信息交换常用长仿宋矢量字体、代（符）号数据集（GB/T13362.5—92） …… 8-124
6.1 常用范围及配置 …… 8-124
6.1.1 字体 …… 8-124
6.1.2 代（符）号 …… 8-125
6.2 矢量字体、代（符）号的参考坐标系、数据及字模存贮格式 …… 8-125
6.2.1 参考坐标系 …… 8-125
6.2.2 字模 …… 8-125
6.2.3 数据 …… 8-126
6.2.4 存贮格式 …… 8-126
6.3 矢量字体、代（符）号的数据举例 …… 8-126

## 第 9 篇 常用图形符号

### 第 1 章 基础标准

1 符号、代号标准编写规定（GB1.5—88） …… 9-3
1.1 图形符号、代号标准的名称 …… 9-3
1.2 标准技术内容 …… 9-4
1.2.1 编号 …… 9-4
1.2.2 符号、代号 …… 9-4
1.2.3 名称 …… 9-4
1.2.4 说明 …… 9-4
1.3 应用表格示例 …… 9-5
2 图形符号表示规则 总则（GB7093.1—86） …… 9-7
2.1 标准主要内容 …… 9-7
2.1.1 图形符号的主要应用领域 …… 9-7
2.1.2 配套使用的标准 …… 9-8
2.1.3 术语 …… 9-8
2.1.4 设计原则 …… 9-8
2.2 设计原则的应用说明和示例 …… 9-8
2.2.1 功能性原则 …… 9-8
2.2.2 通用性与专用性 …… 9-9
2.2.3 构形形象和抽象的应用示例 …… 9-9
2.2.4 图形符号的组成要素 …… 9-9
2.2.5 “图形符号的组合”应用示例 …… 9-9
3 图形符号表示规则 技术产品文件用图形符号（GB7093.2—86） …… 9-10
3.1 标准主要内容 …… 9-10
3.1.1 应用范围 …… 9-10
3.1.2 术语 …… 9-11
3.1.3 设计原则 …… 9-12
3.1.4 设计方法 …… 9-12

3.1.5 设计的具体要求 …… 9-12
3.2 技术产品文件使用图形符号（tpd）按使用场合分类 …… 9-13
3.2.1 应用于机械制造图样的 tpd 符号 …… 9-13
3.2.2 应用于非投影的各种简图的 tpd 符号 …… 9-13
3.3 有关设计原则的说明 …… 9-13
3.3.1 形象化和简化 …… 9-13
3.3.2 类似多面视图的多图形表达形式 …… 9-14
3.4 设计方法应用示例 …… 9-14
3.4.1 图形符号及符号要素的组合 …… 9-14
3.4.2 基本网格应用示例 …… 9-14
3.5 有关简图和示意图 …… 9-15
4 图形符号表示规则 设备用图形符号（GB7093.3—86） …… 9-15
4.1 标准的主要内容 …… 9-15
4.1.1 术语 …… 9-15
4.1.2 设计原则 …… 9-15
4.1.3 符号形状的设计 …… 9-16
4.1.4 基本图形、辅助线、公称尺寸 …… 9-16
4.1.5 符号的应用 …… 9-17
4.2 标准的应用 …… 9-18
4.2.1 设备用图形符号在设备、仪器上的四种应用场合 …… 9-18
4.2.2 设备用图形符号的六种使用功能 …… 9-18
4.2.3 设计设备用图形符号应注意的问题 …… 9-19
4.2.4 设备用图形符号的实际应用举例 …… 9-21
4.3 与国外标准的对比 …… 9-23
5 图形符号 箭头及其应用（GB1252—89） …… 9-24
5.1 标准主要内容 …… 9-25
5.1.1 三种箭头基本形式 …… 9-25
5.1.2 箭头符号应用示例 …… 9-26
5.2 箭头符号应用的补充示例 …… 9-27
5.3 箭头符号在简图中的应用 …… 9-28

**第 2 章 技术产品图样用图形符号（1）——用于投影图**

1 金属结构件类 …… 9-29
1.1 标准的主要内容 …… 9-29
1.1.1 孔、螺栓及铆钉的表示法 …… 9-29
1.1.2 尺寸注法及标记 …… 9-30
1.1.3 条钢、型钢及板钢的标记 …… 9-31
1.1.4 节点板的尺寸注法 …… 9-34
1.1.5 简图表示法 …… 9-34
1.2 标准的特点和应用 …… 9-34
1.3 与国际标准的对比 …… 9-35
2 焊接类 …… 9-36
2.1 焊缝符号（GB324—88、GB12212－90） …… 9-36
2.1.1 标准的主要内容 …… 9-36
2.1.2 标准的特点和应用 …… 9-56
2.1.3 与国际标准的对比 …… 9-57
2.2 焊缝坡口的基本形式与尺寸（GB985—88、GB986—88） …… 9-57
2.2.1 标准的主要内容 …… 9-57
2.2.2 标准的特点和应用 …… 9-99
2.2.3 与国际标准的对比 …… 9-99
2.3 金属焊接及钎焊方法在图样上的表示代号（GB 5185—85） …… 9-99
2.3.1 标准的主要内容 …… 9-99
2.3.2 标准的特点和应用 …… 9-101
2.3.3 与国际标准的对比 …… 9-101
3 机械加工定位，夹紧类 …… 9-101
3.1 标准的主要内容 …… 9-101
3.1.1 定位支承符号 …… 9-101
3.1.2 辅助支承符号 …… 9-102
3.1.3 夹紧符号 …… 9-102
3.1.4 常用装置符号 …… 9-103
3.1.5 各类符号画法 …… 9-105
3.2 标准的特点和应用 …… 9-105
3.3 与国际标准的对比 …… 9-113

**第 3 章 技术产品图样用图形符号（2）——用于简图**

1 仪表管路系统类 …… 9-114
1.1 管路系统的图形符号（GB6567—86） …… 9-114
1.1.1 标准的主要内容 …… 9-114
1.1.2 标准的特点和应用 …… 9-123
1.1.3 与国际标准的对比 …… 9-126
1.2 热工图形符号与文字代号（GB4270 84） …… 9-139
1.2.1 标准的主要内容 …… 9-139
1.2.2 标准的特点和应用 …… 9-149

1.2.3 与国际标准的对比 …… 9-149
1.3 过程检测和控制流程图用图形符号和文字代号（GB2625—81） …… 9-149
1.3.1 标准的主要内容 …… 9-149
1.3.2 标准的特点和应用 …… 9-160
1.3.3 与国际标准的对比 …… 9-190
1.4 真空技术图形符号（GB3164—82） …… 9-190
1.4.1 标准的主要内容 …… 9-190
1.4.2 标准的特点和应用 …… 9-195
1.4.3 与国际标准的对比 …… 9-195
1.5 锅炉制图图形符号（GB11943—89） …… 9-195
1.5.1 标准的主要内容 …… 9-195
1.5.2 标准的特点和与有关标准的对比 …… 9-199
1.6 汽轮机图形符号（JB/T3077—91） …… 9-199
1.5.1 标准的主要内容 …… 9-199
1.6.2 标准的特点和与有关标准的对比 …… 9-209
1.7 分析仪器常用图形符号（ZBN50001—88） …… 9-209
1.7.1 标准的主要内容 …… 9-209
1.7.2 标准的特点和与有关标准的对比 …… 9-220
1.8 飞机环境控制系统图形符号（HB6165—88） …… 9-221
1.8.1 标准的主要内容 …… 9-221
1.8.2 标准的特点和与有关标准的对比 …… 9-228
1.9 集中润滑系统 图形符号（JB3711.2—84） …… 9-230
1.9.1 标准的主要内容 …… 9-230
1.9.2 标准的特点和应用 …… 9-232
1.9.3 与国际标准的对比 …… 9-235
1.10 液力元件 图形符号（JB4237—86） …… 9-235
1.10.1 标准的主要内容 …… 9-235
1.10.2 标准的特点 …… 9-239
2 信息处理类 …… 9-239
2.1 信息处理（GB1526—89） …… 9-239
2.2 故障树名词术语和符号（GB4888—85） …… 9-249
2.3 工艺流程图表用图形符号（ZB/TJ04009—90） …… 9-255
2.3.1 标准的主要内容 …… 9-255
2.3.2 标准的特点和与有关标准的对比 …… 9-256
3 机械设施类 …… 9-262
3.1 农业机械图形符号 第一部分（GB4268.1 84） …… 9-262
3.1.1 标准的主要内容 …… 9-262
3.1.2 有关应用图例的说明 …… 9-272
3.2 农业机械图形符号 第二部分（GB4268.2 87） …… 9-272
3.2.1 标准的主要内容 …… 9-273
3.2.2 有关应用图例的说明 …… 9-277
3.3 林业机械图形符号（GB7227—87） …… 9-278
3.3.1 标准的主要内容 …… 9-278
3.3.2 有关应用图例的说明 …… 9-285
3.4 煤矿机械图形符号（ZBD90001～90007—88） …… 9-285
3.4.1 煤矿机械图形符号 总则（ZBD90001—88） …… 9-285
3.4.2 煤矿机械图形符号 采煤工作面支护机械用图形符号（ZBD90002—88） …… 285
3.4.3 煤矿机械图形符号 采掘机械用图形符号（ZBD90003—88） …… 9-286
3.4.4 煤矿机械图形符号 井下运输机械图形符号（ZBD90004—88） …… 9-287
3.4.5 煤矿机械图形符号 提升和地面生产系统用图形符号（ZBD90005—88） …… 9-287
3.4.6 煤矿机械图形符号 压气、通风、排水及采暖用图形符号（ZBD90006 88） …… 9-289
3.4.7 煤矿机械图形符号 滚筒采煤机用图形符号（ZBD90007—88） …… 9-290
3.4.8 应用的简图示例—标准附录 …… 9-291
3.5 渔船捕捞机械设备图形符号（GB6634—86） …… 9-297
3.6 消防设施图形符号（GB4327 84） …… 9-298
3.7 常用邮政设备图形符号（GB5090 85） …… 9-301

**第 4 章 设备用图形符号**

1 机床类 …… 9-305
1.1 金属切削机床操作指示形象化符号(GB/T3167-93) …… 9-305
1.1.1 标准的主要内容 …… 9-305
1.1.2 标准的特点和应用 …… 9-320
1.1.3 与国际标准的对比 …… 9-322
1.2 数控机床操作指示形象化符号(GB/T3168—93) …… 9-322
1.2.1 标准的主要内容 …… 9-322
1.2.2 标准的特点和应用 …… 9-327
1.2.3 与国际标准的对比 …… 9-328
1.3 木工机床操作指示形象化符号(GB10916—89) …… 9-328
1.3.1 标准的主要内容 …… 9-328
1.3.2 标准的特点和应用 …… 9-335
1.3.3 与国际标准的对比 …… 9-335
2 设备类 …… 9-335
2.1 平衡机 面板符号(GB9238—88) …… 9-335
2.1.1 标准的主要内容 …… 9-335
2.1.2 标准的特点和应用 …… 9-337
2.1.3 与国际标准的对比 …… 9-339
2.2 工业自动化仪表盘盘面布置图的绘制方法(JB/T1396-91) …… 9-339
2.2.1 标准的主要内容 …… 9-340
2.2.2 标准的特点 …… 9-344
2.3 电阻焊设备用图形符号(JB/T5252—91) …… 9-344
2.3.1 标准的主要内容 …… 9-344
2.3.2 标准的特点和应用 …… 9-353
2.3.3 与国际标准的对比 …… 9-354
2.4 分散型控制系统硬件设备的图形符号(JB/T5539—91) …… 9-354
2.4.1 标准的主要内容 …… 9-354
2.4.2 标准的特点和应用 …… 9-350
2.4.3 与国际标准的对比 …… 9-357
2.5 缩微摄影图形符号(GB7516—87) …… 9-358
2.5.1 标准的主要内容 …… 9-358
2.5.2 标准的特点 …… 9-358
3 车辆、农林拖拉机和机械类 …… 9-359
3.1 涉及的设备用图形符号国家标准 … 9-359
3.2 上述国家标准等效采用的国际标准 …… 9-359
3.3 应用范围 …… 9-359
3.4 使用场合 …… 9-359
3.5 按其功能分类 …… 9-359
3.5.1 通用操纵符号 …… 9-359
3.5.2 附属装置操纵符号 …… 9-361
3.5.3 技术状态控制和维护保养符号 … 9-363
3.5.4 作业机械的调整、控制和操作符号 …… 9-365
3.6 应用注意事项及应用示例 …… 9-380

# 第10篇 电工基础

## 第1章 电气图形符号和电气制图

1 电气图形符号 …… 10-3
1.1 电气图用图形符号(GB4728-85) …… 10-3
1.1.1 总则(GB4728.1) …… 10-3
1.1.2 符号要素、限定符号和常用的其他符号(GB4728.2) …… 10-5
1.1.3 导线和连接器件(GB4728.3) … 10-7
1.1.4 无源元件(GB4728.4) …… 10-10
1.1.5 半导体管和电子管(GB4728.5) …… 10-11
1.1.6 电能的发生和转换(GB4728.6) …… 10-13
1.1.7 开关、控制和保护装置(GB4728.7) …… 10-17
1.1.8 测量仪表、灯和信号器件(GB4728.8) …… 10-21
1.2 标准的应用与注意事项 …… 10-22
1.2.1 标准的特点 …… 10-22
1.2.2 使用GB4728的注意事项 …… 10-22
1.3 与旧国标的对照 …… 10-23
1.4 与IEC等标准的对照 …… 10-24
2 电气制图(GB6988—86) …… 10-29
2.1 标准的主要内容 …… 10-29
2.1.1 术语(GB6988.1) …… 10-30
2.1.2 一般规则(GB6988.2) …… 10-31
2.1.3 系统图和框图(GB6988.3) …… 10-33
2.1.4 电路图(GB6988.4) …… 10-34
2.1.5 接线图和接线表(GB6988.5) …… 10-36
2.2 标准的应用与注意事项 …… 10-37

2.3 与IEC标准的对照 …… 10-39
3 项目代号 …… 10-40
3.1 标准的内容说明与应用 …… 10-40
3.1.1 项目代号的型式 …… 10-40
3.1.2 项目代号的构成 …… 10-40
3.1.3 项目代号的使用 …… 10-42
3.2 与旧国标的对照 …… 10-42
3.3 GB5094与相应德国标准的对照 …… 10-43
3.3.1 DIN40719T2关于高层代号的规定 …… 10-43
3.3.2 DIN40719T2关于位置代号的规定 …… 10-44

## 第2章 电压电流等级和频率

1 电气设备额定电流（GB762-80） …… 10-45
1.1 电气设备的额定电流数值 …… 10-45
1.2 电气设备的额定电流的适用范围 … 10-46
1.3 电气设备额定电流使用说明 …… 10-46
2 标准对照 …… 10-46
2.1 新旧标准对照 …… 10-46
2.2 国际标准及国外标准的有关规定 … 10-47
3 电气设备额定频率（GB1980—80） ……
…… 10-47
3.1 电气设备的额定频率数值 …… 10-47
3.2 电气设备的额定频率的适用范围 … 10-48
3.3 电气设备的额定频率的使用说明 … 10-48
3.4 国际标准及国外有关标准简介 …… 10-49
3.4.1 IEC标准 …… 10-49
3.4.2 前苏联标准 …… 10-49
3.4.3 原德国标准 …… 10-49
4 中频设备额定电压（GB3926—83） …… 10-50
4.1 中频设备额定电压值 …… 10-50
4.2 适用范围 …… 10-51
4.3 使用说明 …… 10-51
5 国际标准和国外有关标准简介 …… 10-51

## 第3章 电工量的符号及电路和磁路的规定

1 电学和磁学的量和单位（GB3102.5） …… 10-52
1.1 名称和符号 …… 10-52
1.2 特点与应用 …… 10-59
2 电工技术用字母符号 旋转电机量的符号（GB/T13394-92） …… 10-59
2.1 旋转电机量的符号 …… 10-59
2.2 特点与应用 …… 10-64
2.3 与IEC标准的对照 …… 10-64

## 第4章 电工可靠性基础

1 失效模式和效应分析程序（GB7826-87） …… 10-65
1.1 主要内容 …… 10-65
1.2 应用说明 …… 10-66
2 故障树分析 …… 10-68
2.1 故障树分析中常用名词术语及符号 …… 10-68
2.2 故障树分析的步骤 …… 10-69
2.3 故障树分析方法的应用 …… 10-69
3 可靠性预计程序（GB7827—87） … 10-73
3.1 可靠性预计的一般程序 …… 10-73
3.2 可靠性预计的有关说明 …… 10-74
4 可靠性设计评审（GB7828—87） … 10-80
4.1 基本内容 …… 10-80
4.2 应用说明 …… 10-81
5 可靠性特征参数的估计方法 …… 10-82
5.1 基本内容 …… 10-82
5.2 应用说明 …… 10-84

## 第5章 严酷条件下户外场所电气设施的安全

1 防直接触电 …… 10-86
1.1 一般要求 …… 10-86
1.2 利用遮栏或外壳的完全防护 …… 10-86
1.3 用绝缘对带电部分进行完全防护 … 10-87
1.4 把带电部分放在伸臂范围之外进行部分防护 …… 10-87
1.5 设置阻挡物的部分防护 …… 10-87
1.6 操作维修通道的安全距离 …… 10-87
1.7 电气间隙 …… 10-90
1.8 爬电比距 …… 10-91
2 防间接触电 …… 10-92
2.1 总则 …… 10-92
2.2 三种电力接地系统 …… 10-93
2.2.1 TN系统 …… 10-94
2.2.2 TT系统 …… 10-95
2.2.3 IT系统 …… 10-95
2.3 IT系统中限制故障电流的装置 …… 10-96
2.4 接地装置和保护导体 …… 10-97
3 过电流和故障电流防护 …… 10-98
3.1 保护装置的性质 …… 10-98
3.2 过载自动切断防护 …… 10-98
3.3 短路自动切断防护 …… 10-99
3.4 过载保护和短路防护的配合 …… 10-99

# 第1篇　标准数系和法定计量单位

**主　编**　蒋鸿章　张全勇
**编写人**　蒋鸿章（第1、2章）
张全勇（第3章）
**审稿人**　汪　滔

# 第1章　优先数和优先数系（GB 321—80）

优先数和优先数系是一种科学的、国际统一的数值制度，是无量纲的分级数系，适用于各种量值的分级。特别是在确定产品的参数或参数系列时，应最大限度地采用。它对于各种产品品种规格的简化和协调起着重要的作用，国标《优先数和优先数系》（GB 321—80）是一项具有重要技术、经济意义的基础标准。

实践证明，凡能正确使用优先数系设计的产品，其参数系列一般都比较经济合理，可用较少的品种规格来满足较宽范围内的需要，且便于协调国民经济各部门或各专业之间的配合。产品（或零件）的主要参数（或主要尺寸）按优先数系形成系列，可使产品（或零件）走上系列化、标准化的轨道。用优先数系来进行系列设计，便于分析参数间的关系，可减轻设计计算的工作量。

## 1　标准内容

### 1.1　数系的基本结构

#### 1.1.1　术语和定义

（1）优先数系

优先数系是由公比为 $\sqrt[5]{10}$、$\sqrt[10]{10}$、$\sqrt[20]{10}$、$\sqrt[40]{10}$ 或 $\sqrt[80]{10}$，且项值中含有10的整数幂的理论等比数列导出的一组近似等比的数列。各数列分别用符号R5、R10、R20、R40和R80表示，称为R5系列、R10系列、R20系列、R40系列和R80系列。

优先数系的系列和理论公比，一般以Rr及$q_r$（$q_r=\sqrt[r]{10}$）表示，其中$r$取5、10、20、40或80，是系列中1～10、10～100等各个十进段内项值的分级数。

（2）优先数

优先数系中的任一个项值均为优先数。

优先数系因其公比$\sqrt[r]{10}$为无理数，各项值的理论值也为无理数，根据项值取值的精确程度，可分为四种：

1）优先数的理论值　它是理论等比数列的项值$(\sqrt[r]{10})^{N_r}$，其中$N_r$为任意整数。

理论值一般是无理数，不便于实际使用。

2）优先数的计算值　它是对理论值取五位有效数字的近似值，在作参数系列的精确计算时可用来代替理论值。

3）优先数的常用值　即通常所称的优先数。它是为了便于实际应用而对计算值进行适当圆整后统一规定的数值。

4）优先数的化整值　它是对R5、R10、R20和R40系列中的常用值作进一步圆整后所得的值，只在某些特殊情况下才允许采用。

（3）优先数的序号

优先数理论值计算式中的指数$N_r$称为优先数在Rr系列中的序号，它表示优先数在Rr系列中排列的次序，从优先数1.00的序号为零开始计数，形成一个等差数列。显然，同一个优先数在不同的系列中，由于排列的位置不同，其序号是不同的。

#### 1.1.2　系列的种类和代号

（1）基本系列

R5、R10、R20和R40四个系列，是优先数系中的常用系列，称为基本系列（见表1.1-1）。R5系列是每进5项就使项值增大10倍的十进等比数列，也就是说在1～10这个十进段内等比的分成5级。设$a$为起始项值，$q$为公比，则等比数列为

$$a \quad aq \quad aq^2 \quad aq^3 \quad aq^4 \quad aq^5 \quad aq^6 \quad \cdots$$

按上述规定可得

$$aq^5=10a，即\ q=\sqrt[5]{10}=1.5849\approx1.6$$

若取起始项值$a$为1，则该系列为

1　1.6　2.5　4　6.3　10　16　25　40　…

此数列可按十进法向两个方向延伸。同理，R10系列是每进10项就使项值增大10倍的十进等比数列，也就是说在1～10这个十进段内等比的分成10级。R20、R40系列可以此类推。因此，各系列的公比为：

$$R5：q_5=\sqrt[5]{10}=1.5849\approx1.60$$

$$R10：q_{10}=\sqrt[10]{10}=1.2589\approx1.25$$

$$R20：q_{20}=\sqrt[20]{10}=1.1220\approx1.12$$

$$R40：q_{40}=\sqrt[40]{10}=1.0593\approx1.06$$

表1.1-1中列出了1～10这个十进段内基本系列的项值，大于10和小于1的优先数，可按十进延伸方法求得。表中的序号$N$和理论值的对数尾数、供优

**表 1.1-1　基本系列**

| 基本系列（常用值） | | | | 序　号　$N$ | | | 理论值的对数尾数 | 计算值 | 常用值的相对误差（%） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R5 | R10 | R20 | R40 | 从 0.1 至 1 | 从 1 至 10 | 从 10 至 100 | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | −40 | 0 | 40 | 000 | 1.0000 | 0 |
| | | | 1.06 | −39 | 1 | 41 | 025 | 1.0593 | +0.07 |
| | | 1.12 | 1.12 | −38 | 2 | 42 | 050 | 1.1220 | −0.18 |
| | | | 1.18 | −37 | 3 | 43 | 075 | 1.1885 | −0.71 |
| | 1.25 | 1.25 | 1.25 | −36 | 4 | 44 | 100 | 1.2589 | −0.71 |
| | | | 1.32 | −35 | 5 | 45 | 125 | 1.3335 | −1.01 |
| | | 1.40 | 1.40 | −34 | 6 | 46 | 150 | 1.4125 | −0.88 |
| | | | 1.50 | −33 | 7 | 47 | 175 | 1.4962 | +0.25 |
| 1.60 | 1.60 | 1.60 | 1.60 | −32 | 8 | 48 | 200 | 1.5849 | +0.95 |
| | | | 1.70 | −31 | 9 | 49 | 225 | 1.6788 | +1.26 |
| | | 1.80 | 1.80 | −30 | 10 | 50 | 250 | 1.7783 | +1.22 |
| | | | 1.90 | −29 | 11 | 51 | 275 | 1.8836 | +0.87 |
| | 2.00 | 2.00 | 2.00 | −28 | 12 | 52 | 300 | 1.9953 | +0.24 |
| | | | 2.12 | −27 | 13 | 53 | 325 | 2.1135 | +0.31 |
| | | 2.24 | 2.24 | −26 | 14 | 54 | 350 | 2.2387 | +0.06 |
| | | | 2.36 | −25 | 15 | 55 | 375 | 2.3714 | −0.48 |
| 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | −24 | 16 | 56 | 400 | 2.5119 | −0.47 |
| | | | 2.65 | −23 | 17 | 57 | 425 | 2.6607 | −0.40 |
| | | 2.80 | 2.80 | −22 | 18 | 58 | 450 | 2.8184 | −0.65 |
| | | | 3.00 | −21 | 19 | 59 | 475 | 2.9854 | +0.49 |
| | 3.15 | 3.15 | 3.15 | −20 | 20 | 60 | 500 | 3.1623 | −0.39 |
| | | | 3.35 | −19 | 21 | 61 | 525 | 3.3497 | +0.01 |
| | | 3.55 | 3.55 | −18 | 22 | 62 | 550 | 3.5481 | +0.05 |
| | | | 3.75 | −17 | 23 | 63 | 575 | 3.7584 | −0.22 |
| 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | −16 | 24 | 64 | 600 | 3.9811 | +0.47 |
| | | | 4.25 | −15 | 25 | 65 | 625 | 4.2170 | +0.78 |
| | | 4.50 | 4.50 | −14 | 26 | 66 | 650 | 4.4668 | +0.74 |
| | | | 4.75 | −13 | 27 | 67 | 675 | 4.7315 | +0.39 |
| | 5.00 | 5.00 | 5.00 | −12 | 28 | 68 | 700 | 5.0119 | −0.24 |
| | | | 5.30 | −11 | 29 | 69 | 725 | 5.3088 | −0.17 |
| | | 5.60 | 5.60 | −10 | 30 | 70 | 750 | 5.6234 | −0.42 |
| | | | 6.00 | −9 | 31 | 71 | 775 | 5.9566 | +0.73 |
| 6.30 | 6.30 | 6.30 | 6.30 | −8 | 32 | 72 | 800 | 6.3096 | −0.15 |
| | | | 6.70 | −7 | 33 | 73 | 825 | 6.6834 | +0.25 |
| | | 7.10 | 7.10 | −6 | 34 | 74 | 850 | 7.0795 | +0.29 |
| | | | 7.50 | −5 | 35 | 75 | 875 | 7.4989 | +0.01 |
| | 8.00 | 8.00 | 8.00 | −4 | 36 | 76 | 900 | 7.9433 | +0.71 |
| | | | 8.50 | −3 | 37 | 77 | 925 | 8.4140 | +1.02 |
| | | 9.00 | 9.00 | −2 | 38 | 78 | 950 | 8.9125 | +0.98 |
| | | | 9.50 | −1 | 39 | 79 | 975 | 9.4406 | +0.63 |
| 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 0 | 40 | 80 | 000 | 10.0000 | 0 |

注：1. 大于10和小于1的优先数，可按该标准第3条b款所述的十进延伸方法求得。

2. 常用值的相对误差$=\dfrac{\text{常用值}-\text{计算值}}{\text{计算值}}\times 100\%$。

3. $N$是优先数在R40系列中序号$N_{40}$的简写。

先数运算时使用。

优先数系是一个在两个方向不受限制的无穷数列，但实际应用的只是其中的一小段，取值范围由实际需要确定。实际使用时，系列无限定范围可用 R5、R10 等代号表示；系列有限定范围，则应注明界限值。例如：

R10（1.25……）——以 1.25 为下限的 R10 系列；

R20（……45）——以 45 为上限的 R20 系列；

R40（75……300）——以 75 为下限，300 为上限的 R40 系列。

（2）补充系列

R80 系列称为补充系列（见表 1.1-2），它的公比为：

$$q_{80}=\sqrt[80]{10}=1.0292\approx1.03$$

**表 1.1-2　补充系列 R80**

| 常用值 | 计算值 | 常用值 | 计算值 | 常用值 | 计算值 | 常用值 | 计算值 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.00 | 1.0000 | 1.80 | 1.7783 | 3.15 | 3.1623 | 5.60 | 5.6234 |
| 1.03 | 1.0292 | 1.85 | 1.8302 | 3.25 | 3.2546 | 5.80 | 5.7876 |
| 1.06 | 1.0593 | 1.90 | 1.8836 | 3.35 | 3.3497 | 6.00 | 5.9566 |
| 1.09 | 1.0902 | 1.95 | 1.9387 | 3.45 | 3.4475 | 6.15 | 6.1306 |
| 1.12 | 1.1220 | 2.00 | 1.9953 | 3.55 | 3.5481 | 6.30 | 6.3096 |
| 1.15 | 1.1548 | 2.06 | 2.0535 | 3.65 | 3.6517 | 6.50 | 6.4938 |
| 1.18 | 1.1885 | 2.12 | 2.1135 | 3.75 | 3.7584 | 6.70 | 6.6834 |
| 1.22 | 1.2232 | 2.18 | 2.1752 | 3.87 | 3.8681 | 6.90 | 6.8786 |
| 1.25 | 1.2589 | 2.24 | 2.2387 | 4.00 | 3.9811 | 7.10 | 7.0795 |
| 1.28 | 1.2957 | 2.30 | 2.3041 | 4.12 | 4.0973 | 7.30 | 7.2862 |
| 1.32 | 1.3335 | 2.36 | 2.3714 | 4.25 | 4.2170 | 7.50 | 7.4989 |
| 1.36 | 1.3725 | 2.43 | 2.4406 | 4.37 | 4.3401 | 7.75 | 7.7179 |
| 1.40 | 1.4125 | 2.50 | 2.5119 | 4.50 | 4.4668 | 8.00 | 7.9433 |
| 1.45 | 1.4538 | 2.58 | 2.5852 | 4.62 | 4.5973 | 8.25 | 8.1752 |
| 1.50 | 1.4962 | 2.65 | 2.6607 | 4.75 | 4.7315 | 8.50 | 8.4140 |
| 1.55 | 1.5399 | 2.72 | 2.7384 | 4.87 | 4.8697 | 8.75 | 8.6596 |
| 1.60 | 1.5849 | 2.80 | 2.8184 | 5.00 | 5.0119 | 9.00 | 8.9125 |
| 1.65 | 1.6312 | 2.90 | 2.9007 | 5.15 | 5.1582 | 9.25 | 9.1728 |
| 1.70 | 1.6788 | 3.00 | 2.9854 | 5.30 | 5.3088 | 9.50 | 9.4406 |
| 1.75 | 1.7278 | 3.07 | 3.0726 | 5.45 | 5.4639 | 9.75 | 9.7163 |

（3）化整值系列

化整值系列是由优先数的常用值和一部分化整值所组成的系列（见表 1.1-3），仅在参数取值受到特殊限制时才允许采用。由对常用值的偏差较小的化整值组成的系列称为第一化整值系列，用符号 R′r 表示；偏差较大的系列称为第二化整值系列，用符号 R″r 表示。

优先数的理论值系列是一个等比数列，但是实用上的常用值系列和化整值系列都只是一个近似的等比数列，实际公比（后一项值对相邻前一项值之比值）有所波动，其波动的大小可用公比的相对误差来衡量，其计算式为

$$\text{公比的相对误差}=\frac{\text{相邻两项常用值（或化整值）之比}-\text{公比的计算值}}{\text{公比的计算值}}\times100\%$$

实用上，公比的相对误差可用表 1.1-3 中 7～10 栏所给出的项值相对误差的简单代数减法近似计算。例如，RS 系列中两项值 1.6 和 2.5 的公比相对误差为：$-0.47\%-0.95\%=-1.42\%$。

表中的底栏列出了各系列波动的公比中最大的相对误差，可见 R′r 和 R″r 系列的公比均匀性要比优先数的常用值系列差。分级越密的系列，项值的相对差越小，故允许的化整值的项值误差也越小，不然会使系列公比的均匀性太差。因此，在分级较密的 R40 系列中就只有误差较小的 R′r 系列，而没有误差较大的 R″r 系列。

（4）优先数系的变形系列

为了满足国民经济各部门的多种需求，使优先数系有更大的适应性，允许按照一定规则从基本系列和

补充系列中导出派生系列和复合系列两种变形系列。

**表 1.1-3　化整值系列**

| 栏 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基本系列和化整值系列（常用值和化整值） | | | | | 序号 | 计算值 | 系列中每个项值的相对误差（%） | | | |
| 近似的公比 | 1.6 | 1.25 | 1.12 | 1.06 | | | | | | |
| 系列 | $R5$　$R''5$ | $R10$　$R'10$　$R''10$ | $R20$　$R'20$　$R''20$ | $R40$　$R'40$ | | | $R$ 5至40 | $R'$ 10至40 | $R''$ 20 | $R''$ 5和10 |
| | 1 | 1 | 1.0 | 1.0 | 0 | 1.0000 | 0 | | | |
| | | | | 1.06　1.05 | 1 | 1.0593 | +0.07 | −0.88 | | |
| | | | 1.12　1.1 | 1.12　1.1 | 2 | 1.1220 | −0.18 | −1.96 | −1.96 | |
| | | 1.25　(1.2) | 1.25　(1.2) | 1.18　1.2 | 3 | 1.1885 | −0.71 | +0.97 | | |
| | | | | 1.25 | 4 | 1.2589 | −0.71 | | −4.68 | −4.68 |
| | | | 1.4 | 1.32　1.3 | 5 | 1.3335 | −1.01 | −2.53 | | |
| | | | | 1.4 | 6 | 1.4125 | −0.88 | | | |
| | | | | 1.5 | 7 | 1.4962 | +0.25 | | | |
| | 1.6　(1.5)* | 1.6　(1.5)* | 1.6 | 1.6 | 8 | 1.5849 | +0.95 | | | −5.36 |
| | | | | 1.7 | 9 | 1.6788 | +1.26 | | | |
| | | | 1.8 | 1.8 | 10 | 1.7783 | +1.22 | | | |
| | | | | 1.9 | 11 | 1.8836 | +0.87 | | | |
| | | 2 | 2.0 | 2.0 | 12 | 1.9953 | +0.24 | | | |
| | | | | 2.12　2.1 | 13 | 2.1135 | +0.31 | −0.64 | | |
| | | | 2.24　2.2 | 2.24　2.2 | 14 | 2.2387 | +0.06 | −1.73 | −1.73 | |
| | | | | 2.36　2.4 | 15 | 2.3714 | −0.48 | +1.21 | | |
| | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 16 | 2.5119 | −0.47 | | | |
| | | | | 2.65　2.6 | 17 | 2.6607 | −0.40 | −2.28 | | |
| | | | 2.8 | 2.8 | 18 | 2.8184 | −0.65 | | | |
| | | | | 3.0 | 19 | 2.9854 | +0.49 | | | |
| | | 3.15　3.2　(3) | 3.15　3.2　(3.0) | 3.15　3.2 | 20 | 3.1623 | −0.39 | +1.19 | −5.13 | −5.13 |
| | | | | 3.35　3.4 | 21 | 3.3497 | +0.01 | +1.50 | | |
| | | | 3.55　3.6　(3.5) | 3.55　3.6 | 22 | 3.5481 | +0.05 | +1.46 | −1.38 | |
| | | | | 3.75　3.8 | 23 | 3.7584 | −0.22 | +1.11 | | |
| | 4 | 4 | 4.0 | 4.0 | 24 | 3.9811 | +0.47 | | | |
| | | | | 4.25　4.2 | 25 | 4.2170 | +0.78 | −0.40 | | |
| | | | 4.5 | 4.5 | 26 | 4.4668 | +0.74 | | | |
| | | | | 4.75　4.8 | 27 | 4.7315 | +0.39 | +1.45 | | |
| | | 5 | 5.0 | 5.0 | 28 | 5.0119 | −0.24 | | | |
| | | | | 5.3 | 29 | 5.3088 | −0.17 | | | |
| | | | 5.6　(5.5) | 5.6 | 30 | 5.6234 | −0.42 | | −2.19 | |
| | 6.3　(6) | 6.3　(6) | 6.3　(6.0) | 6.3 | 31 | 5.9566 | +0.73 | | | |
| | | | | 6.7 | 32 | 6.3096 | −0.15 | | −4.90 | −4.90 |
| | | | 7.1　(7.0) | 7.1 | 33 | 6.6834 | +0.25 | | | |
| | | 8 | 8.0 | 7.5 | 34 | 7.0795 | +0.29 | | −1.11 | |
| | | | | 8.0 | 35 | 7.4989 | +0.01 | | | |
| | | | 9.0 | 8.5 | 36 | 7.9433 | +0.71 | | | |
| | | | | 9.0 | 37 | 8.4140 | +1.02 | | | |
| | | | | 9.5 | 38 | 8.9125 | +0.98 | | | |
| | 10 | 10 | 10.0 | 10.0 | 39 | 9.4406 | +0.63 | | | |
| | | | | | 40 | 10.0000 | 0 | | | |
| 公比的最大相对误差（%） | +1.42　−5.37 | +1.66　+1.65　−5.61 | −1.83　−1.97　−4.48 | +1.15　+2.94 | | | | | | |

注：1. 表中1～4栏内纵行的线条表示：

粗线（——）基本系列；

细线（——）第一化整值系列；

虚线（……）第二化整值系列。

2. $R''$ 系列中的化整值（有括号），特别是标有 * 号的数值1.5，应尽可能不用。

3. 在特殊情况下，当系列分档间距不允许倒缩（项值增大，项差反而缩小）时，$R'40$ 系列中允许以1.15作为1.18的化整值，以1.20作为1.25的化整值，以构成数列：1，1.05，1.10，1.15，1.20，1.30。

4. 表中第7～10栏内带方框的数值为相应系列中项值的最大相对误差。

5. 公比的相对误差 $=\dfrac{\text{相邻两项常用值（或化整值）之比}-\text{公比的计算值}}{\text{公比的计算值}}\times 100\%$

1）派生系列 派生系列是从基本系列或补充系列中每 $p$ 项取一值所得的系列，以 Rr/$p$ 表示。比值 r/$p$ 是各十进段内项值的分级数，其公比为

$$q_{r/p}=q_r^p=(\sqrt[r]{10})^p=10^{p/r}$$

若比值 r/$p$ 为整数，派生系列 Rr/$p$ 仍是十进等比数列；若r/$p$不是整数，则派生系列 Rr/$p$ 就不再是十进等比数列，相邻十进段的项值不能用十进法求得。例如，派生系列 R5/2 的项值为

1.00 2.50 6.30 16.0

40.0 100 250 630 …

其 r/$p$=2.5，表明 R5/2 在各十进段内等比地分成 2.5 级，要两个十进段才能分成整数的 5 级，因此，它是百进制的等比数列，两个十进段后数值才又重复出现。

从同一个 Rr 系列中每 $p$ 项取值时，可取不同的值为首项，从而得到公比相同而项值不同的 $p$ 个派生系列。例如，可排出三种不同项值的派生系列 R10/3 为 1、2、4、8……，或 1.25、2.5、5、10……，或 1.6、3.15、6.3、12.5……，其公比均近似为 2。因此，标注派生系列时，除含有项值 1 的可用简化符号 Rr/$p$ 外，其他的均需表明系列中含有的一个项值。例如，R10/3（…2.5…）是含有项值 2.5 并向两端无限延伸的派生系列。

比值 r/$p$ 相等的派生系列具有相同的公比，但其项值可互不相同。例如，R40/12、R20/6 与 R10/3 具有同样的公比，但其项值完全不同。

有一种派生系列称为移位系列，它的公比与某一基本系列相同，但项值与该基本系列不同。例如，R20/2（1.12……）是 R10 系列的移位系列，因其公比与基本系列 R10 相同，但项值不同，相当于 R10 系列的“移位”。

2）复合系列 复合系列是指由若干个公比不同的系列组合而成的多公比系列。例如，系列 4、6.8、10、16、25、35.5、50、63、80、100、125 是由 R5（4……25），R20/3（25……50）和 R10（50……125）三段不同公比的系列组合而成的复合系列，公比从 1.6 过渡到 1.25。

## 1.2 优先数系的主要特性

1）R5 系列的项值包含在 R10 系列之中，R10 系列中的项值包含在 R20 系列之中，R20 系列中的项值包含在 R40 系列之中，R40 系列中的项值包含在 R80 系列之中。

2）Rr 系列中的项值可按十进法向两端无限延伸，所有大于 10 和小于 1 的优先数（或化整值），均可用 10 的整数幂（如 10、100、1000、……或 0.1、0.01、0.001、…）乘以表 1.1-1 和表 1.1-2 中的优先数（或表 1.1-3 中的化整值）求得。这种延伸方法也适用于比值 $r/p$ 等于整数的派生系列 Rr/$p$。

3）同一系列中任意相邻两优先数常用值的相对差近似不变。其中 R5 系列约为 60%，R10 系列约为 25%，R20 系列约为 12%，R40 系列约为 6%，R80 系列约为 3%。

4）R10 系列的理论公比 $\sqrt[10]{10}=1.2589$，十分接近于 $\sqrt[3]{2}=1.2599$，因此，R10/3、R20/6 或 R40/12 的理论等比数列十分接近于公比为 2 的倍数系列。

5）同一系列中任意两项的理论值之积或商，任意一次理论值之整数乘方，仍为此系列中的一个优先数理论值，常用值之间则近似地具有此种关系。例如：

计算值 $7.9433\times7.9433=63.096$

常用值 $8\times8\approx63$

6）同一系列中各优先数理论值之对数值构成一个等差数列。优先数的序号 $N_r$ 是优先数理论值的一种以 $q_r$（即 $\sqrt[r]{10}$）为底的特殊对数，因此，优先数的运算可仿照一般对数计算方法转换为序号运算而得到简化。

## 1.3 应用原则

制订参数分级方案时，系列的选择取决于对制造、使用综合考虑的技术与经济的合理性。

对于参数系列化尚无明确要求的单个参数值，也应采用优先数，随着生产的发展逐步形成有规律的系列。

### 1.3.1 基本系列的应用

在确定自变量参数（即项值的选择上不受已有标准或配套产品等因素限制的参数）的系列方案时，只要能满足技术与经济上的要求，应当按照 R5、R10、R20、R40 的顺序，优先选用公比较大的基本系列。以后如有必要，可插入中间值变成公比较小的系列。

对于单个参数值，也应按照上述顺序选取优先数。

### 1.3.2 派生系列的应用

当基本系列的公比不能满足分级要求时，可选用派生系列。选用时应优先采用公比较大和延伸项中含有项值 1 的派生系列。

移位系列只宜用于因变量参数的系列。

### 1.3.3 复合系列的应用

当参数系列的延伸范围很大，从制造和使用的经

济性考虑，在不同的参数区间需要采用公比不同的系列时，可分段选用最适宜的基本系列或派生系列以构成复合系列。

例如，用R10（10……40）和R20（40……100）组成具有两个公比的复合系列。

10，12.5，16，20，25，31.5，40，45，50，56，63，71，80，90，100

### 1.3.4　计算值的应用

按优先数常用值分级的参数系列，公比是不均等的。在某些特殊情况下，例如，在涡轮叶片的截面型线等要求精确放大的相似设计中，为了获得公比精确相等的系列，可采用计算值。

### 1.3.5　化整值的应用

化整值和化整值系列只在下列情况下才允许采用，并应优先采用第一化整值系列R′。

1）客观上只能用整数的参数，例如，齿轮的齿数用32代替31.5。

2）对需要用偶数、整倍数以及要求数值具有可分性或具有加法性质的项值，有时用化整值比较适宜。例如，包装中的组合尺寸和由模数的整倍数所构成的元件尺寸等。

3）优先数的有效位数所表示的精度，既无实际意义，也不便于测量的场合，可用化整值系列，例如，照相机的曝光时间系列采用R″10/3系列（1，1/2，1/4，1/8，1/15，1/30，1/60，1/125，……秒）。

4）受到现有配套产品限制的尺寸参数系列，如因涉及到很广泛的协作范围和已有的大量物质基础，不宜轻易改变时，可采用化整值系列，例如，标准直径和标准长度系列。

## 2　应用指南

### 2.1　采用优先数系的必要性

优先数系是工业上设计产品、制订标准等场合确定数值时，必须遵守的一种数值标准。也就是说，根据设计计算等所得的数值，要圆整到相近的优先数上。

任何一种产品如果只根据用户需要就设计一种规格，而不作协调、简化工作，就会使产品规格恶性膨胀，使毛坯、材料、零件、制造检验用的工、夹、量具等的种类也相应增多。这样，不但增加设计工作量，还相应增加了工艺和制造等的工作量，不利于产品质量的提高和成本的降低，且给用户的维修保养带来困难。因此，为使种类不要太多，合理解决生产厂和用户之间的矛盾，需要搞系列设计来进行简化。

系列设计时分级数值的确定，不能由设计人员随心所欲任意取值，必须考虑到要同有关产品的参数协调、统一。因为一种产品的数值会影响到一系列与其有关联的制品、材料和工程项目中的有关参数，这种数值的传播扩散特性在生产建设中是极为普遍的现象。例如，当确定一个轴径为30mm的电动机轴时，则知与其相匹配的轴承、联轴器、离合器、被驱动装置的孔径也必为30mm。并可由此得知制造用的钻头、铰刀、镗刀块、卡规、塞规等刃、量具的尺寸，以及毛坯、材料等的规格。又如造纸机的主参数决定了纸张的尺寸，纸张又决定了书刊、纸品的尺寸，并进而影响到印刷机、打字机、书架、文件柜等一系列设备的尺寸。这种数值的传播既发生在相同的量值之间，也发生在不同的量值之间，并且跨越行业和部门的界限。这种有关联的参数或尺寸，不同部门的各类人员在确定时必须有一个各方人员都必须遵守的选用数值的统一标准，才能达到彼此协调一致。

另外，同一种产品也往往同时在不同场合（或同一场合的不同时间），由不同的人员分别进行设计和制造，为了使社会或企业达到品种规格的真正简化，他们也必须有一个选用数值的统一基准。不然的话，选用的数值互不一致，使相差无几的规格不能统一，会使社会或企业的品种规格杂乱繁多，互换性很差，造成极大的浪费。因此，单有分级，没有统一，就全局来说仍达不到真正简化的目的。

综上所述，要想经济合理地组织社会生产，需要有一个统一的数值分级制度供各方人员共同遵守，使用。选用时，为了使相近的数据能集中在同样的“数值”上，还必须有一个选用数值的优先顺序。优先数系标准就是在这种实际需要的基础上产生的，它提供了一个合理而方便的数值分级制度，又是国际上各国共同遵守的统一依据。

### 2.2　优先数系的主要优点

优先数系是各种量值分级时应优先采用的数，其目的是把实际应用的“数”（即产品规格）限制在必需的最小范围内，并为在不同场合都能优先选用相同的数值创造一个先决条件，以达到简化统一。优先数系是国际上统一的数值制度，采用含有项值1的十进等比数列，具有很多优点。

### 2.2.1　经济合理的数值分级制度

优先数系是等比数列，同一系列中任意相邻两优先数常用值的相对差近似不变。这特性提供了经济合

理的数值分级制度的基础。

工业产品的参数，从最小到最大一般具有很宽的数值范围。按等比数列分级时，项差就随数值的增大而增大，这样就能以较少的品种规格，经济合理地满足用户的需要，而不会出现分级疏的过疏，密的过密的不合理现象。要反映各级之间有同样的“质”的差别，必须有“相对差”的概念，而不能象等差数列那样只考虑“绝对差”。以轴径分级为例，在 10mm 不合需要时，可用 12mm，则两级之间绝对差为 2mm，相对差为 20%。但对 100mm 来说，如仍加大 2mm，变成 102mm，相对差只有 2%，显然太小。而对直径为 1mm 的轴来说，也加大 2mm，变成了 3mm，相对差 200%，显然太大。如果都增加 20%，对 100mm 的加大成 120mm，对 1mm 的加大成 1.2mm，这种按相对差不变的分级方式，显然能较合理地满足需要。因此，等比的优先数系提供了一种经济、合理的数值分级制度。

### 2.2.2　广泛的适应性

优先数系中包含有各种不同公比的系列，因而可以满足较密和较疏的不同分级要求。由于分级疏的系列的项值包含在分级密的系列之中，如 R10 中有 R5 的项值，故随生产发展，必要时可以通过插入中间值使较疏的系列变成较密的系列，而原来的项值保留不变。在参数范围很宽时，根据经济性和需要量等不同的情况，还可分段选用最合适的系列，以复合系列的形式来组成最佳系列。

任意个优先数的积或商仍为优先数。这特性更进一步扩大了优先数的适用范围。一般，一个参数可派生出一系列有关的参数，它们之间的关系大多是乘或除的关系。例如，圆的直径 $d$ 与圆的周长（$\pi d$）、面积（$\frac{\pi}{4}d^2$）、抗弯截面系数（$\frac{\pi}{32}d^3$）的关系，其中 $\pi$、$\frac{\pi}{4}$、$\frac{\pi}{32}$可近似用优先数 3.15、0.8、0.1 代替，圆的直径如为优先数，则圆的周长、面积、抗弯断面模数也都为优先数。另外，各个参数之间也常有乘或除的函数关系，例如液压缸直径 $D$ 与油压 $p$、活塞推力 $F$ 的关系为 $F=\frac{\pi}{4}D^2p$，如果 $D$、$p$ 采用优先数，$\pi$ 近似取优先数 3.15，则活塞推力 $F$ 也为优先数。

### 2.2.3　简化设计计算

优先数系是等比数列，故任意个优先数的积和商仍为优先数，而优先数系的对数则是等差数列，这些特性可以大大简化设计计算。优先数的乘、除和乘方等运算，可以转换为数值简便的序号的加、减等运算而得到简化。特别是采用优先数系的系列尺寸的计算，可以采用列表计算或算图计算而能大大减轻计算工作量（详见优先数的计算）。采用优先数标注的对数坐标是一个等间隔刻度的对数尺，简称为优先数尺。设计计算中凡需要使用对数坐标来绘图的场合，都可用普通方格纸标上优先数系而变成对数坐标，绘制极为简便。

优先数系规律性强，便于分析参数间的关系，能给设计工作带来较大的方便。例如，设计照相机的光圈和曝光时间的系列时，要求以任选的一组光圈 $F$ 和曝光时间 $t$ 的组合为基准，依次排出系列的其余各种 $F$-$t$ 的组合，使其曝光量都能相等。这样，摄影爱好者可根据对景深的不同要求，需要提高二级光圈时，只要相应增大二级曝光时间（或称快门放慢两级），就能拍出曝光量相同的照片来。照相机曝光量与时间 $t$、光圈 $F$ 之间的关系为

$$\text{曝光量}\propto\frac{1}{F^2}\cdot t$$

可见，要想得到曝光量相同的各种 $F$-$t$ 的组合，只要 $t$ 和 $F$ 都按等比数列分级，并使 $t$ 系列的公比和 $F^2$ 系列的公比相等就行。采用优先数系就很方便，设曝光时间 $t$ 采用常用的倍数系列 R10/3（$\frac{1}{1000}$……1），则光圈 $F$ 只要采用 R20/3 系列（即 $F^2$ 为 R10/3）就能满足上述要求。这时，提高两级光圈与减少二级曝光时间，其曝光效果相同。

## 2.3　优先数系的应用要点

### 2.3.1　适用范围

优先数系适用于能用数值表示的各种量值的分级，特别是产品的参数系列。这种量值如：长度、直径、面积、体积、载荷、应力、速度、时间、功率、电流、电压、流量、浓度、传动比、公差、测量范围、试验或检验工作中测点的间隔以及无量纲的比例系数等等。凡是在取值上具有一定自由度的参数系列，都应最大限度地选用优先数系。所谓参数取值的自由度，是指尚无标准规定和不受配套产品限制的情况下，设计、使用单位在确定主要参数时以及设计者按计算结果作适当圆整时，对所取数值具有一定程度的自由选择余地。

对系列化尚无明确要求的单个参数值，也应采用优先数。实践证明，随着生产的发展经常会超出预先的设想，而要求提供其他规格的产品，因此，采用优先数就很容易发展成一个有规则的系列，而原先选定的参数值则可保持不变。

优先数系对国民经济的协调作用，首先是在设计工作的进行过程中发生的。某种不恰当的规格一旦成

为现实的产品，它的参数经过协作配套和使用中的传播以后，影响就很难消除。没有统一，从全局来说就得不到真正的简化。因此，设计人员应当有意识地使主要尺寸参数符合优先数系，使其在刚开始投入生产时就走上标准化的轨道。不能只从局部的和眼前的“方便”着眼，随意地选用数值。

优先数之和或差一般不再保持为优先数，因此，对于有些组合尺寸可采用模数制。采用模数制时，组合尺寸就为模数的整倍数或整数分割数，以此来协调单元尺寸和组合尺寸之间的配合。

### 2.3.2 合理选择采用优先数的参数

制订产品系列方案时，如果不可能使所有参数值都采用优先数，那么首先应该在经济性或配套互换上有重要影响的主要参数采用优先数。

在产品（或零件）的参数之间，常有互相制约、互相联系的函数关系 $y=f(x)$，例如，活塞面积与液压缸直径的关系为 $A=\frac{\pi}{4}d^2$，在选用系列时自变量参数 $x$ 与因变量参数 $y$ 应有所区别。自变量参数的系列在选择上比较自由，应尽可能采用优先数的基本系列。当单个基本系列不能满足需要时，也可选用由多个基本系列组成的复合系列。因变量参数的系列取决于它与自变量之间的函数关系。当自变量采用基本系列时，若为乘、除和乘方的函数，因变量往往是派生系列；若为多项式函数，因变量一般不再为优先数，若条件允许时可圆整为与它最接近的优先数。

所谓合理选择采用优先数的参数，指的是取哪种参数为自变量。原则是：在满足用户需要的前提下，以有利于达到简化统一、实行经济生产为准则。一般，在重要的尺寸参数和与之有关连的性能参数之间，优先选用尺寸参数为自变量。这样，可带来使产品、材料、半成品和工、夹量具等品种规格简化、统一的好处。例如，弹簧的弹力与弹簧丝直径之间，液压缸的推力与其直径之间，离心水泵的流量、扬程与叶轮直径之间，一般都选用尺寸参数为自变量，选用优先数的基本系列，而让性能参数为因变量，其系列由函数关系确定。在各种尺寸参数中，零件尺寸比装配尺寸优先采用优先数，一个零件的配合尺寸或重要的连接、传递尺寸比其他尺寸优先采用优先数，以利于简化、协调、统一。

### 2.3.3 系列的合理选用

确定自变量参数的系列时应根据具体情况，综合分析技术、经济的利弊，找出最佳方案，再选取接近最佳值的优先数系或优先数。因变量参数的系列则可由函数关系导出。

（1）基本系列的应用

应在满足技术与经济要求的前提下，遵循“先疏后密”的原则，尽可能选用基本系列。选择的优先顺序是：R5、R10、R20、R40。刚开始设计试制的新产品，可先选用公比大的系列，以后需要加密时，再插入中间项变成公比较小的系列。这个原则也适用于单个参数值的选择。这样，有关部门即使事先没有协商过，采用的参数值也能集中在特定的数值上，利于品种规格的统一、简化。大致的选用准则可参考下列经验数据：

一般机械的主要参数　　R5～R10

专用工具的主要尺寸　　R10

通用型材、零件和工具的尺寸，铸件的壁厚等　　R20～R40（R40尽量少用）

（2）补充系列的应用

由于补充系列分级很细，不利于不同人员使用时相互间的协调统一，也增加了品种规格数，故不宜用于产品参数的系列化，仅在要求参数分级很细或基本系列中的优先数不能适应实际需要的特殊情况时，才可考虑采用。GB321—80中未给出R80系列的计算值，表1.1-2中作了增补，供使用时参考。

（3）派生系列的应用

如果基本系列中没有合用的公比，也可采用派生系列。这时应优先选用在延伸项中包含有项值“1”的派生系列，以利于统一。派生系列的选用原则与基本系列相同，优先顺序为：R5、R10、R20、R40。R40的派生系列应尽可能避免使用。

由基本系列和派生系列可得的公比见表1.1-4。

移位系列是一种项值内不包含项值“1”的派生系列，只宜用于因变量参数的系列。例如，成品尺寸采用基本系列时，其毛坯尺寸考虑到加工余量的需要，可采用该基本系列的移位系列：

成品尺寸（R20）：40　45　50　56　63mm

毛坯尺寸（R80/4）：41.2　46.2　51.5　58　65mm

（4）复合系列的应用

当整个系列的范围很大，在不同区间内需要量和功能价值相差悬殊，因而，单一公比的基本系列或派生系列不能满足要求时，从制造、使用的经济效果考虑，允许分段选用最适宜的基本系列或派生系列，以构成复合系列。一般，功能价值越大的参数或参数值使用越广的部分，需要采用较密的系列。例如，圆弧齿圆柱蜗杆减速器的主要参数中心距 $A$，采用R10（80……250）和R'20（250……500）所组成的复合系列，以减少使用中以大代小的功率损失。

在用复合系列去近似代替理论的最佳系列时，如果采用两个基本系列的复合不能满足要求，认为系列衔接处的公比变化太大，则可插入一个适当单值或者插入一个适当公比的派生系列，以便使过渡处得到改善。

(5) 化整值系列的应用

1)化整值适用的场合　化整值和化整值系列只有在下列情况下才允许采用，并应优先采用第一化整值系列R′r。

**表 1.1-4　基本系列和派生系列的公比**

| 公　比 $q_r$，$q_{r/p}$ | 基本系列 | 派生系列 | 相邻两个项值的相对差(%) |
|---|---|---|---|
| 10 | | R10/10 | 900 |
| 4 | | R5/3　R10/6 | 300 |
| 2.5 | | R5/2　R10/4 | 150 |
| 2 | | R10/3　R20/6 | 100 |
| 1.6 | R5 | R10/2　R20/4 (R40/8) | 60 |
| 1.5 | | (R40/7) | 50 |
| 1.4 | | R20/3 (R40/6) | 40 |
| 1.32 | | (R40/5) | 32 |
| 1.25 | R10 | R20/2 (R40/4) | 25 |
| 1.18 | | (R40/3) | 18 |
| 1.12 | R20 | (R40/2) | 12 |
| (1.09) | | (R80/3) | 9 |
| 1.06 | R40 | | 6 |
| (1.03) | (R80) | | 3 |

注：带括号的系列和公比应尽量避免采用。

① 只能用整数的参数，例如齿轮的齿数。

② 需用偶数、整倍数及要求数值具有可分性或具有加法性质的项值，如包装中的组合尺寸。

③ 受到现有配套产品限制的尺寸参数系列，因涉及到广泛的协作范围和已有的大量物质基础，不宜轻易改变时。如直径、长度所采用的标准尺寸系列。

2) 采用化整值的危害　如无特殊原因，应当尽量避免使用化整值，特别是要克服愿意使用以较简单形式（例如以 0 和 5 结尾）表示数值的传统心理。使用化整值，由于误差的增大而带来下述缺点：

① 不利于各部门和国际间的协调统一。因为化整值的选用带有随意性，不同地区的不同人员可能选用不同的化整值，使数值难以统一。例如，根据优先数的化整值系列制订的“标准尺寸”标准，各国的数值就不统一，至今尚无统一的国际标准。

② 系列中如果含有化整值，就使以后向较小公比的系列转换变得较为困难。例如，化整值 1.5 至多可用于公比较大的R″5 和 R″10 系列，而不得用于公比较小的R′20 和 R″20 系列。可见，优先数系分级较密系列中包含有分级较疏系列的项值，这一基本特性遭到了破坏。

③ 化整值的相对误差经乘、除运算后往往进一步增大，在高次方时尤为严重。使“同一系列中任意两项优先数之积或商，任意一项优先数之整数乘方，仍为此系列中的一个优先数”这一重要特性，将由于误差超过实用精度要求而不再成立。也就是说自变量参数采用优先数化整值之后，同其有乘、除或乘方函数关系的因变量参数就可能不再是优先数，大大缩小了优先数的适用范围。同时，化整值不能使用序号计算法，丧失了优先数计算方便的优点。

④ 化整值系列公比的均匀性较差，例如 R′r 系列的最大公比误差达 2.94%，R″r 系列则达 5.61%，而其派生系列公比的均匀性有时比相应的 R′r 或 R″r 系列更差。因而破坏了优先数系公比不变的基本特性，降低了按优先数系分级的合理性。

### 2.3.4　现行标准向优先数系过渡

现行标准中的参数系列，凡可采用优先数系而尚未采用者，应在系列整顿或标准修订时，按下述原则修改，使之逐步向优先数系过渡：

1)现行标准中需要修改的规格，应当改用优先数；

2) 要淘汰现行标准中的一部分规格予以简化时，如无特殊的技术经济上的原因，应当保留那些同优先数最接近的参数值；

3) 如果原有系列需要扩展时，则新扩展的部分应当采用优先数；

4)对于现有的相互之间不完全一致的标准进行统一时，如由各厂的企标制订部标或国标，应当采用优先数系。因为有关的各方都希望自己的规格能保持不变，争论不休，很难统一。这时，采用没有任何偏见的优先数系来作为统一的基准，有利于参数的标准化；

5)企业从不符合优先数系的现行标准或外购件规格中选用部分数值，以制订企业标准或设计产品系列时，应遵循优先数系的分级原理。例如，按某一基本系列的公比，选用有关标准或外购件目录中和优先数相近的规格。这样不但合理简化了品种规格，又为以后向优先数系过渡创造了条件。

## 2.4　优先数系的计算

### 2.4.1　序号计算

(1) 序号

优先数的序号 $N$ 表示理论值为 $q_r^N$ 的优先数在

Rr 系列中的排列次序。由于取项值“1”的序号为 0，就把序号和指数联系起来了，序号就是优先数理论值用公比 $q_r$ 的指数式表示时的指数值。

由对数的定义可知，序号 $N_r$（即指数）就是优先数理论值以其公比 $q_r$ 为底的特殊对数。因此，优先数的运算可转换为它的序号运算而得到简化，其运算规则同一般对数计算完全相同。

由于 R40 系列包含了全部基本系列的项值，故 R40 系列中的优先数序号 $N$（见表 1.1-1，$N$ 是 $N_{40}$ 的简写）可以代替 $N_5$、$N_{10}$、$N_{20}$，满足一般的计算要求。当对补充系列 R80 的优先数进行运算时，应采用序号 $N_{80}$。

常用计算中所用序号 $N$，皆指 R40 系列中的序号。$N=0\sim40$ 适用于 1～10 十进段内的优先数 $n$，优先数 $n$ 每增大到 10 倍，其序号增加 40，每缩小到 1/10，其序号减小 40。同理，对 R80 系列排序号时，$N_{80}=0\sim80$ 适用于 1～10 十进段内的优先数 $n$，$n$ 每增大到 10 倍，其序号增加 80，每缩小到 1/10，其序号减小 80。

(2) 优先数之积和商

两个优先数之积或商的序号，等于这两个优先数序号之和或差，即

$$N\ (n_1\times n_2)\ =N\ (n_1)\ +N\ (n_2)$$

$$N\ (n_1/n_2)\ =N\ (n_1)\ -N\ (n_2)$$

**例 1**　$3.15\times1.6=5$

$$N\ (3.15\times1.6)\ =N\ (3.15)\ +N\ (1.6)$$
$$=20+8=28=N\ (5)$$

**例 2**　$31.5\div1.6=20$

$$N\ (31.5/1.6)\ =N\ (31.5)\ -N\ (1.6)$$
$$=60-8=52=N\ (20)$$

(3) 优先数之乘方和开方

一个优先数之乘方或开方值的序号，等于该优先数序号与指数之积，即

$$N\ (n^a)\ =a\cdot N\ (n)$$

**例 1**　$250^2=63000$

$$N\ (250^2)\ =2N\ (250)\ =2\times96=192$$
$$=32+4\times40=N\ (6.3\times10^4)$$

**例 2**　$\sqrt[3]{2.5}=2.5^{1/3}$ 不是基本系列中的优先数。

因为 $N\ (2.5^{1/3})\ =\frac{1}{3}N\ (2.5)\ =\frac{1}{3}\times16=5\frac{1}{3}$，不是整数，由此可知，优先数的 $K$ 次方根 $\sqrt[K]{n}$，不一定是优先数。只有当其序号与分式指数的乘积 $\frac{1}{K}N\ (n)$ 等于整数时，开方值才仍为基本系列中的优先数。

必须注意，用序号计算时所得之结果，是优先数理论值之间的运算结果，对于优先数的常用值来说具有一定的误差，是一个近似值，但计算精度一般能满足工程技术上的精度要求。因此，在优先数计算时如果用理论值计算得出的是一个精确的等式，则用代替理论值的常用值计算时也仍使用等号。

### 2.4.2　列表计算

按优先数系分级的两个变量（参数）之积或商，一个变量（参数）的乘方或乘上一个常数，仍为等比的系列值，可用列表计算法，以节省大量计算工作量。计算时只要算出任意两个相邻项，以求得系列的公比。也可由各变量之间的函数式直接推得系列的公比，并算出任一项值，就能排出其余各值。

(1) 一个变量采用优先数系

按优先数系 Rr 分级的各项值，分别乘上同一常数 $C$（设为优先数），所得之“积”构成的系列，其公比不变，项值在常数 $C$ 和原参数所属的系列两者中公比较小的系列内。

由派生系列的公比可知，基本系列 Rr 中的各项值，分别自乘 $p$ 次方，所得之值构成了派生系列 Rr/$p$。例如，设直径 $d$ 为 R10 系列，则面积 $\frac{\pi}{4}d^2$ 就是派生系列 R10/2，轴的抗扭断面模数 $\frac{\pi}{16}d^3$ 就是派生系列 R10/3。

**例 1**　求长方形水槽的系列参数。设水槽的形状按比例设计，以宽度 $b$ 为基准，$b$ 的分级取 R10 系列，长度 $l=2.5b$，高度 $h=1.4b$，则水槽的系列尺寸可用列表计算法很快排出（见表 1.1-5）。

**表 1.1-5　长方形水槽的系列参数**

| $b$ | 0.5 | 0.63 | 0.8 | 1.0 | 1.25 | 1.6 | 2.0 | 2.5 | 3.15 | R10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $l=2.5b$ | 1.25 | 1.6 | 2.0 | 2.5 | 3.15 | 4.0 | 5.0 | 6.3 | 8.0 | |
| $h=1.4b$ | 0.71 | 0.9 | 1.12 | 1.4 | 1.8 | 2.24 | 2.80 | 3.5 | 4.50 | R20/2 |
| $A=bl$ | 0.63 | 1.0 | 1.6 | 2.5 | 4.0 | 6.3 | 10 | 16 | 25 | R5 |
| $V=blh$ | 0.45 | 0.9 | 1.8 | 3.75 | 7.1 | 14 | 28 | 50 | 112 | R20/6 |

表中仅需找出一项最易计算的值，算出相应的各参数，如表中用粗框表示的一栏，其余各值均可按相应的系列排出。显然，$l$ 的系列和 $b$ 一样为 R10，$h$ 系列的公比和 $b$ 系列相同，但因常数 1.4 是 R20 系列的项值，故 $h$ 为 R20/2 系列。面积 $A$ 为

$$A=b\cdot l=2.5b^2$$

因 $b$ 为 R10 系列，$b^2$ 就是 R10/2=R5 系列，而常数 2.5 又是 R5 系列的项值，故 $A$ 为 R5 系列。体积 $V$ 为

$$V=blh=3.55b^3$$

因 $b^3$ 为 R10/3 系列，而常数 3.55 是 R20 系列的项值，故 $V$ 为 R20/6 系列。

**例 2**　某经验公式导出的参数方程为 $y=1.4x\sqrt[4]{\frac{x}{160}}$，设 $x$ 为 R10（160…）系列，求 $y$ 的系列值。

$$y=1.4x\cdot\sqrt[4]{\frac{x}{160}}=0.4x^{1.25}$$

$y$ 的系列为：R10/1.25 =R10×4/1.25×4

=R40/5

当 $x=160$ 时，代入计算式得 $y=224$，其他值可按系列排出。

| $x$ | 160 | 200 | 250 | 315 | … | R10 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $y$ | 224 | 300 | 400 | 530 | … | R40/5 |

（2）两个变量采用优先数系

按优先数系分级的两个变量（参数）之积或商，仍是一个等比数列，新系列（因变量）的公比可由自变量参数的系列公比按函数式计算求得。

设函数式为

$$Z=cx^{\alpha}\cdot y^{\beta}$$

式中　$c$ ……常数（可圆整为优先数）

$x$ 和 $y$——分别为采用优先数系的两个参数，其公比为 $q_1$ 和 $q_2$

则因变量 $Z$ 的公比 $q_3$ 为

$$q_3=q_1^{\alpha}\cdot q_2^{\beta}$$

**例 1**　计算某系列机器的额定转矩值。设功率 $P$ 采用 R10（10……50）kW 系列，相应的机器转速 $n$ 为 R20（355……160）$min^{-1}$系列。

机器的转矩 $T$ 和功率 $P$、转速 $n$ 的关系由下式计算：

$$T=9545.8\frac{P}{n}\approx9500\frac{P}{n}\qquad N\cdot m$$

列表计算时，可算出相邻的两项，求得系列的公比，按系列排出其余各值。也可以只求出任意一项，并算出 $T$ 的公比：

$$q_T=q_P/q_n=10^{1/10}/10^{-1/20}=10^{\frac{1}{10}+\frac{1}{20}}=10^{3/20}$$

即 $T$ 值为 R20/3 系列的公比，因 9500 为 R40 系列的值，故 $T$ 值应为 R40/6 派生系列。需要注意，转速 $n$ 的数值向减小方向排列，故系列的公比应是 $q_T^{-1}$。其值如下。

| $P$ (kW) | 10 | 12.5 | 16 | 20 | 25 | 31.5 | 40 | 50 | R10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $n$ ($min^{-1}$) | 355 | 315 | 280 | 250 | 224 | 200 | 180 | 160 | R20 |
| $T$ (N·m) | 265 | 375 | 530 | 750 | 1060 | 1500 | 2120 | 3000 | R40/6 |

**例 2**　求矩形截面的导线面积 $A$ 的系列。设截面厚度 $a$ 采用 R20 系列，宽度 $b$ 采用 R40 系列。

只需由式 $A=a\cdot b$ 计算出表 1.1-6 中三个划有横线的数据，就能按其公比直接排出表中的全部数据（横行数系为 R20 或 R40/2，纵行数系为 R40）。

如果由函数式 $A=a\cdot b$ 直接分析 $A$ 的系列，可分三种情况来考虑：①$a$ 取常数，$b$ 按 R40 系列变化，则 $A$ 也为 R40 系列（见表 1.1-6 中纵行）；②$b$ 取常数，$a$ 按 R20 系列变化，则 $A$ 为 R20 或 R40/2 系列（见表 1.1-6 中横行）；③$a$ 按 R20 系列变化，$b$ 按 R40 系列变化，则 $A$ 系列的公比为

$$10^{1/20}\times10^{1/40}=10^{3/40}=q_{40/3}$$

故 $A$ 为 R40/3 派生系列（见表中斜行数列。根据 $a$ 和 $b$ 值的搭配方式，可有 1.60，1.90，2.24，……或 1.80，2.12，2.50，……或 1.70，2.00，2.36，……等数列）。

**表 1.1-6　$A=a\cdot b$ mm²**

| 宽度 $b$ (mm) | 厚度 $a$ (mm) R20 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R40 | 0.80 | 0.90 | 1.00 | 1.12 | 1.25 | 1.40 | 1.60 | 1.80 | 2.00 |
| 2.00 | 1.60 | 1.80 | 2.00 | 2.24 | 2.50 | 2.80 | 3.15 | 3.55 | 4.00 |
| 2.12 | 1.70 | 1.90 | 2.12 | 2.36 | 2.65 | 3.00 | 3.35 | 3.75 | 4.25 |
| 2.24 | 1.80 | 2.00 | 2.24 | 2.50 | 2.80 | 3.15 | 3.55 | 4.00 | 4.50 |
| 2.36 | 1.90 | 2.12 | 2.36 | 2.65 | 3.00 | 3.35 | 3.75 | 4.25 | 4.75 |
| 2.50 | 2.00 | 2.24 | 2.50 | 2.80 | 3.15 | 3.55 | 4.00 | 4.50 | 5.00 |
| 2.65 | 2.12 | 2.36 | 2.65 | 3.00 | 3.35 | 3.75 | 4.25 | 4.75 | 5.30 |
| 2.80 | 2.24 | 2.50 | 2.80 | 3.15 | 3.55 | 4.00 | 4.50 | 5.00 | 5.60 |
| 3.00 | 2.36 | 2.65 | 3.00 | 3.35 | 3.75 | 4.25 | 4.75 | 5.30 | 6.00 |

## 3　应用示例

### 3.1　制订产品参数系列时的应用

这是目前优先数系应用得最广泛的领域，在制订产品主参数系列时，应最大限度地采用优先数系，对统一、简化产品的品种规格具有重要的作用，并为产品标准化奠定了基础。

**例**　试确定卧式升降台铣床的主要参数和基本参数的系列。

（1）选择主要参数和基本参数　主要参数是各项参数中起主导作用的参数。基本参数是反映机械主要性能和基本结构的参数，可包括尺寸参数、运动参数和动力参数三种。选铣床的工作台宽度 $B$、工作台长度 $L$、刀轴直径 $d$、铣刀上最大圆周力 $F_z$ 为主要和基本参数。

（2）列出参数方程　一般机械的主要参数和基本参数之间，以及各个基本参数相互之间有着密切的联系，应通过技术分析列出参数间的函数关系式，或经统计分析列出回归方程。对铣刀轴挠度进行技术分析后

可得出 $d$、$F_z$ 和主参数 $B$ 之间的函数关系为

$$d^4 \propto F_z B^2$$

(3) 确定参数系列　在参数方程中应选某些参数作为自变量参数，而让另外的参数作为因变量参数。自变量参数的数目由参数方程决定。一般，产品的主要参数，特别是对制品的规格及制造费用有重大影响的尺寸参数，宜选作自变量，使产品、材料、半成品和工夹量具等的品种规格得到简化、统一的好处。

在卧式升降台铣床的参数方程中，应选铣刀轴直径 $d$ 和工作台宽度 $B$ 为自变量，而让铣刀最大圆周力 $F_z$ 作为因变量，由函数式计算确定。这样函数式应改写为

$$F_z \propto \frac{d^4}{B^2}$$

若 $B$、$d$ 均采用 R10 系列，则因变量 $F_z$ 系列的公比可由自变量参数的公比按函数式求得。

$$q_F = \frac{q_d^4}{q_B^2} = \frac{(10^{1/10})^4}{(10^{1/10})^2} = (10^{1/10})^2 = 10^{1/5}$$

即 $F_z$ 为 R5 系列，工作台长度 $L$ 与宽度成正比，也为 R10 系列，其结果见表 1.1-7。

**表 1.1-7　卧式升降台铣床的有关参数**

| 工作台面积 $B\times L$ ($mm^2$) | 100×400 | 125×500 | 160×630 | 200×800 | 250×1000 | 320×1250 | 400×1600 | 500×2000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 铣刀上最大圆周力 $F_z$ (N) | 1600 | 2500 | 4000 | 6300 | 10000 | 16000 | 25000 | 40000 |
| 刀轴直径 $d$ (mm) | 13 | 16 | 22 | 27 | 32 | 40 | 50 | 60 |

## 3.2　老产品整顿、简化时的应用

在产品整顿时，企业应对品种规格杂乱，需要量较大的那些老产品，通过调查分析，从优先数系中选用合适的系列作为产品的主要参数系列，以简化品种规格，使产品走上标准化的轨道。以后当形势发展需要制订部标准和国家标准时，这些产品的规格就有可能保留不变，给企业带来较大的经济效益。

**例**　某厂在机械产品中广泛采用了各种不同型式和规格的液压缸，直径从 $\phi$40 到 $\phi$320mm，行程从 50 到 4000mm。以前，尺寸由设计人员随意确定，未按优先数系选用。因此，各种液压缸规格繁多，型式杂乱，行程的选择更是五花八门，造成设计、工艺工作的大量重复，给产品制造和质量的提高等方面带来了不利的影响。为此，该厂在广泛调查研究的基础上，根据需要量的情况，按优先数系制定了液压缸的工厂标准，确定缸径 $D$ 采用 R10 系列，行程 $S$ 采用复合系列 ($S\leqslant$ 250mm 为 R10 系列，$S>$250mm 为 R20 系列)，以较少的品种规格满足了各种机械产品的需要。

与系列化前相比，淘汰了十二种缸径规格 (由 22 种简化成 10 种)，行程的规格缩减更多，节约了大量的设计时间，加快了设计进度。同时，也减少了工艺工作量，给制造和维修带来了很大方便，为专业化生产创造了条件。后来，在制订部标准 JB 2162—77《冶金设备用液压缸型式与尺寸》时，经商定对缸径采用 R10 (50……250) 系列，行程采用复合系列 R10 (50……250) +R′20 (250……800) +R10 (800……2500) mm，缸径和行程组合的系列规格见表 1.1-8。该厂的系列大多被保留，体现了采用优先数系制订的产品系列，在标准的发展进程中有可能保持不变或少变的优越性。

**表 1.1-8　液压缸的基本参数 (mm)**

| 行程 \ 液压缸内径 | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50 | ✓ | | | | | | | |
| 60 | ✓ | ✓ | | | | | | |
| 80 | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | |
| 100 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| 125 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| 160 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| 200 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| 250 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 280 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 320 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 360 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 400 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 450 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 500 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 560 | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 630 | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 710 | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 800 | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 1000 | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 1250 | | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 1600 | | | | | | ✓ | ✓ | ✓ |
| 1800 | | | | | | | ✓ | ✓ |
| 2000 | | | | | | | ✓ | ✓ |
| 2500 | | | | | | | | ✓ |

注：两粗横线间为活塞行程系列。

## 3.3　绘制算图时的应用

工程技术上为了简化计算，常把有乘、除、乘方和开方关系的函数式制成算图。算图通常采用的对数坐标，刻度间距是不等分的，绘制麻烦。如用优先数作为

对数坐标的刻度值，则能得到等间距刻度线，绘制非常简便，两者的比较见图 1.1-1。在需要绘制对数坐标图的场合，均能使用等间隔的优先数尺，以简化绘图工作。

**例 1**　列线图又名共线图。图 1.1-2 是 $A=BC^{1/3}$ 的列线图，$A$、$B$、$C$ 三个相关参数值位于一条直线上（图中用虚线表示），只要知道任意两个，就可立即读得第三个参数。图 1.1-2a）用普通对数尺，图 1.1-2b）用优先数尺，后者是等间距刻度，在一个十进段（如 1～10 或 10～100）内，可根据需要分成 5 等分或 10 等分，然后标上 R5 或 R10 系列的数值即可。

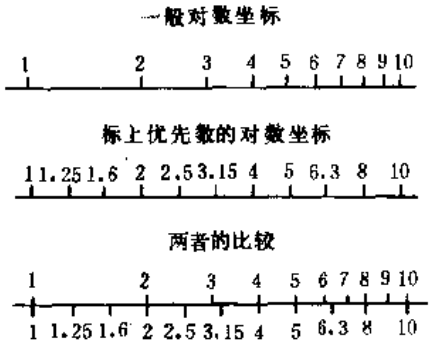



**图 1.1-1**　优先数的对数坐标

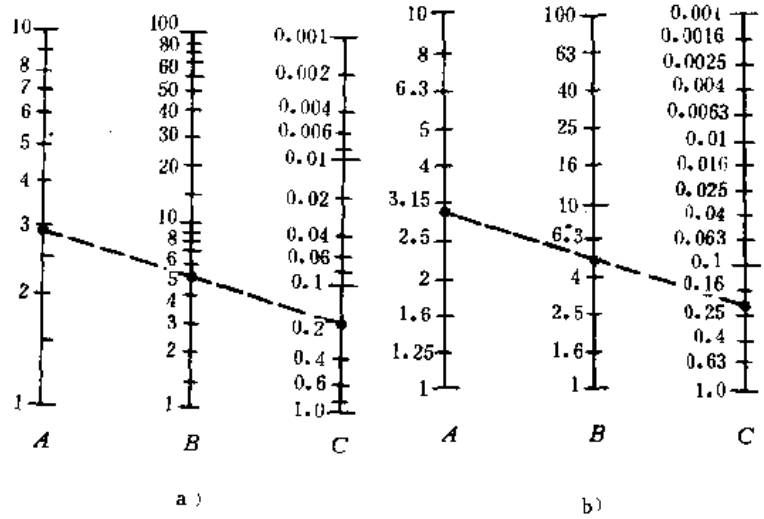



**图 1.1-2**　列线图 $A=B\cdot C^{1/3}$
a）普通对数尺　b）优先数尺

**例 2**　共点图。共点图是一种直角坐标网络图，如图 1.1-3 所示。如果变量多于三个，可用若干个算图并列求解。应用优先数尺可大大简化算图的绘制工作。

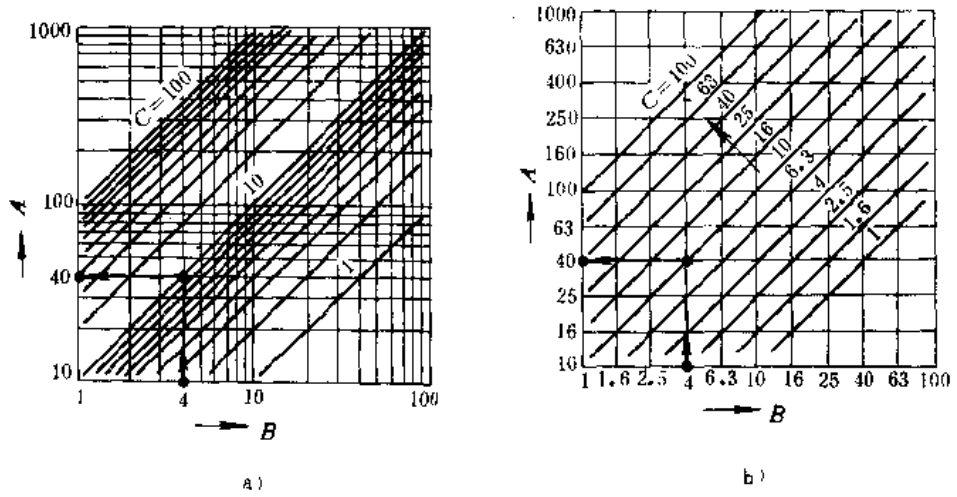



**图 1.1-3**　共点图 $A=B\cdot C$
a）普通对数坐标纸　b）方格纸

## 3.4　零部件系列设计中的应用

在零部件系列设计时，可挑选一些主要尺寸作为自变量选用优先数系，而让一些作为因变量的尺寸由函数关系计算确定，条件允许时尽量圆整为优先数。在各种尺寸中，与其他零部件有关联的尺寸尤应注意选用优先数。例如，组合机床通用部件的主要互换尺寸（参见 JB1521—75），采用优先数系，提高了部件的互换性；齿轮和蜗杆的节圆直径、带轮和滑轮的计算直径等如为优先数，则当转速为优先数时，其线速度也为优

先数。对一些简单的零件或零件中局部的形状尺寸(如沟槽截面尺寸)常按比例设计,这时比例系数可选用优先数。这样,只要基本尺寸也选用优先数,其他各个尺寸就都为优先数,可用优先数的列表计算法很方便地求出系列尺寸。

**例1**　电线电缆厂生产过程中使用着各种规格的周转线盘,其结构尺寸见图 1.1-4。

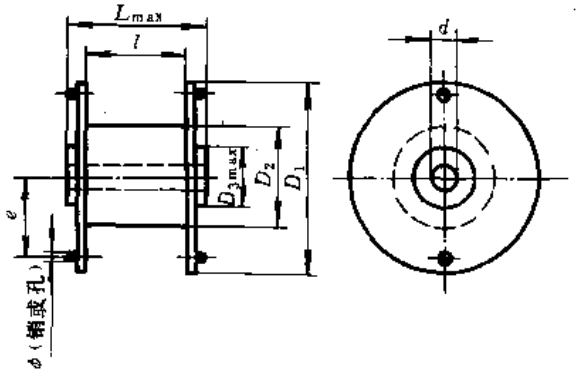



**图 1.1-4**　线盘

线盘的特点是结构形状简单,需要量大,规格多,设计容易。在系列设计之前,各厂根据"需要"随便设计,造成线盘规格无限制地增加。据统计 $D_1$ 在 55～300mm 范围内的线盘,约有 203 种(以侧板直径 $D_1$、筒径 $D_2$、排线宽度 $l$ 及轴孔 $d$ 四个主要尺寸完全相同作为一种规格),尺寸也很杂乱,仅 $D_1$ 就有 78 种。即使 $D_1$ 相同,也因其他尺寸的不同组合而产生许多种规格。增添新的规格又缺乏一定的控制,这就导致规格数量泛滥,占用生产资金多,管理和选用困难等一系列问题。

在标准化整顿中,对主要尺寸按优先数系进行系列化,把规格简化到只有 25 种。各厂可采取集中管理方式,凡列入系列标准的线盘,均由专职部门统一设计、制造、修理。凡未列入标准的将陆续予以淘汰。今后凡要新增线盘规格,必须经专职部门审查后,按系列补充,以严格控制线盘规格的任意扩大。

(1) 侧板直径 $D_1$

这是线盘的主参数,直接影响装线容量和外形尺寸,选作自变量,根据实际需要选用 R10 系列,范围从 200～3150mm (见表 1.1-9)。

**表 1.1-9　PN 系列周转线盘的规格** (参见 JB 1602-76)

| 型　号 | 尺　寸　(mm) | | | | | | | | 计算容积 ($dm^3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $D_1$ | $D_2$ | $D_{3max}$ | $l$ | $L_{max}$ | $d$ | $\phi$ | $e$ | |
| PN200 | 200 | 80 | 56 | 125 | 150 | 32 | 10 | 63 | 3.30 |
| PN250 | 250 | 100 | | 160 | 190 | | | | 6.60 |
| PN315 | 315 | 125 | 90 | 200 | 236 | 56 | 16 | 112 | 13.10 |
| PN400 | 400 | 200 | | 250 | 300 | | | | 23.56 |
| PN500 | 500 | 250 | | 315 | 375 | | | 140 | 46.40 |
| PN630 | 630 | 315 | | 400 | 475 | | 25 | | 93.52 |
| PN800 | 800 | 400 | 160 | 500 | 600 | 80 | | 160 | 189 |
| PN1000 | 1000 | 500 | | 630 | 750 | | 40 | | 371 |
| PN1250 | 1250 | 630 | | 800 | 950 | | | | 732 |
| PN1600 | 1600 | 800 | | 1000 | 1150 | | | 280 | 1508 |
| PN2000 | 2000 | 1120 | 200 | 1250 | 1450 | 100 | 63 | | 2696 |
| PN2500 | 2500 | 1500 | 250 | 1600 | 1850 | 125 | | 500 | 5026 |
| PN3150 | 3150 | 1900 | 280 | 2000 | 2300 | 140 | | | 9916 |

(2) 筒径 $D_2$

筒径 $D_2$ 和侧板直径 $D_1$ 的比值 $D_2/D_1$,应能满足大多数电线电缆产品在弯曲半径方面的要求。PN200～315 的 $D_2$ 等于 $0.4D_1$,PN400 至 1600 的 $D_2$ 约等于 $0.5D_1$,最大的 PN2500 及 3150 的 $D_2$ 则等于 $0.6D_1$。因为大直径的电缆往往具有金属护套,要求有更大的弯曲半径。显然,$D_2$ 属于因变量,当比值 $D_2/D_1$ 取优先数 (0.4, 0.5 和 0.6 等) 时,$D_2$ 也就成为优先数。

(3) 排线宽度 $l$

线盘在收线和放线时除了沿其轴线进行自转以外,在绞线机或成缆机浮动篮架中放线时还要随同篮架进行公转。因此,线盘在设备内要占据一定的回转空间,有人称之"飞转圆"。在飞转圆直径 $D$ 一定时,使线盘的装线容积为最大,可使设备得到充分利用。

设线盘的飞转圆直径为 $D$,侧板直径为 $D_1$ (变量),线盘外宽为 $X$ (见图 1.1-5)。线盘的全容积 (不计侧板厚度,但包括筒体所占容积) 为 $V_0$。则 $D$ 一定时,$V_0$ 为最大时,$l$ 与 $D_1$ 的比值可用下法求得:

从图 1.1-5 可见,$D$、$D_1$ 和 $X$ 恰为内接于飞转圆的直角三角形,故

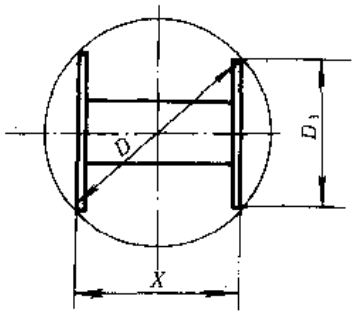



**图 1.1-5**　线盘的飞转圆

$D^2 \cdot D_1^2+X^2$

全容积 $V_0$ 为：

$$V_0=\frac{\pi}{4}D_1^2X=\frac{\pi}{4}(D^2-X^2)X$$

$$=\frac{\pi}{4}(D^2X-X^3)$$

对上式求导数：

$$\frac{dV_0}{dX}=\frac{\pi}{4}(D^2-3X^2)$$

当 $\frac{dV_0}{dX}=0$ 时，$V_0$ 有最大或最小值，此时应有：

$$D^2-3X^2=0 \quad 即 \quad (D_1^2+X^2)-3X^2=0$$

得：

$$X=\frac{D_1}{\sqrt{2}}=0.707D_1$$

验算结果证实它是 $V$ 最大时 $X$ 和 $D_1$ 的理想关系，也即 $X$ 的理想值。

两侧板的厚度之和一般约为 $D_1$ 的 0.07～0.08 左右，从 $0.707D_1$ 中减去此数，即得排线宽度的最佳值为：

$$l\approx 0.63D_1$$

由于 0.63 是 R10 系列中的一个项值，$D_1$ 取 R10 系列，故 $l$ 也为 R10 系列。

（4）轴孔 $d$

压缩 $d$ 的规格，将促进设备的收线、放线装置的通用化，使设备的每一种轴径都可适用数种规格的线盘。这对于提高中小型线盘在生产流程中的使用效率有很大意义。按结构设计需要从 R20 中选用相近的优先数。

（5）计算容积 $V$

线盘装线的计算容积 $V$ 为：

$$V=\frac{\pi}{4}(D_1^2-D_2^2)l$$

优先数之和或差一般不再为优先数，故 $D_1$、$D_2$ 和 $l$ 虽然都是优先数，但 $V$ 一般不再为优先数。这里尺寸参数和性能参数有矛盾，不能同时都为优先数，从实际效果考虑，尺寸参数采用优先数系，$V$ 值虽非优先数，但变化是有规律的。因计算式还可改成下列形式，设 $D_2=kD_1$，而 $l=0.63D_1$，则

$$V=\frac{\pi}{4}(D_1^2-D_2^2)l$$

$$=\frac{\pi}{4}(1-k^2)D_1^2(0.63D_1)$$

即

$$V\propto D_1^3$$

$D_1$ 采用 R10 系列，则 $V$ 系列的公比为 R10/3 系列的公比，近似为 2。故在 PN200 至 315、PN400 至 1600 和 PN2500 至 3150 三段内（三段的 $k$ 值分别为 0.4、0.5 和 0.6），$V$ 系列的公比都接近于 2。

（6）$D_{3max}$、$\phi$ 和 $e$

三种尺寸并无特殊考虑，以切合实用、规格少、系列大致整齐为原则，根据需要选用相近的优先数。

**例 2**　起重机用的滑轮结构尺寸见图 1.1-6

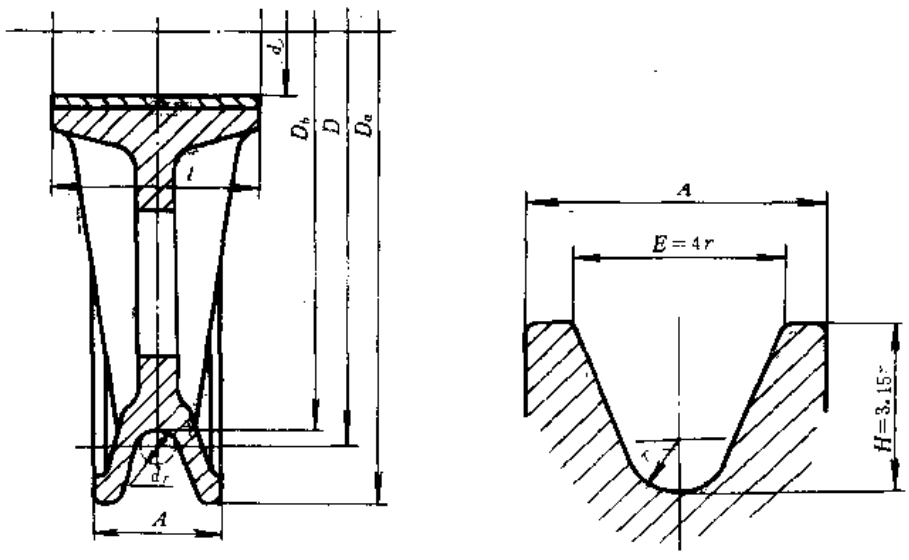



**图 1.1-6**　滑轮的结构尺寸（参阅 JISZ 8601 标准数解说）

(1) 确定采用优先数的参数

对滑轮来说，最重要的参数是与其相配的钢丝绳直径 $d_r$。因为 $d_r$ 的大小直接影响到滑轮上所承受载荷的大小，从而决定了滑轮的结构尺寸。因此，首先选用钢丝绳直径 $d_r$ 为优先数，取 R20 系列，尺寸在 10～60mm 范围内。

其次，在滑轮轮缘部分的几个直径尺寸中，决定钢丝绳中心处的滑轮公称直径 $D$ 采用优先数。而滑轮底径 $D_b$ 按下式计算：

$$D_b=D-d_r$$

$D_b$ 一般不再为优先数。

另外，根据经验确定适当的槽形，其尺寸比例如图 1.1-6 所示，比例系数取优先数。这样只要槽底的圆弧半径 $r$ 取为优先数，则槽形的各部分尺寸就都为优先数。

滑轮的外径 $D_a$ 由下式计算确定：

$$D_a=D_b+2H$$

$D_a$ 一般也不再为优先数。

与轴的配合尺寸——轮毂长度 $l$ 和滑轮孔径 $d$ 都取为优先数。

(2) 确定滑轮直径 $D$

滑轮直径 $D$ 的系列取 R20 系列。滑轮直径与钢丝绳直径之比取决于起重机使用的频繁程度，在起重机的结构规范中最低为 20 倍。系列设计中假定取 20 倍、25 倍和 31.5 倍三种（倍数也按优先数选用，以保证 $D$ 为优先数），并称 20 倍的滑轮为 20 型，25 倍的为 25 型，31.5 倍的为 31.5 型。对应不同钢丝绳直径 $d_r$ 的滑轮直径 $D$ 可按 R20 系列排表（见表 1.1-10）。

**表 1.1-10　滑轮的系列尺寸**　(mm)

| 钢丝直径 $d_r$ | 滑轮直径 $D$ | | | 滑轮底径 $D_b$ | | | 槽底半径 $r$ | 槽的高度 $H$ | 沟槽宽度 $E$ | 轮缘宽度 $A$ | 滑轮外径 $D_a$ | | | 载荷 $P$ (kN) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 20 型 | 25 型 | 31.5 型 | 20 型 | 25 型 | 31.5 型 | | | | | 20 型 | 25 型 | 31.5 型 | |
| 10 | 200 | 250 | 315 | 190 | 240 | 305 | 6.3 | 20 | 25 | 37.5 | 230 | 280 | 345 | 20 |
| 11.2 | 224 | 280 | 355 | 212.8 | 268.8 | 343.8 | 7.1 | 22.4 | 28 | 40 | 257.6 | 313.6 | 388.6 | 25 |
| 12.5 | 250 | 315 | 400 | 237.5 | 302.5 | 387.5 | 7.1 | 22.4 | 28 | 40 | 282.3 | 347.3 | 432.3 | 31.5 |
| 14 | 280 | 355 | 450 | 266 | 341 | 436 | 8 | 25 | 31.5 | 40 | 316 | 391 | 486 | 40 |
| 16 | 315 | 400 | 500 | 299 | 384 | 484 | 9 | 28 | 35.5 | 50 | 355 | 440 | 540 | 50 |
| 18 | 355 | 450 | 560 | 337 | 432 | 542 | 10 | 31.5 | 40 | 56 | 400 | 495 | 605 | 63 |
| 20 | 400 | 500 | 630 | 380 | 480 | 610 | 11.2 | 35.5 | 45 | 60 | 451 | 551 | 661 | 80 |
| 22.4 | 450 | 560 | 710 | 427.6 | 537.6 | 687.6 | 12.5 | 40 | 50 | 67 | 507.6 | 617.6 | 767.6 | 100 |
| 25 | 500 | 630 | 800 | 475 | 605 | 775 | 14 | 45 | 56 | 75 | 565 | 695 | 865 | 125 |
| 28 | 560 | 710 | 900 | 532 | 682 | 872 | 16 | 50 | 63 | 80 | 632 | 782 | 972 | 160 |
| 31.5 | 630 | 800 | 1000 | 598.5 | 768.5 | 968.5 | 18 | 56 | 71 | 90 | 710.5 | 880.5 | 1080.5 | 200 |
| 35.5 | 710 | 900 | 1120 | 674.5 | 864.5 | 1084.5 | 20 | 63 | 80 | 100 | 800.5 | 990.5 | 1210.5 | 250 |
| 40 | 800 | 1000 | 1250 | 760 | 960 | 1210 | 22.4 | 71 | 90 | 112 | 902 | 1102 | 1352 | 315 |
| 45 | 900 | 1120 | 1400 | 855 | 1075 | 1355 | 25 | 80 | 100 | 125 | 1015 | 1235 | 1515 | 400 |
| 50 | 1000 | 1250 | 1600 | 950 | 1200 | 1550 | 28 | 90 | 112 | 140 | 1130 | 1380 | 1730 | 500 |
| 56 | 1120 | 1400 | 1800 | 1064 | 1344 | 1744 | 31.5 | 100 | 125 | 150 | 1264 | 1544 | 1944 | 630 |

(3) 确定槽底的圆弧半径 $r$

对槽底圆弧半径 $r$ 的要求是使钢丝绳能较合适地安放在槽内。槽底半径过小或钢丝绳直径过大，都会产生干涉。$r$ 值可按下式求得：

$$r\geqslant\frac{d_m}{2}+\sqrt{\alpha^2+\beta^2}$$

式中　$d_m$——钢丝绳直径的平均值 (mm)；

$\alpha$——钢丝直径公差的 $\frac{1}{4}$ (mm)；

$\beta$——槽底半径公差的 $\frac{1}{2}$ (mm)。

把计算所得的值圆整为 R20 中的优先数。

(4) 确定轮缘宽度 $A$

轮缘宽度 $A$ 根据经验式为

$$A=E+4.25\sqrt{r}$$

把计算所得的值圆整为相近的 R40 中的优先数。

(5) 计算滑轮轴承上所承受的载荷 $P$

轴承上所承受的载荷 $P$ 应为钢丝绳拉力 $P_a$ 的两倍，即：

$$P=2P_a=2\times\frac{P_b}{n}=P_b/3$$

式中　$P_a$——钢丝绳拉力；

$P_b$——钢丝绳的破断载荷，可由钢丝绳的直径查标准求得；

$n$——安全系数，对起重机用钢丝绳取 $n=6$。

钢丝绳直径 $d_r=10$mm 时，查得 $P_b=60.3$kN，则 $P=20.1$kN，近似取为优先数 $P\approx20$kN。同时，考虑到在材料许用应力不变时，钢丝绳的破断载荷 $P_b$ 与钢丝绳的截面积成正比。因此，

$$P_b\propto d_r^2,\quad P\propto P_b,\quad P\propto d_r^2$$

现在钢丝绳直径 $d_r$ 为R20系列，故载荷 $P$ 为R20/2系列（因 $P=20$kN 为R10系列中的值，故R20/2=R10系列）。

(6) 决定孔径 $d$ 和轮毂长度 $l$

设孔径 $d$ 取R20系列，轮毂长度 $l$ 取R10系列。对同一种钢丝绳直径的滑轮，因承载条件的不同，须有不同的孔径 $d$ 和轮毂长度 $l$ 的组合，因此需要确定其大小的极限范围，这时最好利用优先数图来作系列分析。

1) 确定孔径 $d$ 和轮毂长度 $l$ 的关系

$d$ 与 $l$ 的关系可由滑轮轴承面上的许用压力决定，其关系为：

$$l=\frac{P}{dB_p}\propto\frac{d_r^2}{d}$$

式中 $B_p$——轴承许用压力，设 $B_p=900\text{N/cm}^2$；

$P$——滑轮轴承所受的载荷，N；

$l$、$d$ 的单位取cm。

对各个钢丝绳直径 $d_r$，其 $B_p$ 和 $P$ 值都是一定的，故上式可表示为

$$l\propto\frac{1}{d}$$

这个关系式在按优先数刻度的 $d$—$l$ 坐标中是斜率为−1的直线（见图1.1-7），只要算出任意一点就能画出此直线。取孔径 $d=100$mm=10cm，钢丝绳直径分别取最小（$d_r=10$mm，$P=20$kN）和最大（$d_r=56$mm，$P=630$kN）两种情况，则轮毂长度 $l$ 为：

$d_r=10$mm 时，$l=\dfrac{20000}{10\times900}=2.24\text{cm}=22.4\text{mm}$，

$d_r=56$mm 时，$l=\dfrac{630000}{10\times900}=71\text{cm}=710\text{mm}$。

在图1.1-7中相应于 $d_r=10$mm 时 $d=100$mm，$l=22.4$mm 的一个点，和 $d_r=56$mm 时 $d=100$mm，$l=710$mm 的一个点，以符号▲表示。从这两点分别画出斜率为−1的直线①和①′。

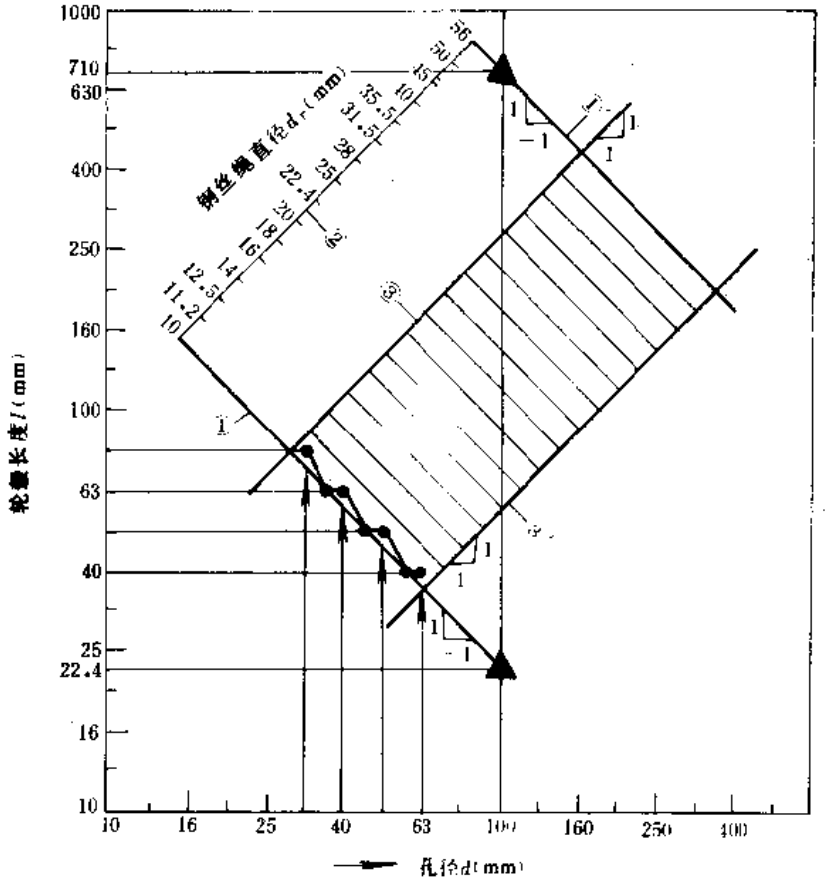



图 1.1-7 确定孔径 $d$ 和轮毂长度 $l$ 的系列

相应于其他 $d_r$ 值的 $d$ 与 $l$ 值，只要在两直线①和①′之间，按钢丝绳直径系列R20等分，绘出平行直线，就很容易求得，而不必一一计算。

2) 确定 $d$ 和 $l$ 的极限范围

按照在滑轮轴两支点间仅装一个滑轮的最小承载条件，以及装五个滑轮的最大承载条件，考虑使轴的弯曲应力不超过许用值，可求得最小孔径、最大孔径与轮毂长度的关系为

$$d_{min}=\frac{1}{2.72}l$$

$$d_{max}=1.80l$$

与上式相应的两条斜率为1的直线③、③′给出了 $d$ 和 $l$ 的极限范围。

3）修正轮毂长度

与各种 $d$、$l$ 值相应的点，只要在直线①、①′、③、③′规定的范围内，就能符合设计要求。但因轴（孔）径 $d$ 取R20系列，而轮毂长度 $l$ 取R10系列，是已经给定的条件，因此，需要把 $l$ 中不是R10系列的值向上修正到R10系列。例如在图1.1-7的直线①上，把箭头符号所表示的R20系列的轮毂长度修正到R10上。这样得到的滑轮孔径与轮毂长度的系列尺寸见表1.1-11。

**表1.1-11　滑轮的孔径和轮毂长度**

（mm）

| 钢丝直径 $d_r$ | 轴、孔径 $d$ | 轮毂长度 $l$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 40 | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 |
| 10 | 31.5 | | | | × | | | | | | | |
| | 35.5 | | | × | | | | | | | | |
| | 40 | | | × | | | | | | | | |
| | 45 | | × | | | | | | | | | |
| | 50 | | × | | | | | | | | | |
| | 56 | × | | | | | | | | | | |
| | 63 | × | | | | | | | | | | |
| | 71 | × | | | | | | | | | | |
| 11.2 | 35.5 | | | | × | | | | | | | |
| | 40 | | | | × | | | | | | | |
| | 45 | | | × | | | | | | | | |
| | 50 | | | × | | | | | | | | |
| | 56 | | × | | | | | | | | | |

## 3.5　积木式组合设计中的应用

计算机辅助设计和辅助制造的发展，与产品及零部件的标准化密切相关。标准化程度越高，就能预先编制设计或制造的标准子程序，供总体设计或制造时调用，以大大减轻编程的工作量使计算机高效的功能得以充分发挥。问题是如何合理解决产品性能多样化与零部件标准化间的矛盾，较好的途径之一是采取积木式的组合设计（或模块化设计）。积木式组合设计的方法是以功能分析为基础，通过功能相同而性能用途不同的各种积木块（或模块）的互换，而可以组合成各种性能不同的通用、专用或变形产品系列。积木块系列的主参数以及积木块间的主要互换尺寸应采用优先数和优先数系，以压缩品种规格，增加互换性。这种设想甚至能用到产品的大型关键专用零件上，方法是：将零件分成具有不同功能特点的若干组成部分，各部分又按优先数系分成几档规格，分别作出标准设计。这样整个零件的设计就可根据具体使用要求，由各部分的标准设计拼合而成。这种拼合是软件和铸造木模的拼合，而浇铸成零件还是整体的。

**例**　工业汽轮机被许多工业部门广泛地用于驱动泵、压缩机、鼓风机和发电机，由于生产流程和汽源条件的不同，故对工业汽轮机的要求也就不一样。过去汽轮机厂对这种产品的设计，是按用户的要求逐个地解决，设计周期长，生产准备工作量大，产品的品种规格繁多而杂乱，不成系列。以后，改用“积木块”原理的系列设计方法，把汽轮机的主要零件（如汽缸、转子等）按其作用分成若干区段，然后根据用户的要求，通过热力和强度计算，将所需要的区段用拼“积木块”的方法组合起来构成零件，再配上各类相应的标准部件，即可组合成各种不同类型的汽轮机。这些区段的主要结构尺寸按优先数系形成系列，各标准部件（如主汽门、调节器元件、前后轴承等）的主要结构尺寸也按优先数系进行分级。由于实现了系列化，才为计算机辅助设计和辅助制造创造了条件，促进了生产的发展。

汽轮机积木块系统的一个最重要部分，就是汽缸的区段化。汽缸是整体铸件，但结构设计可按功能划分成若干区段，例如前区段、减压段、延长段、过渡段、法兰段和排气段。

前区段分高压和低压两类，每类又按汽缸内半径分成若干级，如：25、32、40、50、63cm（R′10系列）。

后部排气段分为背压式排气缸和凝汽式排汽缸两类，每类按转子末级动叶片的根部直径分成若干级，如背压式为20、25、32、40和50cm（R′10系列），凝汽式为28、36、45、56、71（R′20/2系列）。每一个排汽段能够和二档压力的三个不同的前缸相组合。

汽缸中间的几段用来连接前区段和后部排汽段，以便根据用户要求，使汽轮机具有合理的通流长度。它可以是简单的延长段，也可以是连接小直径的前区段和大尺寸的排汽段用的过渡段，或是连接厚壁前缸（高压用）和薄壁后缸的减压段。其中延长段、过渡段、减

压段的主要尺寸都按优先数系分级。

利用这些标准“积木块”，便可用组合法设计出满足背压式、凝汽式、抽气背压式等不同型式、功率、转速和热力参数的工业汽轮机用的汽缸。

## 3.6　相似设计中的应用

物体各部分的尺寸如果按同一比例放大或缩小，就构成一个几何相似而大小不同的规格系列。按照相似设计原理，物体的几何相似性常能导致力学性能的相似性。这样，就能用缩小的模型来实验研究物体的力学性能，从而推断出实物所具有的性能，并按相似原理设计出成系列的产品，大大减轻设计计算的工作量。

优先数系是等比数列，各部分尺寸如果都按同一公比的优先数系形成系列，必然具有几何相似性。因此，采用优先数系能比较方便地运用相似设计的原理，只要知道了几何相似和力学相似之间的函数关系，就能容易地由物体的线性尺寸系列推导出力学参数的系列，并有可能使这些参数也是优先数系的相应系列。

**例 1**　活塞和液压缸的系列设计

由活塞和液压缸的相似设计原理可知，对几何相似的一系列液压缸（见图 1.1-8），只要采用同一个油压 $p$，则各个液压缸和活塞和活塞杆就有相同的应力状态。如果各液压缸选用相同的材料，则几何相似的各液压缸都能满足强度条件，可以安全地工作，而不需一一验算。对相似原理可作如下简单证明：

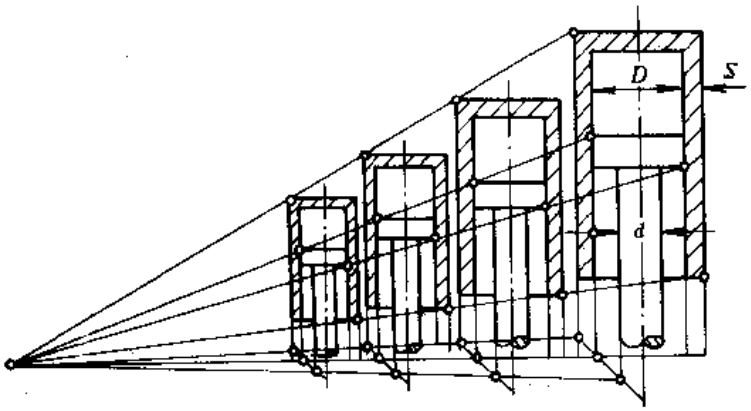



**图 1.1-8**　活塞和液压缸

活塞杆的应力 $\sigma_1$ 为：

$$\sigma_1=\frac{\frac{\pi}{4}D^2}{\frac{\pi}{4}d^2}p=\frac{D^2}{d^2}p$$

式中　$p$ ——油压（N/cm²）；

$D$——活塞直径（cm）；

$d$ ——活塞杆直径（cm）。

如果各个液压缸的 $p$ 保持不变，并要求活塞杆的应力也不变，即 $\sigma_1$＝常数，其条件为：

$$\frac{D^2}{d^2}=\text{常数，也就是}\frac{D}{d}=\text{常数}$$

即各个液压缸的活塞与活塞杆直径之比保持不变，就能在油压 $p$ 相同的情况下，保证各活塞杆有相同的应力。

液压缸的应力 $\sigma_2$ 可按下列简化公式计算：

$$\sigma_2=\frac{Dp}{2S}$$

式中　$S$ ——液压缸壁厚（cm）。

可见，若要使液压缸应力保持不变，即 $\sigma_2$＝常数，其条件为：

$$\frac{D}{S}=\text{常数}$$

即要求液压缸内径与其壁厚之比值保持不变。显然，只要液压缸和活塞的各部分尺寸都按同一公比放大，即保持几何相似，这样组成的大小不同的液压缸、活塞系列，只要采用同一个油压 $p$，它们就具有相同的应力状态。

设油压 $p$＝2000N/cm²；液压缸材料为铸铁，其许用应力 $[\sigma_2]$＝5000N/cm²；活塞材料为钢材，其许用应力 $[\sigma_1]$＝10000N/cm² 试设计液压缸、活塞系列。

由强度条件可得：

$$\sigma_1=\frac{D^2}{d^2}p\leqslant[\sigma_1]$$

即 $\frac{D}{d}\leqslant\sqrt{\frac{[\sigma_1]}{p}}=\sqrt{\frac{10000}{2000}}=\sqrt{5}=2.2361\approx 2.24$

$$\sigma_2=\frac{Dp}{2S}\leqslant[\sigma_2]$$

即 $\frac{D}{S}\leqslant\frac{2[\sigma_2]}{p}=\frac{2\times5000}{2000}=5$

而活塞的推力 $F$ 为：

$$F=\frac{\pi}{4}D^2p\approx0.8D^2p=16D^2\ (\mathrm{N})$$

式中　$D$单位为mm，故$p=2000\mathrm{N/cm^2}=20\mathrm{N/mm^2}$。

**表1.1-12　活塞和液压缸的参数**

| $D$ (mm) | $S$ (mm) | $d$ (mm) | $F$ (kN) |
|---|---|---|---|
| 50 | 10 | 22.4 | 40 |
| 63 | 12.5 | 28 | 63 |
| 80 | 16 | 35.5 | 100 |
| 100 | 20 | 45 | 160 |
| 125 | 25 | 56 | 250 |
| 160 | 32.5 | 71 | 400 |
| 200 | 40 | 90 | 630 |
| R10 | R10 | R20/2 | R5 |

选活塞直径$D$为主参数，按R10系列分级。由于$\frac{D}{d}=2.24$，而2.24为R20系列的优先数，要保持比值不变，$d$系列的公比应与$D$系列相同，故为R20/2系列。而$\frac{D}{S}=5$，5为R10系列的优先数，故$S$也为R10系列。推力$F\propto D^2$，故$F$为R10/2=R5系列。这样，液压缸系列的尺寸参数可由列表法按系列立即排出（见表1.1-12）而不用逐项计算。这种按相似原则设计的一系列液压缸具有相同的应力状态，只要确定尺寸比例时满足了强度条件，就能保证各液压缸都能安全地工作，给设计计算提供了很大方便。

**例2**　离心水泵的系列设计

蜗壳离心水泵可按流量及扬程两个不同系列的组合，排出很多种水泵的品种。设计水泵时按优先数系制订系列标准，可以有效地简化品种规格。设某种水泵用一个水力模型作实验，然后按比例放大形成系列。按照离心水泵的相似设计原理可知，尺寸为模型二倍的泵，其流量为$2^3=8$倍，扬程为$2^2=4$倍，而轴功率为$2^5=32$倍。因此，如果放大或缩小的比例系数采用优先数，则流量、扬程和轴功率这三个性能参数也都为优先数。

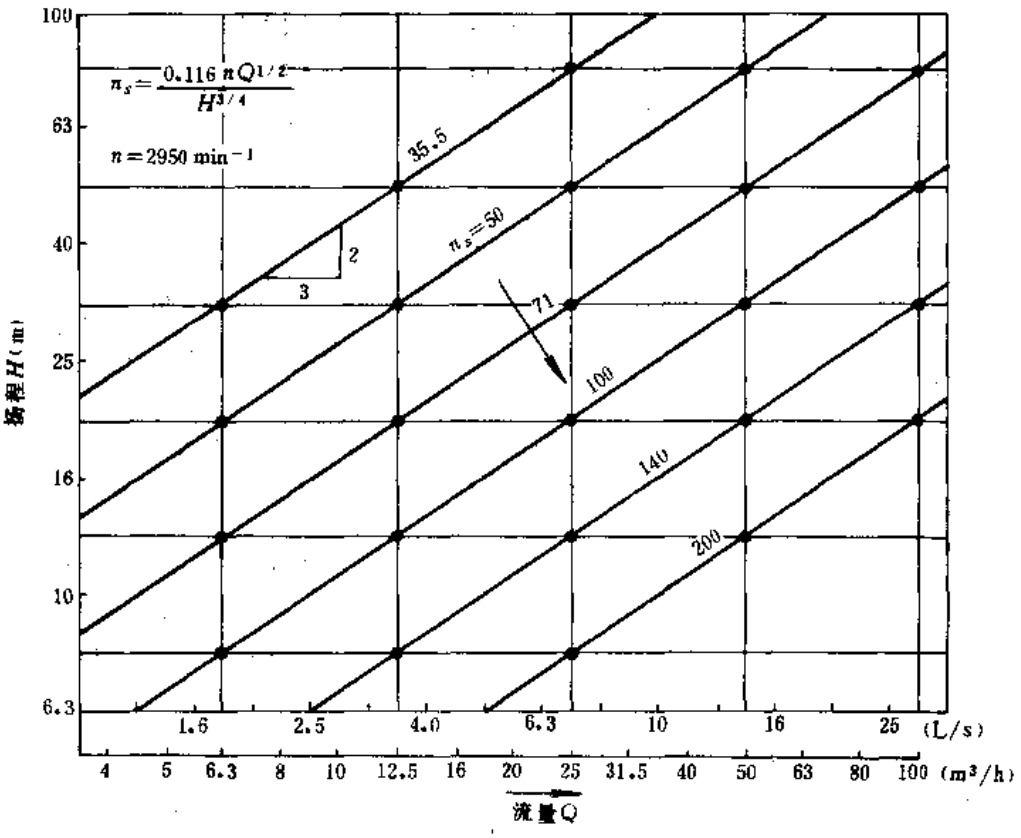



**图1.1-9　离心水泵的扬程、流量和比转速**

泵的流量和扬程虽然是泵的主参数，但计算时则按因变量（由模型的放大系数所决定）处理，取为派生系列。在ISO2858中对水泵流量的系列取：6.3、12.5、25、50、100、200、400$\mathrm{m^3/h}$（即R10/3系列），而扬程为：5、8、12.5、20、32、50、80、125m（即R10/2系列），就是按水泵叶轮直径的系列为R10的相似设计原理制订的。

泵的型号常以其特征值比转速$n_s$来表示，同一型号的各种几何相似的泵，都有相同的比转速$n_s$和相似的特性曲线。比转速$n_s$按下式计算：

$$n_s=\frac{0.116nQ^{1/2}}{H^{3/4}}$$

式中　$n$（r/min）、$Q$（L/s）、$H$（m）分别为最佳工况下的转速、流量和扬程。

当 $n=2950$r/min 时：

$$n_s=\frac{0.116\times2950Q^{1/2}}{H^{3/4}}\approx355\frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}}\quad(355\text{ 为优先数})$$

$Q$ 按 R10/3 系列取值，$H$ 按 R10/2 系列取值时，泵的比转速 $n_s$ 保持不变（这表明泵是几何相似的）。而对同一流量 $Q$ 的水泵，如给定了 $H$ 的系列，则 $n_s$ 的系列可由上式推算出来：$n_s\propto\frac{1}{H^{3/4}}$，当 $H$ 为 R10/2 系列时，$n_s$ 系列的公比 $q=(10^{\frac{2}{10}})^{3/4}=10^{\frac{3}{20}}$，即 $n_s$ 为 R20/3 系列，且 $n_s$ 值增大的方向和 $H$ 系列相反。这样只要求得 $n_s$ 的一个值，就可按系列排出其余各值。例如当 $n=2950$r/min、$Q=12.5\text{m}^3/\text{h}=3.55\text{L/s}$ 时，若 $H=8$、12.5、20、31.5、50、80m，则比转速 $n_s$ 相应为 140、100、71、50、35.5、25。

以此为基础绘制的优先数图，可用于水泵的系列分析（见图 1.1-9）。制图时可用序号计算式：

$$N(n_s)=N(355)+\frac{1}{2}N(Q)-\frac{3}{4}N(H)$$

即　$$N(H)=\frac{2}{3}N(Q)-\frac{4}{3}N(n_s)+\frac{4}{3}N(355)$$

可见，当 $n_s$ 固定不变时，$H$ 和 $Q$ 的关系在优先数坐标或对数坐标中为一直线，斜率等于 $\frac{2}{3}$。图中用圆点“·”表示水泵的品种和规格，在同一 $n_s$ 直线上的圆点表示不同尺寸的几何相似的泵。

## 3.7　机械传动系统设计中的应用

由机械设计原理可知，机械转速按等比数列分级，可在较宽的转速范围内以较少的级数经济合理地满足使用需要，给用户带来较小的速度损失。因此，在机械传动系统中，对转速和进给量很早就采用了以等比数列为基础的优先数系，并逐渐形成了相应的国际标准。利用优先数乘优先数仍为优先数的特性，只要各级传动比都为优先数，就能使输出轴的转速为优先数。因此，传动比也采用优先数，这样，传动比的计算就能使用优先数的序号计算法，给传动系统的设计带来了很大方便。同时，利用优先数尺的等间隔特性，还可方便地绘制机械的转速图。

在传动系统中除了转速、进给量和传动比采用优先数外，还可考虑使两轴间的中心距选用优先数。这不仅有利于压缩齿轮齿数的规格，为齿轮的标准化创造条件；还有利于转速图的典型化，使传动系统有可能进行组合设计，使轴孔坐标标准化，以便采用组合机床镗孔，提高生产效率。

**例**　传动比的计算

传动比采用优先数，则传动比的积、商、幂等的运算，就可以使用优先数的序号计算法，把繁琐的小数运算化为简单的序号计算。德国还把这种用序号来简化计算的方法，正式列入了机械转速和进给量的标准（DIN 803—1977、DIN 804—1977）中。转速和进给量均采用 R20 系列，以优先数的常用值作为公称值，而使实际值处在规定的公差范围内。表 1.1-13 列出了 1∶1 到 10∶1 的传动比，及其相应的序号（相当于 R40 系列的优先数）。更大的传动比可用表中值乘上 10 的整数幂求得，其序号相应加上 40 的整倍数。如果传动比为 $i=1\sim1:10$（升速），则其对应的序号为负。传动比的公称值采用优先数的常用值，传动比的精确值使用优先数的计算值。计算方法可用下例来说明：

(1) 已知分传动比 $i_1=1:1.60$ 和 $i_2=1.25:1$，求总传动比 $i=i_1\cdot i_2$。

**解**：$N(i)=N(i_1)+N(i_2)=-8+4=-4$

故 $i=1:1.25$

(2) 已知总传动比 $i=6.30:1$ 和分传动比 $i_1=3.35:1$，求分传动比 $i_2=i/i_1$。

**解**：$N(i_2)=N(i)-N(i_1)=32-21=11$

故 $i_2=1.90:1$

(3) 已知一个 4 级传动，其级比 $\phi=1.4$，最大的分传动比 $i_1=2.12:1$，求其他三个分传动比，

**解**：$i_2=i_1:\phi$，$N(i_2)=N(i)-N(\phi)=13-6=7$。

故 $i_2=1.50:1$

$i_3=i_2:\phi$，$N(i_3)=N(i_2)-N(\phi)=7-6=1$，

故 $i_3=1.06:1$

$i_4=i_3:\phi$，$N(i_4)=N(i_3)-N(\phi)=1-6=-5$，

故 $i_4=1:1.32$

(4) 已知进给量系列为 R20/3（45……），级比 $\phi=1.4$，进给丝杆的螺距 $h=6$mm，电动机转速 $n_0=1410\text{r/min}^{-1}$，第一级降速传动比 $i_1=3.35:1$，经过中间三级变速传动后传给末级蜗杆传动，末级蜗杆传动的降速传动比 $i_5=30:1$。求中间三级变速传动比 $i_2$，$i_3$，$i_4$。

**解**：进给丝杆的最低转速按要求的进给量系列 R20/3（45……），可求得 $n_g=45/6=7.5\text{r/min}$。

最大的总传动比 $i=\frac{n_0}{n_g}=1410:7.5=190:1$

变速传动的最大传动比 $i_2=\frac{i}{i_1i_5}$

$N(i_2)=N(i)-N(i_1)-N(i_5)=91-21-$

59－11，$i_2=1.9:1$

变速传动的中间传动比 $i_3=i_2:\phi$

$N(i_3)=N(i_2)-N(\phi)=11-6=5$，$i_3=1.32:1$

变速传动的最小传动比 $i_4=i_3:\phi$

$N(i_4)=N(i_3)-N(\phi)=5-6=-1$，$i_4=1:1.06$

**表 1.1-13　传动比及其序号**

| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| 序号 $N$ | 传动比 1:1到10:1 公称值 | 精确值 | 序号 $N$ | 传动比 1:1到10:1 公称值 | 精确值 |
| | $\phi=1.06$ | $\phi=1.0593$ | | $\phi=1.06$ | $\phi=1.0593$ |
| 0 | 1.00:1 | 1.0000:1 | 20 | 3.15:1 | 3.1623:1 |
| 1 | 1.06:1 | 1.0593:1 | 21 | 3.35:1 | 3.3497:1 |
| 2 | 1.12:1 | 1.1220:1 | 22 | 3.55:1 | 3.5481:1 |
| 3 | 1.18:1 | 1.1885:1 | 23 | 3.75:1 | 3.7584:1 |
| 4 | 1.25:1 | 1.2589:1 | 24 | 4.00:1 | 3.8911:1 |
| 5 | 1.32:1 | 1.3335:1 | 25 | 4.25:1 | 4.2170:1 |
| 6 | 1.40:1 | 1.4125:1 | 26 | 4.50:1 | 4.4668:1 |
| 7 | 1.50:1 | 1.4962:1 | 27 | 4.75:1 | 4.7315:1 |
| 8 | 1.60:1 | 1.5849:1 | 28 | 5.00:1 | 5.0119:1 |
| 9 | 1.70:1 | 1.6788:1 | 29 | 5.30:1 | 5.3088:1 |
| 10 | 1.80:1 | 1.7783:1 | 30 | 5.60:1 | 5.6234:1 |
| 11 | 1.90:1 | 1.8836:1 | 31 | 6.00:1 | 5.9566:1 |
| 12 | 2.00:1 | 1.9953:1 | 32 | 6.30:1 | 6.3096:1 |
| 13 | 2.12:1 | 2.1135:1 | 33 | 6.70:1 | 6.6834:1 |
| 14 | 2.24:1 | 2.2387:1 | 34 | 7.10:1 | 7.0795:1 |
| 15 | 2.36:1 | 2.3714:1 | 35 | 7.50:1 | 7.4989:1 |
| 16 | 2.50:1 | 2.5119:1 | 36 | 8.00:1 | 7.9433:1 |
| 17 | 2.65:1 | 2.6607:1 | 37 | 8.50:1 | 8.4140:1 |
| 18 | 2.80:1 | 2.8184:1 | 38 | 9.00:1 | 8.9125:1 |
| 19 | 3.00:1 | 2.9854:1 | 39 | 9.50:1 | 9.4406:1 |
| | | | 40 | 10.00:1 | 10.000:1 |

## 4　国内外标准的比较

### 4.1　GB 321 和国际标准的比较

(1) 国际标准简介

优先数系原先有三个推荐性的国际标准：ISO R3—1954“优先数和优先数系”；ISO R17—1956“优先数和优先数系的使用指南”；ISO R497—1966“优先数和优先数的化整值系列的选用指南”。它们都在1973年转成正式国际标准：ISO 3—1973，ISO 17—1973和ISO 497—1973。这三个标准是一个有机的整体，ISO 3给出了优先数的定义，代号及数系的结构，即基本系列、补充系列和派生系列，还初步提出了系列选用的优先顺序。

在ISO 17的前言中介绍了优先数系产生的历史，正文中叙述了优先数系的主要特性、优点、应用原则以及优先数的序号计算和常用对数计算。

在ISO 497中补充叙述了优先数系的优点，规定了允许采用的两个化整值系列，并详细阐述了应用化整值的条件和采用时会产生的危害。

(2) GB 321和国际标准的比较

1) 标准的编排　ISO标准采用三个标准来叙述优先数系，一个补充一个，难免会有重复，且条理性、逻辑性较差，重点也不突出。GB 321采用一个标准来系统阐明优先数系，标准正文吸取了三个ISO标准的主要内容，而把优先数的历史、优点、计算和不可随意使用化整值等说理性的内容，放到附录“应用指南”中，使正文更为精炼。附录“应用指南”是在ISO标准中有关这方面内容的基础上，参考DIN和JIS标准的特色，并吸取国内外应用优先数系的经验基础上编写的。与ISO标准相比，在内容上作了大幅度的增补，既有德国标准理论性较强的特点，又有日本标准实用性较强的长处，是一个指导性较强的实用指南。

2) 优先数和优先数系的定义　ISO标准只对优先数下了定义：“优先数是指公比为 $\sqrt[5]{10}$、$\sqrt[10]{10}$、$\sqrt[20]{10}$、$\sqrt[40]{10}$ 和 $\sqrt[80]{10}$，并含有10的整数幂的几何数列中的项值，按通常习惯所取的圆整值。”然后对“理论值”和“计算值”以术语的方式作了介绍。没有对优先数系下明确的定义。

GB 321突出数系（系列化）的概念，先对优先数系下定义，然后再对优先数下定义，并明确按取值的精度分为理论值、计算值、常用值和化整值四种优先数。这样，概念更清楚，不会造成用优先数组成的随便什么系列都是优先数系的错觉。例如，“派生系列”和“复合系列”只是从优先数系导出的，但并不属于优先数系，它是优先数系应用中的一种方法。因此，优先数系只包括基本系列和补充系列两类。

3) 优先数的序号　ISO标准中对序号的定义是：“表明优先数排列次序的一个等差数列，它从优先数1.00的序号为0开始计数。”由于同一优先数在R5、R10、……等系列中的排列次序是不同的，就具有不同的序号，但在基本系列的数表中仅给出优先数在R40系列中排列的序号N。

GB 321标准中用 $N_r$ 来明确表示优先数在 $R_r$ 系

列中排列的次序，并说明数表中的序号 $N$ 是 $N_{40}$ 的简写。标准中指出序号 $N$ 是优先数理论值的一种以公比 $q$ 为底的对数值。因此，优先数的运算可转换为序号运算而得到简化，对 R80 系列的优先数进行运算时，可根据此原则编制相应的序号 $N_{80}$，使序号的概念比 ISO 标准更为严密。

4）应用指南 ISO 17 中列出：几何级数和优先数；优先数应用指南（特性值使用的数值；数值的分级；派生系列；移位系列；单个数值；用优先数分级）；优先数的计算（序号；常用对数）。ISO 497 中列出：严格遵循优先数的好处；化整值的专门用途；化整值的选用规则和总表；采用化整值的危害；附录中列出"项值的精度和公比的均匀性"。

GB 321 的附录"应用指南"比 ISO 标准作了大量的补充和完善，总结、归纳了优先数系的主要优点和应用方法。在优先数的计算中增加了列表计算和算图。优先数系的应用要点中总结国内使用优先数系的经验，明确提出"合理选择采用优先数的参数"是提高优先数使用效果的重要影响因素，必须引起高度重视。同时比 ISO 标准增加了大量的应用示例。

## 4.2 GB 321 和国外先进国家标准的比较

（1）各国优先数系标准的简况

各国的优先数系标准大都把 ISO 的三个标准并成一个，重新作了编排，有所取舍或补充，加强了条理性。从标准内容的详尽程度来看，大致可分为三类：第一类内容和 ISO 标准相同，编排方式有所改变。如法国标准 NFX 01-001—67，NFX 01-002—67，罗马尼亚标准 STAS 283—69 等；第二类是吸取 ISO 标准的主要内容，编制一个简单、扼要的国家标准。如英国标准 BS 2045—65，美国标准 ANSI Z17.1 1973，苏联标准 ГОСТ 8032—70，原东德标准 TGL 27786—72 等；第三类是在吸收了 ISO 标准的主要内容基础上，根据现有经验在优先数的应用方面有较多的补充。如原西德标准 DIN 323—74，日本标准 JIS Z8601，加拿大标准 CAN3Z 234.3—77 等。

属于第一类的法国标准分二部分，第一部分是"优先数"，全部是 ISO 3 和 ISO 17 的内容，但重新作了编排，增强了条理性。第二部分是"优先数和优先数化整值系列的选用指南"，基本上是 ISO 497 的内容。罗马尼亚采用另一种整理方式，整个标准分成三章，把 ISO 3 的内容改成前二章（基本概念和优先数系），把 ISO 17 和 ISO 497 的内容并成第 3 章"优先数系应用指南"。

属于第二类的英国标准 BS 2045—65，是在 1953 年标准的基础上修订的。当时 ISO R497—66 还未发布，但在英国标准中已提出了第一化整值系列和第二化整值系列，并提出了化整值允许采用的特定条件，但没有分析化整值的危害。英国标准的内容也分两个部分：第一部分是"优先数"，包括优先数的结构、术语、代号和优先数系（有基本系列、补充系列、派生系列和移位系列）。这部分不介绍化整值。第二部分是"优先数和优先数系的应用指南"，包括系列的选择（基本系列、派生系列、移位系列、单个数值和用优先数分级）并介绍了化整值。前言中介绍了优先数系产生的历史、适用范围及其作用，而把优先数的序号计算和常用对数计算放到附录中，并列出优先数在各国标准中的应用示例。这样，使标准的正文较精炼，重点突出。

美国标准只简要介绍了优先数系产生的历史、适用范围、优先数的基础系列（包括基本系列、补充系列及派生系列）、化整值及允许偏离优先数的特殊场合。没有专门介绍优先数的应用原则，甚至对复合系列和移位系列都没有提及。

前苏联标准在正文中简要地叙述了优先数适用的范围、基本系列、补充系列、序号、选用的优先顺序、代号、派生系列、复合系列、单个数值及化整值系列。移位系列仅在派生系列的代号示例中提及，优先数系的主要特性及优先数的序号计算和常用对数计算放在附录中介绍。

属于第三类的原西德标准分成两大部份，第一部份简要地列出了基本系列、补充系列和化整值系列，给出了优先数的常用值、计算值和化整值。第二部分对优先数的历史、定义、结构、应用规则、优先数的计算和优先数的优点等作了详细而系统的叙述。例如详细介绍了序号计算的原理，派生系列代号的多义性，由基本系列和派生系列可得到的公比，移位系列的应用示例，复合系列中的成组几何数列，复合系列过渡处公比衔接的改善示例，优先数的列表计算和算图等，对 ISO 标准的内容有较多补充。但是，对应用方面的理论性叙述较多，而缺乏实际使用示例。

日本标准把优先数系的主要内容列入正文，使标准比较简明。同时，为了便于推广应用，编制了标准的详细说明，和标准正文一起发行。JIS 标准正文在 1973 年复查时未作改动予以重新确认，但根据新的应用经验重写了标准的说明，较详细地介绍了为什么要制订优先数标准，数系为什么用等比数列，优先数系的结构、主要特点及使用方法等，还以应用实例来说明。这样，实用性较强，内容较丰富，形式上也较灵活，便于修改。

（2）GB 321 和国外先进国家标准的比较

GB 321 和原西德、日本等标准一样，属于第三类。对 ISO 标准有较大的补充和完善。它以原西德和日本标准作为重点参考标准，而在内容、编排上也吸收其他各国标准的长处，同时，又总结了国内外优先数系应用的成功经验。因此，它与原西德、日本等国标准相比，理论性、实用性、系统性显得更强。

GB 321 标准的正文精炼、重点突出，包含了 ISO 三个标准的主要内容。其内容包括：术语和定义；系列的种类和代号；优先数系的主要特性；应用原则，共四章。

GB 321 的附录列出应用指南，相当于日本标准的详细说明，但在说明原理和指导应用方面比日本标准更完整、系统。与原西德标准相比，在指导实用方面指导性更强。附录的内容包括：前言；优先数系的主要优点；优先数的计算；优先数系的应用要点和应用示例，共四章。前言中简要介绍了优先数系产生的历史，以便对其结构有更深入的了解。

第 1 章“优先数系的主要优点”是吸取了 ISO、DIN 及 JIS 标准中对优先数系优点的论述，按其作用来划分，作了新的编写。明确提出它具有：经济合理的数值分级制度；统一和简化的基础；具有广泛的适应性；简单、易记、使用方便；简化设计计算五大方面的优点，便于使大家了解为什么要使用优先数系。

第 2 章“优先数的计算”，比 JIS 标准增加了“列表计算”、“算图”等内容，并吸取 DIN 标准的内容，对序号计算的原理作了介绍。第三章“优先数系的应用要点”对应用中的一些具体问题作了较详细的介绍。主要吸取了原西德、日本标准以及国内在应用优先数系中的经验，故比上述两标准的内容更丰富。例如，明确提出了合理选择采用优先数的参数，这在优先数的应用中是很重要的方法，在 DIN 和 JIS 标准中均没有此内容。

第 4 章“应用示例”，提供了六个方面（在产品参数系列标准中的应用；在老产品整顿、简化时的应用；在质量指标分级中的应用；在零部件系列设计中的应用；在积木式组合设计中的应用；在相似设计中的应用）的应用经验。这部分内容是原西德标准所缺乏的，而在日本标准中也只有在产品参数系列标准中的应用及在零部件系列设计中的应用两部分的内容。GB 321 的这部分内容是参考国外杂志中介绍的优先数系的应用经验，以及总结国内应用的成功经验，进行系统整理、归纳后编制而成，比 ISO、DIN、JIS 等国的优先数系标准有了大幅度的补充，使从事各方面专业工作的同志对标准正文能加深理解，对优先数系在各种领域中的应用方法能得到启发，有助于优先数系的推广应用。

# 第 2 章　标准尺寸（GB 2822—81）

“标准尺寸”对于简化、统一机械制造业中的刃具、量具、零件、毛坯以及原材料等的规格，具有重要的作用。一般，企业为便于组织生产，常对本厂各种产品中所需的刃、量具和原材料的品种规格，作调查统计，经过合理压缩品种、简化规格，制订出常用规格一览表作为企业设计规范，要求设计人员在所有新的设计中，都应把上列常用规格作为优先尺寸，最大限度地加以使用。工厂则对常用规格的刃、量具和原材料，特别是对固定尺寸的工具（如钻头、铰刀及塞规等）购有一定数量的备件，供周转使用。这种缩减种类的合理方式，不仅给本厂带来降低成本、提高通用性、简化管理等好处，还给工具、材料等的供应单位带来了简化品种规格的利益。“标准尺寸”正是工厂确定这种常用尺寸的基础，对供需双方起着重要的协调作用。同时，“标准尺寸”具有优先数系标准同样的协调、统一、简化的作用，对于零件主要尺寸的系列化、标准化，安装、连接尺寸的协调、互换也具有重要的作用。

## 1　标准主要内容

### 1.1　适用范围

该标准规定 0.01～20000mm 范围内机械制造业中常用的标准尺寸（直径、长度、高度等）系列，适用于有互换性或系列化要求的主要尺寸（如安装、连接尺寸，有公差要求的配合尺寸，决定产品系列的公称尺寸等）。其他结构尺寸也应尽量采用。

对于由主要尺寸导出的因变量尺寸和工艺上工序间的尺寸，不受该标准限制。

对已有专用标准规定的尺寸，可按专用标准选用。

### 1.2　标准尺寸的结构

尺寸 0.01～20000mm 范围规定的系列见表 1.2-1 所示。表中列出的标准尺寸，是根据 GB 321—80 选用的优先数及其化整值系列。选用优先数化整值系列

制订的标准尺寸系列用 Ra 表示。

**表 1.2-1　标准尺寸**

0.01～0.1mm

| Ra | | |
|---|---|---|
| Ra5 | Ra10 | Ra20 |
| 0.010 | 0.010 | 0.010 |
| | | **0.011** |
| | **0.012** | **0.012** |
| | | 0.014 |
| 0.016 | 0.016 | 0.016 |
| | | 0.018 |
| | 0.020 | 0.020 |
| | | **0.022** |
| 0.025 | 0.025 | 0.025 |
| | | 0.028 |
| | **0.030** | **0.030** |
| | | **0.035** |
| 0.040 | 0.040 | 0.040 |
| | | 0.045 |
| | 0.050 | 0.050 |
| | | **0.055** |
| **0.060** | **0.060** | **0.060** |
| | | **0.070** |
| | 0.080 | 0.080 |
| | | 0.090 |
| 0.100 | 0.100 | 0.100 |

0.1～1.0mm

| R | | Ra | |
|---|---|---|---|
| R10 | R20 | Ra10 | Ra20 |
| 0.100 | 0.100 | 0.10 | 0.10 |
| | 0.112 | | **0.11** |
| 0.125 | 0.125 | **0.12** | **0.12** |
| | 0.140 | | 0.14 |
| 0.160 | 0.160 | 0.16 | 0.16 |
| | 0.180 | | 0.18 |
| 0.200 | 0.200 | 0.20 | 0.20 |
| | 0.224 | | **0.22** |
| 0.250 | 0.250 | 0.25 | 0.25 |
| | 0.280 | | 0.28 |
| 0.315 | 0.315 | **0.30** | **0.30** |
| | 0.355 | | **0.35** |

（续）

0.1～1.0mm

| R | | Ra | |
|---|---|---|---|
| R10 | R20 | Ra10 | Ra20 |
| 0.400 | 0.400 | 0.40 | 0.40 |
| | 0.450 | | 0.45 |
| 0.500 | 0.500 | 0.50 | 0.50 |
| | 0.560 | | **0.55** |
| 0.630 | 0.630 | **0.60** | **0.60** |
| | 0.710 | | **0.70** |
| 0.800 | 0.800 | 0.80 | 0.80 |
| | 0.900 | | 0.90 |
| 1.000 | 1.000 | 1.00 | 1.00 |

1.0～10.0mm

| R | | Ra | |
|---|---|---|---|
| R10 | R20 | Ra10 | Ra20 |
| 1.00 | 1.00 | 1.0 | 1.0 |
| | 1.12 | | **1.1** |
| 1.25 | 1.25 | **1.2** | **1.2** |
| | 1.40 | | 1.4 |
| 1.60 | 1.60 | 1.6 | 1.6 |
| | 1.80 | | 1.8 |
| 2.00 | 2.00 | 2.0 | 2.0 |
| | 2.24 | | **2.2** |
| 2.50 | 2.50 | 2.5 | 2.5 |
| | 2.80 | | 2.8 |
| 3.15 | 3.15 | **3.0** | **3.0** |
| | 3.55 | | **3.5** |
| 4.00 | 4.00 | 4.0 | 4.0 |
| | 4.50 | | 4.5 |
| 5.00 | 5.00 | 5.0 | 5.0 |
| | 5.60 | | **5.5** |
| 6.30 | 6.30 | **6.0** | **6.0** |
| | 7.10 | | **7.0** |
| 8.00 | 8.00 | 8.0 | 8.0 |
| | 9.00 | | 9.0 |
| 10.00 | 10.00 | 10.0 | 10.0 |

10～100mm

| R | | | Ra | | |
|---|---|---|---|---|---|
| R10 | R20 | R40 | Ra10 | Ra20 | Ra40 |
| 10.0 | 10.0 | | 10 | 10 | |
| | 11.2 | | | **11** | |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | **12** | **12** | **12** |
| | | 13.2 | | | **13** |

（续）

10～100mm

| R | | | Ra | | |
|---|---|---|---|---|---|
| R10 | R20 | R40 | Ra10 | Ra20 | Ra40 |
| | 14.0 | 14.0 | | 14 | 14 |
| | | 15.0 | | | 15 |
| 16.0 | 16.0 | 16.0 | 16 | 16 | 16 |
| | | 17.0 | | | 17 |
| | 18.0 | 18.0 | | 18 | 18 |
| | | 19.0 | | | 19 |
| 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20 | 20 | 20 |
| | | 21.2 | | | **21** |
| | 22.4 | 22.4 | | **22** | **22** |
| | | 23.6 | | | **24** |
| 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25 | 25 | 25 |
| | | 26.5 | | | **26** |
| | 28.0 | 28.0 | | 28 | 28 |
| | | 30.0 | | | 30 |
| 31.5 | 31.5 | 31.5 | **32** | **32** | **32** |
| | | 33.5 | | | **34** |
| | 35.5 | 35.5 | | **36** | **36** |
| | | 37.5 | | | **38** |
| 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40 | 40 | 40 |
| | | 42.5 | | | **42** |
| | 45.0 | 45.0 | | 45 | 45 |
| | | 47.5 | | | **48** |
| 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50 | 50 | 50 |
| | | 53.0 | | | 53 |
| | 56.0 | 56.0 | | 56 | 56 |
| | | 60.0 | | | 60 |
| 63.0 | 63.0 | 63.0 | 63 | 63 | 63 |
| | | 67.0 | | | 67 |
| | 71.0 | 71.0 | | 71 | 71 |
| | | 75.0 | | | 75 |
| 80.0 | 80.0 | 80.0 | 80 | 80 | 80 |
| | | 85.0 | | | 85 |
| | 90.0 | 90.0 | | 90 | 90 |
| | | 95.0 | | | 95 |
| 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100 | 100 | 100 |

100～1000mm

| R | | | Ra | | |
|---|---|---|---|---|---|
| R10 | R20 | Ra40 | Ra10 | Ra20 | Ra40 |
| 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | | 106 | | | **105** |
| | 112 | 112 | | **110** | **110** |
| | | 118 | | | **120** |
| 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 |

（续）

100～1000mm

| R | | | Ra | | |
|---|---|---|---|---|---|
| R10 | R20 | R40 | Ra10 | Ra20 | Ra40 |
| | | 132 | | | **130** |
| | 140 | 140 | | 140 | 140 |
| | | 150 | | | 150 |
| 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| | | 170 | | | 170 |
| | 180 | 180 | | 180 | 180 |
| | | 190 | | | 190 |
| 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| | | 212 | | | **210** |
| | 224 | 224 | | **220** | **220** |
| | | 236 | | | **240** |
| 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| | | 265 | | | **260** |
| | 280 | 280 | | 280 | 280 |
| | | 300 | | | 300 |
| 315 | 315 | 315 | **320** | **320** | **320** |
| | | 335 | | | **340** |
| | 355 | 355 | | **360** | **360** |
| | | 375 | | | **380** |
| 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| | | 425 | | | **420** |
| | 450 | 450 | | 450 | 450 |
| | | 475 | | | **480** |
| 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |
| | | 530 | | | 530 |
| | 560 | 560 | | 560 | 560 |
| | | 600 | | | 600 |
| 630 | 630 | 630 | 630 | 630 | 630 |
| | | 670 | | | 670 |
| | 710 | 710 | | 710 | 710 |
| | | 750 | | | 750 |
| 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 |
| | | 850 | | | 850 |
| | 900 | 900 | | 900 | 900 |
| | | 950 | | | 950 |
| 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |

1000～10000mm

| R | | |
|---|---|---|
| R10 | R20 | R40 |
| 1000 | 1000 | 1000 |
| | | 1060 |
| | 1120 | 1120 |
| | | 1180 |

（续）

| 1000～10000mm | | |
|---|---|---|
| R | | |
| R10 | R20 | R40 |
| 1250 | 1250 | 1250 |
| | | 1320 |
| | 1400 | 1400 |
| | | 1500 |
| 1600 | 1600 | 1600 |
| | | 1700 |
| | 1800 | 1800 |
| | | 1900 |
| 2000 | 2000 | 2000 |
| | | 2120 |
| | 2240 | 2240 |
| | | 2360 |
| 2500 | 2500 | 2500 |
| | | 2650 |
| | 2800 | 2800 |
| | | 3000 |
| 3150 | 3150 | 3150 |
| | | 3350 |
| | 3550 | 3550 |
| | | 3750 |
| 4000 | 4000 | 4000 |
| | | 4250 |
| | 4500 | 4500 |
| | | 4750 |
| 5000 | 5000 | 5000 |
| | | 5300 |
| | 5600 | 5600 |
| | | 6000 |
| 6300 | 6300 | 6300 |
| | | 6700 |
| | 7100 | 7100 |
| | | 7500 |
| 8000 | 8000 | 8000 |
| | | 8500 |
| | 9000 | 9000 |
| | | 9500 |
| 10000 | 10000 | 10000 |

| 10000～20000mm | | |
|---|---|---|
| R | | |
| R10 | R20 | R40 |
| 10000 | 10000 | 10000 |
| | | 10600 |
| | 11200 | 11200 |
| | | 11800 |

（续）

| 10000～20000mm | | |
|---|---|---|
| R | | |
| R10 | R20 | R40 |
| 12500 | 12500 | 12500 |
| | | 13200 |
| | 14000 | 14000 |
| | | 15000 |
| 16000 | 16000 | 16000 |
| | | 17000 |
| | 18000 | 18000 |
| | | 19000 |
| 20000 | 20000 | 20000 |

注：Ra 系列中的黑体字，为 R 系列相应各项优先数的化整值。

### 1.3　应用原则

选择系列及单个尺寸时，应首先在优先数系 R 系列中选用标准尺寸。只要能满足使用要求，就应按照 R10、R20、R40 的顺序，优先选用公比较大的基本系列及其单值。如果必须将数值圆整，可在相应的 Ra 系列中选用标准尺寸，其优选顺序为 Ra5、Ra10、Ra20、Ra40。

除表中列出的基本系列外，允许采用某个基本系列导出的派生系列，并允许采用复合系列。

## 2　应用指南

### 2.1　标准的主要适用场合

采用“标准尺寸”使尺寸的选用有了一个正确的规则，防止了尺寸使用的随意性，达到使产品规格大为简化、制造经济，使用装配更换方便的目的。还可以限制所要求的量规、工具、装备等的规格。因此，在零件的各种尺寸中，首先应选择决定产品或零件系列的公称尺寸，需要特定刀、量具的配合尺寸，影响同类产品协调、互换的安装、连接尺寸，影响原材料品种规格的主要外形尺寸等作为选用标准尺寸的主要尺寸，以达到简化、统一、协调、互换的目的。其他一些次要的结构尺寸，就不一定采用标准尺寸，只是在要采用的数值与标准尺寸相接近时，可圆整为相应的标准值。

标准尺寸适用于成品尺寸。确定毛坯尺寸时要加上适当的加工余量，如果数值相差较大，就不一定采用标准尺寸。如果数值接近于标准尺寸，则应尽可能使毛坯尺寸也选用标准尺寸。零件加工时工艺上工序间的尺寸也属同样情况，不受本标准限制，但在可以采用时

还应尽量采用。这种工艺上工序间的尺寸不但是指零件的工艺尺寸，也包括由它所决定的刀具尺寸，如钻头的直径系列分级就很细，其中不少尺寸是工艺尺寸，如攻丝（机攻、手攻）前的钻孔直径、铰孔前的钻孔直径，都因下道工序加工余量的限制，直径尺寸不能轻易圆整，有的就不能采用标准尺寸。因此，不能要求钻头直径系列全部符合标准尺寸。

## 2.2　因变量尺寸

对于由主要尺寸导出的因变量尺寸不受本标准限制，这主要尺寸是指已采用标准尺寸的零件尺寸，以及受专用标准限制，无法采用标准尺寸的零件尺寸，如轴伸直径、轴承、法兰、螺纹直径等。在条件允许的情况下，因变量尺寸也应尽量圆整为标准尺寸。

一个零件中有很多尺寸，其中有些尺寸之间有互相联系的函数关系，对那些受函数关系制约的尺寸（或称因变量尺寸），常常不允许圆整，也就无法采用标准尺寸。例如，三角带轮的主要尺寸（见图1.2-1）有计算直径$D$、外径$D_W$和槽底直径$D_N$。由于计算直径是个与相配件（胶带）有关连的尺寸，就主动轮而言，$D$采用优先数后，只要转速$n$为优先数，就可使胶带速度$v$也为优先数。

$$v=\frac{\pi Dn}{6000}\quad \text{m/s}$$

因此，就被动轮而言，只要计算直径也是优先数，它的转速也就为优先数。显然，计算直径$D$应优先采用标准尺寸，现在$D$推荐采用优先数系R40（63……1600）系列。则带轮的外径$D_W$就是因变量，按下式计算：

$$D_W=D+2C$$

式中　$C$值由三角胶带的截面高度尺寸（GB1171—74）所决定，对不同的截面型号分别为：$C$=3，4，5.3，6.8，9.5，11.8，15。可见，$D_W$就不能再为标准尺寸。槽底直径$D_N$也是个因变量，按下式计算：

$$D_N=D_W-2H$$

式中　$H$值为轮槽高度，对不同的截面型号分别为：$H$=10，12.5，16，21，28.5，34，42。显然，$D_N$也不能圆整为标准尺寸。

又如圆柱蜗杆传动中的蜗杆外径尺寸，主要有蜗杆分度圆直径$d_f$、蜗杆齿顶圆直径$d_e$和蜗杆齿根圆直径$d_i$。在这三个直径中选蜗杆分度圆直径$d_f$为自变量，优先采用标准尺寸。因为它是蜗杆最重要的特征尺寸，取为优先数后可简化蜗杆毛坯的种类和滚刀的规格，在原西德标准DIN3976中选$d_f$为R40系列中的优先数。

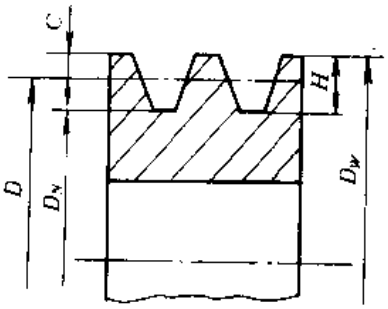



图1.2-1　三角带轮

蜗杆的齿顶圆直径$d_e$和齿根圆直径$d_i$都属因变量，按下式计算：

$$d_e=d_f+2m$$

$$d_i=d_f-2.4m$$

式中　$m$——蜗杆轴向模数。

模数$m$是个重要参数，它直接影响到蜗杆、滚刀和蜗轮的品种规格，DIN3976标准中把它选作自变量，采用R10系列的优先数。显然，$d_e$和$d_i$是不允许圆整的，因而不能使用标准尺寸。齿轮的各种尺寸中也有相类似的关系。

可见，零件的某些主要尺寸如果处于因变量位置，则允许偏离标准尺寸。对于有些标准件也可这样分析，例如滚动轴承的外径，可按因变量尺寸处理。它是轴承内径与厚度尺寸之和，而在同一种轴承内径下，有超轻、特轻、轻、中、重等不同的型号，在很小的范围内要求分这么多级，显然厚度尺寸采用分级较细的等差数列较适宜，故作为主要尺寸的轴承外径允许偏离标准尺寸。有些零件本身从属于其他零件，其主要尺寸全属于因变量尺寸，故该零件的尺寸标准也允许偏离标准尺寸。例如，弹簧档圈是一个取决于轴颈尺寸的从属零件，档圈内径是一个因变量尺寸。

## 2.3　专用标准规定的尺寸

由于长期使用已形成大量的物质基础，很难一下子改变。对已有专用标准规定的尺寸，可仍按专用标准选用，但并不意味着本应采用而又未能采用标准尺寸的专用标准，可以长期不合理地沿用下去。例如，滚动轴承的内径（GB273--64）中有35、55、65、70mm；国标"圆柱形轴伸"（GB1569—79）中也有35、55、65、70mm；铣刀孔径中有27mm等非标准尺寸。这些尺寸在一定时期内只能允许保留，而在以后标准修订时，再根据情况逐步向标准尺寸过渡。

这条规定还包含了另外一种含义，即有些与该标准有矛盾的专用标准是合理的，应当允许存在。例如，

必须采用等差数列的组合尺寸，普遍使用模数制，与标准尺寸的数值有出入。如GB790—65“3～250t 电动桥式起重机跨度系列”中规定的尺寸，因厂房跨度是采用建筑模数的倍数，故取系列 9（3×3），12（3×4），15（3×5），18（3×6），21（3×7），24（3×8），27（3×9），30（3×10），33（3×11），36（3×12）m。故相应的起重机跨度也是等差数列，而不能采用几何数列的标准尺寸（见表 1.2-2）。又如机箱机柜中的组合尺寸，印制电路板的尺寸等都属这类情况。

**表 1.2-2　电动桥式起重机跨度系列**　（m）

| 厂房跨度 | | 9 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 | 27 | 30 | 32 | 36 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 起重机跨度 | 起重量 3～50t | 7.5 | 10.5 | 13.5 | 16.5 | 19.5 | 22.5 | 25.5 | 28.5 | 31.5 | — |
| | | 7 | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | 25 | 28 | 31 | — |
| | 起重量 80～250t | — | — | — | 16 | 19 | 22 | 25 | 28 | 31 | 34 |

### 2.4　R 和 Ra 系列的选用

在为主要尺寸选用合适的标准尺寸时，对决定产品系列的公称尺寸（如铣刀外径，电缆周转线盘的侧板直径等），尤其是影响其他参数的传递尺寸（如带轮的计算直径、蜗杆的节圆直径、滑轮的公称直径、液压缸的直径等），应首先从 R 系列优先数中选用标准尺寸。这样，可使系列规整，利于协调统一，并使相应的其他参数（如胶带的线速度、被动带轮的转速等）也能采用优先数。对需要特定刃、量具的配合尺寸，如要用固定尺寸的刀具（钻头、铰刀等）和量规的轴、孔配合直径，可在 Ra 系列中选用标准尺寸，以便充分利用现有的刃、量具，经济地组织生产。

安装、连接尺寸和主要外形尺寸的选择应优先从 R 系列中选取标准尺寸，以利于互换、统一。当尺寸的精度要求不高，取优先数时（如 3.15）其有效位数所表示的精度，不符合实际精度的要求时，也可从 Ra 系列中选用标准尺寸（如取为 3）。

总之，尺寸的选择不受条件限制可由设计者自由决定时，应优先选用 R 系列标准尺寸。

## 3　国内外线性尺寸标准的比较

### 3.1　各国标准概况

目前，国际上还没有一个统一的线性尺寸国际标准。但是，各国大都有自己的线性尺寸的国家标准，只是名称稍有不同。原苏联、捷克、罗马尼亚、法国等称之为“标准线性尺寸”，英国、原东德、印度等称之为“优先尺寸”。因中文“尺寸”一般就指“线性尺寸”，故我国简称为“标准尺寸”。

线性尺寸标准的制订较早，在优先数标准还未出来时就已经有了。在开始时，往往按照使用习惯，采用以 0、2、5、8 为尾数的简便数值，并采用阶梯式的等差数列，数值小时项差取得小些（如项差为 0.5mm），而数值大时项差取得大些（如项差为 5 和 10mm），以改善相对差变化较大的缺点，使较宽的数值范围内能合理压缩分级的数目。例如，德国在 1922 年制订了 DIN3“标准直径”，日本也在 1924（大正 13）年制订了 JES3“尺寸标准数”（见表 1.2-3），规定为用于工业产品尺寸的标准值。

1935 年国际标准化协会（ISA）公布了 ISA11 号通告，把“优先数”规定作为国际推荐标准。合理简化统一产品使用的数值，是优先数标准和线性尺寸标准的共同目的。而阶梯式的等差数列又可能采用等比数列来代替，这样，不但数列的规律性强，而且可使乘、除、乘方后的数值仍为标准值，扩大了标准的适用范围。

**表 1.2-3　JES3“尺寸标准数”**

（mm）

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 10.5 | 26 | 52 | 105 | | | |
| 0.5 | 5.5 | 11 | | 55 | 110 | 210 | 310 | 410 |
| 0.8 | | 11.5 | 28 | 58 | 115 | | | |
| 1 | 6 | 12 | 30 | 60 | 120 | 220 | 320 | 420 |
| 1.2 | | 12.5 | 32 | 62 | 125 | | | |
| 1.5 | 6.5 | 13 | | 65 | 130 | 230 | 330 | 430 |
| 1.8 | | 13.5 | 34 | 68 | 135 | | | |
| 2 | 7 | 14 | 35 | 70 | 140 | 240 | 340 | 440 |
| 2.2 | | 14.5 | 36 | 72 | 145 | | | |
| 2.5 | 7.5 | 15 | | 75 | 150 | 250 | 350 | 450 |
| 2.8 | | 16 | 38 | 78 | 155 | | | |
| 3 | 8 | 17 | 40 | 80 | 160 | 260 | 360 | 460 |
| 3.2 | | 18 | 42 | 82 | 165 | | | |
| 3.5 | 8.5 | 19 | | 85 | 170 | 270 | 370 | 470 |
| | | 20 | 44 | 88 | 175 | | | |
| 4 | 9 | 21 | 45 | 90 | 180 | 280 | 380 | 480 |
| | | 22 | 46 | 92 | 185 | | | |
| 4.5 | 9.5 | 23 | | 95 | 190 | 290 | 390 | 490 |
| | | 24 | 48 | 98 | 159 | | | |
| 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 |

此后，不少国家都以优先数标准为基础，来制订线性尺寸标准。但是，由于照顾到已经广泛使用的习惯数值，有些值采用了优先数的化整值。为了与优先数系（R 系列）有所区别，对标准线性尺寸采用的系列一般用符合 Ra 表示。例如，1937 年的法国标准 NFE01--001“机械工程中的标准线性尺寸（1～500mm）”（见表

1.2-4)，列出了三个系列：Ra5、Ra10和Ra20系列，同优先数系一样规定了选用的优先顺序：Ra5先于Ra10，Ra10优先于Ra20。

**表1.2-4　法国标准NF　E001—001（1937年）**

| 推荐尺寸 | | | 特殊尺寸 | 推荐尺寸 | | | 特殊尺寸 | 推荐尺寸 | | | 特殊尺寸 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ra5系列 | Ra10系列 | Ra20系列 | | Ra5系列 | Ra10系列 | Ra20系列 | | Ra5系列 | Ra10系列 | Ra20系列 | |
| 1 | 1 | 1 | | 10 | 10 | 10 | | 100 | 100 | 100 | |
| | | 1.1 | | | | 11 | | | | 110 | 105 115 |
| | 1.2 | 1.2 | | | 12 | 12 | | | 125 | 125 | 120 |
| | | 1.4 | | | | 14 | 13 | | | 140 | 130 135 145 |
| 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.5 | 16 | 16 | 16 | 15 | 160 | 160 | 160 | 150 155 165 |
| | | 1.8 | | | | 18 | 17 | | | 180 | 170 175 185 |
| | 2 | 2 | | | 20 | 20 | 19 | | 200 | 200 | 190 195 |
| | | 2.2 | | | | 22 | 21 | | | 220 | 210 230 |
| 2.5 | 2.5 | 2.5 | | 25 | 25 | 25 | 24 23 | 250 | 250 | 250 | 240 |
| | | 2.8 | | | | 28 | 26 | | | 280 | 260 270 290 |
| | 3 | 3 | | | 32 | 32 | 30 | | 315 | 315 | 300 310 320 330 |
| | | 3.5 | | | | 36 | 34 35 | | | 355 | 340 350 360 370 |
| 4 | 4 | 4 | | 40 | 40 | 40 | 38 | 400 | 400 | 400 | 380 390 410 |
| | | 4.5 | | | | 45 | 42 44 46 | | | 450 | 420 430 440 460 470 |
| | 5 | 5 | | | 50 | 50 | 48 | | 500 | 500 | 480 490 |
| | | 5.5 | | | | 56 | 52 55 58 | | | | |
| 6 | 6 | 6 | | 63 | 63 | 63 | 60 62 65 | | | | |
| | | 7 | | | | 70 | 68 72 | | | | |
| | 8 | 8 | | | 80 | 80 | 75 78 82 | | | | |
| | | 9 | | | | 90 | 85 88 92 | | | | |
| 10 | 10 | 10 | | 100 | 100 | 100 | 95 98 | | | | |

注：上面规定的1～500mm标准线性尺寸与NFX01—001“优先数”的不同之处为：

(1)在本表Ra5～Ra20系列中，取消了NFX01—001中的优先数(R20系列的项值)1.12—1.25—2.24—3.15—3.55—5.6—6.3—7.1—11.2—12.5—22.4—31.5—35.5—71—112—224，而代之以化整值：1.1—1.2—3—3.5—5.5—6—7—11—12—22—32—36—70—110—220。

(2) 应尽量避免使用上表栏右边所列的特殊尺寸。

DIN323—39在500mm以内的尺寸与本表相同。

在此基础上，1939年国际标准化协会公布了ISA19号通告“标准直径和其他线性尺寸”，把按优先数及其化整值制订的线性尺寸标准推荐给世界各国。大多数国家都以此为基础制订了自己的国家标准，例如德国按此修订了DIN3—1939“标准直径和其他结构尺寸”，其选用的数值与ISA19号通告一致（参见表1.2-4），对大于500mm的尺寸规定按DIN323“优先数”选用。为了照顾滚动轴承、轴端直径等已在使用的尺寸，表中有特殊尺寸这一栏。

意大利(UNI2017—1942)、原苏联(ГОСТ6636—53)、罗马尼亚(STAS75—49)、印度(IS1136—58)等国也都以ISA通告为基础，在尺寸范围、补充尺寸的数值上略有改动后，编制了自己的国家标准。瑞士(VSM10001—1943)、挪威(NS379—1947)和捷克(ČSN1265—1939)等国把优先数和标准线性尺寸合并成一个标准，两者互相对照，在一个数表中同时列出了优先数和标准线性尺寸，使它们之间的关系更为明显。日本后来在整顿JES标准时，废除了以前的JES3“尺

寸标准数”，而代之以 JISZ8601—1954“优先数”，其中不列化整值，也就是说对线性尺寸也推荐采用 R 系列的优先数。

1966 年国际标准化组织又公布了 ISOR497“优先数系和优先数的化整值系列的选用指南”，对化整值的使用作了更为严格的限制，提出了允许采用的第一化整值系列 R′r 和第二化整值系列 R″r。此后，不少国家都以优先数的化整值系列为基础，修订了线性尺寸标准，把原标准中不符合化整值系列的化整值去掉，改成了化整值系列。也就是说从化整值系列中选用一部分系列作为“标准线性尺寸”的数值，以进一步简化尺寸规格。因此，标准尺寸也可以说是属于优先数标准的一种应用，解决了优先数标准和线性尺寸标准原先属于两个不同数制的矛盾。

原西德在 1974 年修订了 DIN323—74“优先数和优先数系”标准后，宣布 DIN3“标准尺寸”作废，由 DIN323 代替。原苏联标准 ГОСТ6636—69“标准线性尺寸”以优先数的第一化整值系列 R′r 为主作了修订。并以此为基础，编制了经互会标准 RS431—71“标准线性尺寸”，来统一东欧各国的线性尺寸标准。罗马尼亚标准 STAS75—72 和法国标准 NF E01—001—67，都以部分数值采用第二化整值系列，及主要数值采用第一化整值系列这种复合系列的形式修订线性尺寸标准。比利时标准 NBN108—69 却以第二化整值 R″r 系列为主修订。

另外，还有少数国家如英国、瑞典等仍没有按优先数标准制订线性尺寸标准，而在若干尺寸区间内的分级采用以 0、2、5、8 为尾数的数列和以 5 为项差的等差数列（可参阅 BS4318—68 和 SMS8—66）。同最初的日本标准 JES3 有些相似，只是比它增加了选用的优先顺序，分了第一、第二和第三三个选用系列。

## 3.2　各国标准比较

综上所述，各国线性尺寸标准的取值，大致可以分为三类：一类是某些值采用了优先数的化整值，但同 ISO497 的化整值系列有点差别。例如，瑞士、挪威、印度、意大利等国的标准。第二类是在 ISO497 公布后作了修订的标准，线性尺寸从化整值系列中选用一部分数值，是优先数标准的一种应用。由于各国选用的系列不一致，少数数据就有所不同。例如，原苏联、原东德（TGL8250—73）、捷克（ČSN01 0202—78）、匈牙利（MSZ138—66）、波兰（PN—74/M—02041）、罗马尼亚（STAS75—72）、法国（NF E01—001—67）、原西德（DIN323—74）、比利时（NBN108—69）等国的标准。其中原西德是以优先数标准取代了线性尺寸标准，也就是使用了全部化整值系列，数值范围更宽。日本不用化整值，也是这一类的特例。

第三类是不采用等比的优先数系，而按习惯采用以 0、2、5、8 为尾数的数列，和以 5、10 等为项差的等差数列，数值和分档密度都同优先数系不尽一致。例如英国、瑞典等少数国家的标准。

从大多数国家线性尺寸标准的发展趋势来看，是从优先数的化整值系列中选用一部分数值来制订尺寸标准，使“优先数”和“标准尺寸”从两套数制转变为统一的一套数制。也就是走第二类的道路。

在第二类各国标准中，由于各国选用的化整值系列不一致，数值就稍有差别。其中较典型的有两类：一类以原苏联为代表的经互会标准（原东德、原捷克、匈牙利、波兰等国标准已与苏联标准的主要内容完全一致），主要采用第一化整值系列 R′40 和由优先数系 Rr 系列所组成的数列（见表 1.2-5）；另一类以法国标准为代表，主要采用由第二化整值系列 R″20 和第一化整值系列 R′40 所组成的数列（见表 1.2-6）。罗马尼亚标准因其尺寸范围比法国宽，故按法国标准相同的原则作了相应的延伸，其采用的系列为：0.1～12mm R″20 系列；12～10，000mm R′40 系列。

**表 1.2-5　前苏联“标准线性尺寸”采用的系列**

| 尺寸区间（mm） | 标准线性尺寸系列 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Ra5 | Ra10 | Ra20 | Ra40 |
| | 采用的优先数系 | | | |
| 0.01～1000 | R5 | R′10* | R′20** | R′40 |
| 1000～20，000 | R5 | R10 | R20 | R40 |

注：*0.012；0.12；1.2；12mm 例外，它是 R″10 系列的值。

**0.012；0.12；1.2；12mm 例外，它是 R″12 系列的值。

**表 1.2-6　法国“标准线性尺寸”采用的系列**

| 尺寸区间（mm） | 标准线性尺寸系列 | | |
|---|---|---|---|
| | Ra10 | Ra20 | Ra40 |
| | 采用的优先数系 | | |
| 1～12 | R″10* | R″20 | — |
| 12～500 | R′10 | R′20 | R′40 |

注：*不用化整值 1.5，而采用优先数 1.6。

对相同尺寸区间 1～500mm 的数值作一比较，这两类标准的主要区别是在小尺寸段（1～12mm）内，法国用 R″20 系列，而原苏联用 R′20 系列，具体数值差别为法国用化整值 3，3.5，5.5，6，7，而苏联用 3.2，3.6，5.6，6.3，7.1。法国尺寸系列的好处是小尺寸的数值较规整，符合通常的使用习惯，且对过去标准的继承性

较好。但缺点是使线性尺寸的小尺寸段和大尺寸段的数值略有差别，不能用十进的办法得到各十进段的尺寸，不利于记忆。而原苏联在0.01～1000mm范围内，各十进段内尺寸的数值基本一致。这两类在主要尺寸段（12～500mm）内的数值是一致的，在更大的尺寸段（500～20000mm），罗马尼亚采用的是R′40系列，而原苏联采用的是R40优先数系，两者也有一些不同的数值。另外，在尺寸分级的疏密程度上也存在差别，原苏联等经互会国家是无论尺寸大小，全部采用分级较细的Ra40系列。而法国、罗马尼亚、比利时等西欧国家，大都对小尺寸段选用分级较粗的Ra20系列，对大尺寸段才选用分级较细的Ra40系列，以进一步压缩机械制造中使用的刃、量具等的规格。

除了这两类之外，比利时标准和法国标准相比，稍有不同，从100mm起完全采用优先数系Rr系列，并且原封不动地采用了第二化整值R″10系列(见表1.2-7)，使同一尺寸范围内，Ra10系列不再是Ra20系列隔项取值所得，而是具有不同的标准尺寸。例如，Ra20系列中的项值0.16，1.6，16mm，在相应的Ra10系列中却为0.15，1.5和15mm。因此，在1～100mm范围内它同法国标准的差别为：Ra10系列采用化整值1.5，15，30，60，而法国为1.6，16，32，63；Ra20系列采用化整值3.2，3.6，而法国为3，3.5。

值得注意的是，法国、罗马尼亚和比利时等国都在线性尺寸标准中增列了R系列优先数，强调零件尺寸不受现有标准（或外购件）限制时，应优先以R系列优先数作为标准线性尺寸，从中选用数值。只有在必须使用化整的尺寸时，才从Ra系列中选用数值。这种规定有利于在优先数系的基础上统一产品的参数、尺寸。

**表1.2-7　比利时“标准线性尺寸”采用的系列**

| 尺寸区间（mm） | 标准线性尺寸系列 | | |
|---|---|---|---|
| | Ra10 | Ra20 | Ra40 |
| | 采用的优先数系 | | |
| 0.1～12 | R″10 | R″20* | — |
| 12～100 | | R′20 | — |
| 100～1000 | R10 | R20 | R40 |

注：*0.32，3.2和0.36，3.6mm例外，它是R′20系列的值。

## 3.3　国内外标准比较

GB2822尽可能的与国外较多的国家标准相一致，以便于各国间的技术交流和协作。同时，又要适当照顾我国目前使用的现状，使改动的数值尽可能地少，因此，确定采用法国方案，即在12mm以下选用R″10和R″20系列，在12mmm以上选用R′10、R′20和R′40系列，用这种复合系列组成线性尺寸的Ra系列。500mm以上尺寸，采用优先数的基本系列（R10～R40）。采用这种方案有如下几点好处。

(1) 小尺寸的数值规整，符合过去的实际使用情况。并且，能与法国、罗马尼亚等国标准一致，与挪威、瑞士、意大利、比利时等国标准有较多的数值（12mm以下的小尺寸段）能协调统一。

(2) 标准的继承性好，数值改动较少。法国方案和原苏联方案的主要区别是在12mm以下的小尺寸段，12mm以上的大尺寸段是基本一致的。采用这两种方案时对JB176～177～60需作改动的数值进行比较(见表1.2-8)，在一个十进段内采用法国方案，只需改动2个数值，而采用原苏联方案却需改动3个数值。

(3)小尺寸段的分级较疏，有利于尺寸规格的进一步缩减。数值较小时，各级间的尺寸绝对值相差很小，没有必要分级太密，完全可以圆整到相邻的数值上去。一般Ra20系列已能满足需要，不必象原苏联标准那样采用分级很密的Ra40系列。

同时，GB2822还吸收法国、罗马尼亚、比利时等国标准的长处，给出Ra系列的同时还并列了优先数系R系列。这样，有利于在优先数系的基础上统一产品的尺寸参数。

**表1.2-8　两种方案数值改动的比较**

（mm）

| 尺寸区间 | 方案 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | JB176～177—60 | 采用法国方案 | JB176～177—60 | 采用苏联方案 |
| 0.1～12 | 0.32 | 0.30 | 0.55 | 0.56 |
| | 0.36 | 0.35 | 0.60 | 0.63 |
| | 3.2 | 3.0 | 0.70 | 0.71 |
| | 3.6 | 3.5 | 5.5 | 5.6 |
| | | | 6.0 | 6.3 |
| | | | 7.0 | 7.1 |
| 12～500 | 35 | 36 | 同左 | |
| | 52 | 53 | | |
| | 55 | 56 | | |
| | 58 | 60 | | |
| | 60 | 63 | | |
| | 65 | 67 | | |
| | 70 | 71 | | |
| | 115 | 120 | | |
| | 120 | 125 | | |

注：本标准采用法国方案，与旧部标相比需改动的数值见对照值。

# 第 3 章　法定计量单位

法定计量单位是指国家以法令形式强制使用或允许使用的计量单位。

1984 年 2 月 27 日国务院颁布了《国务院关于在我国统一实行法定计量单位的命令》，并发布了《中华人民共和国法定计量单位》和《全面推行我国法定计量单位的意见》。自此之后，全国各行业及时制定了贯彻计划，采取各种措施，积极推行法定计量单位。现在我国已基本按规定要求完成了向法定计量单位的过渡。自 1991 年起，除个别特殊领域外，不允许使用非法定计量单位。

## 1　法定计量单位基本术语

（1）计量单位

用以量度同类量大小的一个标准量称为计量单位。

例如：我们把光在真空中 1/299792458 秒所经过的距离作为量度长度的标准，并称为米。这个标准长度就是长度的计量单位。

（2）法定计量单位

由国家以法令形式规定强制使用或允许使用的计量单位。

从事这种立法的国际协调组织是国际法制计量组织。

（3）市制单位

指我国人民日常生活中沿用的、并在 1959 年 6 月 25 日国务院发布的《关于统一计量制度的命令》中规定的计量单位。

例如：长度的丈、尺、寸；重量的担、斤、两；容量的石、斗、升等。

（4）基本单位

在一个单位制中基本量的主单位称为基本单位。它是构成单位制中其他单位的基础。

而基本量是为确定一个单位制时选定的彼此独立的那些量。在国际单位制中，以长度、质量、时间、电流、热力学温度、物质的量、发光强度这七个量为基本量。

例如：选定了厘米、克、秒作为基本单位，可以构成力学领域的全部单位，也可以选定米、千克、秒作为基本单位来构成力学领域的全部单位。国际单位制的基本单位共有七个，可适应各个科学技术领域的需要。

（5）导出单位

在选定了基本单位之后，按物理量之间的关系，由基本单位以相乘、相除的形式构成的单位称为导出单位。

例如：国际单位制中，速度的单位“米每秒（m/s）”就是由基本单位米除以基本单位秒构成的；密度的单位“千克每立方米（$kg/m^3$）”就是由基本单位千克除以基本单位米的三次方构成的。

为了使用上的方便，对某些导出单位国际上给予了专门名称。

例如：力的单位以基本单位表示则为“千克米每二次方秒（$kg \cdot m/s^2$）”，给予专门的名称牛顿。

这类专门名称共有 19 个，称为具有专门名称的导出单位。

（6）辅助单位

国际上把既可作为基本单位又可作为导出单位的单位，单独作为一类称为辅助单位。在国际单位制中，平面角的单位弧度和立体角的单位球面度就是辅助单位。实用中根据方便，既可以用它的单位名称，也可以用纯数来表示平面角和立体角。

（7）组合形式的单位

可简称为组合单位。

指由两个或两个以上单位用相乘、除的形式组合而成的新的单位。也包括只有一个单位，但分子为 1 的单位。构成组合单位的单位可以是具有专门名称的导出单位和国家选定的非国际单位制单位，也可以是它们的十进倍数或分数单位。

例如：线膨胀系数单位“每摄氏度（$℃^{-1}$）”，电量的单位“千瓦小时（$kW \cdot h$）”，压力单位“牛顿每平方米（$N/m^2$）”等。

（8）主单位

在国家制定的法定计量单位中，尽管一种物理量有大小若干个单位，但有独立定义的只有一个，这个单位称为主单位，而其余的单位则以这个单位为基础给予定义。

例如：1959 年 6 月 25 日国务院命令中规定长度的主单位为米，而厘米、毫米等则按米给予定义。

在国际单位制中，基本单位、辅助单位、有专门名称的导出单位以及直接由以上这些单位构成的组合形式的单位（不能带有非 1 的系数）都是主单位。国际上规定称这些单位为 SI 单位。

例如：体积的 SI 单位是“立方米（$m^3$）”，速度的

SI 单位是“米每秒（m/s）”。

（9）倍数单位和分数单位

这是相对于主单位而言的，在国际单位制中是相对于 SI 单位而言的。

长度的 SI 单位是米，但只有米还满足不了需要，在许多情况下很不方便，还需要有千米（公里）、毫米、微米等。这就是它的倍数和分数单位。

在国际单位制中，十进倍数和分数单位只能由词头加在 SI 单位之前构成。只有质量单位例外，由词头加在克前构成。这样构成的单位也都是国际单位制中的单位，同样，也都是我国的法定计量单位。

（10）单位符号

国际上统一规定了表示单位和词头的符号，我国基本上都以这些符号作为符号。它们都采用拉丁字母的正体。至于用大写字母与小写字母，也有规定。对于单位的符号，凡来源于人名者，第一个字母用大写，其余都小写。

（11）词头

又称前缀、词冠。

在西方语言中，词头是加在另外一个词的前面，与那个词一起构成一个具有另外含义的新词的构词成分。词头都有特定的含义，但本身不是词，不能单独作为词使用。汉语中没有这种成分，只有某些汉字的偏旁部首与其类似。

在国际单位制中，用于构成单位的十进倍数和分数的词头，国际上称为 SI 词头。

（12）单位制

在选定基本单位后，按一定的物理关系可以构成一系列的导出单位。这样，基本单位和导出单位构成一个完整的体系，称为单位制。

单位制随基本单位的选择而不同。

例如：在确定厘米、克、秒为基本单位后，速度单位为厘米每秒（cm/s）；密度单位为克每立方厘米（g/cm$^3$）；力的单位为达因（dyn）；功的单位为尔格（erg）等构成一个体系，称为厘米克秒制。同样以米、千克、秒作为基本单位，可以构成另一套体系，其速度单位为米每秒（m/s）；密度单位为千克/每立方米（kg/m$^3$）；力的单位为牛顿（N）；功的单位为焦耳（J）等，称之为米千克秒制。

（13）国际单位制

指国际计量大会在 1960 年通过的以长度的米、质量的千克、时间的秒、电流的安培、热力学温度的开尔文、物质的量的摩尔、发光强度的坎德拉七个单位为基本单位；以平面角的弧度、立体角的球面度两个单位为辅助单位的一种单位制。

由于它具有这七个基本单位和两个辅助单位，它可以构成不同科学技术领域中所需要的全部单位。它是在米制基础上发展起来的米制的现代化形式。

国际上规定以拉丁字母“SI”作为国际单位制的简称。

（14）米制

原名米突制，我国曾称为公制。

凡是长度以米，重量单位以千克为基础的十进制单位体系都称为米制。属于米制范围的单位制常见的有：厘米克秒制，主要用于物理学；米千克秒制，主要用于其他科学；米千克力秒制和米吨秒制，主要用于工程技术。

（15）米

米等于光在真空中 299792458 分之一秒时间间隔内所经路径的长度。

（16）千克

千克是质量单位，等于国际千克原器的质量。

（17）秒

秒是铯-133 原子基态的两个超精细能级之间跃迁所对应的辐射的 9192631770 个周期的持续时间。

（18）安培

安培是电流的单位，在真空中，截面积可忽略的两根相距 1m 的无限长平行圆直导线内通以等量恒定电流时，若导线间相互作用力在每米长度上为 $2\times10^{-7}$ N，则每根导线中的电流为 1A。

（19）开尔文

热力学温度开尔文是水三相点热力学温度的 1/273.16。

注：①第 13 届 CGPM（1967，决议 3）还决定单位开尔文与符号 K 用于表示温度间隔或温度差。

②除以开尔文表示的热力学温度（符号 $T$）外，也使用按式 $t=T-T_0$ 所定义摄氏温度（符号 $t$），其中 $T_0=273.15$K。单位“摄氏度”等于单位“开尔文”，但表示摄氏度时，“摄氏度”是代替“开尔文”的一个专门名称。温度间隔或摄氏温度可以表示为摄氏度，也可以表示为开尔文。

（20）摩尔

摩尔是一系统的物质的量，该系统中所包含的基本单元数与 0.012kg 碳-12 的原子数目相等。在使用摩尔时，基本单元应予指明，可以是原子、分子、电子及其他粒子，或是这些粒子的特定组合。

（21）坎德拉

坎德拉是一光源在给定方向上的发光强度，该光源发出频率为 $540\times10^{12}$Hz 的单色辐射，且在此方向上的辐射强度为（1/683）W/sr。

(22) 弧度

弧度是一个圆内两条半径间的平面角，这两条半径在圆周上截取的弧长与半径相等。

(23) 球面度

球面度是一个立体角，其顶点位于圆心，而它在球面上所截取的面积等于以球径为边长的正方形面积。

## 2　中华人民共和国法定计量单位

我国的法定计量单位（简称法定单位）包括以下6项：

(1) 国际单位制的基本单位（见表 1.3-1）；

(2) 国际单位制的辅助单位（见表 1.3-2）；

(3)国际单位制中具有专门名称的导出单位(见表 1.3-3)；

(4) 国家选定的非国际单位制单位（见表 1.3-4）；

(5) 由以上单位构成的组合形式的单位；

(6) 由词头和以上单位所构成的十进倍数和分数单位（词头见表 1.3-5）。

**表 1.3-1　国际单位制的基本单位**

| 量的名称 | 单位名称 | 单位符号 |
|---|---|---|
| 长　度 | 米 | m |
| 质　量 | 千克（公斤） | kg |
| 时　间 | 秒 | s |
| 电　流 | 安〔培〕 | A |
| 热力学温度 | 开〔尔文〕 | K |
| 物质的量 | 摩〔尔〕 | mol |
| 发光强度 | 坎〔德拉〕 | cd |

注：〔 〕内的字，是在不致混淆的情况下，可省略的字；（ ）内的字为前者的同义语。

**表 1.3-2　国际单位制的辅助单位**

| 量的名称 | 单位名称 | 单位符号 |
|---|---|---|
| 平面角 | 弧　度 | rad |
| 立体角 | 球面度 | sr |

**表 1.3-3　国际单位制中具有专门名称的导出单位**

| 量的名称 | 单位名称 | 单位符号 | 其他表示式例 |
|---|---|---|---|
| 频　率 | 赫〔兹〕 | Hz | $s^{-1}$ |
| 力；重力 | 牛〔顿〕 | N | $kg \cdot m/s^2$ |
| 压力，压强；应力 | 帕〔斯卡〕 | Pa | $N/m^2$ |
| 能〔量〕；功；热量 | 焦〔耳〕 | J | $N \cdot m$ |
| 功率；辐〔射能〕通量 | 瓦〔特〕 | W | J/s |
| 电荷量 | 库〔仑〕 | C | $A \cdot s$ |

(续)

| 量的名称 | 单位名称 | 单位符号 | 其他表示式例 |
|---|---|---|---|
| 电压；电动势；电位（电势） | 伏〔特〕 | V | W/A |
| 电　容 | 法〔拉〕 | F | C/V |
| 电　阻 | 欧〔姆〕 | Ω | V/A |
| 电　导 | 西〔门子〕 | S | A/V |
| 磁通〔量〕 | 韦〔伯〕 | Wb | $V \cdot s$ |
| 磁通〔量〕密度，磁感应强度 | 特〔斯拉〕 | T | $Wb/m^2$ |
| 电　感 | 亨〔利〕 | H | Wb/A |
| 摄氏温度 | 摄氏度 | ℃ | |
| 光通量 | 流〔明〕 | lm | $cd \cdot sr$ |
| 〔光〕照度 | 勒〔克斯〕 | lx | $lm/m^2$ |
| 〔放射性〕活度 | 贝可〔勒尔〕 | Bq | $s^{-1}$ |
| 吸收剂量 | 戈〔瑞〕 | Gy | J/kg |
| 剂量当量 | 希〔沃特〕 | Sv | J/kg |

注：〔 〕见表 1.3-1 的注。

**表 1.3-4　国家选定的非国际单位制单位**

| 量的名称 | 单位名称 | 单位符号 | 换算关系和说明 |
|---|---|---|---|
| 时间 | 分 | min | 1min＝60s |
| | 〔小〕时 | h | 1h＝60 min＝3 600s |
| | （日）（天） | d | 1d＝24 h＝86 400s |
| 〔平面〕角 | 〔角〕秒 | ″ | 1″＝（π/648 000）rad（π为圆周率） |
| | 〔角〕分 | ′ | 1′＝60″＝（π/10 800）rad |
| | 度 | ° | 1°＝60′＝（π/180）rad |
| 旋转速度 | 转每分 | r/min | 1r/min＝（1/60）$s^{-1}$ |
| 长度 | 海　里 | n mile | 1n mile＝1852 m（只用于航程） |
| 速度 | 节 | kn | 1kn＝1n mile/h＝（1 852/3 600）m/s（只用于航行） |
| 质量 | 吨 | t | $1t=10^3$ kg |
| | 原子质量单位 | u | $1u \approx 1.660\ 565\ 5 \times 10^{-27}$kg |
| 体积 | 升 | L，(l) | $1L=1dm^3=10^{-3}m^3$ |
| 能 | 电子伏 | eV | $1eV \approx 1.602\ 1892 \times 10^{-19}$J |
| 级差 | 分　贝 | dB | |

（续）

| 量的名称 | 单位名称 | 单位符号 | 换算关系和说明 |
|---|---|---|---|
| 线密度 | 特〔克斯〕 | tex | 1tex=1g/km |
| 面积 | 公　顷 | $hm^2$ | $1hm^2=10000m^2$ |

注：1. 周、月、年（年的符号为a）为一般常用时间单位。
2.〔　〕内的字，是在不致混淆的情况下，可以省略的字。
3. 角度单位度、分、秒的符号不处于数字后时，用括弧。
4. 升的符号中，小写字母l为备用符号。
5. r为“转”的符号。
6. 人民生活和贸易中，质量习惯称为重量。
7. 公顷的国际通用符号为ha。

**表1.3-5　用于构成十进倍数和分数单位的词头**

| 所表示的因数 | 词头名称 | 词头符号 |
|---|---|---|
| $10^{24}$ | 尧〔它〕 | Y |
| $10^{21}$ | 泽〔它〕 | Z |
| $10^{18}$ | 艾〔可萨〕 | E |
| $10^{15}$ | 拍〔它〕 | P |
| $10^{12}$ | 太〔拉〕 | T |
| $10^{9}$ | 吉〔咖〕 | G |
| $10^{6}$ | 兆 | M |
| $10^{3}$ | 千 | k |
| $10^{2}$ | 百 | h |
| $10^{1}$ | 十 | da |
| $10^{-1}$ | 分 | d |
| $10^{-2}$ | 厘 | c |
| $10^{-3}$ | 毫 | m |
| $10^{-6}$ | 微 | μ |
| $10^{-9}$ | 纳〔诺〕 | n |
| $10^{-12}$ | 皮〔可〕 | p |
| $10^{-15}$ | 飞〔母托〕 | f |
| $10^{-18}$ | 阿〔托〕 | a |
| $10^{-21}$ | 仄〔普托〕 | z |
| $10^{-24}$ | 幺〔科托〕 | y |

注：$10^4$称为万，$10^8$称为亿，$10^{12}$称为万亿，这类数词的使用不受词头名称的影响，但不应与词头混淆。

## 3　中华人民共和国法定计量单位使用方法

### 3.1　总则

（1）中华人民共和国法定计量单位（简称法定单位）是以国际单位制单位为基础，同时选用了一些非国际单位制的单位构成的。

（2）国际单位制是在米制基础上发展起来的单位制。其国际简称为SI。国际单位制包括SI单位、SI词头和SI单位的十进倍数与分数单位三部分。

按国际上的规定，国际单位制的基本单位、辅助单位、具有专门名称的导出单位以及直接由以上单位构成的组合形式的单位（系数为1）都称之为SI单位。它们有主单位的含义，并构成一贯单位制。

（3）国际上规定的表示倍数和分数单位的16个词头，称为SI词头。它们用于构成SI单位的十进倍数和分数单位，但不得单独使用。质量的十进倍数和分数单位由SI词头加在“克”前构成。

（4）法定单位符号（简称符号），系指国务院1984年2月27日命令中规定的符号，适用于我国各民族文字。

（5）把法定单位名称中方括号里的字省略即成为其简称。没有方括号的名称为全称，全称与简称相同。简称可在不致引起混淆的场合下使用。

### 3.2　法定单位的名称

（1）组合单位的中文名称与其符号表示的顺序一致，符号中的乘号没有对应的名称，除号的对应名称为“每”字，无论分母中有几个单位，“每”字只出现一次。

例如：比热容单位的符号是J/（kg·K），其单位名称是“焦耳每千克开尔文”而不是“每千克开尔文焦耳”或“焦耳每千克每开尔文”。

（2）乘方形式的单位名称，其顺序应是指数名称在前，单位名称在后。相应的指数名称由数字加“次方”二字而成。

例如：断面惯性矩的单位$m^4$的名称为“四次方米”。

（3）如果长度的2次和3次幂是表示面积和体积，则相应的指数名称为“平方”和“立方”，并置于长度单位之前，否则应称为“二次方”和“三次方”。

例如：体积单位$dm^3$的名称是“立方分米”，而断面系数单位$m^3$的名称是“三次方米”。

（4）书写单位名称时不加任何表示乘或除的符号或其他符号。

例如：电阻率单位Ω·m的名称为“欧姆米”而不是“欧姆·米”、“欧姆—米”、“〔欧姆〕〔米〕”等。

例如：密度单位$kg/m^3$的名称为“千克每立方米”而不是“千克/立方米”。

### 3.3　法定单位和词头的符号

（1）在初中、小学课本和普通书刊中有必要时，可将单位的简称（包括带有词头的单位简称）作为符号使

用，这样的符号称为“中文符号”。

(2)法定单位和词头的符号，不论拉丁字母或希腊字母，一律用正体，不附省略点，且无复数形式。

(3)单位符号的字母一般用小写体，若单位名称来源于人名，则其符号的第一个字母用大写体。

例如：时间单位“秒”的符号是 s。

例如：压力、压强的单位“帕斯卡”的符号是 Pa。

(4) 词头符号的字母当其所表示的因数小于 $10^6$ 时，一律用小写体，大于或等于 $10^6$ 时用大写体。

(5)由两个以上单位相乘构成的组合单位，其符号有下列两种形式：

$$N \cdot m \qquad Nm$$

若组合单位符号中某单位的符号同时又是某词头的符号，并有可能发生混淆时，则应尽量将它置于右侧。

例如：力矩单位“牛顿米”的符号应写成 Nm，而不宜写成 mN，以免误解为“毫牛顿”。

(6)由两个以上单位相乘所构成的组合单位，其中文符号只用一种形式，即用居中圆点代表乘号。

例如：动力粘度单位“帕斯卡秒”的中文符号是“帕·秒”而不是“帕秒”、“〔帕〕〔秒〕”、“帕·〔秒〕”、“帕—秒”、“(帕)(秒)”、“帕斯卡·秒”等。

(7)由两个以上单位相除所构成的组合单位，其符号可用下列三种形式之一：

$$kg/m^3 \qquad kg \cdot m^{-3} \qquad kgm^{-3}$$

当可能发生误解时，应尽量用居中圆点或斜线(/)的形式。

例如：速度单位“米每秒”的符号用 $m \cdot s^{-1}$ 或 m/s，而不宜用 $ms^{-1}$，以免误解为“每毫秒”。

(8)由两个以上单位相除所构成的组合单位，其中文符号可采用以下两种形式之一：

千克/米$^3$　　千克·米$^{-3}$

(9)在进行运算时，组合单位中的除号可用水平横线表示。

例如：速度单位可以写成 $\frac{m}{s}$ 或 $\frac{米}{秒}$。

(10)分子无量纲而分母有量纲的组合单位即分子为 1 的组合单位的符号，一般不用分式而用负数幂的形式。

例如：波数单位的符号是 $m^{-1}$，一般不用 1/m。

(11) 在用斜线表示相除时，单位符号的分子和分母都与斜线处于同一行内。当分母中包含两个以上单位符号时，整个分母一般应加圆括号。在一个组合单位的符号中，除加括号避免混淆外，斜线不得多于一条。

例如：热导率单位的符号是 W/(K·m)，而不是 W/(K·m)或 W/K/m。

(12) 词头的符号和单位的符号之间不得有间隙，也不加表示相乘的任何符号。

(13) 单位和词头的符号应按其名称或者简称读音，而不得按字母读音。

(14) 摄氏温度的单位“摄氏度”的符号℃，可作为中文符号使用，可与其他中文符号构成组合形式的单位。

(15) 非物理量的单位，(如：件、台、人、圆等)可用汉字与符号构成组合形式的单位。

## 3.4　法定单位和词头的使用规则

(1)单位与词头的名称，一般只宜在叙述性文字中使用。单位和词头的符号，在公式、数据表、曲线图、刻度盘和产品铭牌等需要简单明了表示的地方使用，也可用于叙述性文字中。

应优先采用符号

(2)单位的名称或符号必须作为一个整体使用，不得拆开。

例如：摄氏温度单位“摄氏度”表示的量值应写成并读成“20 摄氏度”，不得写成并读成“摄氏 20 度”。

例如：30km/h 应读成“三十千米每小时”。

(3) 选用 SI 单位的倍数单位或分数单位，一般应使量的数值处于 0.1～1000 范围内。

例如：$1.2\times10^4$N 可以写成 12kN。

0.003 94m 可以写成 3.94mm。

11 401Pa 写以写成 11.401kPa。

$3.1\times10^{-8}$s 可以写成 31ns。

某些场合习惯使用的单位可以不受上述限制。

例如：大部分机械制图使用的长度单位可以用“mm (毫米)”；导线截面积使用的面积单位可以用“$mm^2$ (平方毫米)”。

在同一个量的数值表中或叙述同一个量的文章中，为对照方便而使用相同的单位时，数值不受限制。

词头 h、da、d、c (百、十、分、厘)，一般用于某些长度、面积和体积的单位中，但根据习惯和方便也可用于其他场合。

(4) 有些非法定单位，可以按习惯用 SI 词头构成倍数单位或分数单位。

例如：mCi、mGal、mR 等。

法定单位中的摄氏度以及非十进制的单位，如平面角单位“度”、“〔角〕分”、“〔角〕秒”与时间单位“分”、“时”、“日”等，不得用 SI 词头构成倍数单位或分数单位。

(5) 不得使用重迭的词头。

例如：应该用 nm，不应该用 mμm；应该用 am，不应该用 μμμm，也不应该用 nnm。

(6) 亿 ($10^8$)、万 ($10^4$) 等是我国习惯用的数词，仍可使用，但不是词头。习惯使用的统计单位，如万公里可记为“万 km”或“$10^4$km”；万吨公里可记为“万 t·km”或“$10^4$t·km”。

(7) 只是通过相乘构成的组合单位在加词头时，词头通常加在组合单位中的第一个单位之前。

例如：力矩的单位 kN·m，不宜写成 N·km。

(8) 只通过相除构成的组合单位或通过乘和除构成的组合单位在加词头时，词头一般应加在分子中的第一个单位之前，分母中一般不用词头。但质量的 SI 单位 kg，这里不作为有词头的单位对待。

例如：摩尔内能单位 kJ/mol 不宜写成 J/mmol。

例如：质量能单位可以是 J/kg。

(9) 当组合单位分母是长度、面积和体积单位时，按习惯与方便，分母中可以选用词头构成倍数单位或分数单位。

例如：密度的单位可以选用 g/cm³。

(10) 一般不在组合单位的分子分母中同时采用词头，但质量单位 kg 这里不作为有词头对待。

例如：电场强度的单位不宜用 kV/mm，而用 MV/m；质量摩尔浓度可以用 mmol/kg。

(11) 倍数单位和分数单位的指数，指包括词头在内的单位的幂。

例如：$1cm^2=1\ (10^{-2}m)^2=1\times10^{-4}m^2$，

而 $1cm^2\neq10^{-2}m^2$。$1\mu s^{-1}=1\ (10^{-6}s)^{-1}=10^6s$。

(12) 在计算中，建议所有量值都采用 SI 单位表示，词头应以相应的 10 的幂代替 (kg 本身是 SI 单位，故不应换成 $10^3$g)。

(13) 将 SI 词头的部分中文名称置于单位名称的简称之前构成中文符号时，应注意避免与中文数词混淆，必要时应使用圆括号。

例如：旋转频率的量值不得写为 3 千秒$^{-1}$。

如表示“三每千秒”，则应写为“3 (千秒)$^{-1}$”(此处“千”为词头)；

如表示“三千每秒”，则应写为“3 千 (秒)$^{-1}$”(此处“千”为数词)。

例如：体积的量值不得写为“2 千米³”。

如表示“二立方千米”，则应写为“2 (千米)³”(此处“千”为词头)；

如表示“二千立方米”，则应写为“2 千 (米)³”(此处“千”为数词)。

## 4 机械工业中常用物理量及其单位

关于计量单位符号，国际计量大会有统一的规定。我国原则上采用了这些符号，称为国际符号。符号有两种形式，一是用字母符号，包括拉丁字母和希腊字母，例如表示长度米的符号为 m；另一种是附于数字右上角的符号，例如表示平面角的 (°)、(′)、(″) 等。

有关量和单位及符号我国目前已制定了一系列国家标准，这一系列国家标准是：

GB 3100—93 国际单位制及其应用

GB 3101—93 有关量、单位和符号的一般原则

GB 3102.1—93 空间和时间的量和单位

GB 3102.2—93 周期及其有关现象的量和单位

GB 3102.3—93 力学的量和单位

GB 3102.4—93 热学的量和单位

GB 3102.5—93 电学和磁学的量和单位

GB 3102.6—93 光及有关电磁辐射的量和单位

GB 3102.7—93 声学的量和单位

GB 3102.8—93 物理化学和分子物理学的量和单位

GB 3102.9—93 原子物理学和核物理学的量和单位

GB 3102.10—93 核反应和电离辐射的量和单位

GB 3102.11—93 物理科学和技术中使用的数学符号

GB 3102.12—93 无量纲参数

GB 3102.13—93 固体物理学的量和单位

以下所列机械工业常用物理量的法定计量单位 (表 1.3-6～表 1.3-12) 系根据 GB3102—93 有关的分册编写的。单位名称一栏中，给出 SI 单位，至于属于法定计量单位而又不是国际单位制的单位，则在 SI 单位下以虚线隔开列出。不属于法定计量单位的其他极常见单位以及非国际单位制单位的法定计量单位换算系数，列入最后一栏备注中。在 ISO31 中指明可用于某些专门领域的非国际单位制单位，在备注栏用星号“*”标出。

### 4.1 空间、时间和周期 (表 1.3-6)

**表 1.3-6　空间、时间和周期的量和单位**

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符　号 | 备　注 |
|---|---|---|---|---|
| 〔平面〕角 | $\alpha, \beta, \gamma, \theta, \varphi$ | 弧度 | rad | 不得用“弪” |
| | | 度 | (°) | 1°=0.017 453 3 rad |
| | | 〔角〕分 | (′) | 优先使用小数，如 15.27° |
| | | 〔角〕秒 | (″) | 不在数字后的符号使用圆括号 |
| | | | | $1gon=1^g=\frac{\pi}{200}rad$ |
| 立体角 | $\Omega$ | 球面度 | sr | 不得用“立弪” |
| 长度 | $l, L$ | 米 | m | |
| 宽度 | $b$ | | | |
| 高度 | $h$ | 海里 | n mile | 1n mile=185 2m |
| 厚度 | $d, \delta$ | | | 埃　Å=$10^{-10}$m |
| 半径 | $r, R$ | | | 天文单位距离　A=1.495 978 70×$10^{11}$m |
| 直径 | $d, D$ | | | 秒差距　pc=206 265 A=3.0857×$10^{16}$m |
| 程长 | $s$ | | | 英寸　in=0.025 4m |
| 距离 | $d, r$ | | | 英尺　ft=0.304 8m |
| 笛卡尔坐标 | $x, y, z$ | | | 码　yd=0.914 4m |
| 曲率半径 | $\rho$ | | | 英里　mile=1 609.344m |
| 曲率 | $\kappa$ | | $m^{-1}$ | |
| 面积 | $A, (S)$ | 平方米 | $m^2$ | 公亩　$a=10^2m^2$ |
| | | | | 公顷　$ha=10^4m^2$ |
| | | | | 平方英寸 $in^2=6.451\ 6\times10^{-4}m^2$ |
| | | | | 平方英尺 $ft^2=0.092\ 903\ 0m^2$ |
| | | | | 平方码　$yd^2=0.836\ 127m^2$ |
| | | | | 英亩　acre=4 046.86 $m^2$ |
| | | | | 平方英里 $mile^2=2.589\ 99\times10^6\ m^2$ |
| | | | | 靶恩　$b=10^{-28}m^2$ |
| 体积 | $V$ | 立方米 | $m^3$ | 立方厘米的符号用 $cm^3$ 不用 cc |
| | | 升 | L, (l) | 1L=1$dm^3$ 高精度时不用升，用 $dm^3$ |
| | | | | 立方英寸 $in^3=1.638\ 71\times10^{-5}m^3$ |
| | | | | 立方英尺 $ft^3=0.028\ 3168m^3$ |
| | | | | 立方码　$yd^3=0.764\ 555m^3$ |
| | | | | 英加仑　$UKgal=4.546\ 09\times10^{-3}m^3$ |
| | | | | 美加仑　$USgal=3.785\ 41\times10^{-3}m^3$ |
| | | | | 英液盎司 UKfl oz=28.413 1mL |
| | | | | 美液盎司 USfl oz=29.573 5mL |
| 时间，时间间隔，持续时间 | $t$ | 秒 | s | |
| | | 分 | min | 1min=60s |
| | | 〔小〕时 | h | 1h=60min=3 600s |
| | | (日)(天) | d | 1d=24h=86 400s |
| | | | | 年 (a)，月，周是常用时间单位 |
| 角速度 | $\omega$ | 弧度每秒 | rad/s | |
| | | 度每秒 | (°)/s | 1 (°)/s=0.017 453 3rad/s |
| | | 度每分 | (°)/min | 1 (°)/min=$2.908\ 88\times10^{-4}$ rad/s |

（续）

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符　号 | 备　注 |
|---|---|---|---|---|
| 角加速度 | $a$ | 弧度每二次方秒 | $rad/s^2$ | |
| 速　度 | $v$ | 米每秒 | m/s | |
| | $c$ | ---------- | ---------- | ---------- |
| | $u$，$v$，$w$ | 千米每小时 | km/h | 1km/h＝0.277 778 m/s |
| | | 节 | kn | 1kn＝0.514 444 m/s |
| | | | | 英尺每秒 ft/s＝0.304 8m/s |
| | | | | 英里每小时 mile/h ＝0.447 04 m/s |
| | | | | ＝1.609 344km/h |
| 加速度<br>重力加速度，自由落体加速度 | $a$<br>$g$ | 米每二次方秒 | $m/s^2$ | 伽　Gal ＝1cm/$s^2$<br>＝$10^{-2}$m/$s^2$<br>标准重力加速度 $g_n$＝9.806 65m/$s^2$<br>英尺每二次方秒 ft/$s^2$＝0.304 8m/$s^2$ |
| 周　期 | $T$ | 秒 | s | |
| 时间常数 | $\tau$ | 秒 | s | |
| 频　率<br>旋转频率 | $f$，$\nu$<br>$n$ | 赫〔兹〕<br>每秒<br>负一次方秒 | Hz<br>$s^{-1}$ | 1Hz＝1$s^{-1}$ |
| | | ---------- | ---------- | ---------- |
| | | 转每分 | r/min | 1r/min＝$\frac{1}{60}$r/s |
| | | 转每秒 | r/s | 1r/s＝2πrad/s |
| | | 转每小时 | r/h | 1r/h＝$\frac{1}{3600}$r/s |
| | | 每分 | $min^{-1}$ | |
| 角频率 | $\omega$ | 弧度每秒<br>负一次方秒 | rad/s<br>$s^{-1}$ | |
| 波　长 | $\lambda$ | 米 | m | 埃＝1Å＝0.1nm＝$10^{-10}$m |
| 波数<br>角波数 | $\sigma$<br>$k$ | 负一次方米<br>弧度每米 | $m^{-1}$<br>rad/m | |
| 相速度<br>群速度 | $c$，$v$<br>$c_\varphi$，$v_\varphi$<br>$c_g$，$v_g$ | 米每秒 | m/s | |
| 场〔量〕级 | $L_F$ | 分贝<br>奈培 | dB<br>Np | 1dB 是当 $20\lg(F/F)=1$ 时的场量级<br>1Np 是当 $\ln(F/F)=1$ 时的场量级<br>1dB≙0.115 129 Np<br>1Np≙8.685 89 dB<br>1dB＝$\frac{\ln 10}{20}$Np（准确值） |
| 功率〔量〕级 | $L_P$ | 分贝<br>奈培 | dB<br>Np | 1dB 是当 $10\lg(P/P)=1$ 时的功率量级<br>1Np 是当 $\frac{1}{2}\ln(P/P)=1$ 时的功率量级<br>1dB≙0.115 129 Np<br>1Np≙8.685 89 dB<br>1dB＝$\frac{\ln 10}{20}$Np（准确值） |
| 阻尼系数 | $\delta$ | 负一次方秒<br>奈培每秒<br>分贝每秒 | $s^{-1}$<br>Np/s<br>dB/s | 1Np/s＝8.685 89dB/s |

（续）

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符 号 | 备 注 |
|---|---|---|---|---|
| 对数减缩率 | $\Lambda$ | 分贝<br>奈培 | dB<br>Np | 奈培 Np≙8.685 89dB |
| 衰减系数<br>相位系数<br>传播系数 | $\alpha$<br>$\beta$<br>$\gamma$ | 每米 | $m^{-1}$ | |

4.2 力学（表 1.3-7）

**表 1.3-7 力学的量和单位**

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符 号 | 备 注 |
|---|---|---|---|---|
| 质量 | $m$ | 千克<br>（公斤） | kg | 人民生活和贸易中，质量习惯称为重量。 |
| | | 吨 | t | $1t=10^3kg$<br>克拉 $=0.2g=2\times10^{-4}kg$<br>磅 $1lb=0.453\ 592\ 37kg$<br>斯勒格 $=14.593\ 9kg$<br>盎司 $1oz=28.349\ 5g$<br>英吨 $ton=1\ 016.05kg$<br>短吨 $sh\ ton=0.907\ 185kg$ |
| 体积质量<br>〔质量〕密度 | $\rho$ | 千克每<br>立方米 | $kg/m^3$ | |
| | | 吨每立方米<br>千克每升 | $t/m^3$<br>kg/L | $1t/m^3=10^3\ kg/m^3$<br>$1kg/L=10^3\ kg/m^3$ |
| 相对体积<br>质量<br>相对〔质量〕<br>密度 | $d$ | | 1 | 避免使用“比重” |
| 质量体积<br>比体积 | $v$ | 立方米<br>每千克 | $m^3/kg$ | |
| | | 升每千克<br>立方米每吨 | L/kg<br>$m^3/t$ | $1L/kg=10^{-3}m^3/kg$<br>$1m^3/t=10^{-3}m^3/kg$<br>立方英尺每磅 $1ft^3/1b=0.062\ 428m^3/kg$ |
| 线质量<br>线密度 | $\rho_l$ | 千克每米 | kg/m | |
| | | 特〔克斯〕 | tex | $1tex=10^{-6}kg/m$<br>旦尼尔 $=1g/9km=0.111\times10^{-6}kg/m$<br>磅每码 $=1lb/yd=0.496\ 055kg/m$<br>磅每英里 $=1lb/mile=2.818\ 49\times10^{-4}kg/m$ |
| 面质量<br>面密度 | $\rho_A$，$(\rho_s)$ | 千克每<br>平方米 | $kg/m^2$ | 磅每千平方英尺 $=1lb/100\ 0ft^2$<br>$=4.882\ 43\times10^{-3}kg/m^2$<br>盎司每平方码 $=1oz/yd^2$<br>$=3.390\ 57\times10^{-2}kg/m^2$ |

（续）

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符　号 | 备　注 |
|---|---|---|---|---|
| 动量 | $p$ | 千克米每秒 | kg·m/s | 磅英尺每秒≈1lb·ft/s<br>=0.138 255kg·m/s |
| 冲量 | $I$ | 牛〔顿〕秒 | N·s | |
| 动量矩，角动量 | $L$ | 千克二次方米每秒 | kg·m²/s | 磅二次方英尺每秒=1lb·ft²/s<br>=0.042 140 1kg·m²/s |
| 转动惯量（惯性矩） | $J$ $(I)$ | 千克二次方米 | kg·m² | 磅二次方英尺≈1 lb·ft²<br>=0.042 140 1kg·m²<br>磅二次方英寸≈1 lb·in²<br>=2.926 40×10⁻⁴kg·m²<br>盎司二次方英寸=1 oz·in²<br>=1.829 00×10⁻⁵kg·m² |
| 力<br>重力 | $F$<br>$W$，$(P, G)$ | 牛〔顿〕 | N | 达因=1dyn=10⁻⁵N<br>千克力=1kgf=9.806 65N<br>磅　达=1pdl=0.138 255 N<br>磅　力=1lbf=4.448 22N<br>英吨力=1tonf=9 964.02N 重力不得称为重量 |
| 引力常量 | G，$(f)$ | 牛〔顿〕二次方米每二次方千克 | N·m²/kg² | 或表达为 m³·kg⁻¹·s⁻² |
| 力矩<br>力偶矩<br><br><br>转矩 | $M$<br>$M$<br><br><br>$M$，$T$ | 牛〔顿〕米 | N·m | 千克力米=1kgf·m=9.806 65N·m<br>磅达英尺=1pdl·ft=0.042 140 1N·m<br>磅力英尺=1lbf·ft=1.355 82N·m<br>英吨力英尺=1tonf·ft=3 037.03N·m<br>盎司力英寸=1ozf·in=7.061 55×10⁻³N·m |
| 角冲量 | $H$ | 牛〔顿〕米秒 | N·m·s | |
| 压力，压强<br><br>正应力<br><br>切应力 | $p$<br><br>$\sigma$<br><br>$\tau$ | 帕〔斯卡〕或用牛〔顿〕每平方米 | Pa<br>或用<br>N/m² | 标准大气压≈1atm≈101 325Pa<br>巴=1bar=10⁵Pa<br>千克力每平方厘米=1kgf/cm²<br>=0.098 066 5MPa<br>磅力每平方英寸=1lbf/in²<br>=6 894.76 Pa<br>托≈1 Torr=133.322Pa |
| 线应变，（相对变形）<br>切应变<br>体应变 | $e$，$\varepsilon$<br>$\gamma$<br>$\theta$ | — | 1 | |
| 泊松比<br>松柏数 | $\mu$，$\nu$ | — | 1 | |
| 弹性模量<br>切变模量，刚性模量<br>体积模量，压缩模量 | $E$<br>$G$<br><br>$K$ | 帕〔斯卡〕或用牛〔顿〕每平方米 | Pa<br>或<br>N/m² | 千克力每平方厘米=1kgf/cm²<br>=0.098 066 5MPa<br>=980 665 N/m²<br>磅力每平方英寸=1 lbf/in²<br>=6 894.76N/m² |

（续）

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符　号 | 备　注 |
|---|---|---|---|---|
| 〔体积〕压缩率 | $\kappa$ | 每帕〔斯卡〕或平方米每牛〔顿〕 | Pa$^{-1}$ 或 $m^2/N$ | |
| 截面二次矩（惯性矩）<br>截面二次轴矩<br>截面二次极矩（极惯性矩） | $I_a$ $(I)$<br><br>$I_p$ | 四次方米 | $m^4$ | 四次方英尺$=1ft^4$<br>$=0.863\,097\times10^{-2}m^4$<br>四次方英寸$=1in^4$<br>$=41.623\,1\times10^{-8}m^4$ |
| 截面系数 | $W$，$Z$ | 三次方米 | $m^3$ | 三次方英尺$=1ft^3$<br>$=0.028\,316\,8m^3$<br>三次方英寸$=1in^3$<br>$=1.638\,71\times10^{-5}m^3$ |
| 动摩擦因数<br>静摩擦因数 | $\mu$，$(f)$<br>$\mu_s$，$(f_s)$ | — | 1 | |
| 〔动力〕粘度 | $\eta$，$(\mu)$ | 帕〔斯卡〕秒 | Pa·s | 泊$=1P=10^{-1}Pa\cdot s$<br>厘泊$=1cP=1mPa\cdot s$<br>磅力秒每平方英尺$=1lbf\cdot s/ft^2$<br>$=47.880\,3Pa\cdot s$<br>磅达秒每平方英尺$=1pdl\cdot s/ft^2$<br>$=1.488\,16Pa\cdot s$<br>不得使用泊肃叶（Pl）作为 Pa·s 的专门名称 |
| 运动粘度 | $\nu$ | 二次方米每秒 | $m^2/s$ | 厘斯托克斯$=1cSt=1mm^2/s$<br>二次方英寸每秒$=1in^2/s=6.451\,6mm^2/s$<br>二次方英尺每秒$=1ft^2/s$<br>$=9.290\,30\times10^{-2}m^2/s$ |
| 表面张力 | $\gamma$，$\sigma$ | 牛〔顿〕每米或用焦〔耳〕每平方米 | N/m 或 $J/m^2$ | |
| 功<br>能〔量〕<br>势能，位能<br>动能 | $W$，$(A)$<br>$E$<br>$E_p$，$(V)$<br>$E_k$，$(T)$ | 焦〔耳〕或牛〔顿〕米<br>……<br>瓦〔特〕小时<br>电子伏 | J 或 N·m<br>……<br>W·h<br>eV | ……<br>$1W\cdot h=3.6kJ$<br>$1eV\approx1.602\,19\times10^{-19}J$<br>尔格$=1erg=10^{-7}J$<br>千克力米$=1kgf\cdot m=9.806\,65\,J$<br>升大气压$=1L\cdot atm=101.325\,J$<br>英尺磅力$=1ft\cdot lbf=1.355\,82\,J$<br>英马力小时$=1HP\cdot h=2.684\,52\,MJ$<br>国际蒸汽表卡$=1cal=4.186\,8\,J$<br>热化学卡$=1cal_{th}=4.184\,J$<br>马力小时$=2.647\,79\,MJ$ |

（续）

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符　号 | 备　注 |
|---|---|---|---|---|
| 功率 | $P$ | 瓦〔特〕<br>或<br>焦〔耳〕<br>每秒 | W<br>或<br>J/s | 乏＝1var＝1W<br>伏安＝1V·A＝1W<br>千克力米每秒＝1kgf·m/s<br>＝9.806 65W<br>马力＝735.499W<br>英制马力＝1hp＝745.700W<br>卡每秒＝1cal/s＝4.186 8W<br>尔格每秒＝1erg/s＝$10^{-7}$W |
| 效率 | $\eta$ | — | 1 | |
| 质量流量 | $q_m$ | 千克每秒 | kg/s | |
| | | 吨每秒 | t/s | 1t/s＝$10^3$ kg/s |
| | | 吨每小时 | t/h | 1t/h＝2.777 78×$10^{-1}$ kg/s<br>磅每秒＝1lb/s＝0.453 592 kg/s<br>磅每小时＝1lb/h＝1.259 98×$10^{-4}$ kg/s<br>英吨每小时＝1ton/h＝0.282 235 kg/s |
| 体积流量 | $q_v$ | 立方米每秒 | $m^3/s$ | |
| | | 升每秒 | L/s | 1L/s＝$10^{-3}$ $m^3/s$ |
| | | 升每分 | L/min | 1L/min＝1.666 67×$10^{-5}$ $m^3/s$ |
| | | 升每小时 | L/h | 1L/h＝2.777 78×$10^{-7}$ $m^3/s$<br>立方英尺每秒＝1$ft^3/s$<br>＝0.028 316 8 $m^3/s$<br>英加仑每秒＝1UKgal/s<br>＝4.546 09×$10^{-3}$$m^3/s$<br>美加仑每秒＝1USgal/s<br>＝3.785 41×$10^{-3}$ $m^3/s$ |

## 4.3　热学（表1.3-8）

**表1.3-8　热学的量和单位**

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符　号 | 备　注 |
|---|---|---|---|---|
| 热力学温度 | $T$，<br>$H$ | 开〔尔文〕 | K | 不再用开氏度（°K）；<br>对温度差不再用度（deg） |
| 摄氏温度 | $t$，$\theta$ | 摄氏度 | ℃ | 不再用“百分度”作为℃的名称 |
| 线〔膨〕胀系数<br>体〔膨〕胀系数<br>相对压力系数 | $\alpha^l$<br>$\alpha_v$，$(v)$，$(\alpha)$<br>$\alpha_f$ | 每开〔尔文〕<br>每摄氏度 | $K^{-1}$<br>$℃^{-1}$ | 推荐用$K^{-1}$ |
| 压力系数 | $\beta$ | 帕〔斯卡〕每开〔尔文〕<br>帕〔斯卡〕每摄氏度 | Pa/K<br>Pa/℃ | 推荐用Pa/K |
| 等温压缩率<br>等熵压缩率 | $\kappa_T$<br>$\kappa_S$ | 每帕〔斯卡〕 | $Pa^{-1}$ | 每工程大气压＝$1at^{-1}$＝10.197×$10^{-6}$ $Pa^{-1}$<br>每巴＝$1bar^{-1}$＝$10^{-5}$ $Pa^{-1}$ |

（续）

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符　号 | 备　注 |
|---|---|---|---|---|
| 热，热量 | $Q$ | 焦〔耳〕 | J | 国际蒸汽表卡－1cal＝4.186 8J<br>热化学卡－$1cal_{th}$＝4.184 J<br>15℃卡＝$1cal_{15}$＝4.185 5J<br>英热单位＝1Btu＝1 055.06 J |
| 热流量 | $\Phi$ | 瓦〔特〕 | W | 卡每秒＝1cal/s＝4.186 8 W<br>千卡每小时＝1kcal/h＝1.163 W<br>英热单位每小时＝1Btu/h<br>＝0.293 071 W |
| 热流〔量〕密度<br><br>面积热流量 | $q$，$\varphi$ | 瓦〔特〕每平方米 | $W/m^2$ | 卡每平方厘米秒＝1cal/（$cm^2$·s）<br>＝41 868 $W/m^2$<br>千卡每平方米小时＝1kcal/（$m^2$·h）<br>＝1.163 $W/m^2$<br>英热单位每平方英寸小时＝1Btu/（$in^2$·h）<br>＝3.154 59 $W/m^2$<br>瓦特每平方英寸＝1$W/in^2$<br>＝1 550.00 $W/m^2$ |
| 热导率，（导热系数） | $\lambda$，$(\kappa)$ | 瓦〔特〕每米开〔尔文〕<br>或<br>瓦〔特〕每米摄氏度 | W/（m·K）<br>或<br>W/（m·℃） | 推荐用 W/（m·K）<br>卡每厘米秒开尔文＝1cal/（cm·s·K）<br>＝418.68W/（m·K）<br>千卡每米小时开尔文＝1kcal/（m·h·K）<br>＝1.163 W/（m·K）<br>英热单位每英尺小时华氏度＝1Btu/（ft·h·°F）<br>＝1.730 73 W/（m·K）<br>英热单位英寸每平方英尺小时华氏度<br>＝1Btu·in/（$ft^2$·h·°F）<br>＝0.144 228 W/（m·K） |
| 传热系数<br>表面传热系数 | $K$，$(k)$<br>$h$，$(\alpha)$ | 瓦〔特〕每平方米开〔尔文〕<br>或<br>瓦〔特〕每平方米摄氏度 | W/（$m^2$·K）<br>或<br>W/（$m^2$·℃） | 推荐用 W/（$m^2$·K）<br>卡每平方厘米秒开尔文＝1cal/（$cm^2$·s·K）<br>＝41 868 W/（$m^2$·K）<br>千卡每平方米小时开尔文＝1kcal/（$m^2$·h·K）<br>＝1.163 W/（$m^2$·K）<br>英热单位每平方英尺小时华氏度＝1Btu/（$ft^2$·h·°F）<br>＝5.678 26 W/（$m^2$·K） |
| 热绝缘系数 | $M$ | 平方米开〔尔文〕每瓦〔特〕<br>或<br>平方米摄氏度每瓦〔特〕 | $m^2$·K/W<br>或<br>$m^2$·℃/W | 推荐用 $m^2$·K/W<br>平方厘米秒开尔文每卡＝1$cm^2$·s·K/cal<br>＝2.388 46×$10^{-5}$ $m^2$·K/W<br>平方米小时开尔文每千卡＝1$m^2$·h·K/kcal<br>＝0.859 845 $m^2$·K/W<br>平方英尺小时华氏度每英热单位<br>＝1$ft^2$·h·°F/Btu＝0.176 110 $m^2$·K/W |
| 热阻 | $R$ | 开〔尔文〕每瓦〔特〕<br>或<br>摄氏度每瓦特 | K/W<br>或<br>℃/W | 推荐用 K/W<br>秒开尔文每卡＝s·K/cal＝0.238 846 K/W<br>小时开尔文每千卡＝h·K/kcal<br>＝0.859 845K/W<br>不得使用热欧姆作为 K/W 的专门名称 |

（续）

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符　号 | 备　注 |
|---|---|---|---|---|
| 热导 | $G$ | | W/K | |
| 热扩散率 | $a$, | 平方米每秒 | $m^2/s$ | $m^2/h=2.777\ 78\times10^{-4}\ m^2/s$ |
| | | 平方米每小时 | $m^2/h$ | 平方英寸每秒$=1in^2/s=6.451\ 6\times10^{-4}\ m^2/s$<br>平方英尺每秒$=1ft^2/s=0.092\ 903\ 0m^2/s$ |
| 热容 | $C$ | 焦〔耳〕每开〔尔文〕<br>或<br>焦〔耳〕每摄氏度 | J/K<br>或<br>J/℃ | 推荐用 J/K<br>卡每摄氏度$=1cal/℃$<br>$=4.186\ 8\ J/K$ |
| 质量热容，比热容<br>质量定压热容<br>比定压热容<br>质量定容热容<br>比定容热容<br>质量饱和热容<br>比饱和热容 | $c$<br>$c_p$<br>$c_v$<br>$c_s$ $a_t$ | 焦〔耳〕每千克开〔尔文〕<br>或<br>焦〔耳〕每千克摄氏度 | J/（kg·K）<br>或<br>J/（kg·℃） | 推荐用 J/（kg·K）<br>千卡每千克开尔文$=1kcal/$（kg·K）<br>$=4\ 186.8\ J/$（kg·K）<br>英热单位每磅华氏度$=1Btu/$（1b·°F）<br>$=4\ 186.8\ J/$（kg·K）<br>英尺磅力每磅华氏度$=1ft\cdot lbf/$（1b·°F）<br>$=5.380\ 32\ J/$（kg·K）<br>千克力米每千克开尔文$=1kgf\cdot m/$（kg·K）<br>$=9.806\ 65\ J/$（kg·K） |
| 比热〔容〕比<br>质量热容比 | $\gamma$ | — | 1 | |
| 定熵指数 | $\kappa$ | — | 1 | |
| 熵 | $S$ | 焦〔耳〕每开〔尔文〕 | J/K | 卡每开尔文$=1cal/K$<br>$=4.186\ 8\ J/K$<br>不应再使用卡诺作为这个单位的专门名称 |
| 质量熵<br>比熵 | $s$ | 焦〔耳〕每千克开〔尔文〕 | J/（kg·K） | 千卡每千克开尔文$=1kcal/$（kg·K）<br>$=4\ 186.8\ J/$（kg·K）<br>英热单位每磅兰氏度$=1\ Btu/$（1b·°R）$=4\ 186.8\ J/$（kg·K）<br>英尺磅力每磅兰氏度$=1ft\cdot lbf/$（1b·°R）<br>$=5.380\ 32\ J/$（kg·K）<br>千克力米每千克开尔文$=1kgf\cdot m/$（kg·K）<br>$=9.806\ 65\ J/$（kg·K） |
| 能〔量〕<br>热力学能<br>焓 | $E$<br>$U$,<br>$H$ | 焦〔耳〕 | J | 国际蒸汽表卡$=1cal=4.186\ 8J$<br>热化学卡$=1cal_{th}=4.184\ J$<br>15℃卡$=1cal_{15}=4.185\ 5J$<br>英热单位$=1Btu=1\ 055.06\ J$ |
| 质量能，比能 | $e$ | | | |
| 质量热力学能<br>比热力学能<br>质量焓<br>比焓 | $u$<br>$h$ | 焦〔耳〕每千克 | J/kg | 千卡每千克$=1kcal/kg=4\ 186.8\ J/kg$<br>千克力米每千克$=1kgf\cdot m/kg=9.806\ 65\ J/kg$<br>英热单位每磅$=1Btu/1b=2\ 326\ J/kg$<br>英尺磅力每磅$=1ft\cdot lbf/lb$<br>$=2.989\ 07\ J/kg$ |

## 4.4　电学和磁学（表 1.3-9）

**表 1.3-9　电学和磁学的量和单位**

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 电流 | $I$ | 安〔培〕 | A | 不再用“绝对安培（$A_{ab}$）” |
| 电荷〔量〕 | $Q$ | 库〔仑〕 | C | 不再用“绝对库仑（$C_{ab}$）” |
| | | 安〔培〕小时 | A·h | 1 A·h=3.6×10³C |
| 电荷〔体〕密度<br>体积电荷 | $\rho$，$(\eta)$ | 库〔仑〕每立方米 | $C/m^3$ | 可用 $C/mm^3$；$C/cm^3$ 作为倍数单位 |
| 电荷面密度<br>面积电荷 | $\sigma$ | 库〔仑〕每平方米 | $C/m^2$ | 可用 $C/mm^2$；$C/cm^2$ 作为倍数单位 |
| 电场强度 | $E$ | 伏〔特〕每米<br>或<br>牛〔顿〕每库〔仑〕 | V/m<br>或<br>N/C | 可用 V/cm 作为倍数单位 |
| 电位，(电势)<br>电位差，(电势差)，<br>电压<br>电动势 | $V$，$\varphi$<br>$U$ $(V)$<br><br>$E$ | 伏〔特〕 | V | 不再用“绝对伏特（$V_{ab}$）” |
| 电通〔量〕密度 | $D$ | 库〔仑〕每平方米 | $C/m^2$ | 可用 $C/cm^2$ 作为倍数单位 |
| 电通〔量〕 | $\Psi$ | 库〔仑〕 | C | |
| 电容 | $C$ | 法〔拉〕 | F | 不再用“绝对法拉（$F_{ab}$）” |
| 介电常数，<br>（电容率）<br>真空介电常数，<br>（真空电容率） | $\varepsilon$<br>$\varepsilon_0$ | 法〔拉〕每米 | F/m | |
| 相对介电常数，<br>（相对电容率） | $\varepsilon_r$ | — | 1 | |
| 电极化率 | $\chi$，$\chi_e$ | — | 1 | |
| 电极化强度 | $P$ | 库〔仑〕每平方米 | $C/m^2$ | 可用 $C/cm^2$ 作为倍数单位 |
| 电偶极矩 | $p$，$(p_e)$ | 库〔仑〕米 | C·m | |
| 电流密度<br>面积电流 | $J$，$(S)$ | 安〔培〕每平方米 | $A/m^2$ | 可用 $A/mm^2$；$A/cm^2$ 作为倍数单位 |
| 电流线密度<br>线电流 | $A$，$(\alpha)$ | 安〔培〕每米 | A/m | 可用 A/mm；A/cm 作为倍数单位 |
| 磁场强度 | $H$ | 安〔培〕每米 | A/m | 奥斯特＝1 Oe≙$\frac{1000}{4\pi}$A/m<br>不得使用楞兹作为 A/m 的专门名称 |
| 磁位差，(磁势差)<br>磁通势，磁动势<br>电流链 | $U_m$<br>$F$，$F_m$<br>$\Theta$ | 安〔培〕 | A | |

（续）

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 磁通〔量〕密度，磁感应强度 | $B$ | 特〔斯拉〕 | T | 高斯－1 Gs≙0.1mT<br>γ＝1 nT<br>1 T－1 Wb/m²＝1 N/（A·m）＝1 V·s/m² |
| 磁通〔量〕 | $\Phi$ | 韦〔伯〕 | Wb | 麦克斯韦＝1 Mx≙$10^{-8}$Wb<br>1 Wb＝1 V·s |
| 磁矢位，（磁矢势） | $A$ | 韦〔伯〕每米 | Wb/m | 可用 Wb/mm 作为分数单位 |
| 自感<br>互感 | $L$<br>$M$，$L_{12}$ | 亨〔利〕 | H | 1 H－1 Wb/A＝1 V·s/A |
| 耦合因数，（耦合系数）<br>漏磁因数，（漏磁系数） | $k$，$(\kappa)$<br>$\sigma$ | — | 1 | |
| 磁导率<br>真空磁导率 | $\mu$<br>$\mu_0$ | 亨〔利〕每米 | H/m | 1 H/m＝1 Wb/（A·m）<br>＝1 V·s/（A·m） |
| 相对磁导率 | $\mu_r$ | — | 1 | |
| 磁化率 | $\kappa$，$(\chi_m, \chi)$ | — | 1 | |
| 〔面〕磁矩 | $m$ | 安〔培〕平方米 | A·m² | |
| 磁化强度 | $M$，$(H_i)$ | 安〔培〕每米 | A/m | 可用 A/mm 作为分数单位<br>奥斯特－1 Oe≙$\left(\frac{1000}{4\pi}\right)$A/m |
| 磁极化强度 | $J$，$(B_i)$ | 特〔斯拉〕 | T | 1 T＝1 W/m²＝1 V·s/m² |
| 电磁能密度<br>体积电磁能 | $w$ | 焦〔耳〕每立方米 | J/m³ | |
| 坡印廷矢量 | $S$ | 瓦〔特〕每平方米 | W/m² | |
| 电磁波的相平面速度<br>电磁波在真空中的传播速度 | $c$<br>$c$，$c_0$ | 米每秒 | m/s | |
| 〔直流〕电阻 | $R$ | 欧〔姆〕 | Ω | 1Ω＝1 V/A |
| 〔直流〕电导 | $G$ | 西〔门子〕 | S | 1 S＝1 A/V＝1 $\Omega^{-1}$ |
| 〔直流〕功率 | $P$ | 瓦〔特〕 | W | 1W－1V·A |
| 电阻率 | $\rho$ | 欧〔姆〕米 | Ω·m | 不宜用 m·Ω<br>可用类似：μΩ·cm；Ω·mm²/m 这样的分数单位 |
| 电导率 | $\gamma$，$\sigma$ | 西〔门子〕每米 | S/m | |
| 磁阻 | $R_m$ | 每亨〔利〕 | $H^{-1}$ | 1 $H^{-1}$＝1 A/Wb |
| 磁导 | $\Lambda$，$(P)$ | 亨〔利〕 | H | 1 H＝1 Wb/A |

（续）

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 绕组的匝数<br>相数 | $N$<br>$m$ | — | 1 | |
| 频率<br>旋转频率 | $f$，$\gamma$<br>$n$ | 赫〔兹〕<br>每秒 | Hz<br>$s^{-1}$ | |
| 角频率 | $\omega$ | 弧度每秒<br>每秒 | rad<br>$s^{-1}$ | |
| 相〔位〕差，相〔位〕移 | $\varphi$ | 弧度 | rad | |
| 阻抗，(复〔数〕阻抗)<br>阻抗模，(阻抗)<br>电抗<br>〔交流〕电阻 | $Z$<br>$\|Z\|$<br>$X$<br>$R$ | 欧〔姆〕 | Ω | 1 Ω=1 V/A |
| 品质因数 | $Q$ | — | 1 | |
| 损耗因数 | | — | 1 | |
| 损耗角 | | 弧度 | rad | |
| 导纳，(复〔数〕导纳)<br>导纳模，(导纳)<br>电纳<br>〔交流〕电导 | $Y$<br>$\|Y\|$<br>$B$<br>$G$ | 西〔门子〕 | S | 1 S=1 A/V |
| 〔有功〕功率<br>视在功率<br>无功功率 | $P$<br>$S$，$P_s$<br>$Q$，$P_q$ | 瓦（特） | W | 1 var=1 V·A=1 W<br>1 W=1 J/s |
| 功率因数 | $\lambda$ | — | 1 | |
| 〔有功〕电能〔量〕 | $W$ | 焦〔耳〕<br>……<br>千瓦〔特〕〔小〕时 | J<br>……<br>kW·h | 不再用“绝对焦耳（$J_{ab}$）”<br>1 J=1 N·m=1 W·s<br>……<br>1 kW·h=3.6MJ |

## 4.5 光学和声学（表 1.3-10）

**表 1.3-10 光学和声学的量和单位**

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 频率 | $f$，$\nu$ | 赫〔兹〕 | Hz | 1 Hz=1 $s^{-1}$<br>不得用“周”、“周每秒”、“cps” |
| 角频率 | $\omega$ | 每秒<br>弧度每秒 | $s^{-1}$<br>rad/s | |
| 波长 | $\lambda$ | 米 | m | μ=$10^{-6}$ m=1 μm<br>埃=1 Å=$10^{-10}$ m=0.1 nm |

（续）

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 波数，波率 | $\sigma$ | 每米 | $m^{-1}$ | 常用 $cm^{-1}$ 作为倍数单位 |
| 角波数，角波率 | $k$ | 每米<br>弧度每米 | $m^{-1}$<br>rad/m | 声学中不用 rad/m |
| 电磁波在真空中的传播速度 | $c$，$c_0$ | 米每秒 | m/s | $c=299\ 792\ 458$ m/s（准确值） |
| 辐〔射〕能 | $Q$，$W$<br>$(U$，$Q_e)$ | 焦〔耳〕 | J | $1\ J=1\ kg\cdot m^2/s^2=1\ N\cdot m$ |
| 辐〔射〕能密度 | $w$，$(u)$ | 焦〔耳〕每立方米 | $J/m^3$ | |
| 辐〔射〕能密度的光谱密集度，光谱辐〔射〕能密度 | $w_\lambda$ | 焦〔耳〕每四次方米 | $J/m^4$ | |
| 辐〔射〕功率，辐〔射能〕通量 | $P$，$\Phi$，<br>$(\Phi_e)$ | 瓦〔特〕 | W | $1\ W=1\ J/s$ |
| 辐〔射〕能流 | $\Psi$ | 焦〔耳〕每平方米 | $J/m^2$ | |
| 辐〔射〕能流率 | $\varphi$，$\psi$ | 瓦〔特〕每平方米 | $W/m^2$ | |
| 辐〔射〕强度 | $I$，$(I_e)$ | 瓦〔特〕每球面度 | W/sr | 这里不宜以 1 代替 sr |
| 辐〔射〕亮度，辐射度 | $L$，$(I_e)$ | 瓦〔特〕每球面度平方米 | $W/(sr\cdot m^2)$ | 这里不宜以 1 代替 sr |
| 辐〔射〕出〔射〕度 | $M$，$(M_e)$ | 瓦〔特〕每平方米 | $W/m^2$ | |
| 斯忒藩-玻耳兹曼常量 | $\sigma$ | 瓦〔特〕每平方米四次方开〔尔文〕 | $W/(m^2\cdot K^4)$ | $\sigma=(5.67051\pm0.00019)\times10^{-8}W/(m^2\cdot K^4)$ |
| 辐〔射〕照度 | $E$，$(E_e)$ | 瓦〔特〕每平方米 | $W/m^2$ | |
| 发光强度 | $I$，$(I_V)$ | 坎〔德拉〕 | cd | |
| 光通量 | $\Phi$，$(\Phi_V)$ | 流〔明〕 | lm | $1\ lm=1\ cd\cdot sr$ |
| 光量 | $Q$，$(Q_V)$ | 流〔明〕秒<br>……<br>流〔明〕小时 | $lm\cdot s$<br>……<br>$lm\cdot h$ | ……<br>$1\ lm\cdot h=3.6\times10^3\ lm\cdot s$ |
| 〔光〕亮度 | $L$，$(L_V)$ | 坎〔德拉〕每平方米 | $cd/m^2$ | 不应再使用“尼特（$1\ nt=1\ cd/m^2$）”作为这个单位的专门名称<br>熙提 $=1\ sb=10^4\ cd/m^2$<br>亚熙提 $=1asb=\frac{1}{\pi}cd/m^2$<br>朗伯 $1\ la=\frac{10^4}{\pi}cd/m^2$ |
| 光出射度 | $M$，$(M_V)$ | 流〔明〕每平方米 | $lm/m^2$ | |
| 〔光〕照度 | $E$，$(E_V)$ | 勒〔克斯〕 | lx | $1\ lx=1\ lm/m^2$<br>辐透 $=1$ phot $=1\ lm/cm^2=10^4\ lx$<br>英尺烛光 $=1\ lm/ft^2=10.76\ lx$ |

（续）

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 曝光量 | $H$ | 勒〔克斯〕秒 | lx·s | |
| | | 勒〔克斯〕小时 | lx·h | 1 lx·h=3.6×10³lx·s |
| 光视效能<br>光谱光视效能<br>最大光谱光视效能 | $K$<br>$K(\lambda)$<br>$K_m$ | 流〔明〕每瓦〔特〕 | lm/W | |
| 折射率 | $n$ | — | 1 | |
| 周期 | $T$ | 秒 | s | |
| 角频率 | $\omega$ | 每秒 | $s^{-1}$ | 声学中不用 rad/s |
| 〔质量〕密度 | $\rho$ | 千克每立方米 | $kg/m^3$ | 用于媒质 |
| | | 千克每升 | kg/L | 1 kg/L=10³ kg/m³ |
| 瞬时静压<br>瞬时声压 | $p_s$，$(P_0)$<br>$p$ | 帕〔斯卡〕 | Pa | 微巴=1 μbar=0.1 Pa<br>标准大气压=1 atm=101 325 Pa |
| 声速，（相速） | $c$ | 米每秒 | m/s | 英尺每秒=1 ft/s=0.304 8 m/s<br>码每秒=1 yd/s=914.4×10⁻³ m/s |
| 声能密度 | $w$ $(D)$<br>$(e)$ | 焦〔耳〕每立方米 | $J/m^3$ | 尔格每立方厘米=1 erg/cm³=0.1 J/m³ |
| 声功率 | $W$，$P$ | 瓦〔特〕 | W | 尔格每秒=1 erg/s=10⁻⁷W |
| 声强〔度〕 | $I$，$J$ | 瓦〔特〕每平方米 | $W/m^2$ | 尔格每平方厘米秒=1 erg/（cm²·s）=10⁻³W/m² |
| 声阻抗率<br>〔媒质的声〕特性阻抗 | $Z_s$<br>$Z_c$ | 帕〔斯卡〕秒每米 | Pa·s/m | 瑞=rayl=1 μbar·s/cm=10 N·s/m³=10 Pa·s/m<br>达因秒每立方厘米=1 dyn·s/cm³=10 Pa·s/m |
| 声阻抗<br>声阻<br>声抗 | $Z_a$<br>$R_a$<br>$X_a$ | 帕〔斯卡〕秒每立方米 | $Pa·s/m^3$ | 声欧姆=10⁵ Pa·s/m³<br>达因秒每五次方厘米=dyn·s/cm⁵=10⁵ Pa·s/m³ |
| 声质量 | $M_a$ | 帕〔斯卡〕二次方每立方米 | $Pa·s^2/m^3$ | |
| 声劲 | $S_a$ | 帕〔斯卡〕每三次方米 | $Pa/m^3$ | |
| 声顺 | $C_a$ | 三次方米每帕〔斯卡〕 | $m^3/Pa$ | |
| 声导纳<br>声导<br>声纳 | $Y_a$<br>$G_a$<br>$B_a$ | 三次方米每帕〔斯卡〕秒 | $m^3/(Pa·s)$ | 五次方厘米每达因秒=cm⁵/（dyn·s）=10⁻⁵ m³/（Pa·s） |

（续）

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 声压级<br>声强级<br>声功率级 | $L_p$<br>$L_I$<br>$L_W$ | 分贝 | dB | 空气中 $p_0=20\mu Pa$<br>水中 $p_0=1\mu Pa$<br>$I_0=1\ pW/m^2$<br>$W_0=1\ pW$ |
| 传播系数<br>衰减系数<br>相位系数 | $\gamma$<br>$\alpha$,<br>$\beta$, | 每米 | $m^{-1}$ | 按 ISO 可用 Np/m |
| 损耗因（系）数<br>反射因（系）数<br>透射因（系）数<br>吸声因（系）数 | $\delta$<br>$\gamma$<br>$\tau$<br>$\alpha$ | — | 1 | |
| 混响时间 | $T$, ($T_{60}$) | 秒 | s | |
| 隔声量 | $R$ | 贝〔尔〕 | B | 1dB=0.1B |
| 吸声量 | $A$ | 平方米 | $m^2$ | |
| 响度级 | $L_N$ | 方 | (phon) | 方（phon）作为这个领域的专用单位 |
| 响度 | $N$ | 宋 | (sone) | 宋（sone）作为这个领域的专用单位 |
| 音程 | | 八度 | (oct) | 八度（oct）作为这个领域的专用单位 |
| 自由场灵敏度 | $M$ | 伏〔特〕每帕〔斯卡〕 | V/Pa | |
| 噪度 | $N_s$ | 呐 | (noy) | |
| 感觉噪声级 | $L_{PN}$ | 贝〔尔〕 | B | |
| 声源强度 | $Q_s$ | 立方米每秒 | $m^3/s$ | |
| 〔声源〕指向性因数 | $R_\theta$ | — | 1 | |
| 〔声源〕指向性指数 | $D_I$ | 贝〔尔〕 | B | |
| 〔声学〕房间常数 | $R$, $R_r$ | 平方米 | $m^2$ | |
| 〔声学〕插入损失 | $D$ | 贝〔尔〕 | B | |
| 〔振动〕传递比 | $T_r$ | — | 1 | |

4.6　化学（表 1.3-11）

**表 1.3-11　化学的量和单位**

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 相对原子质量<br>相对分子质量 | $A_r$<br>$M_r$ | — | 1 | 过去称为“原子量”<br>过去称为“分子量” |

（续）

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 分子或其他基本单元数 | $N$ | — | 0 | |
| 物质的量 | $n$、$(\nu)$ | 摩〔尔〕 | mol | 不应再用“克分子”；“克原子”；“克式量”；“克当量”<br>1 克分子＝1mol<br>1 克原子＝1mol |
| 阿伏加德罗常数 | $L$，$N_A$ | 每摩〔尔〕 | $mol^{-1}$ | 不应再用“每克分子”。<br>不得把 $L$ 视为纯数。 |
| 摩尔质量 | $M$ | 千克每摩〔尔〕 | kg/mol | $M=10^{-3}M_r$ kg/mol＝$M_r$ kg/kmol<br>＝$M_r$ g/mol |
| 摩尔体积 | $V_m$ | 立方米每摩〔尔〕<br>升每摩〔尔〕 | $m^3$/mol<br>L/mol | 不应再用“升每克分子”<br>对标准状况下的体积，不应用“准标升”（NL 或 $L_n$）作为单位 |
| 摩尔热力学能<br>摩尔焓 | $U_m$<br>$H_m$ | 焦〔耳〕每摩〔尔〕 | J/mol | 不应再用“焦尔每克分子”；“卡每克分子”等类，<br>尔格每摩尔＝1 erg/mol＝$10^{-7}$ J/mol<br>卡每摩尔＝1 cal/mol＝4.186 8J/mol<br>热化学卡每摩尔＝$1cal_{th}$/mol<br>＝4.184J/mol<br>英热单位每摩尔＝1Btu/mol<br>＝1 055.06J/mol |
| 摩尔热容 | $C_m$ | 焦〔耳〕每摩〔尔〕开〔尔文〕 | J/（mol·K） | 不应再用“焦耳每克分子开尔文”；“卡每克分子开尔文” |
| 摩尔熵 | $S_m$ | 焦〔耳〕每摩〔尔〕开〔尔文〕 | J/（mol·K） | |
| 体积分子（或粒子）数，<br>分子（或粒子）数密度<br>B 的分子浓度 | $n$<br>$C_B$ | 每立方米<br>每升 | $m^{-3}$<br>$L^{-1}$ | $L^{-1}=10^3\ m^{-3}$ |
| 体积质量，质量密度、密度<br>B 的质量浓度 | $\rho$<br>$\rho_B$ | 千克每立方米<br>千克每升 | $kg/m^3$<br>kg/L | kg/L＝$10^3$kg/$m^3$<br>格令每立方英尺＝1 gr/$ft^3$＝0.228 835×$10^{-2}$kg/$m^3$<br>格令每英加仑＝1 gr/$UK_{gal}$<br>＝0.014 253 8kg/$m^3$<br>格令每美加仑＝1 gr/$US_{gal}$<br>＝0.017 118 1kg/$m^3$<br>盎司每英加仑＝1 oz/$UK_{gal}$<br>＝6.236 02kg/$m^3$<br>盎司每美加仑＝1 oz/$US_{gal}$<br>＝7.489 15kg/$m^3$ |

（续）

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| B的质量分数 | $\omega_B$ | — | 1 | |
| B的浓度，<br>B的物质的量浓度 | $c_B$<br>化学中也用〔B〕 | 摩〔尔〕每立方米<br>……<br>摩〔尔〕每升 | $mol/m^3$<br>……<br>mol/L | ……<br>1 mol/L=$10^3$mol/$m^3$ |
| B的摩尔分数<br>溶质B的摩尔比 | $x_B(y_B)$<br>$r_B$ | — | 1 | |
| B的体积分数 | $\varphi_B$ | — | 1 | |
| 溶质B的质量摩尔浓度 | $b_B$ $m_B$ | 摩〔尔〕每千克 | mol/kg | |
| B的化学势 | $\mu_B$ | 焦〔耳〕每摩〔尔〕 | J/mol | 不应再使用“焦耳每克分子”，“卡每克分子”等类单位 |
| 渗透压力 | $\Pi$ | 帕〔斯卡〕 | Pa | |
| 反应进度 | $\xi$ | 摩〔尔〕 | mol | 不应再用“克分子”；“克原子”；“克式量”；“克当量”；<br>1克分子≙1 mol |
| 分子质量 | $m$ | 千克<br>……<br>原子质量单位 | kg<br>……<br>u | ……<br>1 u=m（$^{12}C$）/12<br>=1.660 565 5×$10^{-27}$kg |
| 分子电偶极矩 | $p$，$\mu$ | 库〔仑〕米 | C·m | CGS高斯单位=1 $cm^{5/2}\cdot g^{1/2}\cdot s^{-1}$≙3.335 63×$10^{-12}$C·m |
| 分子电极化率 | $\alpha$ | 库〔仑〕二次方米每伏〔特〕 | $C\cdot m^2/V$ | CGS高斯单位=1 $cm^3$≙1.112 65×$10^{-16}$ $C\cdot m^2/V$ |
| 平均自由程 | $l$，$\lambda$ | 米 | m | |
| 扩散系数 | $D$ | 平方米每秒 | $m^2/s$ | |
| 离子强度 | $I$ | 摩〔尔〕每千克 | mol/kg | 不应再用“克分子每千克”等类单位 |
| 电解质电导率 | $\kappa$，$\sigma$ | 西〔门子〕每米 | S/m | |
| 摩尔电导率 | $\Lambda_m$ | 西〔门子〕平方米每摩〔尔〕 | $S\cdot m^2/mol$ | 不应再用“西门子平方米每克分子” |
| 转化速率 | $\xi$，$J$ | 摩〔尔〕每秒 | mol/s | 不应再用“克分子每秒” |

## 4.7　原子物理、核物理、核反应和电离辐射（表1.3-12）

**表1.3-12　原子物理和核物理的量和单位**

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 质子数，原子序数 | $Z$ | | 1 | |
| 中子数 | $N$ | | 1 | |
| 核子数，质量数 | $A$ | | | |
| 元电荷 | $e$ | 库〔仑〕 | C | e=(1.602 189 2±0.000 004 6)×$10^{-19}$C |
| 粒子或原子核的磁矩<br>玻尔磁子<br>核磁子 | $\mu$<br>$\mu_B$<br>$\mu_N$ | 安〔培〕二次方米 | $A\cdot m^2$ | |
| 磁旋系数，（磁旋比） | $\nu$ | 安〔培〕二次方米每焦〔耳〕秒 | $A\cdot m^2/(J\cdot s)$ | 1 $A\cdot m^2/(J\cdot s)$=1 $C/kg$=1 $T^{-1}\cdot s^{-1}$ |

（续）

| 量的名称 | 量符号 | 单位名称 | 符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 〔经典〕电子半径 | $r_e$ | 米 | m | $r_e=e^2/4\pi\varepsilon_0 m_e c^2$<br>$=(2.817\ 938\ 0\pm 0.000\ 007\ 1)\times 10^{-15}$m |
| 能级宽度 | $\Gamma$ | 焦〔耳〕 | J | |
| | | 电子伏 | eV | 1 eV=1.602 189 2×10$^{-19}$ J |
| 〔放射性〕活度 | $A$ | 贝可〔勒尔〕 | Bq | 1 Bq=1 s$^{-1}$<br>居里=1 Ci=3.7×10$^{10}$ Bq |
| 质量活度<br>比活度 | $\alpha$ | 贝可〔勒尔〕每千克 | Bq/kg | 居里每千克=1 Ci/kg=3.7×10$^{10}$ Bq/kg |
| 衰变常数 | $\lambda$ | 每秒 | s$^{-1}$ | |
| 半衰期 | $T_{1/2}$ | 秒 | s | |
| | | 分 | min | 1 min=60 s |
| | | 小时 | h | 1 h=3 600 s |
| | | 天，（日） | d | 1 d=86 400 s |
| | | 年 | a | 1 a≈31.6×10$^6$ s |
| 反应能 | $Q$ | 焦〔耳〕 | J | |
| | | 电子伏 | eV | 1 eV=1.602 189 2×10$^{-19}$J |
| 辐射能 | $E_R$ | 焦〔耳〕 | J | |
| | | 电子伏 | eV | 1 eV=1.602 189 2×10$^{-19}$J |
| 粒子流密度 | $J$，$(S)$ | 每平方米秒 | m$^{-2}\cdot$s$^{-1}$ | |
| 线衰减系数 | $\mu$，$\mu_l$ | 每米 | m$^{-1}$ | |
| 质量衰减系数 | $\mu/\rho$，$\mu_m$ | 平方米每千克 | m$^2$/kg | |
| 粒子数密度 | $n^+$，$n^-$ | 每立方米 | m$^{-3}$ | |
| 扩散系数，粒子数密度的扩散系数 | $D$，$D_n$ | 平方米每秒 | m$^2$/s | |
| 〔放射性〕活度 | $A$ | 贝可〔勒尔〕 | Bq | 1 Bq=1 s$^{-1}$<br>居里=1 Ci=3.7×10$^{18}$ Bq |
| 剂量当量 | $H$ | 希〔沃特〕 | Sv | 1 Sv=1 J/kg<br>雷姆=1 rem=10$^{-2}$ Sv |
| 照射量 | $X$ | 库〔仑〕每千克 | C/kg | 伦琴=1 R=2.58×10$^{-4}$ C/kg |
| 照射量率 | $X$ | 库〔仑〕每千克秒 | C/（kg·s） | 伦琴每秒=1 R/s=2.58×10$^{-4}$ C/（kg·s） |

## 5 常用单位换算表

换算表仅限于一般需要的换算，换算表中换算后的数字按规定修约至五位有效数字，1以下的数字修约至小数点后四位。必要时按表头给出的换算系数进行计算和修约。

（1）表1.3-13 千克力至牛顿的换算表。

（2）表1.3-14 千克力每平方厘米至兆帕斯卡的换算表。

（3）表1.3-15 千瓦小时至兆焦耳的换算表

（4）表1.3-16 马力至千瓦的换算表。

（5）表1.3-17 奥斯特至安培每米的换算表。

**表 1.3-13　千克力至牛顿的换算表**

1kgf＝9.80665N

| N \ kgf / kgf | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0.0000 | 0.9807 | 1.9613 | 2.9420 | 3.9227 | 4.9033 | 5.8840 | 6.8647 | 7.8453 | 8.8260 |
| 1 | 9.8067 | 10.787 | 11.768 | 12.749 | 13.729 | 14.710 | 15.691 | 16.671 | 17.652 | 18.633 |
| 2 | 19.613 | 20.594 | 21.575 | 22.555 | 23.536 | 24.517 | 25.497 | 26.478 | 27.459 | 28.439 |
| 3 | 29.420 | 30.401 | 31.381 | 32.362 | 33.343 | 34.323 | 35.304 | 36.285 | 37.265 | 38.246 |
| 4 | 39.227 | 40.207 | 41.188 | 42.169 | 43.149 | 44.130 | 45.111 | 46.091 | 47.072 | 48.053 |
| 5 | 49.033 | 50.014 | 50.995 | 51.975 | 52.956 | 53.937 | 54.917 | 55.898 | 56.879 | 57.859 |
| 6 | 58.840 | 59.821 | 60.801 | 61.782 | 62.763 | 63.743 | 64.724 | 65.705 | 66.685 | 67.666 |
| 7 | 68.647 | 69.627 | 70.608 | 71.589 | 72.569 | 73.550 | 74.531 | 75.511 | 76.492 | 77.473 |
| 8 | 78.453 | 79.434 | 80.415 | 81.395 | 82.376 | 83.357 | 84.337 | 85.318 | 86.299 | 87.279 |
| 9 | 88.260 | 89.241 | 90.221 | 91.202 | 92.183 | 93.163 | 94.144 | 95.125 | 96.105 | 97.086 |
| 10 | 98.067 | 99.047 | 100.03 | 101.01 | 101.99 | 102.97 | 103.95 | 104.93 | 105.91 | 106.89 |
| 11 | 107.87 | 108.85 | 109.83 | 110.82 | 111.80 | 112.78 | 113.76 | 114.74 | 115.72 | 116.70 |
| 12 | 117.68 | 118.66 | 119.64 | 120.62 | 121.60 | 122.58 | 123.56 | 124.54 | 125.53 | 126.51 |
| 13 | 127.49 | 128.47 | 129.45 | 130.43 | 131.41 | 132.39 | 133.37 | 134.35 | 135.33 | 136.31 |
| 14 | 137.29 | 138.27 | 139.25 | 140.24 | 141.22 | 142.20 | 143.18 | 144.16 | 145.14 | 146.12 |
| 15 | 147.10 | 148.08 | 149.06 | 150.04 | 151.02 | 152.00 | 152.98 | 153.96 | 154.95 | 155.93 |
| 16 | 156.91 | 157.89 | 158.87 | 159.85 | 160.83 | 161.81 | 162.79 | 163.77 | 164.75 | 165.73 |
| 17 | 166.71 | 167.69 | 168.67 | 169.66 | 170.64 | 171.62 | 172.60 | 173.58 | 174.56 | 175.54 |
| 18 | 176.52 | 177.50 | 178.48 | 179.46 | 180.44 | 181.42 | 182.40 | 183.38 | 184.37 | 185.35 |
| 19 | 186.33 | 187.31 | 188.29 | 189.27 | 190.25 | 191.23 | 192.21 | 193.19 | 194.17 | 195.15 |
| 20 | 196.13 | 197.11 | 198.09 | 199.07 | 200.06 | 201.04 | 202.02 | 203.00 | 203.98 | 204.96 |
| 21 | 205.94 | 206.92 | 207.90 | 208.88 | 209.86 | 210.84 | 211.82 | 212.80 | 213.78 | 214.77 |
| 22 | 215.75 | 216.73 | 217.71 | 218.69 | 219.67 | 220.65 | 221.63 | 222.61 | 223.59 | 224.57 |
| 23 | 225.55 | 226.53 | 227.51 | 228.49 | 229.48 | 230.46 | 231.44 | 232.42 | 233.40 | 234.38 |
| 24 | 235.36 | 236.34 | 237.32 | 238.30 | 239.28 | 240.26 | 241.24 | 242.22 | 243.20 | 244.19 |
| 25 | 245.17 | 246.15 | 247.13 | 248.11 | 249.09 | 250.07 | 251.05 | 252.03 | 253.01 | 253.99 |
| 26 | 254.97 | 255.95 | 256.93 | 257.91 | 258.90 | 259.88 | 260.86 | 261.84 | 262.82 | 263.80 |
| 27 | 264.78 | 265.76 | 266.74 | 267.72 | 268.70 | 269.68 | 270.66 | 271.64 | 272.62 | 273.61 |
| 28 | 274.59 | 275.57 | 276.55 | 277.53 | 278.51 | 279.49 | 280.47 | 281.45 | 282.43 | 283.41 |
| 29 | 284.39 | 285.37 | 286.35 | 287.33 | 288.32 | 289.30 | 290.28 | 291.26 | 292.24 | 293.22 |
| 30 | 294.20 | 295.18 | 296.16 | 297.14 | 298.12 | 299.10 | 300.08 | 301.06 | 302.04 | 303.03 |
| 31 | 304.01 | 304.99 | 305.97 | 306.95 | 307.93 | 308.91 | 309.89 | 310.87 | 311.85 | 312.83 |
| 32 | 313.81 | 314.79 | 315.77 | 316.75 | 317.74 | 318.72 | 319.70 | 320.68 | 321.66 | 322.64 |
| 33 | 323.62 | 324.60 | 325.58 | 326.56 | 327.54 | 328.52 | 329.50 | 330.48 | 331.46 | 332.45 |
| 34 | 333.43 | 334.41 | 335.39 | 336.37 | 337.35 | 338.33 | 339.31 | 340.29 | 341.27 | 342.25 |
| 35 | 343.23 | 344.21 | 345.19 | 346.17 | 347.16 | 348.14 | 349.12 | 350.10 | 351.08 | 352.06 |
| 36 | 353.04 | 354.02 | 355.00 | 355.98 | 356.96 | 357.94 | 358.92 | 359.90 | 360.88 | 361.87 |
| 37 | 362.85 | 363.83 | 364.81 | 365.79 | 366.77 | 367.75 | 368.73 | 369.71 | 370.69 | 371.67 |
| 38 | 372.65 | 373.63 | 374.61 | 375.59 | 376.58 | 377.56 | 378.54 | 379.52 | 380.50 | 381.48 |
| 39 | 382.46 | 383.44 | 384.42 | 385.40 | 386.38 | 387.36 | 388.34 | 389.32 | 390.30 | 391.29 |
| 40 | 392.27 | 393.25 | 394.23 | 395.21 | 396.19 | 397.17 | 398.15 | 399.13 | 400.11 | 401.09 |
| 41 | 402.07 | 403.05 | 404.03 | 405.01 | 406.00 | 406.98 | 407.96 | 408.94 | 409.92 | 410.90 |
| 42 | 411.88 | 412.86 | 413.84 | 414.82 | 415.80 | 416.78 | 417.76 | 418.74 | 419.72 | 420.71 |
| 43 | 421.69 | 422.67 | 423.65 | 424.63 | 425.61 | 426.59 | 427.57 | 428.55 | 429.53 | 430.51 |
| 44 | 431.49 | 432.47 | 433.45 | 434.43 | 435.42 | 436.40 | 437.38 | 438.36 | 439.34 | 440.32 |
| 45 | 441.30 | 442.28 | 443.26 | 444.24 | 445.22 | 446.20 | 447.18 | 448.16 | 449.14 | 450.13 |
| 46 | 451.11 | 452.09 | 453.07 | 454.05 | 455.03 | 456.01 | 456.99 | 457.97 | 458.95 | 459.93 |
| 47 | 460.91 | 461.89 | 462.87 | 463.85 | 464.84 | 465.82 | 466.80 | 467.78 | 468.76 | 469.74 |
| 48 | 470.72 | 471.70 | 472.68 | 473.66 | 474.64 | 475.62 | 476.60 | 477.58 | 478.56 | 479.55 |
| 49 | 480.53 | 481.51 | 482.49 | 483.47 | 484.45 | 485.43 | 486.41 | 487.39 | 488.37 | 489.35 |

（续）

| N / kgf | kgf 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50 | 490.33 | 491.31 | 492.29 | 493.27 | 494.26 | 495.24 | 496.22 | 497.20 | 498.18 | 499.16 |
| 51 | 500.14 | 501.12 | 502.10 | 503.08 | 504.06 | 505.04 | 506.02 | 507.00 | 507.98 | 508.97 |
| 52 | 509.95 | 510.93 | 511.91 | 512.89 | 513.87 | 514.85 | 515.83 | 516.81 | 517.79 | 518.77 |
| 53 | 519.75 | 520.73 | 521.71 | 522.69 | 523.68 | 524.66 | 525.64 | 526.62 | 527.60 | 528.58 |
| 54 | 529.56 | 530.54 | 531.52 | 532.50 | 533.48 | 534.46 | 535.44 | 536.42 | 537.40 | 538.39 |
| 55 | 539.37 | 540.35 | 541.33 | 542.31 | 543.29 | 544.27 | 545.25 | 546.23 | 547.21 | 548.19 |
| 56 | 549.17 | 550.15 | 551.13 | 552.11 | 553.10 | 554.08 | 555.06 | 556.04 | 557.02 | 558.00 |
| 57 | 558.98 | 559.96 | 560.94 | 561.92 | 562.90 | 563.88 | 564.86 | 565.84 | 566.82 | 567.81 |
| 58 | 568.79 | 569.77 | 570.75 | 571.73 | 572.71 | 573.69 | 574.67 | 575.65 | 576.63 | 577.61 |
| 59 | 578.59 | 579.57 | 580.55 | 581.53 | 582.52 | 583.50 | 584.48 | 585.46 | 586.44 | 587.42 |
| 60 | 588.40 | 589.38 | 590.36 | 591.34 | 592.32 | 593.30 | 594.28 | 595.26 | 596.24 | 597.22 |
| 61 | 598.21 | 599.19 | 600.17 | 601.15 | 602.13 | 603.11 | 604.09 | 605.07 | 606.05 | 607.03 |
| 62 | 608.01 | 608.99 | 609.97 | 610.95 | 611.93 | 612.92 | 613.90 | 614.88 | 615.86 | 616.84 |
| 63 | 617.82 | 618.80 | 619.78 | 620.76 | 621.74 | 622.72 | 623.70 | 624.68 | 625.66 | 626.64 |
| 64 | 627.63 | 628.61 | 629.59 | 630.57 | 631.55 | 632.53 | 633.51 | 634.49 | 635.47 | 636.45 |
| 65 | 637.43 | 638.41 | 639.39 | 640.37 | 641.35 | 642.34 | 643.32 | 644.30 | 645.28 | 646.26 |
| 66 | 647.24 | 648.22 | 649.20 | 650.18 | 651.16 | 652.14 | 653.12 | 654.10 | 655.08 | 656.06 |
| 67 | 657.05 | 658.03 | 659.01 | 659.99 | 660.97 | 661.95 | 662.93 | 663.91 | 664.89 | 665.87 |
| 68 | 666.85 | 667.83 | 668.81 | 669.79 | 670.77 | 671.76 | 672.74 | 673.72 | 674.70 | 675.68 |
| 69 | 676.66 | 677.64 | 678.62 | 679.60 | 680.58 | 681.56 | 682.54 | 683.52 | 684.50 | 685.48 |
| 70 | 686.47 | 687.45 | 688.43 | 689.41 | 690.39 | 691.37 | 692.35 | 693.33 | 694.31 | 695.29 |
| 71 | 696.27 | 697.25 | 698.23 | 699.21 | 700.19 | 701.18 | 702.16 | 703.14 | 704.12 | 705.10 |
| 72 | 706.08 | 707.06 | 708.04 | 709.02 | 710.00 | 710.98 | 711.96 | 712.94 | 713.92 | 714.90 |
| 73 | 715.89 | 716.87 | 717.85 | 718.83 | 719.81 | 720.79 | 721.77 | 722.75 | 723.73 | 724.71 |
| 74 | 725.69 | 726.67 | 727.65 | 728.63 | 729.61 | 730.60 | 731.58 | 732.56 | 733.54 | 734.52 |
| 75 | 735.50 | 736.48 | 737.46 | 738.44 | 739.42 | 740.40 | 741.38 | 742.36 | 743.34 | 744.32 |
| 76 | 745.31 | 746.29 | 747.27 | 748.25 | 749.23 | 750.21 | 751.19 | 752.17 | 753.15 | 754.13 |
| 77 | 755.11 | 756.09 | 757.07 | 758.05 | 759.03 | 760.02 | 761.00 | 761.98 | 762.96 | 763.94 |
| 78 | 764.92 | 765.90 | 766.88 | 767.86 | 768.84 | 769.82 | 770.80 | 771.78 | 772.75 | 773.74 |
| 79 | 774.73 | 775.71 | 776.69 | 777.67 | 778.65 | 779.63 | 780.61 | 781.59 | 782.57 | 783.55 |
| 80 | 784.53 | 785.51 | 786.49 | 787.47 | 788.45 | 789.44 | 790.42 | 791.40 | 792.38 | 793.36 |
| 81 | 794.34 | 795.32 | 796.30 | 797.28 | 798.26 | 799.24 | 800.22 | 801.20 | 802.18 | 803.16 |
| 82 | 804.15 | 805.13 | 806.11 | 807.09 | 808.07 | 809.05 | 810.03 | 811.01 | 811.99 | 812.97 |
| 83 | 813.95 | 814.93 | 815.91 | 816.89 | 817.87 | 818.86 | 819.84 | 820.82 | 821.80 | 822.78 |
| 84 | 823.76 | 824.74 | 825.72 | 826.70 | 827.68 | 828.66 | 829.64 | 830.62 | 831.60 | 832.58 |
| 85 | 833.57 | 834.55 | 835.53 | 836.51 | 837.49 | 838.47 | 839.45 | 840.43 | 841.41 | 842.39 |
| 86 | 843.37 | 844.35 | 845.33 | 846.31 | 847.29 | 848.28 | 849.26 | 850.24 | 851.22 | 852.20 |
| 87 | 853.18 | 854.16 | 855.14 | 856.12 | 857.10 | 858.08 | 859.06 | 860.04 | 861.02 | 862.00 |
| 88 | 862.99 | 863.97 | 864.95 | 865.93 | 866.91 | 867.89 | 868.87 | 869.85 | 870.83 | 871.81 |
| 89 | 872.79 | 873.77 | 874.75 | 875.73 | 876.71 | 877.70 | 878.68 | 879.66 | 880.64 | 881.62 |
| 90 | 882.60 | 883.58 | 884.56 | 885.54 | 886.52 | 887.50 | 888.48 | 889.46 | 890.44 | 891.42 |
| 91 | 892.41 | 893.39 | 894.37 | 895.35 | 896.33 | 897.31 | 898.29 | 899.27 | 900.25 | 901.23 |
| 92 | 902.21 | 903.19 | 904.17 | 905.15 | 906.13 | 907.12 | 908.10 | 909.08 | 910.06 | 911.04 |
| 93 | 912.02 | 913.00 | 913.98 | 914.96 | 915.94 | 916.92 | 917.90 | 918.88 | 919.86 | 920.84 |
| 94 | 921.83 | 922.81 | 923.79 | 924.77 | 925.75 | 926.73 | 927.71 | 928.69 | 929.67 | 930.65 |
| 95 | 931.63 | 932.61 | 933.59 | 934.57 | 935.55 | 936.54 | 937.52 | 938.50 | 939.48 | 940.46 |
| 96 | 941.44 | 942.42 | 943.40 | 944.38 | 945.36 | 946.34 | 947.32 | 948.30 | 949.28 | 950.26 |
| 97 | 951.25 | 952.23 | 953.21 | 954.19 | 955.17 | 956.15 | 957.13 | 958.11 | 959.09 | 960.07 |
| 98 | 961.05 | 962.03 | 963.01 | 963.99 | 964.97 | 965.96 | 966.94 | 967.92 | 968.90 | 969.88 |
| 99 | 970.86 | 971.84 | 972.82 | 973.80 | 974.78 | 975.76 | 976.74 | 977.72 | 978.70 | 979.68 |
| 100 | 980.67 | 981.65 | 982.63 | 983.61 | 984.59 | 985.57 | 986.55 | 987.53 | 988.51 | 989.49 |

**表 1.3-14　千克力每平方厘米至兆帕斯卡的换算表**

$1kgf/cm^2 = 0.0980665MPa$

| MPa / kgf/cm² \ kgf/cm² | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0.0000 | 0.0098 | 0.0196 | 0.0294 | 0.0392 | 0.0490 | 0.0588 | 0.0686 | 0.0785 | 0.0883 |
| 1 | 0.0981 | 0.1079 | 0.1177 | 0.1275 | 0.1373 | 0.1471 | 0.1569 | 0.1667 | 0.1765 | 0.1863 |
| 2 | 0.1961 | 0.2059 | 0.2157 | 0.2256 | 0.2354 | 0.2452 | 0.2550 | 0.2648 | 0.2746 | 0.2844 |
| 3 | 0.2942 | 0.3040 | 0.3138 | 0.3236 | 0.3334 | 0.3432 | 0.3530 | 0.3628 | 0.3727 | 0.3825 |
| 4 | 0.3923 | 0.4021 | 0.4119 | 0.4217 | 0.4315 | 0.4413 | 0.4511 | 0.4609 | 0.4707 | 0.4805 |
| 5 | 0.4903 | 0.5001 | 0.5099 | 0.5198 | 0.5296 | 0.5394 | 0.5492 | 0.5590 | 0.5688 | 0.5786 |
| 6 | 0.5884 | 0.5982 | 0.6080 | 0.6178 | 0.6276 | 0.6374 | 0.6472 | 0.6570 | 0.6669 | 0.6767 |
| 7 | 0.6865 | 0.6963 | 0.7061 | 0.7159 | 0.7257 | 0.7355 | 0.7453 | 0.7551 | 0.7649 | 0.7747 |
| 8 | 0.7845 | 0.7943 | 0.8041 | 0.8140 | 0.8238 | 0.8336 | 0.8434 | 0.8532 | 0.8630 | 0.8728 |
| 9 | 0.8826 | 0.8924 | 0.9022 | 0.9120 | 0.9218 | 0.9316 | 0.9414 | 0.9512 | 0.9611 | 0.9709 |
| 10 | 0.9807 | 0.9905 | 1.0003 | 1.0101 | 1.0199 | 1.0297 | 1.0395 | 1.0493 | 1.0591 | 1.0689 |
| 11 | 1.0787 | 1.0885 | 1.0983 | 1.1082 | 1.1180 | 1.1278 | 1.1376 | 1.1474 | 1.1572 | 1.1670 |
| 12 | 1.1768 | 1.1866 | 0.1964 | 1.2062 | 1.2160 | 1.2258 | 1.2356 | 1.2454 | 1.2553 | 1.2651 |
| 13 | 1.2749 | 1.2847 | 0.2945 | 1.3043 | 1.3141 | 1.3239 | 1.3337 | 1.3435 | 1.3533 | 1.3631 |
| 14 | 1.3729 | 1.3827 | 1.3925 | 1.4024 | 1.4122 | 1.4220 | 1.4318 | 1.4416 | 1.4514 | 1.4612 |
| 15 | 1.4710 | 1.4808 | 1.4906 | 1.5004 | 1.5102 | 1.5200 | 1.5298 | 1.5396 | 1.5495 | 1.5593 |
| 16 | 1.5691 | 1.5789 | 1.5887 | 1.5985 | 1.6083 | 1.6181 | 1.6279 | 1.6377 | 1.6475 | 1.6573 |
| 17 | 1.6671 | 1.6769 | 1.6867 | 1.6966 | 1.7064 | 1.7162 | 1.7260 | 1.7358 | 1.7456 | 1.7554 |
| 18 | 1.7652 | 1.7750 | 1.7848 | 1.7946 | 1.8044 | 1.8142 | 1.8240 | 1.8338 | 1.8437 | 1.8535 |
| 19 | 1.8633 | 1.8731 | 1.8829 | 1.8927 | 1.9025 | 1.9123 | 1.9221 | 1.9319 | 1.9417 | 1.9515 |
| 20 | 1.9613 | 1.9711 | 1.9809 | 1.9907 | 2.0006 | 2.0104 | 2.0202 | 2.0300 | 2.0398 | 2.0496 |
| 21 | 2.0594 | 2.0692 | 2.0790 | 2.0888 | 2.0986 | 2.1084 | 2.1182 | 2.1280 | 2.1378 | 2.1477 |
| 22 | 2.1575 | 2.1673 | 2.1771 | 2.1869 | 2.1967 | 2.2065 | 2.2163 | 2.2261 | 2.2359 | 2.2457 |
| 23 | 2.2555 | 2.2653 | 2.2751 | 2.2849 | 2.2948 | 2.3046 | 2.3144 | 2.3242 | 2.3340 | 2.3438 |
| 24 | 2.3536 | 2.3634 | 2.3732 | 2.3830 | 2.3928 | 2.4026 | 2.4124 | 2.4222 | 2.4320 | 2.4419 |
| 25 | 2.4517 | 2.4615 | 2.4713 | 2.4811 | 2.4909 | 2.5007 | 2.5105 | 2.5203 | 2.5301 | 2.5399 |
| 26 | 2.5497 | 2.5595 | 2.5693 | 2.5791 | 2.5890 | 2.5988 | 2.6086 | 2.6184 | 2.6282 | 2.6380 |
| 27 | 2.6478 | 2.6576 | 2.6674 | 2.6772 | 2.6870 | 2.6968 | 2.7066 | 2.7164 | 2.7262 | 2.7361 |
| 28 | 2.7459 | 2.7557 | 2.7655 | 2.7753 | 2.7851 | 2.7949 | 2.8047 | 2.8145 | 2.8243 | 2.8341 |
| 29 | 2.8439 | 2.8537 | 2.8635 | 2.8733 | 2.8832 | 2.8930 | 2.9028 | 2.9126 | 2.9224 | 2.9322 |
| 30 | 2.9420 | 2.9518 | 2.9616 | 2.9714 | 2.9812 | 2.9910 | 3.0008 | 3.0106 | 3.0204 | 3.0303 |
| 31 | 3.0401 | 3.0499 | 3.0597 | 3.0695 | 3.0793 | 3.0891 | 3.0989 | 3.1087 | 3.1185 | 3.1283 |
| 32 | 3.1381 | 3.1479 | 3.1577 | 3.1675 | 3.1774 | 3.1872 | 3.1970 | 3.2068 | 3.2166 | 3.2264 |
| 33 | 3.2362 | 3.2460 | 3.2558 | 3.2656 | 3.2754 | 3.2852 | 3.2950 | 3.3048 | 3.3146 | 3.3245 |
| 34 | 3.3343 | 3.3441 | 3.3539 | 3.3637 | 3.3735 | 3.3833 | 3.3931 | 3.4029 | 3.4127 | 3.4225 |
| 35 | 3.4323 | 3.4421 | 3.4519 | 3.4617 | 3.4716 | 3.4814 | 3.4912 | 3.5010 | 3.5108 | 3.5206 |
| 36 | 3.5304 | 3.5402 | 3.5500 | 3.5598 | 3.5696 | 3.5794 | 3.5892 | 3.5990 | 3.6088 | 3.6187 |
| 37 | 3.6285 | 3.6383 | 3.6481 | 3.6579 | 3.6677 | 3.6775 | 3.6873 | 3.6971 | 3.7069 | 3.7167 |
| 38 | 3.7265 | 3.7363 | 3.7461 | 3.7559 | 3.7658 | 3.7756 | 3.7854 | 3.7952 | 3.8050 | 3.8148 |
| 39 | 3.8246 | 3.8344 | 3.8442 | 3.8540 | 3.8638 | 3.8736 | 3.8834 | 3.8932 | 3.9030 | 3.9129 |
| 40 | 3.9227 | 3.9325 | 3.9423 | 3.9521 | 3.9619 | 3.9717 | 3.9815 | 3.9913 | 4.0011 | 4.0109 |
| 41 | 4.0207 | 4.0305 | 4.0403 | 4.0501 | 4.0600 | 4.0698 | 4.0796 | 4.0894 | 4.0992 | 4.1090 |
| 42 | 4.1188 | 4.1286 | 4.1384 | 4.1482 | 4.1580 | 4.1678 | 4.1776 | 4.1874 | 4.1972 | 4.2071 |
| 43 | 4.2169 | 4.2267 | 4.2365 | 4.2463 | 4.2561 | 4.2659 | 4.2757 | 4.2855 | 4.2953 | 4.3051 |
| 44 | 4.3149 | 4.3247 | 4.3345 | 4.3443 | 4.3542 | 4.3640 | 4.3738 | 4.3836 | 4.3934 | 4.4032 |
| 45 | 4.4130 | 4.4228 | 4.4326 | 4.4424 | 4.4522 | 4.4620 | 4.4718 | 4.4816 | 4.4914 | 4.5013 |
| 46 | 4.5111 | 4.5209 | 4.5307 | 4.5405 | 4.5503 | 4.5601 | 4.5699 | 4.5797 | 4.5895 | 4.5993 |
| 47 | 4.6091 | 4.6189 | 4.6287 | 4.6385 | 4.6484 | 4.6582 | 4.6680 | 4.6778 | 4.6876 | 4.6974 |
| 48 | 4.7072 | 4.7170 | 4.7268 | 4.7366 | 4.7464 | 4.7562 | 4.7660 | 4.7758 | 4.7856 | 4.7955 |
| 49 | 4.8053 | 4.8151 | 4.8249 | 4.8347 | 4.8445 | 4.8543 | 4.8641 | 4.8739 | 4.8837 | 4.8935 |

（续）

| MPa / kgf/cm² \ kgf/cm² | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50 | 4.9033 | 4.9131 | 4.9229 | 4.9327 | 4.9426 | 4.9524 | 4.9622 | 4.9720 | 4.9818 | 4.9916 |
| 51 | 5.0014 | 5.0112 | 5.0210 | 5.0308 | 5.0406 | 5.0504 | 5.0602 | 5.0700 | 5.0798 | 5.0897 |
| 52 | 5.0995 | 5.1093 | 5.1191 | 5.1289 | 5.1387 | 5.1485 | 5.1583 | 5.1681 | 5.1779 | 5.1877 |
| 53 | 5.1975 | 5.2073 | 5.2171 | 5.2269 | 5.2368 | 5.2466 | 5.2564 | 5.2662 | 5.2760 | 5.2858 |
| 54 | 5.2956 | 5.3054 | 5.3152 | 5.3250 | 5.3348 | 5.3446 | 5.3544 | 5.3642 | 5.3740 | 5.3839 |
| 55 | 5.3937 | 5.4035 | 5.4133 | 5.4231 | 5.4329 | 5.4427 | 5.4525 | 5.4623 | 5.4721 | 5.4819 |
| 56 | 5.4917 | 5.5015 | 5.5113 | 5.5211 | 5.5310 | 5.5408 | 5.5506 | 5.5604 | 5.5702 | 5.5800 |
| 57 | 5.5898 | 5.5996 | 5.6094 | 5.6192 | 5.6290 | 5.6388 | 5.6486 | 5.6584 | 5.6682 | 5.6781 |
| 58 | 5.6879 | 5.6977 | 5.7075 | 5.7173 | 5.7271 | 5.7369 | 5.7467 | 5.7565 | 5.7663 | 5.7761 |
| 59 | 5.7859 | 5.7957 | 5.8055 | 5.8153 | 5.8252 | 5.8350 | 5.8448 | 5.8546 | 5.8644 | 5.8742 |
| 60 | 5.8840 | 5.8938 | 5.9036 | 5.9134 | 5.9232 | 5.9330 | 5.9428 | 5.9526 | 5.9624 | 5.9722 |
| 61 | 5.9821 | 5.9919 | 6.0017 | 6.0115 | 6.0213 | 6.0311 | 6.0409 | 6.0507 | 6.0605 | 6.0703 |
| 62 | 6.0801 | 6.0899 | 6.0997 | 6.1095 | 6.1193 | 6.1292 | 6.1390 | 6.1488 | 6.1586 | 6.1684 |
| 63 | 6.1782 | 6.1880 | 6.1978 | 6.2076 | 6.2174 | 6.2272 | 6.2370 | 6.2468 | 6.2566 | 6.2664 |
| 64 | 6.2763 | 6.2861 | 6.2959 | 6.3057 | 6.3155 | 6.3253 | 6.3351 | 6.3449 | 6.3547 | 6.3645 |
| 65 | 6.3743 | 6.3841 | 6.3939 | 6.4037 | 6.4135 | 6.4234 | 6.4332 | 6.4430 | 6.4528 | 6.4626 |
| 66 | 6.4724 | 6.4822 | 6.4920 | 6.5018 | 6.5116 | 6.5214 | 6.5312 | 6.5410 | 6.5508 | 6.5606 |
| 67 | 6.5705 | 6.5803 | 6.5901 | 6.5999 | 6.6097 | 6.6195 | 6.6293 | 6.6391 | 6.6489 | 6.6587 |
| 68 | 6.6685 | 6.6783 | 6.6881 | 6.6979 | 6.7077 | 6.7176 | 6.7274 | 6.7372 | 6.7470 | 6.7568 |
| 69 | 6.7666 | 6.7764 | 6.7862 | 6.7960 | 6.8058 | 6.8156 | 6.8254 | 6.8352 | 6.8450 | 6.8548 |
| 70 | 6.8647 | 6.8745 | 6.8843 | 6.8941 | 6.9039 | 6.9137 | 6.9235 | 6.9333 | 6.9431 | 6.9529 |
| 71 | 6.9627 | 6.9725 | 6.9823 | 6.9921 | 7.0019 | 7.0118 | 7.0216 | 7.0314 | 7.0412 | 7.0510 |
| 72 | 7.0608 | 7.0706 | 7.0804 | 7.0902 | 7.1000 | 7.1098 | 7.1196 | 7.1294 | 7.1392 | 7.1490 |
| 73 | 7.1589 | 7.1687 | 7.1785 | 7.1883 | 7.1981 | 7.2079 | 7.2177 | 7.2275 | 7.2373 | 7.2471 |
| 74 | 7.2569 | 7.2667 | 7.2765 | 7.2863 | 7.2961 | 7.3060 | 7.3158 | 7.3256 | 7.3354 | 7.3452 |
| 75 | 7.3550 | 7.3648 | 7.3746 | 7.3844 | 7.3942 | 7.4040 | 7.4138 | 7.4236 | 7.4334 | 7.4432 |
| 76 | 7.4531 | 7.4629 | 7.4727 | 7.4825 | 7.4923 | 7.5021 | 7.5119 | 7.5217 | 7.5315 | 7.5413 |
| 77 | 7.5511 | 7.5609 | 7.5707 | 7.5805 | 7.5903 | 7.6002 | 7.6100 | 7.6198 | 7.6296 | 7.6394 |
| 78 | 7.6492 | 7.6590 | 7.6688 | 7.6786 | 7.6884 | 7.6982 | 7.7080 | 7.7178 | 7.7276 | 7.7374 |
| 79 | 7.7473 | 7.7571 | 7.7669 | 7.7767 | 7.7865 | 7.7963 | 7.8061 | 7.8159 | 7.8257 | 7.8355 |
| 80 | 7.8453 | 7.8551 | 7.8649 | 7.8747 | 7.8845 | 7.8944 | 7.9042 | 7.9140 | 7.9238 | 7.9336 |
| 81 | 7.9434 | 7.9532 | 7.9630 | 7.9728 | 7.9826 | 7.9924 | 8.0022 | 8.0120 | 8.0218 | 8.0316 |
| 82 | 8.0415 | 8.0513 | 8.0611 | 8.0709 | 8.0807 | 8.0905 | 8.1003 | 8.1101 | 8.1199 | 8.1297 |
| 83 | 8.1395 | 8.1493 | 8.1591 | 8.1689 | 8.1787 | 8.1886 | 8.1984 | 8.2082 | 8.2180 | 8.2278 |
| 84 | 8.2376 | 8.2474 | 8.2572 | 8.2670 | 8.2768 | 8.2866 | 8.2964 | 8.3062 | 8.3160 | 8.3258 |
| 85 | 8.3357 | 8.3455 | 8.3553 | 8.3651 | 8.3749 | 8.3847 | 8.3945 | 8.4043 | 8.4141 | 8.4239 |
| 86 | 8.4337 | 8.4435 | 8.4533 | 8.4631 | 8.4729 | 8.4828 | 8.4926 | 8.5024 | 8.5122 | 8.5220 |
| 87 | 8.5318 | 8.5416 | 8.5514 | 8.5612 | 8.5710 | 8.5808 | 8.5906 | 8.6004 | 8.6102 | 8.6200 |
| 88 | 8.6299 | 8.6397 | 8.6495 | 8.6593 | 8.6691 | 8.6789 | 8.6887 | 8.6985 | 8.7083 | 8.7181 |
| 89 | 8.7279 | 8.7377 | 8.7475 | 8.7573 | 8.7671 | 8.7770 | 8.7868 | 8.7966 | 8.8064 | 8.8162 |
| 90 | 8.8260 | 8.8358 | 8.8456 | 8.8554 | 8.8652 | 8.8750 | 8.8848 | 8.8946 | 8.9044 | 8.9142 |
| 91 | 8.9241 | 8.9339 | 8.9437 | 8.9535 | 8.9633 | 8.9731 | 8.9829 | 8.9927 | 9.0025 | 9.0123 |
| 92 | 9.0221 | 9.0319 | 9.0417 | 9.0515 | 9.0613 | 9.0712 | 9.0810 | 9.0908 | 9.1006 | 9.1104 |
| 93 | 9.1202 | 9.1300 | 9.1398 | 9.1496 | 9.1594 | 9.1692 | 9.1790 | 9.1888 | 9.1986 | 9.2084 |
| 94 | 9.2183 | 9.2281 | 9.2379 | 9.2477 | 9.2575 | 9.2673 | 9.2771 | 9.2869 | 9.2967 | 9.3065 |
| 95 | 9.3163 | 9.3261 | 9.3359 | 9.3457 | 9.3555 | 9.3654 | 9.3752 | 9.3850 | 9.3948 | 9.4046 |
| 96 | 9.4144 | 9.4242 | 9.4340 | 9.4438 | 9.4536 | 9.4634 | 9.4732 | 9.4830 | 9.4928 | 9.5026 |
| 97 | 9.5125 | 9.5223 | 9.5321 | 9.5419 | 9.5517 | 9.5615 | 9.5713 | 9.5811 | 9.5909 | 9.6007 |
| 98 | 9.6105 | 9.6203 | 9.6301 | 9.6399 | 9.6497 | 9.6596 | 9.6694 | 9.6792 | 9.6890 | 9.6988 |
| 99 | 9.7086 | 9.7184 | 9.7282 | 9.7380 | 9.7478 | 9.7576 | 9.7674 | 9.7772 | 9.7870 | 9.7968 |
| 100 | 9.8067 | 9.8165 | 9.8263 | 9.8361 | 9.8459 | 9.8557 | 9.8655 | 9.8753 | 9.8851 | 9.8949 |

**表 1.3-15　千瓦小时至兆焦耳的换算表**

1kW·h=3.6MJ

| MJ / kW·h | kW·h 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0.0000 | 0.3600 | 0.7200 | 1.0800 | 1.4400 | 1.8000 | 2.1600 | 2.5200 | 2.8800 | 3.2400 |
| 1 | 3.6000 | 3.9600 | 4.3200 | 4.6800 | 5.0400 | 5.4000 | 5.7600 | 6.1200 | 6.4800 | 6.8400 |
| 2 | 7.2000 | 7.5600 | 7.9200 | 8.2800 | 8.6400 | 9.0000 | 9.3600 | 9.7200 | 10.080 | 10.440 |
| 3 | 10.800 | 11.160 | 11.520 | 11.880 | 12.240 | 12.600 | 12.960 | 13.320 | 13.680 | 14.040 |
| 4 | 14.400 | 14.760 | 15.120 | 15.480 | 15.840 | 16.200 | 16.560 | 16.920 | 17.280 | 17.640 |
| 5 | 18.000 | 18.360 | 18.720 | 19.080 | 19.440 | 19.800 | 20.160 | 20.520 | 20.880 | 21.240 |
| 6 | 21.600 | 21.960 | 22.320 | 22.680 | 23.040 | 23.400 | 23.760 | 24.120 | 24.480 | 24.840 |
| 7 | 25.200 | 25.560 | 25.920 | 26.280 | 26.640 | 27.000 | 27.360 | 27.720 | 28.080 | 28.440 |
| 8 | 28.800 | 29.160 | 29.520 | 29.880 | 30.240 | 30.600 | 30.960 | 31.320 | 31.680 | 32.040 |
| 9 | 32.400 | 32.760 | 33.120 | 33.480 | 33.840 | 34.200 | 34.560 | 34.920 | 35.280 | 35.640 |
| 10 | 36.000 | 36.360 | 36.720 | 37.080 | 37.440 | 37.800 | 38.160 | 38.520 | 38.880 | 39.240 |
| 11 | 39.600 | 39.960 | 40.320 | 40.680 | 41.040 | 41.400 | 41.760 | 42.120 | 42.480 | 42.840 |
| 12 | 43.200 | 43.560 | 43.920 | 44.280 | 44.640 | 45.000 | 45.360 | 45.720 | 46.080 | 46.440 |
| 13 | 46.800 | 47.160 | 47.520 | 47.880 | 48.240 | 48.600 | 48.960 | 49.320 | 49.680 | 50.040 |
| 14 | 50.400 | 50.760 | 51.120 | 51.480 | 51.840 | 52.200 | 52.560 | 52.920 | 53.280 | 53.640 |
| 15 | 54.000 | 54.360 | 54.720 | 55.080 | 55.440 | 55.800 | 56.160 | 56.520 | 56.880 | 57.240 |
| 16 | 57.600 | 57.960 | 58.320 | 58.680 | 59.040 | 59.400 | 59.760 | 60.120 | 60.480 | 60.840 |
| 17 | 61.200 | 61.560 | 61.920 | 62.280 | 62.640 | 63.000 | 63.360 | 63.720 | 64.080 | 64.440 |
| 18 | 64.800 | 65.160 | 65.520 | 65.880 | 66.240 | 66.600 | 66.960 | 67.320 | 67.680 | 68.040 |
| 19 | 68.400 | 68.760 | 69.120 | 69.480 | 69.840 | 70.200 | 70.560 | 70.920 | 71.280 | 71.640 |
| 20 | 72.000 | 72.350 | 72.720 | 73.080 | 73.440 | 73.800 | 74.160 | 74.520 | 74.880 | 75.240 |
| 21 | 75.600 | 75.960 | 76.320 | 76.680 | 77.040 | 77.400 | 77.760 | 78.120 | 78.480 | 78.840 |
| 22 | 79.200 | 79.560 | 79.920 | 80.280 | 80.640 | 81.000 | 81.360 | 81.720 | 82.080 | 82.440 |
| 23 | 82.800 | 83.160 | 83.520 | 83.880 | 84.240 | 84.600 | 84.960 | 85.320 | 85.680 | 86.040 |
| 24 | 86.400 | 86.760 | 87.120 | 87.480 | 87.840 | 88.200 | 88.560 | 88.920 | 89.280 | 89.640 |
| 25 | 90.000 | 90.360 | 90.720 | 91.080 | 91.440 | 91.800 | 92.160 | 92.520 | 92.880 | 93.240 |
| 26 | 93.600 | 93.960 | 94.320 | 94.680 | 95.040 | 95.400 | 95.760 | 96.120 | 96.480 | 96.840 |
| 27 | 97.200 | 97.560 | 97.920 | 98.280 | 98.640 | 99.000 | 99.360 | 99.720 | 100.08 | 100.44 |
| 28 | 100.80 | 101.16 | 101.52 | 101.88 | 102.24 | 102.60 | 102.96 | 103.32 | 103.68 | 104.04 |
| 29 | 104.40 | 104.76 | 105.12 | 105.48 | 105.84 | 106.20 | 106.56 | 106.92 | 107.28 | 107.64 |
| 30 | 108.00 | 108.36 | 108.72 | 109.08 | 109.44 | 109.80 | 110.16 | 110.52 | 110.88 | 111.24 |
| 31 | 111.60 | 111.96 | 112.32 | 112.68 | 113.04 | 113.40 | 113.76 | 114.12 | 114.48 | 114.84 |
| 32 | 115.20 | 115.56 | 115.92 | 116.28 | 116.64 | 117.00 | 117.36 | 117.72 | 118.08 | 118.44 |
| 33 | 118.80 | 119.16 | 119.52 | 119.88 | 120.24 | 120.60 | 120.96 | 121.32 | 121.68 | 122.04 |
| 34 | 122.40 | 122.76 | 123.12 | 123.48 | 123.84 | 124.20 | 124.56 | 124.92 | 125.28 | 125.64 |
| 35 | 126.00 | 126.36 | 126.72 | 127.08 | 127.44 | 127.80 | 128.16 | 128.52 | 128.88 | 129.24 |
| 36 | 129.60 | 129.96 | 130.32 | 130.68 | 131.04 | 131.40 | 131.76 | 132.12 | 132.48 | 132.84 |
| 37 | 133.20 | 133.56 | 133.92 | 134.28 | 134.64 | 135.00 | 135.36 | 135.72 | 136.08 | 136.44 |
| 38 | 136.80 | 137.16 | 137.52 | 137.88 | 138.24 | 138.60 | 138.96 | 139.32 | 139.68 | 140.04 |
| 39 | 140.40 | 140.76 | 141.12 | 141.48 | 141.84 | 142.20 | 142.56 | 142.92 | 143.28 | 143.64 |
| 40 | 144.00 | 144.36 | 144.72 | 145.08 | 145.44 | 145.80 | 146.16 | 146.52 | 146.88 | 147.24 |
| 41 | 147.60 | 147.96 | 148.32 | 148.68 | 149.04 | 149.40 | 149.76 | 150.12 | 150.48 | 150.84 |
| 42 | 151.20 | 151.56 | 151.92 | 152.28 | 152.64 | 153.00 | 153.36 | 153.72 | 154.08 | 154.44 |
| 43 | 154.80 | 155.16 | 155.52 | 155.88 | 156.24 | 156.60 | 156.96 | 157.32 | 157.68 | 158.04 |
| 44 | 158.40 | 158.76 | 159.12 | 159.48 | 159.84 | 160.20 | 160.56 | 160.92 | 161.28 | 161.64 |
| 45 | 162.00 | 162.36 | 162.72 | 163.08 | 163.44 | 163.80 | 164.16 | 164.52 | 164.88 | 165.24 |
| 46 | 165.60 | 165.96 | 166.32 | 166.68 | 167.04 | 167.40 | 167.76 | 168.12 | 168.48 | 168.84 |
| 47 | 169.20 | 169.56 | 169.92 | 170.28 | 170.64 | 171.00 | 171.36 | 171.72 | 172.08 | 172.44 |
| 48 | 172.80 | 173.16 | 173.52 | 173.88 | 174.24 | 174.60 | 174.96 | 175.32 | 175.68 | 176.04 |
| 49 | 176.40 | 176.76 | 177.12 | 177.48 | 177.84 | 178.20 | 178.56 | 178.92 | 179.28 | 179.64 |

（续）

| MJ \ kW·h | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50 | 180.00 | 180.36 | 180.72 | 181.08 | 181.44 | 181.80 | 182.16 | 182.52 | 182.88 | 183.24 |
| 51 | 183.60 | 183.96 | 184.32 | 184.68 | 185.04 | 185.40 | 185.76 | 186.12 | 186.48 | 186.84 |
| 52 | 187.20 | 187.56 | 187.92 | 188.28 | 188.64 | 189.00 | 189.36 | 189.72 | 190.08 | 190.44 |
| 53 | 190.80 | 191.16 | 191.52 | 191.88 | 192.24 | 192.60 | 192.96 | 193.32 | 193.68 | 194.04 |
| 54 | 194.40 | 194.76 | 195.12 | 195.48 | 195.84 | 196.20 | 196.56 | 196.92 | 197.28 | 197.64 |
| 55 | 198.00 | 198.36 | 198.72 | 199.08 | 199.44 | 199.80 | 200.16 | 200.52 | 200.88 | 201.24 |
| 56 | 201.60 | 201.96 | 202.32 | 202.68 | 203.04 | 203.40 | 203.76 | 204.12 | 204.48 | 204.84 |
| 57 | 205.20 | 205.56 | 205.92 | 206.28 | 206.64 | 207.00 | 207.36 | 207.72 | 208.08 | 208.44 |
| 58 | 208.80 | 209.16 | 209.52 | 209.88 | 210.24 | 210.60 | 210.96 | 211.32 | 211.68 | 212.04 |
| 59 | 212.40 | 212.76 | 213.12 | 213.48 | 213.84 | 214.20 | 214.56 | 214.92 | 215.28 | 215.64 |
| 60 | 216.00 | 216.36 | 216.72 | 217.08 | 217.44 | 217.80 | 218.16 | 218.52 | 218.88 | 219.24 |
| 61 | 219.60 | 219.96 | 220.32 | 220.68 | 221.04 | 221.40 | 221.76 | 222.12 | 222.48 | 222.84 |
| 62 | 223.20 | 223.56 | 223.92 | 224.28 | 224.64 | 225.00 | 225.36 | 225.72 | 226.08 | 226.44 |
| 63 | 226.80 | 227.16 | 227.52 | 227.88 | 228.24 | 228.60 | 228.96 | 229.32 | 229.68 | 230.04 |
| 64 | 230.40 | 230.76 | 231.12 | 231.48 | 231.84 | 232.20 | 232.56 | 232.92 | 233.28 | 233.64 |
| 65 | 234.00 | 234.36 | 234.72 | 235.08 | 235.44 | 235.80 | 236.16 | 236.52 | 236.88 | 237.24 |
| 66 | 237.60 | 237.96 | 238.32 | 238.68 | 239.04 | 239.40 | 239.76 | 240.12 | 240.48 | 240.84 |
| 67 | 241.20 | 241.56 | 241.92 | 242.28 | 242.64 | 243.00 | 243.36 | 243.72 | 244.08 | 244.44 |
| 68 | 244.80 | 245.16 | 245.52 | 245.88 | 246.24 | 246.60 | 246.96 | 247.32 | 247.68 | 248.04 |
| 69 | 248.40 | 248.76 | 249.12 | 249.48 | 249.84 | 250.20 | 250.56 | 250.92 | 251.28 | 251.64 |
| 70 | 252.00 | 252.36 | 252.72 | 253.08 | 253.44 | 253.80 | 254.16 | 254.52 | 254.88 | 255.24 |
| 71 | 255.60 | 255.96 | 256.32 | 256.68 | 257.04 | 257.40 | 257.76 | 258.12 | 258.48 | 258.84 |
| 72 | 259.20 | 259.56 | 259.92 | 260.28 | 260.64 | 261.00 | 261.36 | 261.72 | 262.08 | 262.44 |
| 73 | 262.80 | 263.16 | 263.52 | 263.88 | 264.24 | 264.60 | 264.96 | 265.32 | 265.68 | 266.04 |
| 74 | 266.40 | 266.76 | 267.12 | 267.48 | 267.84 | 268.20 | 268.56 | 268.92 | 269.28 | 269.64 |
| 75 | 270.00 | 270.36 | 270.72 | 271.08 | 271.44 | 271.80 | 272.16 | 272.52 | 272.88 | 273.24 |
| 76 | 273.60 | 273.96 | 274.32 | 274.68 | 275.04 | 275.40 | 275.76 | 276.12 | 276.48 | 276.84 |
| 77 | 277.20 | 277.56 | 277.92 | 278.28 | 278.64 | 279.00 | 279.36 | 279.72 | 280.08 | 280.44 |
| 78 | 280.80 | 281.16 | 281.52 | 281.88 | 282.24 | 282.60 | 282.96 | 283.32 | 283.68 | 284.04 |
| 79 | 284.40 | 284.76 | 285.12 | 285.48 | 285.84 | 286.20 | 286.56 | 286.92 | 287.28 | 287.64 |
| 80 | 288.00 | 288.36 | 288.72 | 289.08 | 289.44 | 289.80 | 290.16 | 290.52 | 290.88 | 291.24 |
| 81 | 291.60 | 291.96 | 292.32 | 292.68 | 293.04 | 293.40 | 293.76 | 294.12 | 294.48 | 294.84 |
| 82 | 295.20 | 295.56 | 295.92 | 296.28 | 296.64 | 297.00 | 297.36 | 297.72 | 298.08 | 298.44 |
| 83 | 298.80 | 299.16 | 299.52 | 299.88 | 300.24 | 300.60 | 300.96 | 301.32 | 301.68 | 302.04 |
| 84 | 302.40 | 302.76 | 303.12 | 303.48 | 303.84 | 304.20 | 304.56 | 304.92 | 305.28 | 305.64 |
| 85 | 306.00 | 306.36 | 306.72 | 307.08 | 307.44 | 307.80 | 308.16 | 308.52 | 308.88 | 309.24 |
| 86 | 309.60 | 309.96 | 310.32 | 310.68 | 311.04 | 311.40 | 311.76 | 312.12 | 312.48 | 312.84 |
| 87 | 313.20 | 313.56 | 313.92 | 314.28 | 314.64 | 315.00 | 315.36 | 315.72 | 316.08 | 316.44 |
| 88 | 316.80 | 317.16 | 317.52 | 317.88 | 318.24 | 318.60 | 318.96 | 319.32 | 319.68 | 320.04 |
| 89 | 320.40 | 320.76 | 321.12 | 321.48 | 321.84 | 322.20 | 322.56 | 322.92 | 323.28 | 323.64 |
| 90 | 324.00 | 324.36 | 324.72 | 325.08 | 325.44 | 325.80 | 326.16 | 326.52 | 326.88 | 327.24 |
| 91 | 327.60 | 327.96 | 328.32 | 328.68 | 329.04 | 329.40 | 329.76 | 330.12 | 330.48 | 330.84 |
| 92 | 331.20 | 331.56 | 331.92 | 332.28 | 332.64 | 333.00 | 333.36 | 333.72 | 334.08 | 334.44 |
| 93 | 334.80 | 335.16 | 335.52 | 335.88 | 336.24 | 336.60 | 336.96 | 337.32 | 337.68 | 338.04 |
| 94 | 338.40 | 338.76 | 339.12 | 339.48 | 339.84 | 340.20 | 340.56 | 340.92 | 341.28 | 341.64 |
| 95 | 342.00 | 342.36 | 342.72 | 343.08 | 343.44 | 343.80 | 344.16 | 344.52 | 344.88 | 345.24 |
| 96 | 345.60 | 345.96 | 346.32 | 346.68 | 347.04 | 347.40 | 347.76 | 348.12 | 348.48 | 348.84 |
| 97 | 349.20 | 349.56 | 349.92 | 350.28 | 350.64 | 351.00 | 351.36 | 351.72 | 352.08 | 352.44 |
| 98 | 352.80 | 353.16 | 353.52 | 353.88 | 354.24 | 354.60 | 354.96 | 355.32 | 355.68 | 356.04 |
| 99 | 356.40 | 356.76 | 357.12 | 357.48 | 357.84 | 358.20 | 358.56 | 358.92 | 359.28 | 359.64 |
| 100 | 360.00 | 360.36 | 360.72 | 361.08 | 361.44 | 361.80 | 362.16 | 362.52 | 362.88 | 363.24 |

**表 1.3-16　马力至千瓦的换算表**

1 马力＝0.735 498 75kW

| kW / 马力 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0.0000 | 0.0735 | 0.1471 | 0.2206 | 0.2942 | 0.3677 | 0.4413 | 0.5148 | 0.5884 | 0.6619 |
| 1 | 0.7355 | 0.8090 | 0.8826 | 0.9561 | 1.0297 | 1.1032 | 1.1768 | 1.2503 | 1.3239 | 1.3974 |
| 2 | 1.4710 | 1.5445 | 1.6181 | 1.6916 | 1.7652 | 1.8387 | 1.9123 | 1.9858 | 2.0594 | 2.1329 |
| 3 | 2.2065 | 2.2800 | 2.3536 | 2.4271 | 2.5007 | 2.5742 | 2.6478 | 2.7213 | 2.7949 | 2.8684 |
| 4 | 2.9420 | 3.0155 | 3.0891 | 3.1626 | 3.2362 | 3.3097 | 3.3833 | 3.4568 | 3.5304 | 3.6039 |
| 5 | 3.6775 | 3.7510 | 3.8246 | 3.8981 | 3.9717 | 4.0452 | 4.1188 | 4.1923 | 4.2659 | 4.3394 |
| 6 | 4.4130 | 4.4865 | 4.5601 | 4.6336 | 4.7072 | 4.7807 | 4.8543 | 4.9278 | 5.0014 | 5.0749 |
| 7 | 5.1485 | 5.2220 | 5.2956 | 5.3691 | 5.4427 | 5.5162 | 5.5898 | 5.6633 | 5.7369 | 5.8104 |
| 8 | 5.8840 | 5.9575 | 6.0311 | 6.1046 | 6.1782 | 6.2517 | 6.3253 | 6.3988 | 6.4724 | 6.5459 |
| 9 | 6.6195 | 6.6930 | 6.7666 | 6.8401 | 6.9137 | 6.9872 | 7.0608 | 7.1343 | 7.2079 | 7.2814 |
| 10 | 7.3550 | 7.4285 | 7.5021 | 7.5756 | 7.6492 | 7.7227 | 7.7963 | 7.8698 | 7.9434 | 8.0169 |
| 11 | 8.0905 | 8.1640 | 8.2376 | 8.3111 | 8.3847 | 8.4582 | 8.5318 | 8.6053 | 8.6789 | 8.7524 |
| 12 | 8.8260 | 8.8995 | 8.9731 | 9.0466 | 9.1202 | 9.1937 | 9.2673 | 9.3408 | 9.4144 | 9.4879 |
| 13 | 9.5615 | 9.6350 | 9.7086 | 9.7821 | 9.8557 | 9.9292 | 10.003 | 10.076 | 10.150 | 10.223 |
| 14 | 10.297 | 10.371 | 10.444 | 10.518 | 10.591 | 10.665 | 10.738 | 10.812 | 10.885 | 10.959 |
| 15 | 11.032 | 11.106 | 11.180 | 11.253 | 11.327 | 11.400 | 11.474 | 11.547 | 11.621 | 11.694 |
| 16 | 11.768 | 11.842 | 11.915 | 11.989 | 12.062 | 12.136 | 12.209 | 12.283 | 12.356 | 12.430 |
| 17 | 12.503 | 12.577 | 12.651 | 12.724 | 12.798 | 12.871 | 12.945 | 13.018 | 13.092 | 13.165 |
| 18 | 13.239 | 13.313 | 13.386 | 13.460 | 13.533 | 13.607 | 13.680 | 13.754 | 13.827 | 13.901 |
| 19 | 13.974 | 14.048 | 14.122 | 14.195 | 14.269 | 14.342 | 14.416 | 14.489 | 14.563 | 14.636 |
| 20 | 14.710 | 14.784 | 14.857 | 14.931 | 15.004 | 15.078 | 15.151 | 15.225 | 15.298 | 15.372 |
| 21 | 15.445 | 15.519 | 15.593 | 15.666 | 15.740 | 15.813 | 15.887 | 15.960 | 16.034 | 16.107 |
| 22 | 16.181 | 16.255 | 16.328 | 16.402 | 16.475 | 16.549 | 16.622 | 16.696 | 16.769 | 16.843 |
| 23 | 16.916 | 16.990 | 17.064 | 17.137 | 17.211 | 17.284 | 17.358 | 17.431 | 17.505 | 17.578 |
| 24 | 17.652 | 17.726 | 17.799 | 17.873 | 17.946 | 18.020 | 18.093 | 18.167 | 18.240 | 18.314 |
| 25 | 18.387 | 18.461 | 18.535 | 18.608 | 18.682 | 18.755 | 18.829 | 18.902 | 18.976 | 19.049 |
| 26 | 19.123 | 19.197 | 19.270 | 19.344 | 19.417 | 19.491 | 19.564 | 19.638 | 19.711 | 19.785 |
| 27 | 19.858 | 19.932 | 20.006 | 20.079 | 20.153 | 20.226 | 20.300 | 20.373 | 20.447 | 20.520 |
| 28 | 20.594 | 20.668 | 20.741 | 20.815 | 20.888 | 20.962 | 21.035 | 21.109 | 21.182 | 21.256 |
| 29 | 21.329 | 21.403 | 21.477 | 21.550 | 21.624 | 21.697 | 21.771 | 21.844 | 21.918 | 21.991 |
| 30 | 22.065 | 22.139 | 22.212 | 22.286 | 22.359 | 22.433 | 22.506 | 22.580 | 22.653 | 22.727 |
| 31 | 22.800 | 22.874 | 22.948 | 23.021 | 23.095 | 23.168 | 23.242 | 23.315 | 23.389 | 23.462 |
| 32 | 23.536 | 23.610 | 23.683 | 23.757 | 23.830 | 23.904 | 23.977 | 24.051 | 24.124 | 24.198 |
| 33 | 24.271 | 24.345 | 24.419 | 24.492 | 24.566 | 24.639 | 24.713 | 24.786 | 24.860 | 24.933 |
| 34 | 25.007 | 25.081 | 25.154 | 25.228 | 25.301 | 25.375 | 25.448 | 25.522 | 25.595 | 25.669 |
| 35 | 25.742 | 25.816 | 25.890 | 25.963 | 26.037 | 26.110 | 26.184 | 26.257 | 26.331 | 26.404 |
| 36 | 26.478 | 26.552 | 26.625 | 26.699 | 26.772 | 26.846 | 26.919 | 26.993 | 27.066 | 27.140 |
| 37 | 27.213 | 27.287 | 27.361 | 27.434 | 27.508 | 27.581 | 27.655 | 27.728 | 27.802 | 27.875 |
| 38 | 27.949 | 28.023 | 28.096 | 28.170 | 28.243 | 28.317 | 28.390 | 28.464 | 28.537 | 28.611 |
| 39 | 28.684 | 28.758 | 28.832 | 28.905 | 28.979 | 29.052 | 29.126 | 29.199 | 29.273 | 29.346 |
| 40 | 29.420 | 29.493 | 29.567 | 29.641 | 29.714 | 29.788 | 29.861 | 29.935 | 30.008 | 30.082 |
| 41 | 30.155 | 30.229 | 30.303 | 30.376 | 30.450 | 30.523 | 30.597 | 30.670 | 30.744 | 30.81 |
| 42 | 30.891 | 30.964 | 31.038 | 31.112 | 31.185 | 31.259 | 31.332 | 31.406 | 31.479 | 31.553 |
| 43 | 31.626 | 31.700 | 31.774 | 31.847 | 31.921 | 31.994 | 32.068 | 32.141 | 32.215 | 32.288 |
| 44 | 32.362 | 32.435 | 32.509 | 32.583 | 32.656 | 32.730 | 32.803 | 32.877 | 32.950 | 33.024 |
| 45 | 33.097 | 33.171 | 33.245 | 33.318 | 33.392 | 33.465 | 33.539 | 33.612 | 33.686 | 33.759 |
| 46 | 33.833 | 33.906 | 33.980 | 34.054 | 34.127 | 34.201 | 34.274 | 34.348 | 34.421 | 34.495 |
| 47 | 34.568 | 34.642 | 34.716 | 34.789 | 34.863 | 34.936 | 35.010 | 35.083 | 35.157 | 35.230 |
| 48 | 35.304 | 35.377 | 35.451 | 35.525 | 35.598 | 35.672 | 35.745 | 35.819 | 35.892 | 35.966 |
| 49 | 36.039 | 36.113 | 36.187 | 36.260 | 36.334 | 36.407 | 36.481 | 36.554 | 36.628 | 36.701 |

（续）

| kW 马力 / 马力 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50 | 36.775 | 36.848 | 36.922 | 36.996 | 37.069 | 37.143 | 37.216 | 37.290 | 37.363 | 37.437 |
| 51 | 37.510 | 37.584 | 37.658 | 37.731 | 37.805 | 37.878 | 37.952 | 38.025 | 38.099 | 38.172 |
| 52 | 38.246 | 38.319 | 38.393 | 38.467 | 38.540 | 38.614 | 38.687 | 38.761 | 38.834 | 38.908 |
| 53 | 38.981 | 39.055 | 39.129 | 39.202 | 39.276 | 39.349 | 39.423 | 39.496 | 39.570 | 39.643 |
| 54 | 39.717 | 39.790 | 39.864 | 39.938 | 40.011 | 40.085 | 40.158 | 40.232 | 40.305 | 40.379 |
| 55 | 40.452 | 40.526 | 40.600 | 40.673 | 40.747 | 40.820 | 40.894 | 40.967 | 41.041 | 41.114 |
| 56 | 41.188 | 41.261 | 41.335 | 41.409 | 41.482 | 41.556 | 41.629 | 41.703 | 41.776 | 41.850 |
| 57 | 41.923 | 41.997 | 42.071 | 42.144 | 42.218 | 42.291 | 42.365 | 42.438 | 42.512 | 42.585 |
| 58 | 42.659 | 42.732 | 42.806 | 42.880 | 42.953 | 43.027 | 43.100 | 43.174 | 43.247 | 43.321 |
| 59 | 43.394 | 43.468 | 43.542 | 43.615 | 43.689 | 43.762 | 43.836 | 43.909 | 43.983 | 44.056 |
| 60 | 44.130 | 44.203 | 44.277 | 44.351 | 44.424 | 44.498 | 44.571 | 44.645 | 44.718 | 44.792 |
| 61 | 44.865 | 44.939 | 45.013 | 45.086 | 45.160 | 45.233 | 45.307 | 45.380 | 45.454 | 45.527 |
| 62 | 45.601 | 45.674 | 45.748 | 45.822 | 45.895 | 45.969 | 46.042 | 46.116 | 46.189 | 46.263 |
| 63 | 46.336 | 46.410 | 46.484 | 46.557 | 46.631 | 46.704 | 46.778 | 46.851 | 46.925 | 46.998 |
| 64 | 47.072 | 47.145 | 47.219 | 47.293 | 47.366 | 47.440 | 47.513 | 47.587 | 47.660 | 47.734 |
| 65 | 47.807 | 47.881 | 47.955 | 48.028 | 48.102 | 48.175 | 48.249 | 48.322 | 48.396 | 48.469 |
| 66 | 48.543 | 48.616 | 48.690 | 48.764 | 48.837 | 48.911 | 48.984 | 49.058 | 49.131 | 49.205 |
| 67 | 49.278 | 49.352 | 49.426 | 49.499 | 49.573 | 49.646 | 49.720 | 49.793 | 49.867 | 49.940 |
| 68 | 50.014 | 50.087 | 50.161 | 50.235 | 50.308 | 50.382 | 50.455 | 50.529 | 50.602 | 50.676 |
| 69 | 50.749 | 50.823 | 50.897 | 50.970 | 51.044 | 51.117 | 51.191 | 51.264 | 51.338 | 51.411 |
| 70 | 51.485 | 51.558 | 51.632 | 51.706 | 51.779 | 51.853 | 51.926 | 52.000 | 52.073 | 52.147 |
| 71 | 52.220 | 52.294 | 52.368 | 52.441 | 52.515 | 52.588 | 52.662 | 52.735 | 52.809 | 52.882 |
| 72 | 52.956 | 53.029 | 53.103 | 53.177 | 53.250 | 53.324 | 53.397 | 53.471 | 53.544 | 53.618 |
| 73 | 53.691 | 53.765 | 53.839 | 53.912 | 53.986 | 54.059 | 54.133 | 54.206 | 54.280 | 54.353 |
| 74 | 54.427 | 54.500 | 54.574 | 54.648 | 54.721 | 54.795 | 54.868 | 54.942 | 55.015 | 55.089 |
| 75 | 55.162 | 55.236 | 55.310 | 55.383 | 55.457 | 55.530 | 55.604 | 55.677 | 55.751 | 55.824 |
| 76 | 55.898 | 55.971 | 56.045 | 56.119 | 56.192 | 56.266 | 56.339 | 56.413 | 56.486 | 56.560 |
| 77 | 56.633 | 56.707 | 56.781 | 56.854 | 56.928 | 57.001 | 57.075 | 57.148 | 57.222 | 57.295 |
| 78 | 57.369 | 57.442 | 57.516 | 57.590 | 57.663 | 57.737 | 57.810 | 57.884 | 57.957 | 58.031 |
| 79 | 58.104 | 58.178 | 58.252 | 58.325 | 58.399 | 58.472 | 58.546 | 58.619 | 58.693 | 58.766 |
| 80 | 58.840 | 58.913 | 58.987 | 59.061 | 59.134 | 59.208 | 59.281 | 59.355 | 59.428 | 59.502 |
| 81 | 59.575 | 59.649 | 59.722 | 59.796 | 59.870 | 59.943 | 60.017 | 60.090 | 60.164 | 60.237 |
| 82 | 60.311 | 60.384 | 60.458 | 60.532 | 60.605 | 60.679 | 60.752 | 60.826 | 60.899 | 60.973 |
| 83 | 61.046 | 61.120 | 61.193 | 61.267 | 61.341 | 61.414 | 61.488 | 61.561 | 61.635 | 61.708 |
| 84 | 61.782 | 61.855 | 61.929 | 62.003 | 62.076 | 62.150 | 62.223 | 62.297 | 62.370 | 62.444 |
| 85 | 62.517 | 62.591 | 62.664 | 62.738 | 62.812 | 62.885 | 62.959 | 63.032 | 63.106 | 63.179 |
| 86 | 63.253 | 63.326 | 63.400 | 63.474 | 63.547 | 63.621 | 63.694 | 63.768 | 63.841 | 63.915 |
| 87 | 63.988 | 64.062 | 64.135 | 64.209 | 64.283 | 64.356 | 64.430 | 64.503 | 64.577 | 64.650 |
| 88 | 64.724 | 64.797 | 64.871 | 64.945 | 65.018 | 65.092 | 65.165 | 65.239 | 65.312 | 65.386 |
| 89 | 65.459 | 65.533 | 65.606 | 65.680 | 65.754 | 65.827 | 65.901 | 65.974 | 66.048 | 66.121 |
| 90 | 66.195 | 66.268 | 66.342 | 66.416 | 66.489 | 66.563 | 66.636 | 66.710 | 66.783 | 66.857 |
| 91 | 66.930 | 67.004 | 67.077 | 67.151 | 67.225 | 67.298 | 67.372 | 67.445 | 67.519 | 67.592 |
| 92 | 67.666 | 67.739 | 67.813 | 67.887 | 67.960 | 68.034 | 68.107 | 68.181 | 68.254 | 68.328 |
| 93 | 68.401 | 68.475 | 68.548 | 68.622 | 68.696 | 68.769 | 68.843 | 68.916 | 68.990 | 69.063 |
| 94 | 69.137 | 69.210 | 69.284 | 69.358 | 69.431 | 69.505 | 69.578 | 69.652 | 69.725 | 69.799 |
| 95 | 69.872 | 69.946 | 70.019 | 70.093 | 70.167 | 70.240 | 70.314 | 70.387 | 70.461 | 70.534 |
| 96 | 70.608 | 70.681 | 70.755 | 70.829 | 70.902 | 70.976 | 71.049 | 71.123 | 71.196 | 71.270 |
| 97 | 71.343 | 71.417 | 71.490 | 71.564 | 71.638 | 71.711 | 71.785 | 71.858 | 71.932 | 72.005 |
| 98 | 72.079 | 72.152 | 72.226 | 72.300 | 72.373 | 72.447 | 72.520 | 72.594 | 72.667 | 72.741 |
| 99 | 72.814 | 72.888 | 72.961 | 73.035 | 73.109 | 73.182 | 73.256 | 73.329 | 73.403 | 73.476 |
| 100 | 73.560 | 73.623 | 73.697 | 73.771 | 73.844 | 73.918 | 73.991 | 74.065 | 74.138 | 74.212 |

**表 1.3-17　奥斯特至安培每米的换算表**

1Oe＝（1000/4π）A/m

| A/m \ Oe | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0.0000 | 7.9577 | 15.915 | 23.873 | 31.831 | 39.789 | 47.746 | 55.704 | 63.662 | 71.620 |
| 1 | 79.577 | 87.535 | 95.493 | 103.45 | 111.41 | 119.37 | 127.32 | 135.28 | 143.24 | 151.20 |
| 2 | 159.15 | 167.11 | 175.07 | 183.03 | 190.99 | 198.94 | 206.90 | 214.86 | 222.82 | 230.77 |
| 3 | 238.73 | 246.69 | 254.65 | 262.61 | 270.56 | 278.52 | 286.48 | 294.44 | 302.39 | 310.35 |
| 4 | 318.31 | 326.27 | 334.23 | 342.18 | 350.14 | 358.10 | 366.06 | 374.01 | 381.97 | 389.93 |
| 5 | 397.89 | 405.85 | 413.80 | 421.76 | 429.72 | 437.68 | 445.63 | 453.59 | 461.55 | 469.51 |
| 6 | 477.46 | 485.42 | 493.38 | 501.34 | 509.30 | 517.25 | 525.21 | 533.17 | 541.13 | 549.08 |
| 7 | 557.04 | 565.00 | 572.96 | 580.92 | 588.87 | 596.83 | 604.79 | 612.75 | 620.70 | 628.66 |
| 8 | 636.62 | 644.58 | 652.54 | 660.49 | 668.45 | 676.41 | 684.37 | 692.32 | 700.28 | 708.24 |
| 9 | 716.20 | 724.15 | 732.11 | 740.07 | 748.03 | 755.99 | 763.94 | 771.90 | 779.86 | 787.82 |
| 10 | 795.77 | 803.73 | 811.69 | 819.65 | 827.61 | 835.56 | 843.52 | 851.48 | 859.44 | 867.39 |
| 11 | 875.35 | 883.31 | 891.27 | 899.23 | 907.18 | 915.14 | 923.10 | 931.06 | 939.01 | 946.97 |
| 12 | 954.93 | 962.89 | 970.85 | 978.80 | 986.76 | 994.72 | 1002.7 | 1010.6 | 1018.6 | 1026.5 |
| 13 | 1034.5 | 1042.5 | 1050.4 | 1058.4 | 1066.3 | 1074.3 | 1082.3 | 1090.2 | 1098.2 | 1106.1 |
| 14 | 1114.1 | 1122.0 | 1130.0 | 1138.0 | 1145.9 | 1153.9 | 1161.8 | 1169.8 | 1177.7 | 1185.7 |
| 15 | 1193.7 | 1201.6 | 1209.6 | 1217.5 | 1225.5 | 1233.5 | 1241.4 | 1249.4 | 1257.3 | 1265.3 |
| 16 | 1273.2 | 1281.2 | 1289.2 | 1297.1 | 1305.1 | 1313.0 | 1321.0 | 1328.9 | 1336.9 | 1344.9 |
| 17 | 1352.8 | 1360.8 | 1368.7 | 1376.7 | 1384.6 | 1392.6 | 1400.6 | 1408.5 | 1416.5 | 1424.4 |
| 18 | 1432.4 | 1440.4 | 1448.3 | 1456.3 | 1464.2 | 1472.2 | 1480.1 | 1488.1 | 1496.1 | 1504.0 |
| 19 | 1512.0 | 1519.9 | 1527.9 | 1535.8 | 1543.8 | 1551.8 | 1559.7 | 1567.7 | 1575.6 | 1583.6 |
| 20 | 1591.5 | 1599.5 | 1607.5 | 1615.4 | 1623.4 | 1631.3 | 1639.3 | 1647.3 | 1655.2 | 1663.2 |
| 21 | 1671.1 | 1679.1 | 1687.0 | 1695.0 | 1703.0 | 1710.9 | 1718.9 | 1726.8 | 1734.8 | 1742.7 |
| 22 | 1750.7 | 1758.7 | 1766.6 | 1774.6 | 1782.5 | 1790.5 | 1798.5 | 1806.4 | 1814.4 | 1822.3 |
| 23 | 1830.3 | 1838.2 | 1846.2 | 1854.2 | 1862.1 | 1870.1 | 1878.0 | 1886.0 | 1893.9 | 1901.9 |
| 24 | 1909.9 | 1917.8 | 1925.8 | 1933.7 | 1941.7 | 1949.6 | 1957.6 | 1965.6 | 1973.5 | 1981.5 |
| 25 | 1989.4 | 1997.4 | 2005.4 | 2013.3 | 2021.3 | 2029.2 | 2037.2 | 2045.1 | 2053.1 | 2061.1 |
| 26 | 2069.0 | 2077.0 | 2084.9 | 2092.9 | 2100.8 | 2108.8 | 2116.8 | 2124.7 | 2132.7 | 2140.6 |
| 27 | 2148.6 | 2165.5 | 2164.5 | 2172.5 | 2180.4 | 2188.4 | 2196.3 | 2204.3 | 2212.3 | 2220.2 |
| 28 | 2228.2 | 2236.1 | 2244.1 | 2252.0 | 2260.0 | 2268.0 | 2275.9 | 2283.9 | 2291.8 | 2299.8 |
| 29 | 2307.7 | 2315.7 | 2323.7 | 2331.6 | 2339.6 | 2347.5 | 2355.5 | 2363.5 | 2371.4 | 2379.4 |
| 30 | 2387.3 | 2395.3 | 2403.2 | 2411.2 | 2419.2 | 2427.1 | 2435.1 | 2443.0 | 2451.0 | 2458.9 |
| 31 | 2466.9 | 2474.9 | 2482.8 | 2490.8 | 2498.7 | 2506.7 | 2514.6 | 2522.6 | 2530.6 | 2538.5 |
| 32 | 2546.5 | 2554.4 | 2562.4 | 2570.4 | 2578.3 | 2586.3 | 2594.2 | 2602.2 | 2610.1 | 2618.1 |
| 33 | 2626.1 | 2634.0 | 2642.0 | 2649.9 | 2657.9 | 2665.8 | 2673.8 | 2681.8 | 2689.7 | 2697.7 |
| 34 | 2705.6 | 2713.6 | 2721.5 | 2729.5 | 2737.5 | 2745.4 | 2753.4 | 2761.3 | 2769.3 | 2777.3 |
| 35 | 2785.2 | 2793.2 | 2801.1 | 2809.1 | 2817.0 | 2825.0 | 2833.0 | 2840.9 | 2848.9 | 2856.8 |
| 36 | 2864.8 | 2872.7 | 2880.7 | 2888.7 | 2896.6 | 2904.6 | 2912.5 | 2920.5 | 2928.5 | 2936.4 |
| 37 | 2944.4 | 2952.3 | 2960.3 | 2968.2 | 2976.2 | 2984.2 | 2992.1 | 3000.1 | 3008.0 | 3016.0 |
| 38 | 3023.9 | 3031.9 | 3039.9 | 3047.8 | 3055.8 | 3063.7 | 3071.7 | 3079.6 | 3087.6 | 3095.6 |
| 39 | 3103.5 | 3111.5 | 3119.4 | 3127.4 | 3135.4 | 3143.3 | 3151.3 | 3159.2 | 3167.2 | 3175.1 |
| 40 | 3183.1 | 3191.1 | 3199.0 | 3207.0 | 3214.9 | 3222.9 | 3230.8 | 3238.8 | 3246.8 | 3254.7 |
| 41 | 3262.7 | 3270.6 | 3278.6 | 3286.5 | 3294.5 | 3302.5 | 3310.4 | 3318.4 | 3326.3 | 3334.3 |
| 42 | 3342.3 | 3350.2 | 3358.2 | 3366.1 | 3374.1 | 3382.0 | 3390.0 | 3398.0 | 3405.9 | 3413.9 |
| 43 | 3421.8 | 3429.8 | 3437.7 | 3445.7 | 3453.7 | 3461.6 | 3469.6 | 3477.5 | 3485.5 | 3493.5 |
| 44 | 3501.4 | 3509.4 | 3517.3 | 3525.3 | 3533.2 | 3541.2 | 3549.2 | 3557.1 | 3565.1 | 3573.0 |
| 45 | 3581.0 | 3588.9 | 3596.9 | 3604.9 | 3612.8 | 3620.8 | 3628.7 | 3636.7 | 3644.6 | 3652.6 |
| 46 | 3660.6 | 3668.5 | 3676.5 | 3684.4 | 3692.4 | 3700.4 | 3708.3 | 3716.3 | 3724.2 | 3732.2 |
| 47 | 3740.1 | 3748.1 | 3756.1 | 3764.0 | 3772.0 | 3779.9 | 3787.9 | 3795.8 | 3803.8 | 3811.8 |
| 48 | 3819.7 | 3827.7 | 3835.6 | 3843.6 | 3851.5 | 3859.5 | 3867.5 | 3875.4 | 3883.4 | 3891.3 |
| 49 | 3899.3 | 3907.3 | 3915.2 | 3923.2 | 3931.1 | 3939.1 | 3947.0 | 3955.0 | 3963.0 | 3970.9 |

（续）

| A/m \ Oe / Oe | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50 | 3978.9 | 3986.8 | 3994.8 | 4002.7 | 4010.7 | 4018.7 | 4026.6 | 4034.6 | 4042.5 | 4050.5 |
| 51 | 4058.5 | 4066.4 | 4074.4 | 4082.3 | 4090.3 | 4098.2 | 4106.2 | 4114.2 | 4122.1 | 4130.1 |
| 52 | 4138.0 | 4146.0 | 4153.9 | 4161.9 | 4169.9 | 4177.8 | 4185.8 | 4193.7 | 4201.7 | 4209.6 |
| 53 | 4217.6 | 4225.6 | 4233.5 | 4241.5 | 4249.4 | 4257.4 | 4265.4 | 4273.3 | 4281.3 | 4289.2 |
| 54 | 4297.2 | 4305.1 | 4313.1 | 4321.1 | 4329.0 | 4337.0 | 4344.9 | 4352.9 | 4360.8 | 4368.8 |
| 55 | 4376.8 | 4384.7 | 4392.7 | 4400.6 | 4408.6 | 4416.5 | 4424.5 | 4432.5 | 4440.4 | 4448.4 |
| 56 | 4456.3 | 4464.3 | 4472.3 | 4480.2 | 4488.2 | 4496.1 | 4504.1 | 4512.0 | 4520.0 | 4528.0 |
| 57 | 4535.9 | 4543.9 | 4551.8 | 4559.8 | 4567.7 | 4575.7 | 4583.7 | 4591.6 | 4599.6 | 4607.5 |
| 58 | 4615.5 | 4623.5 | 4631.4 | 4639.4 | 4647.3 | 4655.3 | 4663.2 | 4671.2 | 4679.2 | 4687.1 |
| 59 | 4695.1 | 4703.0 | 4711.0 | 4718.9 | 4726.9 | 4734.9 | 4742.8 | 4750.8 | 4758.7 | 4766.7 |
| 60 | 4774.6 | 4782.6 | 4790.6 | 4798.5 | 4806.5 | 4814.4 | 4822.4 | 4830.4 | 4838.3 | 4846.3 |
| 61 | 4854.2 | 4862.2 | 4870.1 | 4878.1 | 4886.1 | 4894.0 | 4902.0 | 4909.9 | 4917.9 | 4925.8 |
| 62 | 4933.8 | 4941.8 | 4949.7 | 4957.7 | 4965.6 | 4973.6 | 4981.5 | 4989.5 | 4997.5 | 5005.4 |
| 63 | 5013.4 | 5021.3 | 5029.3 | 5037.3 | 5045.2 | 5053.2 | 5061.1 | 5069.1 | 5077.0 | 5085.0 |
| 64 | 5093.0 | 5100.9 | 5108.9 | 5116.8 | 5124.8 | 5132.7 | 5140.7 | 5148.7 | 5156.6 | 5164.6 |
| 65 | 5172.5 | 5180.5 | 5188.5 | 5196.4 | 5204.4 | 5212.3 | 5220.3 | 5228.2 | 5236.2 | 5244.2 |
| 66 | 5252.1 | 5260.1 | 5268.0 | 5276.0 | 5283.9 | 5291.9 | 5299.9 | 5307.8 | 5315.8 | 5323.7 |
| 67 | 5331.7 | 5339.6 | 5347.6 | 5355.6 | 5363.5 | 5371.5 | 5379.4 | 5387.4 | 5395.4 | 5403.3 |
| 68 | 5411.3 | 5419.2 | 5427.2 | 5435.1 | 5443.1 | 5451.1 | 5459.0 | 5467.0 | 5474.9 | 5482.9 |
| 69 | 5490.8 | 5498.8 | 5506.8 | 5514.7 | 5522.7 | 5530.6 | 5538.6 | 5546.5 | 5554.5 | 5562.5 |
| 70 | 5570.4 | 5578.4 | 5586.3 | 5594.3 | 5602.3 | 5610.2 | 5618.2 | 5626.1 | 5634.1 | 5642.0 |
| 71 | 5650.0 | 5658.0 | 5665.9 | 5673.9 | 5681.8 | 5689.8 | 5697.7 | 5705.7 | 5713.7 | 5721.6 |
| 72 | 5729.6 | 5737.5 | 5745.5 | 5753.5 | 5761.4 | 5769.4 | 5777.3 | 5785.3 | 5793.2 | 5801.2 |
| 73 | 5809.2 | 5817.1 | 5825.1 | 5833.0 | 5841.0 | 5848.9 | 5856.9 | 5864.9 | 5872.8 | 5880.8 |
| 74 | 5888.7 | 5896.7 | 5904.6 | 5912.6 | 5920.6 | 5928.5 | 5936.5 | 5944.4 | 5952.4 | 5960.4 |
| 75 | 5968.3 | 5976.3 | 5984.2 | 5992.2 | 6000.1 | 6008.1 | 6016.1 | 6024.0 | 6032.0 | 6039.9 |
| 76 | 6047.9 | 6055.8 | 6063.8 | 6071.8 | 6079.7 | 6087.7 | 6095.6 | 6103.6 | 6111.5 | 6119.5 |
| 77 | 6127.5 | 6135.4 | 6143.4 | 6151.3 | 6159.3 | 6167.3 | 6175.2 | 6183.2 | 6191.1 | 6199.1 |
| 78 | 6207.0 | 6215.0 | 6223.0 | 6230.9 | 6238.9 | 6246.8 | 6254.8 | 6262.7 | 6270.7 | 6278.7 |
| 79 | 6286.6 | 6294.6 | 6302.5 | 6310.5 | 6318.5 | 6326.4 | 6334.4 | 6342.3 | 6350.3 | 6358.2 |
| 80 | 6366.2 | 6374.2 | 6382.1 | 6390.1 | 6398.0 | 6406.0 | 6413.9 | 6421.9 | 6429.9 | 6437.8 |
| 81 | 6445.8 | 6453.7 | 6461.7 | 6469.6 | 6477.6 | 6485.6 | 6493.5 | 6501.5 | 6509.4 | 6517.4 |
| 82 | 6525.4 | 6533.3 | 6541.3 | 6549.2 | 6557.2 | 6565.1 | 6573.1 | 6581.1 | 6589.0 | 6597.0 |
| 83 | 6604.9 | 6612.9 | 6620.8 | 6628.8 | 6636.8 | 6644.7 | 6652.7 | 6660.6 | 6668.6 | 6676.5 |
| 84 | 6684.5 | 6692.5 | 6700.4 | 6708.4 | 6716.3 | 6724.3 | 6732.3 | 6740.2 | 6748.2 | 6756.1 |
| 85 | 6764.1 | 6772.0 | 6780.0 | 6788.0 | 6795.9 | 6803.9 | 6811.8 | 6819.8 | 6827.7 | 6835.7 |
| 86 | 6843.7 | 6851.6 | 6859.6 | 6867.5 | 6875.5 | 6883.5 | 6891.4 | 6899.4 | 6907.3 | 6915.3 |
| 87 | 6923.2 | 6931.2 | 6939.2 | 6947.1 | 6955.1 | 6963.0 | 6971.0 | 6978.9 | 6986.9 | 6994.9 |
| 88 | 7002.8 | 7010.8 | 7018.7 | 7026.7 | 7034.6 | 7042.6 | 7050.6 | 7058.5 | 7066.5 | 7074.4 |
| 89 | 7082.4 | 7090.4 | 7098.3 | 7106.3 | 7114.2 | 7122.2 | 7130.1 | 7138.1 | 7146.1 | 7154.0 |
| 90 | 7162.0 | 7169.9 | 7177.9 | 7185.8 | 7193.8 | 7201.8 | 7209.7 | 7217.7 | 7225.6 | 7233.6 |
| 91 | 7241.5 | 7249.5 | 7257.5 | 7265.4 | 7273.4 | 7281.3 | 7289.3 | 7297.3 | 7305.2 | 7313.2 |
| 92 | 7321.1 | 7329.1 | 7337.0 | 7345.0 | 7353.0 | 7360.9 | 7368.9 | 7376.8 | 7384.8 | 7392.7 |
| 93 | 7400.7 | 7408.7 | 7416.6 | 7424.6 | 7432.5 | 7440.5 | 7448.5 | 7456.4 | 7464.4 | 7472.3 |
| 94 | 7480.3 | 7488.2 | 7496.2 | 7504.2 | 7512.1 | 7520.1 | 7528.0 | 7536.0 | 7543.9 | 7551.9 |
| 95 | 7559.9 | 7567.8 | 7575.8 | 7583.7 | 7591.7 | 7599.5 | 7607.6 | 7615.6 | 7623.5 | 7631.5 |
| 96 | 7639.4 | 7647.4 | 7655.4 | 7663.3 | 7671.3 | 7679.2 | 7687.2 | 7695.1 | 7703.1 | 7711.1 |
| 97 | 7719.0 | 7727.0 | 7734.9 | 7742.9 | 7750.8 | 7758.8 | 7766.8 | 7774.7 | 7782.7 | 7790.6 |
| 98 | 7798.6 | 7806.5 | 7814.5 | 7822.5 | 7830.4 | 7838.4 | 7846.3 | 7854.3 | 7862.3 | 7870.2 |
| 99 | 7878.2 | 7886.1 | 7894.1 | 7902.0 | 7910.0 | 7918.0 | 7925.9 | 7933.9 | 7941.8 | 7949.8 |
| 100 | 7957.7 | 7965.7 | 7973.7 | 7981.6 | 7989.6 | 7997.5 | 8005.5 | 8013.5 | 8021.4 | 8029.4 |

## 6　应淘汰的常用非法定计量单位与法定计量单位换算系数（表1.3-18）

**表1.3-18　应淘汰的常用计量单位与法定计量单位换算系数**

| 量 | 非法定计量单位 名称 | 非法定计量单位 符号 | 用法定计量单位表示的形式或值 |
|---|---|---|---|
| 长度 | 公尺 | M | m（米） |
| | 公寸 | | 0.1m（米） |
| | 公分、米厘 | | cm（厘米） |
| | 公厘 | | mm（毫米） |
| | 公丝、丝米 | dmm | 0.1mm（毫米） |
| | 公微 | μ，μM，mμ | μm（微米） |
| | 忽米 | Cmm | 0.01mm（毫米） |
| | 毫微米 | mμm | nm（纳米） |
| | 英里、哩* | mile | 1609.344m（米） |
| | 英海里 | n mile | 1853.184m（米） |
| | 码 | yd | 0.9144m（米） |
| | 杆 | | 5.0292m（米） |
| | 英尺、呎* | ft | 0.3048m（米） |
| | 英寸、吋* | in | 25.4mm（毫米） |
| | 浪 | | 201.168m（米） |
| | 英寻、哚* | fa | 1.8288m（米） |
| | 埃 | Å | 0.1nm（纳米） |
| | 费密 | fermi | fm（飞米） |
| | 密耳 | mil | 25.4μm（微米） |
| | 〔市〕里 | | 0.5km（千米） |
| | 丈 | | 3.3m（米） |
| | 尺 | | 0.3m（米） |
| | 寸 | | 3.3cm（厘米） |
| | 分 | | 3.3mm（毫米） |
| 面积 | 平方英里 | $mile^2$ | $2.59km^2$（千米²） |
| | 英亩、喱* | acre | $4046.86m^2$（米²） |
| | 公亩 | are | $100m^2$（米²） |
| | 靶恩 | b | $10^{-28}m^2$（米²） |
| | 平方英尺 | $ft^2$ | $0.093m^2$（米²） |
| | 平方英寸 | $in^2$ | $6.45cm^2$（厘米²） |
| | 平方码 | $yd^2$ | $0.836m^2$（米²） |
| | 路得 | rood | $1011.71m^2$（米²） |
| | 圆毫米 | | $0.785mm^2$（毫米²） |
| | 平方〔市〕里 | | $0.25km^2$（千米²） |
| | 平方丈 | | $11.1m^2$（米²） |
| | 平方尺 | | $0.11m^2$（米²） |
| | 〔市〕亩 | | $666.6m^2$（米²） |
| | 〔市〕分 | | $66.6m^2$（米²） |
| | 〔市〕厘 | | $6.6m^2$（米²） |
| 体积 | 立方公分 | | $cm^3$（厘米³） |
| | 立方英寸 | $in^3$ | $16.39cm^3$（厘米³） |
| | 立方英尺 | $ft^3$ | $28.32cm^3$（厘米³） |
| | 立方码 | $yd^3$ | $0.765cm^3$（厘米³） |
| | 英加仑 | UKgal | 4.546L（升） |
| | 美加仑 | USgal | 3.785L（升） |

（续）

| 量 | 非法定计量单位 名称 | 非法定计量单位 符号 | 用法定计量单位表示的形式或值 |
|---|---|---|---|
| 体积 | 英夸脱 | UKgt | 1.137L（升） |
| | 美夸脱 | USgt | 0.946L（升） |
| 容积 | 英品脱 | UKpt | 0.568L（升） |
| | 美品脱 | USpt | 0.473L（升） |
| | 英及尔 | UKgill | 0.142L（升） |
| | 美尔及 | USgill | 0.118L（升） |
| | 英液盎司 | UKfloz | 28.413mL（毫升） |
| | 美液盎司 | USfloz | 29.574mL（毫升） |
| | 英液打兰 | UKfldr | 3.552mL（毫升） |
| | 美液打兰 | USfldr | 3.697mL（毫升） |
| | 美石油桶 | | 158.99L（升） |
| 质量 | 公吨、米制吨 | T | t（吨） |
| | 公担 | q | 100kg（千克） |
| | 公两 | | 100g（克） |
| | 公钱 | | 10g（克） |
| | 〔市〕担 | | 50kg（千克） |
| | 〔市〕斤 | | 0.5kg（千克） |
| | 〔市〕两 | | 50g（克） |
| | 英吨 | ton | 1.01605t（吨） |
| | 英担 | cwt | 50.8023kg（千克） |
| | 磅 | lb | 0.45359237kg（千克） |
| | 格令 | gr，gn | 64.799mg（毫克） |
| | 盎司（常衡） | oz | 28.3495g（克） |
| | 盎司（药衡） | | 31.1035g（克） |
| | 克拉（米制） | | 200mg（毫克） |
| | 美吨 | shton | 0.907185t（吨） |
| | 美担 | shcwt | 45.3592kg（千克） |
| | 斯格勒 | slug | 14.594kg（千克） |
| | 工程质量单位 | | 9.80665kg（千克） |
| 力重力 | 千克力 | kgf | 9.80665N（牛） |
| | 克力 | gf | 9.80665mN（毫牛） |
| | 英吨力 | tonf | 9.96402kN（千牛） |
| | 美吨力 | sh tonf | 8.89644kN（千牛） |
| | 磅力 | lbf | 4.44822N（牛） |
| | 磅达 | pdl | 0.1383N（牛） |
| | 达因 | dyn | $10^{-5}N$（牛） |
| | 斯钐 | sn | 1kN（千牛） |
| | 盎司力 | ozf | 0.278014N（牛） |
| 压力（压强、应力） | 巴 | bar | 0.1MPa（兆帕） |
| | 毫巴 | mbar | 0.1kPa（千帕） |
| | 托 | Torr | 133.322Pa（帕） |
| | 毫米水柱 | $mmH_2O$ | 9.806375Pa（帕）（0℃时） |
| | 毫米汞柱 | mmHg | 133.322Pa（帕）（0℃时） |
| | 标准大气压 | atm | 101.325kPa（千帕） |
| | 工程大气压 | at | 98.0665kPa（千帕） |
| | 千克力每平方米 | $kgf/m^2$ | 9.80665Pa（帕） |

（续）

| 量 | 非法定计量单位 名称 | 符号 | 用法定计量单位表示的形式或值 |
|---|---|---|---|
| 压力（压强）应力 | 千克力每平方厘米 | $kgf/cm^2$ | 98.0665kPa（千帕） |
| | 千克力每平方毫米 | $kgf/mm^2$ | 9.80665MPa（兆帕） |
| | 磅力每平方英寸 | $lbf/in^2$ | 6.89476kPa（千帕） |
| | 达因每平方厘米 | $dyn/cm^2$ | 0.1Pa（帕） |
| | 英寸汞柱 | inHg | 3.38639kPa（千帕） |
| | 英寸水柱 | $inH_2O$ | 2.49082kPa（千帕） |
| 速度 | 英尺每秒 | ft/s | 0.3048m/s（米/秒） |
| | 英寸每秒 | in/s | 0.0254m/s（米/秒） |
| | 英里每小时 | mile/h | 0.44704m/s（米/秒） |
| | 码每小时 | yb/h | $0.254\times10^{-3}$m/s（米/秒） |
| 加速度 | 伽 | Gal，gal | $cm/s^2$（厘米/秒²） |
| | 毫伽 | mGal | $10^{-3}cm/s^2$（厘米/秒²） |
| | 英尺每二次方秒 | $ft/s^2$ | $0.3048m/s^2$（米/秒²） |
| 能（功）热 | 尔格 | erg | $10^{-7}$J（焦） |
| | 千克力米 | kgf·m | 9.80665J（焦） |
| | 升标准大气压 | L·atm | 101.325J（焦） |
| | 升工程大气压 | | 98.0665J（焦） |
| | 英尺磅力 | ft·lbf | 1.35582J（焦） |
| | 英尺磅达 | ft·pbl | 0.04214J（焦） |
| | 马力小时 | hp·h | $2.68452\times10^6$J（焦） |
| | 卡、国际蒸汽表卡 | cal，$cal_{IT}$ | 4.1868J（焦） |
| | 大卡、千卡 | kcal | 4.1868kJ（千焦） |
| | 平均卡 | $cal_{mean}$ | 4.19002J（焦） |
| | 15℃卡 | $cal_{15}$ | 4.1855J（焦） |
| | 营养学卡 | | 4.1855J（焦） |
| | 热化学卡 | calth | 4.184J（焦） |
| | 英热单位 | Btu | 1.05506kJ（千焦） |
| | 绝对焦耳 | Jab | J（焦） |
| | 电工马力小时 | | $2.68560\times10^6$J（焦） |
| | 度 | | kW·h（千瓦·时）=3.6MJ（兆焦） |
| 功率 | 千克力米每秒 | kgf·m/s | 9.80665W（瓦） |
| | 米制马力 | | 735.499W（瓦） |
| | 英马力 | hp | 745.7W（瓦） |
| | 卡每秒 | cal/s | 4.1868W（瓦） |
| | 千卡每小时 | kcal/h | 1.163W（瓦） |
| | 电工马力 | | 746W（瓦） |
| | 尔格每秒 | erg/s | $10^{-7}$W（瓦） |
| | 乏 | var | W（瓦） |
| | 国际瓦特 | $W_{int}$ | 1.00019W（瓦） |
| | 绝对瓦特 | $W_{ab}$ | W（瓦） |
| | | 瓩 | kW（千瓦） |

（续）

| 量 | 非法定计量单位 名称 | 符号 | 用法定计量单位表示的形式或值 |
|---|---|---|---|
| 温度 | 兰氏度 | °R | 1.25K（开） |
| | 华氏度 | °F | 0.555556K（开） |
| | 绝对度 | | K |
| | 度 | deg | K |
| 动力粘度 | 泊 | P，$P_o$ | 0.1Pa·s（帕·秒） |
| | 厘泊 | cP | mPa·s（毫帕·秒） |
| 运动粘度 | 斯〔托克斯〕 | St | $10^{-4}m^2/s$（米²/秒） |
| | 厘斯 | cSt | $10^{-6}m^2/s$（米²/秒） |
| 线密度 | 旦尼尔 | | 0.111112tex（特） |
| | 磅每英里 | lb/mile | 281.849tex（特） |
| 电学磁学 | 绝对伏特 | Vabs | V（伏） |
| | 国际伏特 | Vint | 1.00034V（伏） |
| | 绝对欧姆 | Ωabs | Ω（欧） |
| | 国际欧姆 | Ωint | 1.00049Ω（欧） |
| | 绝对安培 | Aabs | A（安） |
| | 国际安培 | Ains | 0.99985A（安） |
| | 高斯 | G | $10^{-4}$T（特） |
| | 麦克斯韦 | Mx | $10^{-8}$Wb（韦） |
| | 绝对亨利 | Habs | H（亨） |
| | 国际亨利 | Hint | 1.00049H（亨） |
| | 吉伯 | Gb | 0.795775A（安） |
| | 奥斯特 | Oe | 79.577A/m（安/米） |
| 频率 | 周、周波 | c/s，cps | Hz（赫） |
| | 千周 | kc，kc/s | kHz（千赫） |
| | 兆周、兆 | Mc，Mc/s | MHz（兆赫） |
| 电离辐射 | 居里 | Ci | $3.7\times10^{10}$Bq（贝可） |
| | 拉德 | rad | $10^{-2}$Gy（戈） |
| | 雷姆 | rem | $10^{-2}$Sv（西） |
| | 伦琴 | R | $2.58\times10^{-4}$C/kg（库/千克） |
| 光学 | 熙提 | sb | $10^4cd/m^2$（坎/米²） |
| | 亥夫勒烛光 | HK | 0.903cd（坎） |
| | 国际烛光 | IK | 1.019cd（坎） |
| | 尼特 | nt | $cd/m^2$（坎/米²） |
| | 辐透 | ph | $10^4lm/m^2$（流/米²） |
| | 克分子 | | mol（摩） |
| | 克式量 | | mol（摩） |
| | 克原子 | | mol（摩） |
| | 克当量 | | mol（摩） |
| | 当量 | | mol（摩） |
| | 克离子 | | mol（摩） |

注：单位名称划有“*”者为英制中已淘汰的译名。

# 附录A　物理量名称所用术语的一般规则

如果一个物理量没有专门名称，则可以用与“系数(coefficient)、因数(factor)、参数(parameter)、比(ratio)、常数(constant)”等词组合来命名。同理，在物理量的名称上加上“比(specific)、密度(density)、摩尔〔的〕(molar)”等来构成导出的量。与选择合适的量的符号一样，物理量的名称也需要遵循某种规则。

## A1　系数、因数(coefficients，factors)

在一定条件下，若量$A$正比于$B$，则可以用相乘的关系式$A=k\cdot B$来表示。式中量$k$是一个乘数，常称之为系数或因数。

(1)“系数(coefficient)”用于量$A$和$B$具有不同的量纲时，例如：

霍尔系数$A_H$

$$E_H=A_H\ (B\times J)$$

线膨胀系数$\alpha l$

$$dl/L=\alpha_L\Delta T$$

扩散系数$D$

$$J=-D\mathrm{grad}n$$

(2)“因数(factor)”用于两个量有相同的量纲时。因此，因数是一个无量纲乘数。例如：

耦合因数(coupling factor)$\kappa$

$$L_{12}=\kappa\sqrt{L_1L_2}$$

品质因数$Q$

$$|X|=QR$$

摩擦因数$\mu$

$$F=\mu\cdot F_n$$

## A2　参数、数、比(parameters，numbers，ratios)

(1)如方程里的物理量构成了新的量，有时则称之为参数(Parameters)。例如：

洛鲁纽森参数$\gamma$

$$\gamma=\alpha_v/\kappa C_{vp}$$

(2)物理量的无量纲组合，如出现在传输现象中的，称之为无量纲参数，在其名称中用“数”(number)这个字。例如：

雷诺数$R_e$

$$R_e=\rho_w/\eta$$

普朗特数$P_r$

(3)方程中出现的无量纲量，是两个相同量纲的商，常称之为“比”。例如：

热容比

$$\gamma=C_p/C_v$$

热扩散比$\kappa_T$

$$\kappa_T=D_T/D$$

迁移比$b$

$$b=\mu_-/\mu_+$$

## A3　常数(constants)

(1)一个物理量，如在任何条件下，都有同一量值，则称为普通常数(universal constant)。因此，该量在未有专门名称时，可含有“常数”这一术语。例如：

引力常数　$G$

普朗克常数　$h$

(2)一个特定物质的物理量，如在任何条件下，具有同一值的物理量，则称为物质常数。因此，该量在未有专门名称时，可含有“常数”这一术语。例如：

化学反应平衡常数(随温度变化)$K_p$

某特定晶格的马德伦常数　$a$

## A4　一般用途的术语

(1)形容词“比(specific)”一般附加在量的名称上，用以指该量被质量除所得的商。例：

比热容　$c=C/m$

比体积　$v=V/m$

比熵　$s=S/m$

比放射性活度　$a=A/m$

(2)“密度(density)”一词附加在量的名称上，用以指该量被体积除所得的商。例：

〔质量〕密度　$\rho=m/V$

电荷〔体〕密度　$\rho=Q/V$

能量密度　$w=W/V$

数密度　$n=N/V$

(3)“线密度(linear density)”一词附在量的名称上，用以指该量被长度除所得的商。例：

线质量密度　$\rho_l=m/l$

线电流密度　$A=I/l$

(4)“面密度(surface density)”一词附加在量的名称上，用以指该量被面积除所得的商。例如：

质量面密度　$\rho_A=m/A$

电荷面密度　$\sigma=Q/A$

密度（density）常附加在表示通量（或流量）的名称上，指该量被面积除所得的商。例如：

热流〔量〕密度　$q=\Psi/A$

电流密度　$J=I/A$

磁通〔量〕密度　$B=\phi/A$

（5）“摩尔〔的〕（molar）”一词附加在量的名称上，用以指该量被物质的量除所得的商。例如：

摩尔体积　$V_m=V/n$

摩尔热力学能　$U_m=U/n$

摩尔质量　$M=m/n$

（6）“浓度（concentration）”一词附加在量的名称上，特别是对混合物中某一物质时，常用以指该量被总的体积除所得的商。例如：

物质B的〔物质的量〕浓度　$C_B=n_B/V$

物质B的分子浓度　$C_B=N_B/V$

物质B的质量浓度　$\rho_B=m_B/V$

# 附录B　量的名称、符号常见差错示例（表1.3B）

**表1.3B　量的名称、符号差错事例**

| 差错的量 | | 法定的量 | | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 名称 | 符号 | 名称 | 符号 | |
| 原子量 | $A$ | 相对原子质量 | $A_r$ | 氯元素的原子量$A$（Cl）为35.4527，应改为氯元素的相对原子质量$A_r$（Cl）为35.4527 |
| 分子量 | $M$ | 相对分子质量 | $M_r$ | 氯分子的分子量$M$（$Cl_2$）为70.9054，应改为氯分子的相对分子质量$M_r$（$Cl_2$）为70.9054 |
| 摩尔数、克分子数、克原子数 | $n$ | 物质的量 | $n$，（$\nu$） | “摩尔数”是用物质的量的单位名称“摩尔”附之以“数”来代替量的名称（物质的量），这是错的，正如我们不能用“秒数”代替“时间” |
| 克原子量、克分子量 | | 摩尔质量 | $M$ | 氯元素的克原子量为35.4527克，应改为氯元素原子的摩尔质量$M$（Cl）为35.4527g/mol<br>氯分子的克分子量为70.9054克，应改为氯分子的摩尔质量$M(Cl_2)$为70.9054g/mol |
| 克分子体积 | | 摩尔体积 | $V_m$ | 摩尔体积是体积除以物质的量，即$V_m=V/n$ |
| 重量密度 | $d$，$D$ | 密度〔质量密度〕 | $\rho$ | “重量密度”的SI单位名称若是千克每立方米，则法定的量名称应改为“密度”或“质量密度” |
| 比重 | $d_4^{20}$，$d_{15.6}^{15.6}$ | 相对〔质量〕密度 | $d$ | 相对密度是在共同的特定条件下，某一物质的密度与另一参考物质的密度之比 |
| 重量流率 | $G$ | 质量流量 | $q_m$ | 质量流率是单位时间通过一截面的质量 |
| 重量浓度 | | 质量浓度 | $\rho$ | 物质B的质量浓度$\rho_B$是物质B的质量除以混合物的体积 |

（续）

| 差错的量 | | 法定的量 | | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 名称 | 符号 | 名称 | 符号 | |
| 体积克分子浓度（体积摩尔浓度、摩尔浓度（容模浓度）、当量浓度 | $C_M$<br>$M$<br>$C_N$ | 浓度、物质的量浓度 | $c$ | 物质B的浓度$c_B$是物质B的物质的量除以混合物的体积，其SI单位为摩尔每立方米（$mol/m^3$）；非国际单位制的法定单位为摩尔每升（mol/L）1mol/L=1mol/$dm^3$<br>当量浓度单位为当量（normal），单位符号为N，现已不能使用<br>例如：$c$（$H_2SO_4$）=0.05mol/L或$c\left(\frac{1}{2}H_2SO_4\right)$=0.1mol/L代替0.1N$H_2SO_4$<br>体积克分子浓度单位符号M，应用mol/L或$mol/dm^3$代替<br>例如：$c$（$H_2SO_4$）=0.1mol/L代替0.1M$H_2SO_4$ |
| 重量克分子浓度（重模浓度）、重量摩尔浓度 | | 质量摩尔浓度 | $m$，$b$ | 溶质B的质量摩尔浓度$m_B$是溶液中溶质B的物质的量除以溶剂的质量。其SI单位为摩尔每千克（mol/kg），SI单位的倍数，单位为毫摩尔每千克（mmol/kg）<br>重量克分子浓度的单位符号为m，现应用mol/kg代替<br>例如：在1千克的水中溶46克酒精（$C_2H_5OH$），则酒精的质量摩尔浓度$m$（$C_2H_5OH$）=1mol/kg代替1m$C_2H_5OH$ |
| 克分子分数、克分子百分数 | | 摩尔分数 | $x$，（$y$） | 物质B的摩尔分数$x_B$是物质B的物质的量与混合物的物质的量之比<br>不管混合物是由多少种物质组成，但各种质量摩尔分数之和总是等于1 |
| 分子比 | | 摩尔比 | $r$ | 溶质B的摩尔比$T_B$是溶质B的物质的量与溶剂的物质的量之比 |
| 重量分数（重量分率）、重量比、重量百分浓度 | $x_w$ | 质量分数 | $w$ | 物质B的质量分数$w_B$是物质B的质量与混合物的质量之比 |
| 体积比、体积百分浓度 | $x_V$ | 体积分数 | $\varphi$ | 物质B的体积分数$\varphi_B$是物质B的体积与混合物的体积之比 |
| 克分子气体常数、气体常数、气体定律常数 | $R$ | 摩尔气体常数 | $R$ | $R$=（8.314510±0.000070）J/（mol·K） |
| 应力 | $p$ | 正应力、切应力 | $\sigma$<br>$\tau$ | 应力有正应力和切应力两种，$p$是压力、压强的符号，而不是应力的符号 |
| 绝对粘度 | $\eta$ | 〔动力〕粘度 | $\eta$，（$\mu$） | |
| 绝对温度、开尔文温度 | $T$ | 热力学温度 | $T$，$\Theta$ | 热力学温度的SI单位为开〔尔文〕——kelvin（K）；英、美所用的热力学温度单位为兰氏度——degree Rankine（°R） |

（续）

| 差错的量 | | 法定的量 | | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 名称 | 符号 | 名称 | 符号 | |
| 克分子热容 | | 摩尔热容 | $C_{\square}$ | |
| 定压克分子热容 | | 摩尔定压热容 | $C_{p,m}$ | |
| 定容克分子热容 | | 摩尔定容热容 | $C_{V,m}$ | |
| 比热（热容） | | 比热容<br>质量热容 | | 现已有不少书和词典采用比热（热容）的量名称，并列出单位为 kcal/（kg·℃）或 J/（kg·K）。从所列出的单位看，比热（热容）应改为比热容。比热容是热容除以质量，因此把热容充当比热容的同义词也错 |
| 恒压比热 | $c_p$ | 质量定压热容<br>比定压热容 | $c_p$ | 比定压热容是定压热容被质量除，即单位质量的定压热容。因此，“比定压热容”的“比”字一定要置于“定压热容”名称之前，即不得称为“定压比热容”。“比定容热容”和“比饱和热容”也不得称为“定容比热容”和“饱和比热容” |
| 恒容比热 | $c_V$ | | $c_v$ | |
| 饱和比热 | $c_{sat}$ | 比饱和热容 | $c_{sat}$ | |
| 比热比值、比热比 | $\kappa$ | 质量热容比 | $\gamma$ | $\gamma=c_p/c_V$ |
| 热函 | | 焓 | $H$，$(J)$ | 焓为一个体系的热力学能与体系的体积和外界施加于体系的压强的乘积之和<br>$H=U+pV$ |
| 克分子热函 | | 摩尔焓 | $H_m$ | 摩尔焓是焓 $H$ 除以物质的量 $n$ |
| 克分子熵 | | 摩尔熵 | $S_m$ | 摩尔熵是熵除以物质的量，即 $S_m=S/n$ |
| 传热速度（传热速率） | | 热流（量）密度（热流率密度） | $q$，$\varphi$ | 热流量密度是热流量除以面积，<br>即 $q=\Phi/A$ |
| 比电导 | | 电解质<br>电导率 | $\kappa$，$\sigma$ | 电解质电导率为电流密度 $J$ 除以电场强度 $E$ |
| 克分子电导率 | | 摩尔电导率 | $\Lambda_m$ | |
| 摩擦系数 | $\mu$，(f) | 摩擦因数 | $\mu$，$(f)$ | ISO31/0-1981《关于量、单位和符号的一般原则》的附录 A（物质量名称中所用术语的导则）对与“系数”（coefficient）和“因数”（factor）组合而成的物理量名称，作了如下一些说明<br>在某条件下，如一个量 $A$ 与一个量 $B$ 成正比，则可表达为乘积关系式 $A=\kappa\cdot B$，式中作为一个乘数出现的量 $\kappa$，常称为系数或因数<br>当 $A$ 与 $B$ 具有不相同量纲时，用系数<br>例如：霍尔系数 $A_H$；线膨胀系数 $\alpha_l$；扩散系数 $D$。<br>当两个量有相同量纲时，应用因数名称，所以因数是无量纲的乘数<br>例如：耦合因数 $\kappa$；品质因数 $Q$；摩擦因数 $\mu$ |
| 耦合系数<br>漏磁系数 | $k$，$(\kappa)$<br>$\sigma$ | 耦合因数<br>漏磁因数 | $\kappa$，$(k)$<br>$\sigma$ | |
| 光谱吸收系数 | $\alpha(\lambda)$ | 光谱吸收因数 | $\alpha(\lambda)$ | |
| 光谱反射系数<br>光谱透射系数<br>光谱辐射亮度系数 | $\rho(\lambda)$<br>$\tau(\lambda)$<br>$\beta(\lambda)$ | 光谱反射因数<br>光谱透射因数<br>光谱辐射亮度因数 | $\rho(\lambda)$<br>$\tau(\lambda)$<br>$\beta(\lambda)$ | |
| 损耗系数<br>反射系数 | $\delta$<br>$r$ | 损耗因数<br>反射因数 | $\delta$，$(\psi)$<br>$\gamma$，$\rho$ | |
| 透射系数<br>吸声系数 | $\tau$<br>$\alpha$ | 透射因数<br>吸声因数 | $\tau$<br>$\alpha$，$(\alpha_s)$ | |

（续）

| 差错的量 | | 法定的量 | | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 名称 | 符号 | 名称 | 符号 | |
| 物质 $B$ 的活度系数（在液体或固体混合物中） | $f_B$ | $B$ 的活度因子（在液体或固体混合物中） | $f_B$ | |
| 溶质 $B$ 的活度系数 | $\gamma_B$ | 溶质 $B$ 的活度因子 | $\gamma_B$ | |
| 溶剂 $A$ 的渗透系数 | $\varphi$ | 溶剂 $A$ 的渗透因子 | $\varphi$ | |
| 内转换系数 | $\alpha$ | 内转换因数 | $\alpha$ | |
| 增殖系数<br>无限介质<br>增殖系数<br>有效增殖系数 | $\kappa_\infty$<br><br>$\kappa_{eff}$ | 增殖因数<br>无限介质<br>增殖因数<br>有效增殖因数 | $\kappa$<br><br>$\kappa_\infty$<br>$\kappa_{eff}$ | |

# 附录C　法定计量单位名称与符号常见错误示例（表1.3C）

**表1.3C　法定计量单位名称与符号常见差错示例**

| 量的名称 | 法定单位 | | | 错误写法 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 单位名称 | 单位符号 | 单位中文符号 | 单位符号 | 单位中文符号 |
| 长度 | 米<br>千米<br>厘米<br>毫米<br>微米<br>纳〔诺〕米<br>皮〔可〕米<br>海里 | m<br>km<br>cm<br>mm<br>μm<br>nm<br>pm<br>n mile | 米<br>千米<br>厘米<br>毫米<br>微米<br>纳米<br>皮米<br>海里 | M<br>KM<br>CM<br>MM，m/m<br>μ<br>mμ，mμm<br>μμ，μμm | 公尺<br>公里<br>公分<br><br><br>毫微米<br>微微米<br>浬、海浬 |
| 面积 | 平方米<br>平方千米<br>平方厘米 | $m^2$<br>$km^2$<br>$cm^2$ | 米$^2$<br>千米$^2$<br>厘米$^2$ | $M^2$<br>$KM^2$<br>$CM^2$ | 米平方、平米、平方千米平方、平方公里厘米平方、平方公分 |
| 体积<br>容积 | 立方米<br>立方厘米<br>升 | $m^3$<br>$cm^3$<br>L，(l) | 米$^3$<br>厘米$^3$<br><br>升 | $M^3$<br><br>$CM^3$，cc，<br>c. c. | 方、立方、立米、米立方<br>厘米立方<br>公升、立升 |
| 质量 | 千克（公斤）<br>克<br>吨<br>原子质量单位 | kg<br>g<br>t<br>u | 千克（公斤）<br>克<br>吨<br>原子质量单位 | KG，Kg<br>gr，gm，G<br>T | <br><br>公吨、米制吨 |

（续）

| 量的名称 | 法定单位 | | | 错误写法 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 单位名称 | 单位符号 | 单位中文符号 | 单位符号 | 单位中文符号 |
| 力<br>重力 | 牛顿<br>兆牛顿<br>千牛顿<br>毫牛顿 | N<br>MN<br>kN<br>mN | 牛<br>兆牛<br>千牛<br>毫牛 | n<br>mN<br>KN<br>MN | 牛顿<br>兆牛顿<br>千牛顿<br>毫牛顿 |
| 压力（压强）<br>应力 | 帕斯卡<br>牛顿每平方毫米 | Pa<br>$N/mm^2$ | 帕<br>牛/毫米$^2$ | PA，pa<br>$N/MM^2$ | 帕斯卡<br>牛顿/毫米$^2$ |
| 时间 | 秒<br>分<br>小时<br>天（日）<br>年 | s<br>min<br>h<br>d<br>a | 秒<br>分<br>时<br>天（日）<br>年 | S，(")<br>(')<br>hr，H<br>D<br>y，yr | <br><br>分钟<br>小时<br> |
| 平面角 | 弧度<br>度<br>角分<br>角秒 | rad<br>°<br>′<br>″ | 弧度<br>度<br>分<br>秒 | Rad | <br><br>角分<br>角秒 |
| 立体角 | 球面度 | sr | 球面度 | Sr | 度 |
| 角速度<br>旋转速度 | 转每分<br>弧度每秒 | r/min<br>rad/s | 转/分<br>弧度/秒 | rpm | 转/分钟 |
| 速度 | 节<br>米每秒<br>千米每小时 | kn<br>m/s<br>km/h | 节<br>米/秒<br>千米/时 | Kn<br>M/S<br>KM/H | 秒米，每秒米<br>千米/小时 |
| 温度 | 开尔文<br>摄氏度 | K<br>℃ | 开<br>℃ | K<br>C，C | 度、开尔文、开氏度<br>度 |
| 力矩 | 牛顿米 | N·m | 牛·米 | N·M | 牛米、牛顿·米 |
| 功能 | 焦耳<br>兆焦耳<br>千焦耳<br>电子伏<br>千瓦特小时 | J<br>MJ<br>kJ<br>eV<br>kW·h | 焦<br>兆焦<br>千焦<br>电子伏<br>千瓦·时 | <br>mJ<br>KJ<br><br>Kw·H | 焦耳<br>兆焦耳<br>千焦耳<br>伏<br>度、千瓦·小时 |
| 功率 | 瓦特<br>兆瓦特<br>千瓦特<br>毫瓦特 | W<br>MW<br>kW<br>mW | 瓦<br>兆瓦<br>千瓦<br>毫瓦 | <br>mw<br>Kw<br>Mw | 瓦特<br>兆瓦特<br>千瓦特，瓩<br>毫瓦特 |
| 电流 | 安培<br><br>千安培<br>毫安培<br>微安培 | A<br><br>kA<br>mA<br>μA | 安<br><br>千安<br>毫安<br>微安 | amp，<br>Amp<br>KA<br>MA | 安培<br><br>千安培<br>毫安培<br>微安培 |
| 电压 | 伏特<br>千伏特<br>毫伏特 | V<br>kV<br>mV | 伏<br>千伏<br>毫伏 | <br>KV<br>MV | 伏特<br>千伏特<br>毫伏特 |

（续）

| 量的名称 | 法定单位 | | | 错误写法 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 单位名称 | 单位符号 | 单位中文符号 | 单位符号 | 单位中文符号 |
| 电容 | 法拉<br>毫法拉<br>微法拉<br>皮可法拉 | F<br>mF<br>μF<br>pF | 法<br>毫法<br>微法<br>皮法 | <br>MF<br><br>PF，μμF | 法拉<br>毫法拉<br>微法拉<br>皮法拉、微微法 |
| 电感 | 亨利 | H | 亨 | h | 亨利 |
| 频率 | 赫兹 | Hz | 赫 | HZ | 赫兹 |
| 发光强度 | 坎德拉 | cd | 坎 | Cd | 坎德拉 |
| 光通量 | 流明 | lm | 流 | Lm | 流明 |
| 光照度 | 勒克斯 | lx | 勒 | Lx | 勒克斯 |
| 物质的量 | 摩尔 | mol | 摩 | Mol | 摩尔 |
| 放射性活度 | 贝可勒尔 | Bq | 贝可 | bq | 贝、贝可勒尔 |
| 吸收剂量 | 戈瑞 | Gy | 戈 | GY，gy | 戈瑞 |
| 剂量当量 | 希沃特 | Sv | 希 | SV，sv | 希沃特 |

# 附录D　数字修约规则

**D1　修约意味着用精减化整的数来代替已给出的数。这种修约是有特定修约间隔（区间）的。**

**例**

(1) 修约间隔：0.1

整倍数：12.1，12.2，12.3，12.4等。

(2) 修约间隔：10

整倍数：1210，1220，1230，1240等

**D2　如果只有一个整倍最接近给出数，于是选择该数作为修约数。**

**例**

(1) 修约间隔：0.1

| 给出数 | 修约数 |
|---|---|
| 12.223 | 12.2 |
| 12.251 | 12.3 |
| 12.275 | 12.3 |

(2) 修约间隔：10

| 给出数 | 修约数 |
|---|---|
| 1222.3 | 1220 |
| 1225.1 | 1230 |
| 1227.5 | 1230 |

**D3　如果在修约间隔中，有两个整倍数同样接近于给出数，有以下两种规则：**

规则A　选择偶数倍数作为修约数

**例**

(1) 修约间隔：0.1

| 给出数 | 修约数 |
|---|---|
| 12.25 | 12.2 |
| 12.35 | 12.4 |

(2) 修约间隔：10

| 给出数 | 修约数 |
|---|---|
| 1225.0 | 1220 |
| 1235.0 | 1240 |

规则B：选择较大的整倍数作为修约数

**例**

(1) 修约间隔：0.1

| 给出数 | 修约数 |
|---|---|
| 12.25 | 12.3 |
| 12.35 | 12.4 |

(2) 修约间隔：10

| 给出数 | 修约数 |
|---|---|

| | |
|---|---|
| 1225.0 | 1230 |
| 1235.0 | 1240 |

注：规则 A 为我国 GB 8170—87《数值修约规则》的规定，对测量的一组数修约误差最小。

在计算机中，普遍使用规则 B。

**D4　对于给出数应用上述规则采用多步修约可能引起误差，所以，在修约时总是应一步完成。**

**例**　12.251 应一步修约为 12.3 而不应先修约到 12.25 后再修约为 12.2。

**D5　上述的修约规则只适用于对修约数没有特殊规范的情况下，但例如对安全要求或给出必须考虑的极限的情况下，常常不能按上述规则而是按一个方向来修约。**

# 第 2 篇　机械产品分类与代码

**主　编**　陈燕南
**编写人**　陈燕南
**审稿人**　汪　恺

# 第 1 章　标准的基本内容

## 1　概述

机械产品分类与代码标准是《全国工农业产品（商品、物资）分类与代码》（GB7635—87）的子标准。《全国工农业产品（商品、物资）分类与代码》规定了用于信息处理的产品分类与代码。该标准是关于信息管理和信息系统建设的一项重要基础标准，是信息系统进行信息交换的共同语言，是资源共享的基础。

《全国工农业产品（商品、物资）分类与代码》的子标准是对 GB7635 的延拓细化，除在个别内容上作了少量修改外，子标准的分类和代码与 GB7635 基本上一致。它们都是按照产品的基本属性进行分类编码，不涉及主管部门的管理权限。

目前已编制完成的机械产品分类与代码标准有 GB7635.××《锅炉及动力机械产品分类与代码》和 GB7635.××《金属加工机械产品分类与代码》。

## 2　标准基本内容

### 2.1　全国工农业产品（商品、物资）分类与代码 GB7635—87

该标准的主要内容为全国工农业产品（商品、物资）分类与代码表（表 2.1-1）。该表分为四个栏目：代码栏、产品（商品、物资）名称栏、计算单位栏以及说明栏。代码栏内含分四个层次列出产品的代码，每层代码以两位阿拉伯数字表示；产品（商品、物资）名称栏内列出产品的中文名称；计算单位栏中列出产品的计量单位，未给出计算单位的产品，需汇总时，可以暂用“无”；说明栏中列出关于产品分类和代码的说明。

**表 2.1-1　全国工农业产品分类与代码表**（摘自 GB 7635—87）

| 代码 | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|
| 01 | 农业产品 | | 中药材分类见 42 大类 |
| 02 | 营林产品 | | |
| 03 | 人工饲养动物和捕猎的野生动物及其产品 | | |
| 04 | 渔业产品 | | |
| 05 | 观赏植物 | 株 | |
| 06 | 其他农、林、牧渔业产品 | | |
| 07 | 煤、石油和天然气 | | 煤包括采、选、洗产品 |
| 08 | 黑色金属矿采选产品 | | 包括铁矿石、锰矿石、铬矿石的采选产品 |
| 09 | 有色金属矿采选产品 | | |
| 10 | 非金属矿采选产品 | | |
| 11 | 木、竹采伐产品 | | |
| 12 | 电力、蒸汽供热量、煤气（天然气除外）和水 | | |
| 13 | 加工食品 | t | |
| 14 | 饮料 | t | |
| 15 | 烟草加工品 | | |
| 16 | 饲料 | t | 饲料添加剂见代码 3440 |
| 18 | 纺织用纤维加工品 | | |
| 19 | 纺织品 | | |
| 20 | 针织品 | | 针织服装见 2105 类 |
| 21 | 服装及其他缝纫品 | | 服装指成衣服装和零星来料加工服装 |
| 22 | 鞋帽 | | |
| 23 | 皮革、毛皮及其制品 | | |
| 24 | 木材、竹、藤、棕、革制品 | | |

（续）

| 代码 | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|
| 25 | 家具 | 件 | 指用木材(包括木质人造板)、金属、塑料、藤、竹等为主要原料制成的，供人民生活、工作、学习、休息，使用的各种普通家具和具有特定用途的专用家具 |
| 26 | 纸浆、纸和纸制品 | | |
| 27 | 印刷品 | | |
| 28 | 文教体育用品 | | 包括文化、教育、体育用品及玩具 |
| 29 | 石油制品 | | |
| 30 | 焦炭及煤制品 | | |
| 31 | 无机化学品 | | |
| 32 | 化学肥料 | | |
| 33 | 化学农药 | | |
| 34 | 有机化学品及涂、颜、染料，催化剂、助剂、添加剂和粘合剂 | | |
| 35 | 高分子聚合物 | t | |
| 36 | 信息用化学品 | | |
| 37 | 化学试剂 | | |
| 38 | 日用化工品 | | |
| 39 | 其他化工产品 | | |
| 40 | 化学原料药 | t | |
| 41 | 化学药制剂 | | |
| 42 | 中药材 | | |
| 43 | 中成药 | | |
| 44 | 畜用药 | | |
| 45 | 生物制品 | | 包括各种菌苗、疫苗、血清、类毒素、诊断用品等。畜用生物制品列入4404类 |
| 46 | 橡胶制品 | | |
| 47 | 塑料制品 | | 废旧塑料再制品也入此类 |
| 48 | 建筑材料及其他非金属矿物制品 | | 此处只指非金属矿物的建筑材料 |
| 49 | 钢铁冶炼产品 | | |
| 50 | 钢材 | t | 钢材总产量包括成品钢材及供重复加工的成品钢材 |
| 51 | 其他黑色金属冶炼及其压延制品 | t | |
| 52 | 有色金属冶炼产品 | | |
| 53 | 有色金属压延加工产品 | | |
| 55 | 金属结构及其构件 | | |
| 56 | 工具 | | |
| 57 | 金属丝及其制品 | t | |
| 58 | 建筑用金属制品 | | |
| 59 | 搪瓷制品及日用金属制品 | | |
| 60 | 其他金属制品 | | |
| 61 | 锅炉及原动机 | 台<br>t/h | 不带压力的锅炉入金属制品55991400类 |
| 62 | 金属加工机械 | | 不包括金属轧机 |
| 63 | 通用设备 | 台 | |
| 64 | 铸锻件及通用零部件 | | |
| 65 | 工业专用设备 | | |
| 66 | 农、林、牧、渔业机械 | | |

（续）

| 代码 | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|
| 67 | 建筑工程机械和钻探机械 | 台 | |
| 68 | 医疗器械 | | |
| 69 | 其他机械产品 | | |
| 72 | 铁路运输设备 | | |
| 73 | 公路运输设备及工矿车辆 | | |
| 74 | 船舶及其辅机、飞行器 | | |
| 75 | 电机 | | |
| 76 | 输变电设备 | | |
| 77 | 电工器材 | | 电线电缆附件和绝缘子附件入589912类；高低压绝缘子入电工陶瓷制品4871和4873有关类 |
| 78 | 家用电器 | | |
| 79 | 其他电器装置和设备 | | |
| 80 | 雷达和无线电导航设备 | 部 | 不包括军用雷达 |
| 81 | 通信设备 | 部 | |
| 82 | 广播电视设备 | 部 | |
| 83 | 电子计算机及其外部设备 | | |
| 84 | 电子元件 | | |
| 85 | 电子器件 | | |
| 87 | 仪器仪表 | | 指对物质运动进行观察、测定、验证、显示、监视、调节、控制和对信息进行传输处理的器具和装置 |
| 88 | 计量标准器具及量具、衡器 | | 包括计量基准器具，计量标准器具、工作计量器具和用于统一量值的标准物质 |
| 90 | 工艺美术品 | 件 | |
| 91 | 古玩及珍藏品 | | |
| 99 | 其他产品（商品、物资） | | |

## 2.2 全国工农业产品（商品、物资）分类与代码、锅炉及动力机械（GB7635.××）

该标准的主要内容为锅炉及动力机械产品分类与代码表。该表的格式与GB7635《全国工农业产品（商品、物资）分类与代码》的相同。标准的主要内容见表2.1-2。

**表2.1-2 锅炉与动力机械产品（商品、物资）分类与代码表**（摘自GB7635.××）

| 代码 | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|
| 61 | 锅炉与动力机械 | 台、t | 不带压力的锅炉入金属制品55991400类 |
| 61 01 | 电站锅炉 | 台、t | 不包括压力小于3.82MPa的锅炉 |
| 61 01 10 | 6MW发电机组配套用电站锅炉 | 台、t | |
| 61 01 10 31 | 35t/h中压电站锅炉 | 台、t | |
| 61 01 10 31 11 | 35t/h中压火床燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 01 10 31 12 | 35t/h中压燃煤火室燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 01 10 31 13 | 35t/h中压旋风燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 01 10 31 14 00 | 35t/h中压沸腾燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 01 10 31 22 00 | 35t/h中压燃油锅炉 | 台、t | |
| 61 01 10 31 32 00 | 35t/h中压燃气锅炉 | 台、t | |
| 61 01 10 31 42 | 35t/h中压多种燃料及混烧锅炉 | 台、t | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 01 | 10 | 31 | 99 | | 其他燃料 35t/h 中压锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 10 | 99 | 00 | 00 | 其他 6MW 发电机组配套用电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 13 | | | | 12MW 发电机组配套用电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 13 | 31 | | | 65～75t/h 中压电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 13 | 31 | 11 | | 65～75t/h 中压火床燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 13 | 31 | 12 | | 65～75t/h 中压燃煤火室燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 13 | 31 | 13 | | 65～75t/h 中压旋风燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 13 | 31 | 14 | | 65～75t/h 中压沸腾燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 13 | 31 | 22 | | 65～75t/h 中压燃油锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 13 | 31 | 32 | | 65～75t/h 中压燃气锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 13 | 31 | 42 | | 65～75t/h 中压多种燃料及混烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 13 | 31 | 99 | | 其他燃料 65～75t/h 中压锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 13 | 41 | | | 65～75t/h 次高压电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 13 | 41 | 11 | | 65～75t/h 次高压火床燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 13 | 41 | 12 | | 65～75t/h 次高压燃煤火室燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 13 | 41 | 13 | | 65～75t/h 次高压旋风燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 13 | 41 | 14 | | 65～75t/h 次高压沸腾燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 13 | 99 | 00 | 00 | 其他 12MW 发电机组配套用电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 16 | | | | 25MW 发电机组配套用电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 16 | 31 | | | 110～130t/h 中压电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 16 | 31 | 12 | | 110～130t/h 中压燃煤火室燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 16 | 31 | 13 | | 110～130t/h 中压旋风燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 16 | 31 | 14 | | 110～130t/h 中压沸腾燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 16 | 31 | 22 | | 110～130t/h 中压燃油锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 16 | 31 | 32 | | 110～130t/h 中压燃气锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 16 | 31 | 42 | | 110～130t/h 中压多种燃料及混烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 16 | 41 | | | 110～130t/h 次高压电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 16 | 41 | 12 | | 110～130t/h 次高压燃煤火室燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 16 | 41 | 13 | | 110～130t/h 次高压旋风燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 16 | 51 | | | 110～130t/h 高压电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 16 | 51 | 12 | | 110～130t/h 高压燃煤火室燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 16 | 51 | 22 | | 110～130t/h 高压燃油锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 16 | 99 | 00 | 00 | 其他 25MW 发电机组配套用电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 19 | | | | 50MW 发电机组配套用电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 19 | 51 | | | 220t/h 高压电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 19 | 51 | 12 | | 220t/h 高压燃煤火室燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 19 | 51 | 13 | 00 | 220t/h 高压旋风燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 19 | 51 | 22 | 00 | 220t/h 高压燃油锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 19 | 51 | 42 | | 220t/h 高压多种燃料及混烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 19 | 99 | 00 | 00 | 其他 50MW 发电机组配套用电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 22 | | | | 100MW 发电机组配套用电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 22 | 51 | | | 410t/h 高压电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 22 | 51 | 12 | | 410t/h 高压燃煤火室燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 22 | 51 | 13 | 00 | 410t/h 高压旋风燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 22 | 51 | 22 | 00 | 410t/h 高压燃油锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 22 | 99 | 00 | 00 | 其他 100MW 发电机组配套用电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 23 | | | | 125MW 发电机组配套用电站锅炉 | 台、t | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 01 | 23 | 61 | | | 400～420t/h 超高压电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 23 | 61 | 12 | | 400～420t/h 超高压燃煤火室燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 23 | 99 | 00 | 00 | 其他 125MW 发电机组配套用电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 25 | | | | 200～210MW 发电机组配套用电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 25 | 61 | | | 670～680t/h 超高压电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 25 | 61 | 12 | | 670～680t/h 超高压燃煤火室燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 25 | 61 | 22 | | 670～680t/h 超高压燃油锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 25 | 99 | 00 | 00 | 其他 200～210MW 发电机组配套用电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 28 | | | | 300MW 发电机组配套用电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 28 | 71 | | | 1000～1025t/h 亚临界压力自然循环电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 28 | 71 | 12 | | 1000～1025t/h 亚临界压力燃煤火室燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 28 | 72 | | | 1000～1025t/h 亚临界压力强制循环电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 28 | 72 | 12 | | 1000～1025t/h 亚临界压力燃煤火室燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 28 | 73 | | | 1000～1025t/h 亚临界压力直流电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 28 | 73 | 12 | | 1000～1025t/h 亚临界压力燃煤火室燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 28 | 99 | 00 | 00 | 其他 300MW 发电机组配套用电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 31 | | | | 600MW 发电机组配套用电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 31 | 72 | | | 2000～2050t/h 亚临界压力强制循环电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 31 | 72 | 12 | | 2000～2050t/h 亚临界压力燃煤火室燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 31 | 99 | 00 | 00 | 其他 600MW 发电机组配套用电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 01 | 99 | 00 | 00 | 00 | 其他电站锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | | | | | 工业锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | | | | 蒸气锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 03 | | | 0.1t/h 蒸汽锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 03 | 01 | 00 | 0.1t/h 水管固定炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 03 | 06 | 00 | 0.1t/h 水管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 03 | 21 | 00 | 0.1t/h 火管固定炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 03 | 26 | 00 | 0.1t/h 火管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 06 | | | 0.2t/h 蒸汽锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 06 | 01 | 00 | 0.2t/h 水管固定炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 06 | 06 | 00 | 0.2t/h 水管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 06 | 21 | 00 | 0.2t/h 火管固定炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 06 | 26 | 00 | 0.2t/h 火管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 09 | | | 0.5t/h 蒸汽锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 09 | 01 | 00 | 0.5t/h 水管固定炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 09 | 06 | 00 | 0.5t/h 水管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 09 | 21 | 00 | 0.5t/h 火管固定炉排锅炉 | 台、t | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 03 | 10 | 09 | 23 | 00 | 0.5t/h 火管往复炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 09 | 26 | 00 | 0.5t/h 火管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 09 | 41 | 00 | 0.5t/h 水火管固定炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 09 | 42 | 00 | 0.5t/h 水火管链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 09 | 46 | 00 | 0.5t/h 水火管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 12 | | | 1t/h 蒸汽锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 12 | 02 | 00 | 1t/h 水管链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 12 | 03 | 00 | 1t/h 水管往复炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 12 | 06 | 00 | 1t/h 水管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 12 | 42 | 00 | 1t/h 水火管链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 12 | 43 | 00 | 1t/h 水火管往复炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 12 | 46 | 00 | 1t/h 水火管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 15 | | | 2t/h 蒸汽锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 15 | 02 | 00 | 2t/h 水管链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 15 | 03 | 00 | 2t/h 水管往复炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 15 | 04 | 00 | 2t/h 水管沸腾燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 15 | 06 | 00 | 2t/h 水管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 15 | 42 | 00 | 2t/h 水火管链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 15 | 43 | 00 | 2t/h 水火管往复炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 15 | 46 | 00 | 2t/h 水火管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 18 | | | 4t/h 蒸汽锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 18 | 02 | 00 | 4t/h 水管链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 18 | 03 | 00 | 4t/h 水管往复炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 18 | 04 | 00 | 4t/h 水管沸腾燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 18 | 06 | 00 | 4t/h 水管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 18 | 42 | 00 | 4t/h 水火管链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 18 | 43 | 00 | 4t/h 水火管往复炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 18 | 46 | 00 | 4t/h 水火管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 21 | | | 6t/h 蒸汽锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 21 | 02 | 00 | 6t/h 水管链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 21 | 03 | 00 | 6t/h 水管往复炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 21 | 04 | 00 | 6t/h 水管沸腾燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 21 | 06 | 00 | 6t/h 水管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 21 | 42 | 00 | 6t/h 水火管链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 21 | 43 | 00 | 6t/h 水火管往复炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 21 | 46 | 00 | 6t/h 水火管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 24 | | | 8t/h 蒸汽锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 24 | 02 | 00 | 8t/h 水管链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 24 | 03 | 00 | 8t/h 水管往复炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 24 | 04 | 00 | 8t/h 水管沸腾燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 24 | 05 | 00 | 8t/h 水管抛煤机链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 24 | 06 | 00 | 8t/h 水管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 24 | 42 | 00 | 8t/h 水火管链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 24 | 43 | 00 | 8t/h 水火管往复炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 24 | 46 | 00 | 8t/h 水火管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 27 | | | 10t/h 蒸汽锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 27 | 02 | 00 | 10t/h 水管链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 27 | 03 | 00 | 10t/h 水管往复炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 27 | 04 | 00 | 10t/h 水管沸腾燃烧锅炉 | 台、t | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 03 | 10 | 27 | 05 | 00 | 10t/h 水管抛煤机链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 27 | 06 | 00 | 10t/h 水管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 27 | 42 | 00 | 10t/h 水火管链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 27 | 43 | 00 | 10t/h 水火管往复炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 27 | 46 | 00 | 10t/h 水火管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 30 | | | 15t/h 蒸汽锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 30 | 02 | 00 | 15t/h 水管链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 30 | 03 | 00 | 15t/h 水管往复炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 30 | 04 | 00 | 15t/h 水管沸腾燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 30 | 05 | 00 | 15t/h 水管抛煤机链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 30 | 06 | 00 | 15t/h 水管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 30 | 42 | 00 | 15t/h 水火管链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 30 | 43 | 00 | 15t/h 水火管往复炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 30 | 46 | 00 | 15t/h 水火管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 33 | | | 20t/h 蒸汽锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 33 | 02 | 00 | 20t/h 水管链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 33 | 03 | 00 | 20t/h 水管往复炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 33 | 04 | 00 | 20t/h 水管沸腾燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 33 | 05 | 00 | 20t/h 水管抛煤机链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 33 | 06 | 00 | 20t/h 水管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 33 | 42 | 00 | 20t/h 水火管链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 33 | 43 | 00 | 20t/h 水火管往复炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 33 | 46 | 00 | 20t/h 水火管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 36 | | | 35t/h 蒸汽锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 36 | 02 | 00 | 35t/h 水管链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 36 | 03 | 00 | 35t/h 水管往复炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 36 | 04 | 00 | 35t/h 水管沸腾燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 36 | 05 | 00 | 35t/h 水管抛煤机链条炉排锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 36 | 06 | 00 | 35t/h 水管室式燃烧锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 39 | 00 | 00 | 65t/h 及以上蒸汽锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 10 | 99 | 00 | 00 | 其他蒸汽锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 13 | | | | 热水锅炉 | 台、MW | 按 10Mcal/h 产热量折合为 0.01162MW |
| 61 | 03 | 13 | 03 | | | 0.1MW 热水锅炉 | 台、MW | 相当于 8.6×10Mcal/h 的产热量 |
| 61 | 03 | 13 | 03 | 01 | 00 | 0.1MW 水管固定炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 03 | 06 | 00 | 0.1MW 水管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 03 | 21 | 00 | 0.1MW 火管固定炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 03 | 26 | 00 | 0.1MW 火管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 06 | | | 0.2MW 热水锅炉 | 台、MW | 相当于 17.2×10Mcal/h 的产热量 |
| 61 | 03 | 13 | 06 | 01 | 00 | 0.2MW 水管固定炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 06 | 06 | 00 | 0.2MW 水管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 06 | 21 | 00 | 0.2MW 火管固定炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 06 | 26 | 00 | 0.2MW 火管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 09 | | | 0.35MW 热水锅炉 | 台、MW | 相当于 30×10Mcal/h 的产热量 |
| 61 | 03 | 13 | 09 | 01 | 00 | 0.35MW 水管固定炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 09 | 06 | 00 | 0.35MW 水管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 09 | 21 | 00 | 0.35MW 火管固定炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 09 | 23 | 00 | 0.35MW 火管往复炉排锅炉 | 台、MW | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 03 | 13 | 09 | 26 | 00 | 0.35MW 火管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 09 | 41 | 00 | 0.35MW 水火管固定炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 09 | 42 | 00 | 0.35MW 水火管链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 09 | 46 | 00 | 0.35MW 水火管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 12 | | | 0.7MW 热水锅炉 | 台、MW | 相当于 60×10Mcal/h 的产热量 |
| 61 | 03 | 13 | 12 | 02 | 00 | 0.7MW 水管链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 12 | 03 | 00 | 0.7MW 水管往复炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 12 | 06 | 00 | 0.7MW 水管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 12 | 42 | 00 | 0.7MW 水火管链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 12 | 43 | 00 | 0.7MW 水火管往复炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 12 | 46 | 00 | 0.7MW 水火管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 15 | | | 1.4MW 热水锅炉 | 台、MW | 相当于 120×10Mcal/h 的产热量 |
| 61 | 03 | 13 | 15 | 02 | 00 | 1.4MW 水管链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 15 | 03 | 00 | 1.4MW 水管往复炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 15 | 04 | 00 | 1.4MW 水管沸腾燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 15 | 06 | 00 | 1.4MW 水管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 15 | 42 | 00 | 1.4MW 水火管链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 15 | 43 | 00 | 1.4MW 水火管往复炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 15 | 46 | 00 | 1.4MW 水火管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 18 | | | 2.8MW 热水锅炉 | 台、MW | 相当于 240×10Mcal/h 的产热量 |
| 61 | 03 | 13 | 18 | 02 | 00 | 2.8MW 水管链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 18 | 03 | 00 | 2.8MW 水管往复炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 18 | 04 | 00 | 2.8MW 水管沸腾燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 18 | 06 | 00 | 2.8MW 水管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 18 | 42 | 00 | 2.8MW 水火管链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 18 | 43 | 00 | 2.8MW 水火管往复炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 18 | 46 | 00 | 2.8MW 水火管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 21 | | | 4.2MW 热水锅炉 | 台、MW | 相当于 360×10Mcal/h 的产热量 |
| 61 | 03 | 13 | 21 | 02 | 00 | 4.2MW 水管链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 21 | 03 | 00 | 4.2MW 水管往复炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 21 | 04 | 00 | 4.2MW 水管沸腾燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 21 | 06 | 00 | 4.2MW 水管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 21 | 42 | 00 | 4.2MW 水火管链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 21 | 43 | 00 | 4.2MW 水火管往复炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 21 | 46 | 00 | 4.2MW 水火管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 24 | | | 5.6MW 热水锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 24 | 02 | 00 | 5.6MW 水管链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 24 | 03 | 00 | 5.6MW 水管往复炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 24 | 04 | 00 | 5.6MW 水管沸腾燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 24 | 05 | 00 | 5.6MW 水管抛煤机链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 24 | 06 | 00 | 5.6MW 水管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 24 | 42 | 00 | 5.6MW 水火管链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 24 | 43 | 00 | 5.6MW 水火管往复炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 24 | 46 | 00 | 5.6MW 水火管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 27 | | | 7MW 热水锅炉 | 台、MW | 相当于 600×10Mcal/h 的产热量 |
| 61 | 03 | 13 | 27 | 02 | 00 | 7MW 水管链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 27 | 03 | 00 | 7MW 水管往复炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 27 | 04 | 00 | 7MW 水管沸腾燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 27 | 05 | 00 | 7MW 水管抛煤机链条炉排锅炉 | 台、MW | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 03 | 13 | 27 | 06 | 00 | 7MW 水管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 27 | 42 | 00 | 7MW 水火管链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 27 | 43 | 00 | 7MW 水火管往复炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 27 | 46 | 00 | 7MW 水火管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 30 | | | 10.5MW 热水锅炉 | 台、MW | 相当于 900×10Mcal/h 的产热量 |
| 61 | 03 | 13 | 30 | 02 | 00 | 10.5MW 水管链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 30 | 03 | 00 | 10.5MW 水管往复炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 30 | 04 | 00 | 10.5MW 水管沸腾燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 30 | 05 | 00 | 10.5MW 水管抛煤机链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 30 | 06 | 00 | 10.5MW 水管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 30 | 42 | 00 | 10.5MW 水火管链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 30 | 43 | 00 | 10.5MW 水火管往复炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 30 | 46 | 00 | 10.5MW 水火管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 33 | | | 14MW 热水锅炉 | 台、MW | 相当于 1200×10Mcal/h 的产热量 |
| 61 | 03 | 13 | 33 | 02 | 00 | 14MW 水管链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 33 | 03 | 00 | 14MW 水管往复炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 33 | 04 | 00 | 14MW 水管沸腾燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 33 | 05 | 00 | 14MW 水管抛煤机链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 33 | 06 | 00 | 14MW 水管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 33 | 42 | 00 | 14MW 水火管链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 33 | 43 | 00 | 14MW 水火管往复炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 33 | 46 | 00 | 14MW 水火管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 36 | | | 29MW 热水锅炉 | 台、MW | 相当于 2500×10Mcal/h 的产热量 |
| 61 | 03 | 13 | 36 | 02 | 00 | 29MW 水管链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 36 | 03 | 00 | 29MW 水管往复炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 36 | 04 | 00 | 29MW 水管沸腾燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 36 | 05 | 00 | 29MW 水管抛煤机链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 36 | 06 | 00 | 29MW 水管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 39 | | | 46MW 热水锅炉 | 台、MW | 相当于 4000×10Mcal/h 的产热量 |
| 61 | 03 | 13 | 39 | 02 | 00 | 46MW 水管链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 39 | 03 | 00 | 46MW 水管往复炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 39 | 04 | 00 | 46MW 水管沸腾燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 39 | 05 | 00 | 46MW 水管抛煤机链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 39 | 06 | 00 | 46MW 水管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 42 | | | 58MW 热水锅炉 | 台、MW | 相当于 5000×10Mcal/h 的产热量 |
| 61 | 03 | 13 | 42 | 02 | 00 | 58MW 水管链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 42 | 03 | 00 | 58MW 水管往复炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 42 | 04 | 00 | 58MW 水管沸腾燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 42 | 05 | 00 | 58MW 水管抛煤机链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 42 | 06 | 00 | 58MW 水管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 46 | | | 116MW 及以上热水锅炉 | 台、MW | 相当于 10000×10Mcal/h 的产热量 |
| 61 | 03 | 13 | 46 | 02 | 00 | 116MW 及以上水管链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 46 | 03 | 00 | 116MW 及以上水管往复炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 46 | 04 | 00 | 116MW 及以上水管沸腾燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 46 | 05 | 00 | 116MW 及以上水管抛煤机链条炉排锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 46 | 06 | 00 | 116MW 及以上水管室式燃烧锅炉 | 台、MW | |
| 61 | 03 | 13 | 99 | 00 | 00 | 其他热水锅炉 | 台、MW | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 03 | 16 | | | | 余热锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 16 | 01 | 00 | 00 | 管壳式余热锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 16 | 05 | | | 烟道式余热锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 16 | 05 | 01 | 00 | 以洁净烟气为余热载体的烟道式余热锅炉 | 台、t | 洁净烟气指含尘量不大于5g/m³，且无腐蚀性或（和）粘结性的烟气 |
| 61 | 03 | 16 | 05 | 04 | 00 | 以无腐蚀性含尘烟气为余热载体的烟道式余热锅炉 | 台、t | 烟气含尘量大于5g/m³ |
| 61 | 03 | 16 | 05 | 07 | 00 | 以腐蚀性无尘烟气为余热载体的烟道式余热锅炉 | 台、t | 烟气含尘量小于5g/m³ |
| 61 | 03 | 16 | 05 | 11 | 00 | 以腐蚀性含尘烟气为余热载体的烟道式余热锅炉 | 台、t | 烟气含尘量大于5g/m³ |
| 61 | 03 | 16 | 05 | 21 | 00 | 以含低热值尾气的烟气为余热载体的余热锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 16 | 05 | 31 | 00 | 碱回收余热锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 16 | 05 | 99 | 00 | 其他烟道式余热锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 16 | 99 | 00 | 00 | 其他余热锅炉 | 台、t | |
| 61 | 03 | 99 | 00 | 00 | 00 | 其他工业锅炉 | 台、t | |
| 61 | 04 | | | | | 锅炉辅机 | 台 | 泵入6321类，风机入6323类，阀门入6341类 |
| 61 | 04 | 10 | | | | 水处理设备 | 台 | 膜分离设备入6578类 |
| 61 | 04 | 10 | 01 | | | 过滤器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 01 | 01 | 00 | 单流机械过滤器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 01 | 02 | 00 | 双流机械过滤器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 01 | 04 | 00 | 双层机械过滤器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 01 | 05 | 00 | 多层机械过滤器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 01 | 07 | 00 | 双室机械过滤器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 01 | 11 | 00 | 活性碳过滤器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 01 | 21 | 00 | 压力式滤盐器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 01 | 31 | 00 | 电磁过滤器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 01 | 41 | 00 | 纤维素覆盖过滤器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 01 | 43 | 00 | 粉末树脂覆盖过滤器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 01 | 45 | 00 | 粗滤器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 01 | 51 | 00 | 管式精密过滤器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | | | 离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 01 | 00 | 顺流再生钠离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 03 | 00 | 顺流再生二级钠离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 05 | 00 | 顺流再生阳离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 07 | 00 | 顺流再生阴离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 09 | 00 | 逆流再生钠离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 11 | 00 | 逆流再生阳离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 13 | 00 | 逆流再生阴离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 15 | 00 | 逆流再生阴（阳）离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 17 | 00 | 双层床阳离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 19 | 00 | 双层床阴离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 23 | 00 | 双室浮动床阳离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 25 | 00 | 双室浮动床阴离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 27 | 00 | 双室床阳离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 29 | 00 | 双室床阴离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 31 | 00 | 浮动床钠离子交换器 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 04 | 10 | 04 | 32 | 00 | 浮动床阳离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 33 | 00 | 浮动床阴离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 35 | 00 | 阴阳混合离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 37 | 00 | 高速阴阳混合离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 39 | 00 | 双流阴阳混合离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 41 | 00 | 三层床阴阳混合离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 43 | 00 | 单塔式移动床钠离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 45 | 00 | 单塔式移动床阳离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 47 | 00 | 单塔式移动床阴离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 49 | 00 | 双塔式移动床钠离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 51 | 00 | 双塔式移动床阳离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 53 | 00 | 双塔式移动床阴离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 55 | 00 | 三塔式移动床钠离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 57 | 00 | 三塔式移动床阳离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 59 | 00 | 三塔式移动床阴离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 61 | 00 | 无压式流动床钠离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 63 | 00 | 无压式流动床阳离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 65 | 00 | 无压式流动床阴离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 67 | 00 | 压力式流动床钠离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 69 | 00 | 压力式流动床阳离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 71 | 00 | 压力式流动床阴离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 04 | 99 | 00 | 其他离子交换器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 07 | | | 除氧器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 07 | 01 | 00 | 大气式除氧器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 07 | 03 | 00 | 压力式除氧器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 07 | 05 | 00 | 真空式除氧器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 07 | 07 | 00 | 树脂式除氧器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 07 | 07 | 00 | 树脂式除氧器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 07 | 09 | 00 | 解吸式除氧器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 08 | | | 除氧器水箱 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 08 | 01 | 00 | 大气式除氧器水箱 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 08 | 03 | 00 | 压力式除氧器水箱 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 08 | 05 | 00 | 真空除氧器水箱 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 11 | | | 除碳器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 11 | 01 | 00 | 真空式除碳器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 11 | 03 | 00 | 鼓风式除碳器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | | | 水处理辅助设备 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 01 | 00 | 阳树脂再生器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 03 | 00 | 阴树脂再生器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 06 | 00 | 树脂处理器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 07 | 00 | 树脂清洗器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 09 | 00 | 树脂捕捉器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 11 | 00 | 清洗器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 13 | 00 | 酸贮罐 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 15 | 00 | 碱贮罐 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 17 | 00 | 酸计量箱 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 19 | 00 | 碱计量箱 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 21 | 00 | 酸碱喷射器 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 04 | 10 | 14 | 22 | 00 | 树脂输送喷射器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 23 | 00 | 连续排污膨胀器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 25 | 00 | 定期排污膨胀器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 27 | 00 | 取样冷却器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 28 | 00 | 二氧化碳吸收器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 29 | 00 | 酸雾吸收器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 31 | 00 | 磷酸钠溶解器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 33 | 00 | 磷酸钠加药器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 41 | 00 | 电热水箱 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 43 | 00 | 蒸汽加热器 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 51 | 00 | 机械搅拌溶液箱 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 61 | 00 | 铺料箱 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 14 | 99 | 00 | 其他水处理辅助设备 | 台 | |
| 61 | 04 | 10 | 99 | 00 | 00 | 其他水处理设备 | 台 | |
| 61 | 04 | 13 | | | | 锅炉安全装置 | 台 | |
| 61 | 04 | 13 | 01 | 00 | 00 | 石英玻璃管水位计 | 台 | |
| 61 | 04 | 13 | 03 | 00 | 00 | 双色水位计 | 台 | |
| 61 | 04 | 13 | 05 | 00 | 00 | 水位平衡容器 | 台 | |
| 61 | 04 | 13 | 07 | 00 | 00 | 水位报警器 | 台 | |
| 61 | 04 | 13 | 09 | 00 | 00 | 水位自动调节器 | 台 | |
| 61 | 04 | 16 | | | | 点火装置 | 台 | |
| 61 | 04 | 16 | 01 | | | 电阻丝点火器 | 台 | |
| 61 | 04 | 16 | 01 | 01 | | 轻油电阻丝点火器 | 台 | |
| 61 | 04 | 16 | 01 | 02 | | 重油电阻丝点火器 | 台 | |
| 61 | 04 | 16 | 01 | 03 | | 可燃气体电阻丝点火器 | 台 | |
| 61 | 04 | 16 | 02 | | | 电弧点火器 | 台 | |
| 61 | 04 | 16 | 02 | 01 | | 轻油电弧点火器 | 台 | |
| 61 | 04 | 16 | 02 | 02 | | 重油电弧点火器 | 台 | |
| 61 | 04 | 16 | 02 | 03 | | 可燃气体电弧点火器 | 台 | |
| 61 | 04 | 16 | 03 | | | 电火花点火器 | 台 | |
| 61 | 04 | 16 | 03 | 01 | | 轻油电火花点火器 | 台 | |
| 61 | 04 | 16 | 03 | 02 | | 重油电火花点火器 | 台 | |
| 61 | 04 | 16 | 03 | 03 | | 可燃气体电火花点火器 | 台 | |
| 61 | 04 | 19 | | | | 上煤及制粉设备 | 台 | |
| 61 | 04 | 19 | 04 | | | 给煤机 | 台 | |
| 61 | 04 | 19 | 04 | 01 | 00 | 螺旋式给煤机 | 台 | |
| 61 | 04 | 19 | 04 | 03 | 00 | 圆盘式给煤机 | 台 | |
| 61 | 04 | 19 | 04 | 05 | 00 | 刮板式给煤机 | 台 | |
| 61 | 04 | 19 | 04 | 07 | 00 | 皮带式给煤机 | 台 | |
| 61 | 04 | 19 | 04 | 09 | 00 | 电磁式给煤机 | 台 | |
| 61 | 04 | 19 | 07 | | | 磨煤机 | 台 | |
| 61 | 04 | 19 | 07 | 01 | | 低速磨煤机 | 台 | |
| 61 | 04 | 19 | 07 | 03 | | 中速磨煤机 | 台 | |
| 61 | 04 | 19 | 07 | 05 | | 高速磨煤机 | 台 | |
| 61 | 04 | 19 | 10 | | | 制粉设备 | 台 | |
| 61 | 04 | 19 | 10 | 01 | 00 | 磁铁分离器 | 台 | |
| 61 | 04 | 19 | 10 | 03 | 00 | 木块分离器 | 台 | |
| 61 | 04 | 19 | 10 | 05 | 00 | 粗粉分离器 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 04 | 19 | 10 | 07 | 00 | 细粉分离器 | 台 | |
| 61 | 04 | 19 | 10 | 09 | 00 | 锁气器 | 台 | |
| 61 | 04 | 19 | 13 | | | 给粉机 | 台 | |
| 61 | 04 | 19 | 13 | 01 | 00 | 螺旋式给粉机 | 台 | |
| 61 | 04 | 19 | 13 | 03 | 00 | 叶轮式给粉机 | 台 | |
| 61 | 04 | 19 | 16 | 00 | 00 | 排粉机 | 台 | |
| 61 | 04 | 19 | 19 | 00 | 00 | 上煤系统用电动推杆 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | | | | 除灰渣烟尘设备 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 01 | | | 碎渣设备 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 01 | 01 | 00 | 单辊碎渣机 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 01 | 04 | 00 | 双辊碎渣机 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 01 | 07 | 00 | 偏心单辊碎渣机 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 01 | 10 | 00 | 单齿碎渣机 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 01 | 13 | 00 | 双齿碎渣机 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 01 | 16 | 00 | 锤击式碎渣机 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 01 | 19 | 00 | 铰刀式碎渣机 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 01 | 99 | 00 | 其它碎渣机 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 04 | | | 出渣机 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 04 | 01 | 00 | 螺旋式出渣机 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 04 | 03 | 00 | 刮板式出渣机 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 04 | 05 | 00 | 马丁出渣机 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 07 | | | 除尘器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 07 | 01 | 00 | 旋风式除尘器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 07 | 03 | 00 | 多管式除尘器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 07 | 05 | 00 | 百页窗式除尘器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 07 | 07 | 00 | 布袋式除尘器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 07 | 09 | 00 | 水膜式除尘器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 07 | 11 | 00 | 文丘利式除尘器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 07 | 13 | 00 | 电除尘器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 07 | 99 | 00 | 其他除尘器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 10 | | | 锅炉用传动齿轮箱 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 10 | 01 | 00 | 无级调速锅炉用传动齿轮箱 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 10 | 03 | 00 | 有级调速锅炉用传动齿轮箱 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 10 | 99 | 00 | 其他锅炉用传动齿轮箱 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 13 | | | 吹灰器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 13 | 11 | 00 | 吹扫介质为蒸汽的长伸缩式吹灰器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 13 | 13 | 00 | 吹扫介质为压缩空气的长伸缩式吹灰器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 13 | 15 | 00 | 吹扫介质为水的长伸缩式吹灰器 | | |
| 61 | 04 | 22 | 13 | 21 | 00 | 吹扫介质为蒸汽的半伸缩式吹灰器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 13 | 23 | 00 | 吹扫介质为压缩空气的半伸缩式吹灰器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 13 | 25 | 00 | 吹扫介质为水的半伸缩式吹灰器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 13 | 31 | 00 | 吹扫介质为蒸汽的炉膛吹灰器 | | |
| 61 | 04 | 22 | 13 | 33 | 00 | 吹扫介质为压缩空气的炉膛吹灰器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 13 | 35 | 00 | 吹扫介质为水的炉膛吹灰器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 13 | 41 | 00 | 吹扫介质为蒸汽的固定回转式吹灰器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 13 | 43 | 00 | 吹扫介质为压缩空气的固定回转式吹灰器 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 04 | 22 | 13 | 45 | 00 | 吹扫介质为水的固定回转式吹灰器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 13 | 51 | 00 | 吹扫介质为蒸汽的回转式空气预热器吹灰器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 13 | 53 | 00 | 吹扫介质为压缩空气的回转式空气预热器吹灰器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 13 | 55 | 00 | 吹扫介质为水的回转式空气预热器吹灰器 | 台 | |
| 61 | 04 | 22 | 13 | 99 | 00 | 其他吹灰器 | 台 | |
| 61 | 04 | 25 | | | | 烟风管道系统设备 | 台 | |
| 61 | 04 | 25 | 01 | | | 电站风门 | 台 | |
| 61 | 04 | 25 | 01 | 01 | 00 | 关闭式档板风门 | 台 | |
| 61 | 04 | 25 | 01 | 03 | 00 | 调节式档板风门 | 台 | |
| 61 | 04 | 25 | 01 | 05 | 00 | 隔绝门 | 台 | |
| 61 | 04 | 25 | 01 | 99 | 00 | 其他电站风门 | 台 | |
| 61 | 04 | 25 | 04 | | | 恒力弹簧支吊架 | 台 | |
| 61 | 04 | 25 | 04 | 01 | 00 | 平式恒力弹簧支吊架 | 台 | |
| 61 | 04 | 25 | 04 | 03 | 00 | 立式恒力弹簧支吊架 | 台 | |
| 61 | 04 | 25 | 04 | 05 | 00 | 座式恒力弹簧支吊架 | 台 | |
| 61 | 04 | 25 | 07 | 00 | 00 | 可变弹簧支吊架 | 台 | |
| 61 | 04 | 25 | 10 | 00 | 00 | 弹簧减振器 | 台 | |
| 61 | 04 | 25 | 13 | | | 排汽（气）消声器 | 台 | |
| 61 | 04 | 25 | 13 | 01 | 00 | 安全阀消声器 | 台 | |
| 61 | 04 | 25 | 13 | 03 | 00 | 泄放用小孔节流消声器 | 台 | |
| 61 | 04 | 99 | 00 | 00 | 00 | 其他锅炉辅机 | 台 | |
| 61 | 05 | | | | | 汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | | | | 电站汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 01 | | | 6MW 及以下电站汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 01 | 01 | 00 | 6MW 及以下凝汽式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 01 | 05 | 00 | 6MW 及以下背压式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 01 | 13 | 00 | 6MW 及以下单抽汽凝汽式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 01 | 17 | 00 | 6MW 及以下抽汽背压式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 01 | 99 | 00 | 其他 6MW 及以下电站汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 05 | | | 12MW 电站汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 05 | 01 | 00 | 12MW 凝汽式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 05 | 05 | 00 | 12MW 背压式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 05 | 09 | 00 | 12MW 双抽汽凝汽式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 05 | 13 | 00 | 12MW 单抽汽凝汽式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 05 | 17 | 00 | 12MW 抽汽背压式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 05 | 99 | 00 | 其他 12MW 电站汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 09 | | | 25MW 电站汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 09 | 01 | 00 | 25MW 凝汽式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 09 | 05 | 00 | 25MW 背压式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 09 | 09 | 00 | 25MW 双抽汽凝汽式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 09 | 13 | 00 | 25MW 单抽汽凝汽式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 09 | 17 | 00 | 25MW 抽汽背压式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 09 | 99 | 00 | 其他 25MW 电站汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 13 | | | 50MW 电站汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 13 | 01 | 00 | 50MW 凝汽式汽轮机 | 台、MW | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 05 | 10 | 13 | 05 | 00 | 50MW 背压式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 13 | 09 | 00 | 50MW 双抽汽凝汽式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 13 | 13 | 00 | 50MW 单抽汽凝汽式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 13 | 99 | 00 | 其他 50MW 电站汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 17 | | | 100MW 电站汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 17 | 01 | 00 | 100MW 凝汽式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 17 | 13 | 00 | 100MW 单抽气凝汽式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 17 | 99 | 00 | 其他 100MW 电站汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 21 | | | 125MW 电站汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 21 | 13 | 00 | 125MW 单抽汽凝汽式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 25 | | | 200MW 电站汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 25 | 01 | 00 | 200MW 凝汽式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 25 | 13 | 00 | 200MW 单抽汽凝汽式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 25 | 99 | 00 | 其他 200MW 电站汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 29 | | | 300MW 电站汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 29 | 13 | 00 | 300MW 单抽汽凝汽式汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 29 | 99 | 00 | 其他 300MW 电站汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 33 | 00 | 00 | 600MW 电站汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 10 | 99 | 00 | 00 | 其他电站汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | | | | 工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 01 | | | 凝汽式工业汽轮机 | 台、MW | 组合式凝汽式工业汽轮机入610513014100类 |
| 61 | 05 | 13 | 01 | 05 | 00 | 1.5MW 及以下凝汽式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 01 | 09 | 00 | 1.5MW 以上至 12MW 凝汽式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 01 | 13 | 00 | 12MW 以上至 25MW 凝汽式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 01 | 21 | 00 | 25MW 以上凝汽式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 01 | 41 | 00 | 组合式凝汽式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 05 | | | 单级背压式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 05 | 01 | 00 | 0.5MW 及以下单级背压式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 05 | 05 | 00 | 0.5MW 以上至 1.5MW 单级背压式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 05 | 09 | 00 | 1.5MW 以上单级背压式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 06 | | | 多级背压式工业汽轮机 | 台、MW | 组合式多级背压式工业汽轮机入610513064100类 |
| 61 | 05 | 13 | 06 | 05 | 00 | 1.5MW 及以下多级背压式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 06 | 09 | 00 | 1.5MW 以上至 12MW 多级背压式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 06 | 13 | 00 | 12MW 以上至 25MW 多级背压式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 06 | 17 | 00 | 25MW 以上多级背压式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 06 | 41 | 00 | 组合式多级背压式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 09 | | | 双抽汽式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 09 | 13 | 00 | 25MW 及以下双抽汽式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 09 | 21 | 00 | 25MW 以上双抽汽式工业汽轮机 | 台、MW | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 05 | 13 | 13 | | | 抽汽凝汽式工业汽轮机 | 台、MW | 组合式抽汽凝汽式工业汽轮机入610513134100类 |
| 61 | 05 | 13 | 13 | 09 | 00 | 25MW及以下抽气凝汽式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 13 | 21 | 00 | 25MW以上抽气凝汽式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 13 | 41 | 00 | 组合式抽气凝汽式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 17 | | | 抽汽背压式工业汽轮机 | 台、MW | 组合式抽汽背压式工业汽轮机入610513174100类 |
| 61 | 05 | 13 | 17 | 09 | 00 | 12MW及以下抽气背压式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 17 | 21 | 00 | 12MW以上抽气背压式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 17 | 41 | 00 | 组合式抽气背压式工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 99 | | | 其他工业汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 05 | 13 | 99 | 01 | 00 | 地热利用汽轮机 | 台、MW | |
| 61 | 07 | | | | | 燃气轮机 | 台、MW | |
| 61 | 07 | 10 | | | | 发电用燃气轮机 | 台、MW | |
| 61 | 07 | 10 | 01 | 00 | 00 | 开式循环固定式发电用燃气轮机 | 台、MW | |
| 61 | 07 | 10 | 03 | 00 | 00 | 开式循环移动式发电用燃气轮机 | 台、MW | |
| 61 | 07 | 10 | 05 | 00 | 00 | 开式循环箱装式发电用燃气轮机 | 台、MW | |
| 61 | 07 | 13 | | | | 驱动用燃气轮机 | 台、MW | 航空用燃气轮机入6125类 |
| 61 | 07 | 13 | 01 | 00 | 00 | 开式循环运输用燃气轮机 | 台、MW | |
| 61 | 07 | 13 | 03 | 00 | 00 | 开式循环工业用燃气轮机 | 台、MW | |
| 61 | 07 | 13 | 05 | 00 | 00 | 开式循环船舶动力用燃气轮机 | 台、MW | |
| 61 | 07 | 16 | | | | 燃气—蒸汽联合循环装置 | 台、MW | |
| 61 | 07 | 16 | 01 | 00 | 00 | 常规型联合循环装置 | 台、MW | |
| 61 | 07 | 16 | 03 | 00 | 00 | 煤气化联合循环装置 | 台、MW | |
| 61 | 07 | 16 | 05 | 00 | 00 | 流化床联合循环装置 | 台、MW | |
| 61 | 07 | 25 | | | | 航空用燃气轮机 | 台、MW | |
| 61 | 07 | 25 | 01 | 00 | 00 | 涡轮喷气发动机 | 台、MW | |
| 61 | 07 | 25 | 03 | 00 | 00 | 涡轮风扇发动机 | 台、MW | |
| 61 | 07 | 25 | 05 | 00 | 00 | 涡轮轴发动机 | 台、MW | |
| 61 | 07 | 25 | 07 | 00 | 00 | 涡轮螺旋桨发动机 | 台、MW | |
| 61 | 07 | 28 | 00 | 00 | 00 | 航空衍生型燃气轮机 | 台、MW | 指以航空涡轮发动机为基础而发展成的非航空用途的燃气轮机，又称轻型燃气轮机 |
| 61 | 07 | 99 | 00 | 00 | 00 | 其他燃气轮机 | 台、kW | |
| 61 | 09 | | | | | 汽轮机辅机 | 台、t | |
| 61 | 09 | 10 | 00 | 00 | 00 | 凝汽器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 13 | | | | 抽气器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 13 | 01 | 00 | 00 | 射汽抽气器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 13 | 03 | 00 | 00 | 射水抽气器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 13 | 05 | 00 | 00 | 启动抽气器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 13 | 07 | 00 | 00 | 汽封抽气器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 16 | | | | 给水加热器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 16 | 01 | 00 | 00 | 低压加热器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 16 | 03 | | | 高压加热器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 16 | 03 | 01 | 00 | 螺旋管高压加热器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 16 | 03 | 03 | 00 | U型管高压加热器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 16 | 05 | 00 | 00 | 基本热网加热器 | 台、t | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 09 | 16 | 07 | 00 | 00 | 高峰热网加热器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 19 | 00 | 00 | 00 | 汽封加热器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 22 | 00 | 00 | 00 | 滤水器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 25 | 00 | 00 | 00 | 滤油器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 31 | 00 | 00 | 00 | 汽封冷却器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 34 | 00 | 00 | 00 | 冷油器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 37 | 00 | 00 | 00 | 减温减压器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 40 | 00 | 00 | 00 | 减温器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 43 | 00 | 00 | 00 | 疏水器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 46 | 00 | 00 | 00 | 疏水扩容器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 49 | 00 | 00 | 00 | 疏水冷却器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 52 | 00 | 00 | 00 | 汽水分离再热器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 55 | 00 | 00 | 00 | 油净化装置 | 台、t | |
| 61 | 09 | 58 | 00 | 00 | 00 | 二次滤网 | 台、t | |
| 61 | 09 | 61 | 00 | 00 | 00 | 收球网 | 台、t | |
| 61 | 09 | 64 | | | | 热交换器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 64 | 01 | 00 | 00 | 水—水热交换器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 64 | 03 | 00 | 00 | 汽—水热交换器 | 台、t | |
| 61 | 09 | 67 | 00 | 00 | 00 | 供油装置 | 台、t | |
| 61 | 09 | 99 | 00 | 00 | 00 | 其它汽轮机辅机 | 台、t | |
| 61 | 11 | | | | | 水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 10 | | | | 轴流式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 10 | 10 | | | 0.6m 以下轴流式水轮机 | kW、台 | 指转轮（水轮）标称直径小于 0.6m 的轴流式水轮机，下同 |
| 61 | 11 | 10 | 10 | 31 | | 0.6m 以下轴流定桨式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 10 | 20 | | | 0.6m 至 1.4m 轴流式水轮机 | kW、台 | 包括 0.6m 和 1.4m，下同 |
| 61 | 11 | 10 | 20 | 31 | | 0.6m 至 1.4m 轴流定桨式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 10 | 30 | | | 1.4m 以上至 3m 轴流式水轮机 | kW、台 | 包括 3m，下同 |
| 61 | 11 | 10 | 30 | 11 | | 1.4m 以上至 3m 轴流转桨式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 10 | 30 | 31 | | 1.4m 以上至 3m 轴流定桨式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 10 | 40 | | | 3m 以上至 6m 轴流式水轮机 | kW、台 | 包括 6m，下同 |
| 61 | 11 | 10 | 40 | 11 | | 3m 以上至 6m 轴流转桨式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 10 | 40 | 31 | | 3m 以上至 6m 轴流定桨式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 10 | 50 | | | 6m 以上至 8m 轴流式水轮机 | kW、台 | 包括 8m，下同 |
| 61 | 11 | 10 | 50 | 11 | | 6m 以上至 8m 轴流转桨式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 10 | 60 | | | 8m 以上轴流式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 10 | 60 | 11 | | 8m 以上轴流转桨式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 13 | | | | 混流式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 13 | 10 | | | 1m 以下混流式水轮机 | kW、台 | 指转轮（水轮）标称直径为 1m 以下的混流式水轮机，下同 |
| 61 | 11 | 13 | 10 | 01 | | 1m 以下立轴混流式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 13 | 20 | | | 1m 至 2m 混流式水轮机 | kW、台 | 包括 1m 和 2m，下同 |
| 61 | 11 | 13 | 20 | 01 | | 1m 至 2m 立轴混流式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 13 | 20 | 03 | | 1m 至 2m 卧轴混流式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 13 | 30 | | | 2m 以上至 3.8m 混流式水轮机 | kW、台 | 包括 3.8m，下同 |
| 61 | 11 | 13 | 30 | 01 | | 2m 以上至 3.8m 立轴混流式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 13 | 40 | | | 3.8m 以上至 4.5m 混流式水轮机 | kW、台 | 包括 4.5m，下同 |
| 61 | 11 | 13 | 40 | 01 | | 3.8m 以上至 4.5m 立轴混流式水轮机 | kW、台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 11 | 13 | 50 | | | 4.5m以上至7m混流式水轮机 | kW、台 | 包括7m，下同 |
| 61 | 11 | 13 | 50 | 01 | | 4.5m以上至7m立轴混流式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 13 | 60 | | | 7m以上混流式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 13 | 60 | 01 | | 7m以上立轴混流式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 16 | | | | 水斗式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 16 | 10 | | | 1m以下水斗式水轮机 | kW、台 | 指转轮（水轮）标称直径小于1m的水斗式水轮机，下同 |
| 61 | 11 | 16 | 10 | 01 | 00 | 1m以下立轴水斗式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 16 | 10 | 03 | 00 | 1m以下卧轴水斗式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 16 | 20 | | | 1m及以上水斗式水轮机 | kW、台 | 包括1m，下同 |
| 61 | 11 | 16 | 20 | 01 | 00 | 1m及以上立轴水斗式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 16 | 20 | 03 | 00 | 1m及以上卧轴水斗式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 19 | | | | 贯流式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 19 | 10 | | | 1m以下贯流式水轮机 | kW、台 | 指转轮（水轮）标称直径小于1m的贯流式水轮机，下同 |
| 61 | 11 | 19 | 10 | 33 | | 1m以下贯流定桨式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 19 | 20 | | | 1m至2m贯流式水轮机 | kW、台 | 指转轮（水轮）标称直径为1m至2m(包括1m和2m)的贯流式水轮机，下同 |
| 61 | 11 | 19 | 20 | 33 | | 1m至2m贯流定桨式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 19 | 30 | | | 2m以上至3.8m贯流式水轮机 | kW、台 | 包括3.8m，下同 |
| 61 | 11 | 19 | 30 | 13 | | 2m以上至3.8m贯流转桨式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 19 | 30 | 33 | | 2m以上至3.8m贯流定桨式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 19 | 40 | | | 3.8m以上至4.5m贯流式水轮机 | kW、台 | 包括4.5m，下同 |
| 61 | 11 | 19 | 40 | 13 | | 3.8m以上至4.5m贯流转桨式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 19 | 50 | | | 4.5m以上至7m贯流式水轮机 | kW、台 | 包括7m，下同 |
| 61 | 11 | 19 | 50 | 13 | | 4.5m以上至7m贯流转桨式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 22 | | | | 斜流式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 22 | 20 | | | 1m至2m斜流式水轮机 | kW、台 | 指转轮（水轮）标称直径为1m至2m(包括1m和2m)的斜流式水轮机，下同 |
| 61 | 11 | 22 | 20 | 01 | | 1m至2m立轴斜流式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 22 | 30 | | | 2m以上至3.8m斜流式水轮机 | kW、台 | 包括3.8m，下同 |
| 61 | 11 | 22 | 30 | 01 | | 2m以上至3.8m立轴斜流式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 25 | | | | 双击式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 25 | 10 | | | 1m以下双击式水轮机 | kW、台 | 指转轮（水轮）标称直径小于1m的双击式水轮机，下同 |
| 61 | 11 | 25 | 10 | 03 | 00 | 1m以下卧轴双击式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 28 | | | | 斜击式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 28 | 10 | | | 1m以下斜击式水轮机 | kW、台 | 指转轮（水轮）标称直径小于1m的斜击式水轮机，下同 |
| 61 | 11 | 28 | 10 | 01 | 00 | 1m以下立轴斜击式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 28 | 10 | 03 | 00 | 1m以下卧轴斜击式水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 11 | 99 | 00 | 00 | 00 | 其它水轮机 | kW、台 | |
| 61 | 15 | | | | | 水轮机辅机 | 台 | 水轮机自动化装置入870143类，水轮机蝴蝶阀入6341类 |
| 61 | 15 | 10 | | | | 水轮机调速器 | 台 | |
| 61 | 15 | 10 | 11 | | | 大型机械液压式水轮机调速器 | 台 | |
| 61 | 15 | 10 | 11 | 11 | 00 | 大型机械液压式单调节调速器 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 15 | 10 | 11 | 31 | 00 | 大型机械液压式双调节调速器 | 台 | |
| 61 | 15 | 10 | 13 | | | 大型电气液压式水轮机调速器 | 台 | |
| 61 | 15 | 10 | 13 | 11 | 00 | 大型压力油罐式电气液压单调节调速器 | 台 | |
| 61 | 15 | 10 | 13 | 31 | 00 | 大型压力油罐式电气液压双调节调速器 | 台 | |
| 61 | 15 | 10 | 31 | | | 中型机械液压式水轮机调速器 | 台 | |
| 61 | 15 | 10 | 31 | 11 | 00 | 中型压力油罐式机械液压单调节调速器 | 台 | |
| 61 | 15 | 10 | 33 | | | 中型电气液压式水轮机调速器 | 台 | |
| 61 | 15 | 10 | 33 | 11 | 00 | 中型压力油罐式电气液压单调节调速器 | 台 | |
| 61 | 15 | 10 | 51 | | | 小型机械液压式水轮机调速器 | 台 | |
| 61 | 15 | 10 | 51 | 11 | 00 | 小型压力油罐式机械液压单调节调速器 | 台 | |
| 61 | 15 | 10 | 71 | | | 特小型机械液压式水轮机调速器 | 台 | |
| 61 | 15 | 10 | 71 | 11 | 00 | 特小型通流式机械液压单调节调速器 | 台 | |
| 61 | 15 | 13 | | | | 水轮机油压装置 | 台 | |
| 61 | 15 | 13 | 01 | 00 | 00 | 分离式水轮机油压装置 | 台 | |
| 61 | 15 | 13 | 03 | 00 | 00 | 组合式油压装置 | 台 | |
| 61 | 15 | 99 | 00 | 00 | 00 | 其它水轮机辅机 | 台 | |
| 61 | 17 | 00 | 00 | 00 | 00 | 原子能动力设备 | | |
| 61 | 19 | | | | | 内燃机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | | | | 柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 11 | | | 四冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 11 | 01 | 00 | 单缸四冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 11 | 02 | 00 | 双缸四冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 11 | 03 | 00 | 三缸四冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 11 | 04 | 00 | 四缸四冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 11 | 05 | 00 | 五缸四冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 11 | 06 | 00 | 六缸四冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 11 | 07 | 00 | 七缸四冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 11 | 08 | 00 | 八缸四冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 11 | 09 | 00 | 九缸四冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 11 | 10 | 00 | 十缸四冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 11 | 12 | 00 | 十二缸四冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 11 | 14 | 00 | 十四缸四冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 11 | 16 | 00 | 十六缸四冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 11 | 18 | 00 | 十八缸四冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 11 | 20 | 00 | 二十缸四冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 13 | | | 四冲程风冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 13 | 01 | 00 | 单缸四冲程风冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 13 | 02 | 00 | 双缸四冲程风冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 13 | 03 | 00 | 三缸四冲程风冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 13 | 04 | 00 | 四缸四冲程风冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 13 | 05 | 00 | 五缸四冲程风冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 13 | 06 | 00 | 六缸四冲程风冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 13 | 08 | 00 | 八缸四冲程风冷柴油机 | 台、kW | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 19 | 10 | 13 | 10 | 00 | 十缸四冲程风冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 13 | 12 | 00 | 十二缸四冲程风冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 15 | | | 四冲程凝汽冷却柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 15 | 01 | 00 | 四冲程凝汽冷却单缸柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 31 | | | 二冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 31 | 02 | 00 | 双缸二冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 31 | 04 | 00 | 四缸二冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 31 | 05 | 00 | 五缸二冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 31 | 06 | 00 | 六缸二冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 31 | 07 | 00 | 七缸二冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 31 | 08 | 00 | 八缸二冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 31 | 09 | 00 | 九缸二冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 31 | 10 | 00 | 十缸二冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 31 | 12 | 00 | 十二缸二冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 31 | 14 | 00 | 十四缸二冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 31 | 16 | 00 | 十六缸二冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 31 | 18 | 00 | 十八缸二冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 31 | 48 | 00 | 四十八缸二冲程水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 51 | 00 | 00 | 旋转活塞式水冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 10 | 53 | 00 | 00 | 旋转活塞式风冷柴油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 13 | | | | 汽油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 13 | 11 | | | 四冲程水冷汽油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 13 | 11 | 02 | 00 | 双缸四冲程水冷汽油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 13 | 11 | 03 | 00 | 三缸四冲程水冷汽油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 13 | 11 | 04 | 00 | 四缸四冲程水冷汽油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 13 | 11 | 06 | 00 | 六缸四冲程水冷汽油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 13 | 11 | 08 | 00 | 八缸四冲程水冷汽油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 13 | 13 | | | 四冲程风冷汽油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 13 | 31 | | | 二冲程水冷汽油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 13 | 31 | 01 | 00 | 单缸二冲程水冷汽油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 13 | 31 | 02 | 00 | 双缸二冲程水冷汽油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 13 | 31 | 03 | 00 | 三缸二冲程水冷汽油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 13 | 33 | | | 二冲程风冷汽油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 13 | 33 | 01 | 00 | 单缸二冲程风冷汽油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 13 | 51 | 00 | 00 | 旋转活塞式水冷汽油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 13 | 53 | 00 | 00 | 旋转活塞式风冷汽油机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 16 | | | | 气体燃料内燃机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 16 | 01 | 00 | 00 | 一氧化碳发动机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 16 | 03 | 00 | 00 | 氢气发动机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 16 | 05 | 00 | 00 | 甲烷发动机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 16 | 99 | 00 | 00 | 其他气体燃料内然机 | 台、kW | |
| 61 | 19 | 99 | 00 | 00 | 00 | 其他燃料内燃机 | 台、kW | |
| 61 | 21 | | | | | 内燃机主要配附件 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | | | | 气缸盖部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 01 | 00 | 00 | 气缸盖 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 02 | 00 | 00 | 气缸盖垫片 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 03 | 00 | 00 | 气缸盖罩 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 04 | 00 | 00 | 气门室盖 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 05 | 00 | 00 | 气缸盖螺栓 | 件 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 21 | 10 | 06 | 00 | 00 | 气缸盖螺母 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 11 | 00 | 00 | 燃烧室镶块 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 12 | 00 | 00 | 预燃室 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 21 | 00 | 00 | 进气门（进气阀） | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 22 | 00 | 00 | 排气门（排气阀） | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 23 | 00 | 00 | 汽阀阀壳 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 24 | 00 | 00 | 汽阀旋转机构 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 25 | 00 | 00 | 气门弹簧 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 26 | 00 | 00 | 气门弹簧座 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 27 | 00 | 00 | 气门锁夹 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 28 | 00 | 00 | 气门锁盘 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 29 | 00 | 00 | 气门挡圈 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 30 | 00 | 00 | 气门顶帽 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 31 | 00 | 00 | 进气门座圈 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 32 | 00 | 00 | 排气门座圈 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 33 | 00 | 00 | 气门导管 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 34 | 00 | 00 | 气门摇臂 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 35 | 00 | 00 | 摇臂轴 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 36 | 00 | 00 | 摇臂衬套 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 37 | 00 | 00 | 摇臂轴弹簧 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 38 | 00 | 00 | 摇臂轴支座 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 39 | 00 | 00 | 气门调整螺钉 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 40 | 00 | 00 | 气门调整螺母 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 41 | 00 | 00 | 摇臂滚轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 42 | 00 | 00 | 摇臂滚轮销 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 43 | 00 | 00 | 气门推杆 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 51 | 00 | 00 | 起动阀 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 52 | 00 | 00 | 安全阀 | 件 | |
| 61 | 21 | 10 | 53 | 00 | 00 | 示功阀 | 件 | |
| 61 | 21 | 12 | | | | 机体部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 12 | 01 | | | 机体 | 件 | |
| 61 | 21 | 12 | 01 | 00 | 00 | 机架 | 件 | |
| 61 | 21 | 12 | 02 | 00 | 00 | 气缸体 | 件 | |
| 61 | 21 | 12 | 03 | 00 | 00 | 曲轴箱 | 件 | |
| 61 | 21 | 12 | 04 | 00 | 00 | 机座 | 件 | |
| 61 | 21 | 12 | 11 | 00 | 00 | 气缸套 | 件 | |
| 61 | 21 | 12 | 12 | 00 | 00 | 气缸套封水圈 | 件 | |
| 61 | 21 | 12 | 13 | 00 | 00 | 气缸套通水管 | 件 | |
| 61 | 21 | 12 | 21 | 00 | 00 | 正时齿轮室 | 件 | |
| 61 | 21 | 12 | 22 | 00 | 00 | 正时齿轮室盖 | 件 | |
| 61 | 21 | 12 | 23 | 00 | 00 | 正时齿轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 12 | 31 | 00 | 00 | 喷油泵支架 | 件 | |
| 61 | 21 | 12 | 32 | 00 | 00 | 飞轮壳 | 件 | |
| 61 | 21 | 12 | 33 | 00 | 00 | 曲轴箱检查孔盖 | 件 | |
| 61 | 21 | 12 | 34 | 00 | 00 | 通气管 | 件 | |
| 61 | 21 | 12 | 35 | 00 | 00 | 呼吸器 | 件 | |
| 61 | 21 | 12 | 36 | 00 | 00 | 曲轴箱防爆门 | 件 | |
| 61 | 21 | 12 | 37 | 00 | 00 | 扫气箱 | 件 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 21 | 12 | 38 | 00 | 00 | 油底壳 | 件 | |
| 61 | 21 | 12 | 39 | 00 | 00 | 机油标尺 | 件 | |
| 61 | 21 | 14 | | | | 活塞部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 14 | 01 | 00 | 00 | 活塞 | 件 | |
| 61 | 21 | 14 | 02 | 00 | 00 | 活塞头 | 件 | |
| 61 | 21 | 14 | 03 | 00 | 00 | 活塞体 | 件 | |
| 61 | 21 | 14 | 04 | 00 | 00 | 活塞裙 | 件 | |
| 61 | 21 | 14 | 11 | 00 | 00 | 活塞环 | 件 | |
| 61 | 21 | 14 | 12 | 00 | 00 | 气环 | 件 | |
| 61 | 21 | 14 | 13 | 00 | 00 | 油环 | 件 | |
| 61 | 21 | 14 | 21 | 00 | 00 | 活塞销 | 件 | |
| 61 | 21 | 14 | 22 | 00 | 00 | 活塞销挡圈 | 件 | |
| 61 | 21 | 14 | 23 | 00 | 00 | 活塞销孔衬套 | 件 | |
| 61 | 21 | 14 | 24 | 00 | 00 | 活塞销挡塞 | 件 | |
| 61 | 21 | 16 | | | | 连杆部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 16 | 01 | 00 | 00 | 连杆体 | 件 | |
| 61 | 21 | 16 | 02 | 00 | 00 | 连杆衬套 | 件 | |
| 61 | 21 | 16 | 03 | 00 | 00 | 连杆轴瓦 | 件 | |
| 61 | 21 | 16 | 04 | 00 | 00 | 连杆盖 | 件 | |
| 61 | 21 | 16 | 05 | 00 | 00 | 连杆螺栓 | 件 | |
| 61 | 21 | 16 | 06 | 00 | 00 | 连杆螺母 | 件 | |
| 61 | 21 | 16 | 07 | 00 | 00 | 连杆盖垫片 | 件 | |
| 61 | 21 | 16 | 11 | 00 | 00 | 活塞杆 | 件 | |
| 61 | 21 | 16 | 12 | 00 | 00 | 十字头 | 件 | |
| 61 | 21 | 16 | 13 | 00 | 00 | 十字头滑块 | 件 | |
| 61 | 21 | 16 | 14 | 00 | 00 | 十字头导板 | 件 | |
| 61 | 21 | 16 | 15 | 00 | 00 | 十字头螺母 | 件 | |
| 61 | 21 | 16 | 16 | 00 | 00 | 十字头轴承 | 件 | |
| 61 | 21 | 16 | 21 | 00 | 00 | 副连杆 | 件 | |
| 61 | 21 | 16 | 22 | 00 | 00 | 副连杆销 | 件 | |
| 61 | 21 | 18 | | | | 曲轴及飞轮部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 18 | 01 | 00 | 00 | 曲轴 | 件 | |
| 61 | 21 | 18 | 02 | 00 | 00 | 主轴颈 | 件 | |
| 61 | 21 | 18 | 03 | 00 | 00 | 曲柄销 | 件 | |
| 61 | 21 | 18 | 04 | 00 | 00 | 曲柄臂 | 件 | |
| 61 | 21 | 18 | 05 | 00 | 00 | 曲轴正时齿轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 18 | 06 | 00 | 00 | 曲轴正时链轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 18 | 07 | 00 | 00 | 曲轴平衡块 | 件 | |
| 61 | 21 | 18 | 08 | 00 | 00 | 扭震减震器 | 件 | |
| 61 | 21 | 18 | 21 | 00 | 00 | 飞轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 18 | 22 | 00 | 00 | 飞轮齿圈 | 件 | |
| 61 | 21 | 20 | | | | 主轴承部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 20 | 01 | 00 | 00 | 滚动主轴承 | 件 | |
| 61 | 21 | 20 | 02 | 00 | 00 | 主轴瓦 | 件 | |
| 61 | 21 | 20 | 03 | 00 | 00 | 主轴承盖 | 件 | |
| 16 | 21 | 20 | 04 | 00 | 00 | 主轴承垫片 | 件 | |
| 16 | 21 | 20 | 05 | 00 | 00 | 主轴承螺栓 | 件 | |
| 16 | 21 | 20 | 06 | 00 | 00 | 主轴承螺母 | 件 | |
| 16 | 21 | 20 | 11 | 00 | 00 | 曲轴止推轴瓦 | 件 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 21 | 20 | 12 | 00 | 00 | 止推轴承盖 | 件 | |
| 61 | 21 | 20 | 13 | 00 | 00 | 曲轴止推片 | 件 | |
| 61 | 21 | 20 | 21 | 00 | 00 | 起动爪 | 件 | |
| 61 | 21 | 22 | | | | 凸轮轴部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 22 | 01 | 00 | 00 | 进气凸轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 22 | 02 | 00 | 00 | 排气凸轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 22 | 03 | 00 | 00 | 喷油泵凸轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 22 | 11 | 00 | 00 | 气门挺杆 | 件 | |
| 61 | 21 | 22 | 12 | 00 | 00 | 气门挺杆滚轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 22 | 13 | 00 | 00 | 气门挺杆滚轮销 | 件 | |
| 61 | 21 | 22 | 21 | 00 | 00 | 凸轮轴正时齿轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 22 | 22 | 00 | 00 | 凸轮轴正时链轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 22 | 23 | 00 | 00 | 凸轮轴正时齿形齿轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 22 | 24 | 00 | 00 | 凸轮轴轴承 | 件 | |
| 61 | 21 | 22 | 25 | 00 | 00 | 凸轮轴止推轴承 | 件 | |
| 61 | 21 | 22 | 26 | 00 | 00 | 凸轮轴止推片 | 件 | |
| 61 | 21 | 22 | 31 | 00 | 00 | 正时链条 | 件 | |
| 61 | 21 | 22 | 32 | 00 | 00 | 正时齿形带 | 件 | |
| 61 | 21 | 24 | | | | 进气管部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 24 | 01 | 00 | 00 | 进气总管 | 件 | |
| 61 | 21 | 24 | 02 | 00 | 00 | 进气支管 | 件 | |
| 61 | 21 | 24 | 03 | 00 | 00 | 进气管衬垫 | 件 | |
| 61 | 21 | 26 | | | | 排气管部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 26 | 01 | 00 | 00 | 排气总管 | 件 | |
| 61 | 21 | 26 | 02 | 00 | 00 | 排气支管 | 件 | |
| 61 | 21 | 26 | 04 | 00 | 00 | 排气管衬垫 | 件 | |
| 61 | 21 | 28 | 00 | 00 | 00 | 消声器部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 30 | | | | 空气滤清器部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 30 | 01 | 00 | 00 | 空气滤清器滤芯 | 件 | |
| 61 | 21 | 30 | 02 | 00 | 00 | 空气滤清器盖 | 件 | |
| 61 | 21 | 30 | 03 | 00 | 00 | 空气滤清器油盘 | 件 | |
| 61 | 21 | 30 | 04 | 00 | 00 | 空气滤清器体 | 件 | |
| 61 | 21 | 32 | | | | 燃油箱部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 32 | 01 | 00 | 00 | 加油管滤网 | 件 | |
| 61 | 21 | 32 | 02 | 00 | 00 | 通气阀 | 件 | |
| 61 | 21 | 32 | 03 | 00 | 00 | 燃油标尺 | 件 | |
| 61 | 21 | 34 | | | | 输油泵部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 34 | 01 | 00 | 00 | 输油泵体 | 件 | |
| 61 | 21 | 34 | 02 | 00 | 00 | 输油泵活塞 | 件 | |
| 61 | 21 | 34 | 03 | 00 | 00 | 输油泵活塞弹簧 | 件 | |
| 61 | 21 | 34 | 04 | 00 | 00 | 输油泵推杆 | 件 | |
| 61 | 21 | 34 | 05 | 00 | 00 | 输油泵推杆弹簧 | 件 | |
| 61 | 21 | 34 | 06 | 00 | 00 | 输油泵滚轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 34 | 07 | 00 | 00 | 输油泵挺柱 | 件 | |
| 61 | 21 | 34 | 08 | 00 | 00 | 输油泵滚轮销 | 件 | |
| 61 | 21 | 34 | 09 | 00 | 00 | 输油泵止回阀 | 件 | |
| 61 | 21 | 34 | 10 | 00 | 00 | 输油泵止回阀座 | 件 | |
| 61 | 21 | 34 | 11 | 00 | 00 | 输油泵止回阀弹簧 | 件 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 21 | 34 | 12 | 00 | 00 | 手压输油泵 | 件 | |
| 61 | 21 | 34 | 13 | 00 | 00 | 输油泵主动齿轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 34 | 14 | 00 | 00 | 输油泵主动齿轮轴 | 件 | |
| 61 | 21 | 34 | 15 | 00 | 00 | 输油泵从动齿轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 34 | 16 | 00 | 00 | 输油泵从动齿轮轴 | 件 | |
| 61 | 21 | 34 | 17 | 00 | 00 | 输油泵盖 | 件 | |
| 61 | 21 | 34 | 18 | 00 | 00 | 输油泵驱动齿轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 34 | 19 | 00 | 00 | 输油泵限压阀 | 件 | |
| 61 | 21 | 34 | 20 | 00 | 00 | 输油泵限压阀弹簧 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | | | | 喷油泵部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 01 | 00 | 00 | 喷油泵体 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 02 | 00 | 00 | 喷油泵柱塞偶件 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 03 | 00 | 00 | 喷油泵柱塞弹簧 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 04 | 00 | 00 | 喷油泵出油阀偶件 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 06 | 00 | 00 | 喷油泵出油阀弹簧 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 07 | 00 | 00 | 喷油泵出油阀接头 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 08 | 00 | 00 | 喷油泵调节齿圈 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 09 | 00 | 00 | 喷油泵调节齿轮衬套 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 10 | 00 | 00 | 喷油泵调节齿杆 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 11 | 00 | 00 | 喷油泵调节拉杆 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 12 | 00 | 00 | 喷油泵油量控制套筒 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 13 | 00 | 00 | 喷油泵正时螺钉 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 14 | 00 | 00 | 喷油泵正时螺母 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 15 | 00 | 00 | 喷油泵挺柱 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 16 | 00 | 00 | 喷油泵滚轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 17 | 00 | 00 | 喷油泵滚轮销 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 18 | 00 | 00 | 喷油泵凸轮销 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 19 | 00 | 00 | 喷油泵联轴器 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 20 | 00 | 00 | 喷油泵轴承盖 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 21 | 00 | 00 | 喷油泵检查孔盖 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 22 | 00 | 00 | 喷油泵底塞 | 件 | |
| 61 | 21 | 36 | 23 | 00 | 00 | 喷油泵放油塞 | 件 | |
| 61 | 21 | 38 | | | | 喷油器部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 38 | 01 | 00 | 00 | 喷油器体 | 件 | |
| 61 | 21 | 38 | 02 | 00 | 00 | 喷油嘴偶件 | 件 | |
| 61 | 21 | 38 | 03 | 00 | 00 | 喷油器调压弹簧 | 件 | |
| 61 | 21 | 38 | 04 | 00 | 00 | 喷油器调压螺钉 | 件 | |
| 61 | 21 | 38 | 05 | 00 | 00 | 喷油器调压螺母 | 件 | |
| 61 | 21 | 38 | 06 | 00 | 00 | 喷油器挺杆 | 件 | |
| 61 | 21 | 38 | 07 | 00 | 00 | 喷油器滤芯 | 件 | |
| 61 | 21 | 38 | 08 | 00 | 00 | 喷油器进油管接头 | 件 | |
| 61 | 21 | 38 | 09 | 00 | 00 | 高压油管 | 件 | |
| 61 | 21 | 38 | 10 | 00 | 00 | 回油管 | 件 | |
| 61 | 21 | 40 | | | | 汽油泵部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 40 | 01 | 00 | 00 | 汽油泵体 | 件 | |
| 61 | 21 | 40 | 02 | 00 | 00 | 汽油泵盖 | 件 | |
| 61 | 21 | 40 | 03 | 00 | 00 | 汽油泵膜片 | 件 | |
| 61 | 21 | 40 | 04 | 00 | 00 | 汽油泵膜推杆 | 件 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 21 | 40 | 05 | 00 | 00 | 汽油泵滤网 | 件 | |
| 61 | 21 | 40 | 06 | 00 | 00 | 汽油泵油杯 | 件 | |
| 61 | 21 | 40 | 07 | 00 | 00 | 汽油泵摇臂 | 件 | |
| 61 | 21 | 40 | 08 | 00 | 00 | 汽油泵进油阀 | 件 | |
| 61 | 21 | 40 | 09 | 00 | 00 | 汽油泵出油阀 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | | | | 化油器部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 01 | 00 | 00 | 化油器体 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 02 | 00 | 00 | 化油器盖 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 03 | 00 | 00 | 化油器浮子 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 04 | 00 | 00 | 化油器针阀 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 05 | 00 | 00 | 化油器针阀座 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 06 | 00 | 00 | 化油器主喷管 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 07 | 00 | 00 | 化油器主量孔 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 08 | 00 | 00 | 化油器主量孔调节针 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 09 | 00 | 00 | 化油器主量孔调节针座 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 10 | 00 | 00 | 化油器补偿喷管 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 11 | 00 | 00 | 化油器补偿量孔 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 12 | 00 | 00 | 化油器加速喷管 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 13 | 00 | 00 | 化油器加速泵柱塞 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 14 | 00 | 00 | 化油器加速泵柱塞杆 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 15 | 00 | 00 | 化油器加速泵弹簧 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 16 | 00 | 00 | 化油器加速泵进油阀 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 17 | 00 | 00 | 化油器加速泵出油阀 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 18 | 00 | 00 | 化油器节油阀 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 19 | 00 | 00 | 化油器节油量孔 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 20 | 00 | 00 | 化油器怠速量孔 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 21 | 00 | 00 | 化油器怠速调节针 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 22 | 00 | 00 | 化油器喉管 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 23 | 00 | 00 | 化油器进油滤网 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 24 | 00 | 00 | 化油器阻风门 | 件 | |
| 61 | 21 | 42 | 25 | 00 | 00 | 化油器节气门 | 件 | |
| 61 | 21 | 44 | | | | 调速器部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 44 | 01 | 00 | 00 | 调速器飞锤 | 件 | |
| 61 | 21 | 44 | 02 | 00 | 00 | 调速器飞锤支架 | 件 | |
| 61 | 21 | 44 | 03 | 00 | 00 | 调速器飞锤销 | 件 | |
| 61 | 21 | 44 | 04 | 00 | 00 | 调速器驱动齿轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 44 | 05 | 00 | 00 | 调速器调速杠杆 | 件 | |
| 61 | 21 | 44 | 06 | 00 | 00 | 调速器弹簧 | 件 | |
| 61 | 21 | 44 | 07 | 00 | 00 | 调速器调速套筒 | 件 | |
| 61 | 21 | 46 | | | | 燃油滤清器部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 46 | 01 | 00 | 00 | 燃油滤清器滤芯 | 件 | |
| 61 | 21 | 46 | 02 | 00 | 00 | 燃油滤清器体 | 件 | |
| 61 | 21 | 46 | 03 | 00 | 00 | 燃油滤清器盖 | 件 | |
| 61 | 21 | 48 | | | | 机油泵部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 48 | 01 | 00 | 00 | 机油泵体 | 件 | |
| 61 | 21 | 48 | 02 | 00 | 00 | 机油泵主动齿轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 48 | 03 | 00 | 00 | 机油泵从动齿轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 48 | 04 | 00 | 00 | 机油泵主动齿轮轴 | 件 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 21 | 48 | 05 | 00 | 00 | 机油泵从动齿轮轴 | 件 | |
| 61 | 21 | 48 | 06 | 00 | 00 | 机油泵内转子轴 | 件 | |
| 61 | 21 | 48 | 07 | 00 | 00 | 机油泵内外转子组件 | 件 | |
| 61 | 21 | 48 | 08 | 00 | 00 | 机油泵盖 | 件 | |
| 61 | 21 | 48 | 09 | 00 | 00 | 机油泵驱动齿轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 48 | 10 | 00 | 00 | 机油泵限压阀 | 件 | |
| 61 | 21 | 48 | 11 | 00 | 00 | 主油道限压阀 | 件 | |
| 61 | 21 | 50 | | | | 机油滤清器部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 50 | 01 | 00 | 00 | 机油粗滤器 | 件 | |
| 61 | 21 | 50 | 02 | 00 | 00 | 机油精滤器 | 件 | |
| 61 | 21 | 50 | 03 | 00 | 00 | 机油滤清器体 | 件 | |
| 61 | 21 | 50 | 04 | 00 | 00 | 机油粗滤器滤芯 | 件 | |
| 61 | 21 | 50 | 05 | 00 | 00 | 机油精滤器滤芯 | 件 | |
| 61 | 21 | 50 | 06 | 00 | 00 | 机油滤清器盖 | 件 | |
| 61 | 21 | 50 | 07 | 00 | 00 | 机油滤清器旁通阀 | 件 | |
| 61 | 21 | 50 | 08 | 00 | 00 | 机油集滤器 | 件 | |
| 61 | 21 | 50 | 09 | 00 | 00 | 机油集滤器滤网 | 件 | |
| 61 | 21 | 52 | | | | 机油冷却器和机油散热器部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 52 | 01 | 00 | 00 | 机油冷却器芯子 | 件 | |
| 61 | 21 | 52 | 02 | 00 | 00 | 机油冷却器体 | 件 | |
| 61 | 21 | 52 | 03 | 00 | 00 | 机油冷却器盖 | 件 | |
| 61 | 21 | 52 | 04 | 00 | 00 | 机油冷却器进油管 | 件 | |
| 61 | 21 | 52 | 05 | 00 | 00 | 机油冷却器出油管 | 件 | |
| 61 | 21 | 52 | 11 | 00 | 00 | 机油散热器 | 件 | |
| 61 | 21 | 54 | | | | 水泵部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 54 | 01 | 00 | 00 | 水泵体 | 件 | |
| 61 | 21 | 54 | 02 | 00 | 00 | 水泵盖 | 件 | |
| 61 | 21 | 54 | 03 | 00 | 00 | 水泵轴 | 件 | |
| 61 | 21 | 54 | 04 | 00 | 00 | 水泵叶轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 54 | 05 | 00 | 00 | 水泵驱动齿轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 54 | 06 | 00 | 00 | 水泵皮带轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 54 | 11 | 00 | 00 | 水封 | 件 | |
| 61 | 21 | 56 | | | | 散热器部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 56 | 01 | 00 | 00 | 散热器框架 | 件 | |
| 61 | 21 | 56 | 02 | 00 | 00 | 散热器芯子 | 件 | |
| 61 | 21 | 56 | 03 | 00 | 00 | 散热器管 | 件 | |
| 61 | 21 | 56 | 04 | 00 | 00 | 调温器 | 件 | |
| 61 | 21 | 56 | 05 | 00 | 00 | 导风罩 | 件 | |
| 61 | 21 | 56 | 06 | 00 | 00 | 护风圈 | 件 | |
| 61 | 21 | 58 | | | | 风扇部分 | 件 | |
| 61 | 21 | 58 | 01 | 00 | 00 | 风扇轴 | 件 | |
| 61 | 21 | 58 | 02 | 00 | 00 | 风扇轴套 | 件 | |
| 61 | 21 | 58 | 03 | 00 | 00 | 风扇皮带轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 58 | 04 | 00 | 00 | 风扇防护罩 | 件 | |
| 61 | 21 | 58 | 05 | 00 | 00 | 风扇叶片 | 件 | |
| 61 | 21 | 58 | 06 | 00 | 00 | 风扇电机 | 件 | |
| 61 | 21 | 60 | | | | 起动空气系统 | 件 | |
| 61 | 21 | 60 | 01 | 00 | 00 | 起动空气瓶 | 件 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 21 | 60 | 02 | 00 | 00 | 起动阀 | 件 | |
| 61 | 21 | 60 | 03 | 00 | 00 | 主起动阀 | 件 | |
| 61 | 21 | 60 | 04 | 00 | 00 | 空气分配器 | 件 | |
| 61 | 21 | 60 | 05 | 00 | 00 | 起动空气分配凸轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 60 | 06 | 00 | 00 | 起动控制阀 | 件 | |
| 61 | 21 | 60 | 07 | 00 | 00 | 起动控制凸轮 | 件 | |
| 61 | 21 | 60 | 08 | 00 | 00 | 起动空气总管 | 件 | |
| 61 | 21 | 60 | 09 | 00 | 00 | 起动空气支管 | 件 | |
| 61 | 21 | 60 | 10 | 00 | 00 | 起动手柄（轮） | 件 | |
| 61 | 21 | 60 | 11 | 00 | 00 | 空气压缩机 | 件 | |
| 61 | 21 | 62 | | | | 电器设备部分 | 件 | 蓄电池入77511001类，风扇电机入612149060000类 |
| 61 | 21 | 62 | 01 | 00 | 00 | 发电机 | 件 | |
| 61 | 21 | 62 | 02 | 00 | 00 | 发电机调节器 | 件 | |
| 61 | 21 | 62 | 03 | 00 | 00 | 点火线圈 | 件 | |
| 61 | 21 | 62 | 04 | 00 | 00 | 分电器 | 件 | |
| 61 | 21 | 62 | 05 | 00 | 00 | 断电器 | 件 | |
| 61 | 21 | 62 | 06 | 00 | 00 | 磁电机 | 件 | |
| 61 | 21 | 62 | 07 | 00 | 00 | 火花塞 | 件 | |
| 61 | 21 | 62 | 08 | 00 | 00 | 高压线 | 件 | |
| 61 | 21 | 62 | 09 | 00 | 00 | 起动电机 | 件 | |
| 61 | 21 | 64 | | | | 增压器 | 件 | |
| 61 | 21 | 64 | 01 | 00 | 00 | 排汽涡轮增压器 | 件 | |
| 61 | 21 | 64 | 02 | 00 | 00 | 机械涡轮增压器 | 件 | |
| 61 | 21 | 66 | 00 | 00 | 00 | 中冷器 | 件 | |
| 61 | 21 | 68 | 00 | 00 | 00 | 盘车机 | 件 | |
| 61 | 21 | 70 | 00 | 00 | 00 | 起动汽油机 | 件 | |
| 61 | 21 | 72 | 00 | 00 | 00 | 空气冷却器 | 件 | |
| 61 | 21 | 74 | 00 | 00 | 00 | 淡水冷却器 | 件 | |
| 61 | 21 | 99 | 00 | 00 | 00 | 其他内燃机配附件 | 件 | |
| 61 | 23 | | | | | 风力机 | 台、kW | 风力发电机组入7501发电机类，风力提水机组入6617排灌机械类 |
| 61 | 23 | 10 | | | | 水平轴回转式传动风力机 | 台、kW | |
| 61 | 23 | 10 | 01 | 00 | 00 | 水平轴回转式传动发电用风力机 | 台、kW | 不包括风力发电机组 |
| 61 | 23 | 10 | 03 | 00 | 00 | 水平轴回转式传动提水用风力机 | 台、kW | 不包括风力提水机组 |
| 61 | 23 | 10 | 05 | 00 | 00 | 水平轴回转式传动通用风力机 | 台、kW | |
| 61 | 23 | 13 | | | | 水平轴往复式传动风力机 | 台、kW | |
| 61 | 23 | 13 | 03 | 00 | 00 | 水平轴往复式传动提水用风力机 | 台、kW | 不包括风力提水机组 |
| 61 | 23 | 16 | | | | 垂直轴风力机 | 台、kW | |
| 61 | 23 | 16 | 01 | 00 | 00 | 垂直轴发电用风力机 | 台、kW | 不包括风力发电机组 |
| 61 | 23 | 19 | 00 | 00 | 00 | 斜轴风力机 | 台、kW | |
| 61 | 23 | 99 | 00 | 00 | 00 | 其它风力机 | 台、kW | |
| 61 | 25 | | | | | 热气机 | 台、kW | |
| 61 | 25 | 10 | 00 | 00 | 00 | 配气活塞式热气机 | 台、kW | |
| 61 | 25 | 13 | 00 | 00 | 00 | 双作用式热气机 | 台、kW | |
| 61 | 99 | 00 | 00 | 00 | 00 | 其它锅炉与动力机械 | 台、kW | |

## 2.3　全国工农业产品（商品、物资）分类与代码、金属加工机械（GB7635.××）

该标准的主要内容为金属加工机械产品分类与代码表。该表的格式与GB7635《全国工农业产品（商品、物资）分类与代码》的相同。

标准的主要内容见表2.1-3。

**表2.1-3　金属加工机械产品（商品、物资）分类与代码表（摘自GB7635.××）**

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | | | | | | 金属加工机械 | 台 | 不包括金属轧机砂轮机入6299有关类 |
| 62 | 01 | | | | | 金属切削机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 01 | | | | 数控机床 | 台 | 采用电子计算机控制的机床 |
| *62 | 01 | 01 | 01 | 00 | 00 | 数控车床 | 台 | |
| *62 | 01 | 01 | 03 | 00 | 00 | 数控钻床 | 台 | |
| *62 | 01 | 01 | 05 | 00 | 00 | 数控镗床 | 台 | |
| *62 | 01 | 01 | 09 | 00 | 00 | 数控磨床 | 台 | |
| *62 | 01 | 01 | 12 | 00 | 00 | 数控齿轮加工机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 01 | 15 | 00 | 00 | 数控螺纹加工机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 01 | 18 | 00 | 00 | 数控铣床 | 台 | |
| *62 | 01 | 01 | 20 | 00 | 00 | 数控刨床 | 台 | |
| *62 | 01 | 01 | 22 | 00 | 00 | 数控拉床 | 台 | |
| *62 | 01 | 01 | 25 | 00 | 00 | 数控插床 | 台 | |
| *62 | 01 | 01 | 29 | 00 | 00 | 数控特种加工机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 02 | | | | 高精度机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 02 | 01 | 00 | 00 | 高精度车床 | 台 | |
| *62 | 01 | 02 | 03 | 00 | 00 | 高精度钻床 | 台 | |
| *62 | 01 | 02 | 05 | 00 | 00 | 高精度镗床 | 台 | |
| *62 | 01 | 02 | 09 | 00 | 00 | 高精度磨床 | 台 | |
| *62 | 01 | 02 | 12 | 00 | 00 | 高精度齿轮加工机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 02 | 15 | 00 | 00 | 高精度螺纹加工机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 02 | 18 | 00 | 00 | 高精度铣床 | 台 | |
| *62 | 01 | 02 | 20 | 00 | 00 | 高精度刨床 | 台 | |
| *62 | 01 | 02 | 22 | 00 | 00 | 高精度拉床 | 台 | |
| *62 | 01 | 02 | 25 | 00 | 00 | 高精度插床 | 台 | |
| *62 | 01 | 02 | 29 | 00 | 00 | 高精度特种加工机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 03 | | | | 加工中心 | 台 | |
| *62 | 01 | 03 | 01 | 00 | 00 | 车削加工中心 | 台 | |
| *62 | 01 | 03 | 03 | 00 | 00 | 钻镗加工中心 | 台 | |
| *62 | 01 | 03 | 05 | 00 | 00 | 镗削加工中心 | 台 | |
| *62 | 01 | 03 | 08 | 00 | 00 | 铣削加工中心 | 台 | |
| *62 | 01 | 04 | | | | 自动机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 04 | 01 | 00 | 00 | 自动车床 | 台 | |
| *62 | 01 | 04 | 03 | 00 | 00 | 自动钻床 | 台 | |
| *62 | 01 | 04 | 05 | 00 | 00 | 自动镗床 | 台 | |
| *62 | 01 | 04 | 09 | 00 | 00 | 自动磨床 | 台 | |
| *62 | 01 | 04 | 12 | 00 | 00 | 自动齿轮加工机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 04 | 15 | 00 | 00 | 自动螺纹加工机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 04 | 18 | 00 | 00 | 自动铣床 | 台 | |
| *62 | 01 | 04 | 20 | 00 | 00 | 自动刨床 | 台 | |
| *62 | 01 | 04 | 22 | 00 | 00 | 自动拉床 | 台 | |
| *62 | 01 | 04 | 25 | 00 | 00 | 自动插床 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *62 | 01 | 04 | 29 | 00 | 00 | 自动特种加工机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 05 | | | | 仿形机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 05 | 01 | 00 | 00 | 仿形车床 | 台 | |
| *62 | 01 | 05 | 03 | 00 | 00 | 仿形钻床 | 台 | |
| *62 | 01 | 05 | 05 | 00 | 00 | 仿形镗床 | 台 | |
| *62 | 01 | 05 | 09 | 00 | 00 | 仿形磨床 | 台 | |
| *62 | 01 | 05 | 12 | 00 | 00 | 仿形齿轮加工机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 05 | 15 | 00 | 00 | 仿形螺纹加工机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 05 | 18 | 00 | 00 | 仿形铣床 | 台 | |
| *62 | 01 | 05 | 20 | 00 | 00 | 仿形刨床 | 台 | |
| *62 | 01 | 05 | 22 | 00 | 00 | 仿形拉床 | 台 | |
| *62 | 01 | 05 | 25 | 00 | 00 | 仿形插床 | 台 | |
| *62 | 05 | 05 | 29 | 00 | 00 | 仿形特种加工机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 06 | | | | 重型机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 06 | 01 | 00 | 00 | 重型车床 | 台 | |
| *62 | 01 | 06 | 03 | 00 | 00 | 重型钻床 | 台 | |
| *62 | 01 | 06 | 05 | 00 | 00 | 重型镗床 | 台 | |
| *62 | 01 | 06 | 09 | 00 | 00 | 重型磨床 | 台 | |
| *62 | 01 | 06 | 12 | 00 | 00 | 重型齿轮加工机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 06 | 15 | 00 | 00 | 重型螺纹加工机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 06 | 18 | 00 | 00 | 重型铣床 | 台 | |
| *62 | 01 | 06 | 20 | 00 | 00 | 重型刨床 | 台 | |
| *62 | 01 | 06 | 22 | 00 | 00 | 重型拉床 | 台 | |
| *62 | 01 | 06 | 25 | 00 | 00 | 重型插床 | 台 | |
| *62 | 01 | 06 | 29 | 00 | 00 | 重型特种加工机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 07 | | | | 大型机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 07 | 01 | 00 | 00 | 大型车床 | 台 | |
| *62 | 01 | 07 | 03 | 00 | 00 | 大型钻床 | 台 | |
| *62 | 01 | 07 | 05 | 00 | 00 | 大型镗床 | 台 | |
| *62 | 01 | 07 | 09 | 00 | 00 | 大型磨床 | 台 | |
| *62 | 01 | 07 | 12 | 00 | 00 | 大型齿轮加工机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 07 | 15 | 00 | 00 | 大型螺纹加工机床 | 台 | |
| *62 | 01 | 07 | 18 | 00 | 00 | 大型铣床 | 台 | |
| *62 | 01 | 07 | 20 | 00 | 00 | 大型刨床 | 台 | |
| *62 | 01 | 07 | 22 | 00 | 00 | 大型拉床 | 台 | |
| *62 | 01 | 07 | 25 | 00 | 00 | 大型插床 | 台 | |
| *62 | 01 | 07 | 29 | 00 | 00 | 大型特种加工机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | | | | 车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 01 | | | 仪表车床 | 台 | 加工直径在250mm以下 |
| 62 | 01 | 10 | 01 | 13 | 00 | 仪表转塔车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 01 | 14 | 00 | 仪表卡盘车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 01 | 15 | 00 | 仪表精整车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 01 | 16 | 00 | 仪表卧式车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 01 | 18 | 00 | 仪表轴车床 | 台 | 又称仪表无丝杠车床 |
| 62 | 01 | 10 | 02 | | | 自动车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 02 | 10 | 00 | 主轴箱固定型自动车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 02 | 11 | 00 | 单轴纵切自动车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 02 | 12 | 00 | 单轴横切自动车床 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 01 | 10 | 02 | 13 | 00 | 单轴转塔自动车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 02 | 14 | 00 | 单轴卡盘自动车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 02 | 20 | 00 | 多轴平行作业棒料自动车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 02 | 21 | 00 | 多轴棒料半自动车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 02 | 22 | 00 | 多轴卡盘自动车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 02 | 24 | 00 | 多轴可调棒料自动车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 02 | 25 | 00 | 多轴可调卡盘自动车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 02 | 80 | 00 | 专用自动车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 03 | | | 半自动车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 03 | 16 | 00 | 立式多轴半自动车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 03 | 17 | 00 | 立式多轴平行作业半自动车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 03 | 80 | 00 | 专用半自动车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 04 | | | 回轮、转塔车床 | 台 | 转塔车床又称六角车床 |
| 62 | 01 | 10 | 04 | 10 | 00 | 回轮车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 04 | 11 | 00 | 滑鞍转塔车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 04 | 13 | 00 | 滑枕转塔车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 04 | 15 | 00 | 横移转塔车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 04 | 17 | 00 | 立式转塔车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 04 | 18 | 00 | 立式卡盘车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 04 | 80 | 00 | 专用转塔车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 05 | | | 曲轴车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 05 | 10 | 00 | 旋风切削曲轴车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 05 | 11 | 00 | 万能曲轴车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 05 | 12 | 00 | 曲轴主轴颈车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 05 | 13 | 00 | 曲轴连杆轴颈车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 05 | 80 | 00 | 专用曲轴车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 06 | | | 凸轮轴车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 06 | 15 | 00 | 多刀凸轮轴车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 06 | 16 | 00 | 万能凸轮轴车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 06 | 17 | 00 | 凸轮轴中轴颈车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 06 | 18 | 00 | 凸轮轴端轴颈车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 06 | 19 | 00 | 凸轮轴凸轮车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 06 | 80 | 00 | 专用凸轮轴车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 07 | | | 立式车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 07 | 11 | 00 | 单柱立式车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 07 | 12 | 00 | 双柱立式车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 07 | 13 | 00 | 单柱移动立式车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 07 | 14 | 00 | 双柱移动立式车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 07 | 15 | 00 | 工作台移动单柱立式车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 07 | 17 | 00 | 定梁单柱立式车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 07 | 18 | 00 | 定梁双柱立式车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 07 | 80 | 00 | 专用立式车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 08 | 00 | 00 | 落地车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 09 | | | 仿形车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 09 | 11 | 00 | 仿形车床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 09 | 12 | 00 | 卡盘仿形车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 09 | 80 | 00 | 专用仿形车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 10 | | | 多刀车床 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 01 | 10 | 10 | 16 | 00 | 卡盘多刀车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 10 | 17 | 00 | 立式多刀车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 10 | 80 | 00 | 专用多刀车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 11 | | | 轮、轴、辊、锭及铲齿车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 11 | 10 | 00 | 车轮车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 11 | 11 | 00 | 车轴车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 11 | 12 | 00 | 动轮曲拐销车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 11 | 13 | 00 | 轴颈车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 11 | 14 | 00 | 轧辊车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 11 | 15 | 00 | 钢锭车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 11 | 19 | 00 | 铲齿车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 11 | 80 | 00 | 专用车轮车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 11 | 81 | 00 | 专用车轴车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 11 | 82 | 00 | 专用动能曲拐销车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 11 | 83 | 00 | 专用轴颈车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 11 | 84 | 00 | 专用轧辊车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 11 | 85 | 00 | 专用钢锭车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 11 | 86 | 00 | 专用铲齿车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 13 | | | 卧式车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 13 | 10 | 00 | 卧式车床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 13 | 11 | 00 | 马鞍车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 13 | 12 | 00 | 轴车床 | 台 | 又称无丝杠车床 |
| 62 | 01 | 10 | 13 | 13 | 00 | 卡盘车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 13 | 14 | 00 | 球面车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 13 | 80 | 00 | 专用卧式车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 13 | 81 | 00 | 专用马鞍车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 13 | 82 | 00 | 专用轴车床 | 台 | 又称专用无丝杠车床 |
| 62 | 01 | 10 | 13 | 83 | 00 | 专用卡盘车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 13 | 84 | 00 | 专用球面车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 99 | | | 其他车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 99 | 10 | 00 | 落地镗车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 99 | 11 | 00 | 多用车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 99 | 12 | 00 | 单能半自动车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 99 | 17 | 00 | 活塞、活塞环车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 10 | 99 | 18 | 00 | 钢锭模车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | | | | 钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 01 | 00 | 00 | 深孔钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 05 | | | 摇臂钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 05 | 10 | 00 | 摇臂钻床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 05 | 11 | 00 | 万向摇臂钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 05 | 12 | 00 | 车式摇臂钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 05 | 13 | 00 | 滑座摇臂钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 05 | 15 | 00 | 滑座万向摇臂钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 05 | 17 | 00 | 移动万向摇臂钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 05 | 80 | 00 | 专用摇臂钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 07 | | | 台式钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 07 | 10 | 00 | 台式钻床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 07 | 11 | 00 | 工作台台式钻床 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 01 | 13 | 07 | 12 | 00 | 可调多轴台式钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 07 | 13 | 00 | 转塔台式钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 07 | 16 | 00 | 台式排钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 09 | | | 立式钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 09 | 10 | 00 | 圆柱立式钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 09 | 11 | 00 | 方柱立式钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 09 | 12 | 00 | 可调多轴立式钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 09 | 13 | 00 | 转塔立式钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 09 | 16 | 00 | 立式排钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 09 | 17 | 00 | 十字工作台立式钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 09 | 18 | 00 | 双轴立式钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 09 | 19 | 00 | 升降十字工作台立式钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 11 | 00 | 00 | 卧式钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 15 | | | 铣钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 15 | 10 | 00 | 台式铣钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 15 | 11 | 00 | 立式铣钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 15 | 14 | 00 | 龙门式铣钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 15 | 15 | 00 | 十字工作台铣钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 15 | 16 | 00 | 立式万向铣钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 17 | | | 中心孔钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 17 | 11 | 00 | 中心孔钻床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 17 | 12 | 00 | 平端面中心孔钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 99 | | | 其他钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 99 | 10 | 00 | 双面卧式玻璃钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 99 | 11 | 00 | 数控印刷板钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 13 | 99 | 12 | 00 | 数控印刷板铣钻床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | | | | 镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 01 | | | 深孔镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 01 | 11 | 00 | 深孔镗床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 01 | 12 | 00 | 深孔钻镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 01 | 80 | 00 | 专用深孔镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 05 | | | 坐标镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 05 | 11 | 00 | 立式单柱坐标镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 05 | 12 | 00 | 立式双柱坐标镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 05 | 16 | 00 | 卧式坐标镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 09 | | | 立式镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 09 | 11 | 00 | 立式镗床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 09 | 14 | 00 | 坐标立式铣镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 09 | 15 | 00 | 立式铣镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 13 | | | 卧式铣镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 13 | 11 | 00 | 卧式铣镗床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 13 | 12 | 00 | 落地镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 13 | 14 | 00 | 短床身卧式铣镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 13 | 15 | 00 | 刨台卧式铣镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 13 | 19 | 00 | 落地铣镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 17 | | | 精镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 17 | 10 | 00 | 单面卧式精镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 17 | 11 | 00 | 双面卧式精镗床 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 01 | 16 | 17 | 13 | 00 | 立式精镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 17 | 12 | 00 | 十字工作台立式精镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 21 | | | 镗缸机 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 21 | 10 | 00 | 气缸镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 25 | | | 汽车拖拉机修理用镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 25 | 11 | 00 | 缸体轴瓦镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 25 | 12 | 00 | 连杆瓦镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 25 | 13 | 00 | 制动鼓镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 25 | 14 | 00 | 卧式制动鼓镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 25 | 15 | 00 | 气门座镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 25 | 16 | 00 | 气缸磨镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 16 | 99 | 00 | 00 | 其他镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | | | | 磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 01 | | | 仪表外圆磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 01 | 14 | 00 | 抛光机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 01 | 16 | 00 | 刀具磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 05 | | | 外圆磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 05 | 11 | 00 | 无心外圆磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 05 | 12 | 00 | 宽砂轮无心外圆磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 05 | 13 | 00 | 外圆磨床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 05 | 14 | 00 | 万能外圆磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 05 | 15 | 00 | 宽砂轮外圆磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 05 | 16 | 00 | 端面外圆磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 05 | 17 | 00 | 多砂轮架外圆磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 05 | 18 | 00 | 多片砂轮外圆磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 05 | 80 | 00 | 专用外圆磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 09 | | | 内圆磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 09 | 11 | 00 | 内圆磨床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 09 | 15 | 00 | 立式行星内圆磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 09 | 16 | 00 | 深孔内圆磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 09 | 18 | 00 | 立式内圆磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 09 | 80 | 00 | 专用内圆磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 17 | | | 坐标磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 17 | 11 | 00 | 单柱坐标磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 17 | 12 | 00 | 双柱坐标磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 21 | | | 珩磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 21 | 11 | 00 | 卧式内圆珩磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 21 | 12 | 00 | 立式内圆珩磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 21 | 13 | 00 | 摇臂内圆珩磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 21 | 14 | 00 | 龙门式内圆珩磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 21 | 16 | 00 | 外圆珩磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 21 | 80 | 00 | 专用珩磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 25 | | | 研磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 25 | 11 | 00 | 平面研磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 25 | 12 | 00 | 内外圆研磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 25 | 13 | 00 | 立式内圆研磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 25 | 14 | 00 | 双盘研磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 25 | 16 | 00 | 曲面研磨机 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 01 | 19 | 25 | 80 | 00 | 专用研磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 25 | 17 | 00 | 中心孔研磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | | | 工具及刀具刃磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 10 | 00 | 万能工具磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 11 | 00 | 拉刀刃磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 12 | 00 | 车刀刃磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 13 | 00 | 钻头刃磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 14 | 00 | 滚刀刃磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 15 | 00 | 铣刀盘刃磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 16 | 00 | 圆锯片刃磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 17 | 00 | 弧齿锥齿轮铣刀盘刃磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 18 | 00 | 插齿刀刃磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 19 | 00 | 矿井钻头刃磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 20 | 00 | 工具曲线磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 22 | 00 | 锉刀磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 23 | 00 | 钻头沟背磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 24 | 00 | 铲齿车刀成形磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 25 | 00 | 丝锥铲梢磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 26 | 00 | 丝锥沟槽磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 27 | 00 | 丝锥方尾磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 28 | 00 | 卡规磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 29 | 00 | 圆板牙铲磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 31 | 00 | 圆板牙刃磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 32 | 00 | 车刀刃研磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 33 | 00 | 梳刀刃磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 34 | 00 | 铰刀刃磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 35 | 00 | 成形铣刀刃磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 36 | 00 | 丝锥刃磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 37 | 00 | 铰刀研磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 38 | 00 | 锉丝板研磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 39 | 00 | 剪切刀片刃磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 40 | 00 | 可转位刀片双端面研磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 41 | 00 | 可转位刀片周边磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 29 | 42 | 00 | 可转位刀片负倒刃磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 33 | | | 平面及端面磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 33 | 11 | 00 | 卧轴矩台平面磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 33 | 12 | 00 | 立轴矩台平面磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 33 | 13 | 00 | 卧轴圆台平面磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 33 | 14 | 00 | 立轴圆台平面磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 33 | 16 | 00 | 卧轴双端面磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 33 | 17 | 00 | 立轴双端面磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 33 | 80 | 00 | 专用平面磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 33 | 81 | 00 | 专用端面磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 37 | | | 曲轴磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 37 | 11 | 00 | 曲轴磨床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 37 | 12 | 00 | 曲轴主轴颈磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 41 | | | 凸轮轴磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 41 | 13 | 00 | 凸轮轴磨床（普通） | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 01 | 19 | 41 | 80 | 00 | 专用凸轮轴磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 45 | 00 | 00 | 花键轴磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 49 | | | 轧辊磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 49 | 14 | 00 | 轧辊磨床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 49 | 80 | 00 | 专用轧辊磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 53 | | | 导轨磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 53 | 10 | 00 | 落地导轨磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 53 | 11 | 00 | 悬臂导轨磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 53 | 12 | 00 | 龙门导轨磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 53 | 80 | 00 | 专用导轨磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | | | 轴承加工专用磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 10 | 00 | 轴承套圈端面沟磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 11 | 00 | 摆式轴承内圈沟磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 12 | 00 | 摆式轴承外圈沟磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 13 | 00 | 轴承内圈沟磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 14 | 00 | 轴承外圈沟磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 15 | 00 | 调心球面轴承内圈沟磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 16 | 00 | 调心球面轴承外圈沟磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 20 | 00 | 轴承套圈内圆磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 21 | 00 | 调心轴承内圈滚道磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 22 | 00 | 轴承内圈挡边磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 23 | 00 | 轴承外圈滚道磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 24 | 00 | 轴承套圈端面磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 25 | 00 | 球面轴承内圈滚道磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 26 | 00 | 轴承外圈滚道挡边磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 27 | 00 | 轴承内圈滚道挡边磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 28 | 00 | 轴承外圈挡边磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 30 | 00 | 轴承套圈无心超精机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 31 | 00 | 轴承套圈外圆超精机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 32 | 00 | 轴承套圈内圆超精机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 33 | 00 | 轴承内圈沟超精机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 34 | 00 | 轴承外圈沟超精机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 35 | 00 | 轴承内圈滚道超精机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 36 | 00 | 轴承外圈滚道超精机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 39 | 00 | 轴承套圈端面沟超精机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 40 | 00 | 球面滚子无心磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 41 | 00 | 球面滚子球形端面磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 42 | 00 | 圆柱滚子端面研磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 43 | 00 | 圆锥滚子球形端面磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 44 | 00 | 圆锥滚子球形端面研磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 45 | 00 | 钢球磨球机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 46 | 00 | 钢球磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 47 | 00 | 钢球研球机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 48 | 00 | 钢球无心磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 49 | 00 | 钢球光球机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 50 | 00 | 圆锥滚子无心磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 51 | 00 | 圆锥滚子超精机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 52 | 00 | 圆柱滚子超精机 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 01 | 19 | 57 | 53 | 00 | 圆柱滚子无心超精机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 57 | 00 | 滚子端面超精机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 57 | 80 | 00 | 专用轴承磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 61 | | | 叶片磨削机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 61 | 11 | 00 | 横磨叶片仿形磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 61 | 12 | 00 | 横磨叶盆仿形磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 61 | 13 | 00 | 纵磨叶片仿形磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 61 | 15 | 00 | 叶片前后缘倒角机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 61 | 16 | 00 | 叶片根部仿形磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 61 | 17 | 00 | 叶片榫头磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 65 | | | 活塞、汽门加工用磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 65 | 10 | 00 | 气门座面斜棱磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 65 | 12 | 00 | 活塞环倒角磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 65 | 13 | 00 | 活塞环端面磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 65 | 15 | 00 | 活塞椭圆磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 65 | 17 | 00 | 活塞环外圆超精机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 65 | 18 | 00 | 活塞销超精机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 99 | | | 其他磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 99 | 10 | 00 | 螺旋面磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 99 | 11 | 00 | 多用磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 99 | 13 | 00 | 中心孔磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 99 | 14 | 00 | 卧式中心孔磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 99 | 15 | 00 | 立式万能磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 99 | 22 | 00 | 曲轴修磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 99 | 23 | 00 | 气门磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 99 | 24 | 00 | 气门座修磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 99 | 25 | 00 | 气门座研磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 99 | 26 | 00 | 制动片修磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 99 | 27 | 00 | 气缸平面修磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 19 | 99 | 28 | 00 | 气缸珩磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | | | | 齿轮加工机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 01 | 00 | 00 | 分度铣齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 05 | 00 | 00 | 车齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 09 | | | 锥齿轮加工机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 09 | 10 | 00 | 弧齿锥齿轮磨齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 09 | 11 | 00 | 弧齿锥齿轮粗切机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 09 | 12 | 00 | 弧齿锥齿轮铣齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 09 | 13 | 00 | 直齿锥齿轮刨齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 09 | 14 | 00 | 直齿锥齿轮粗切机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 09 | 15 | 00 | 锥齿轮研齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 09 | 16 | 00 | 直齿锥齿轮磨齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 09 | 17 | 00 | 直齿锥齿轮铣齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 09 | 18 | 00 | 直齿锥齿轮拉齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 09 | 19 | 00 | 弧齿锥齿轮拉齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 13 | | | 滚齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 13 | 11 | 00 | 滚齿机（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 13 | 12 | 00 | 摆线齿轮滚齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 13 | 14 | 00 | 非圆齿轮滚齿机 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 01 | 22 | 13 | 15 | 00 | 双轴滚齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 13 | 16 | 00 | 卧式滚齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 13 | 17 | 00 | 蜗轮滚齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 13 | 18 | 00 | 球面蜗轮滚齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 13 | 19 | 00 | 链轮滚齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 17 | | | 剃齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 17 | 11 | 00 | 剃齿机（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 17 | 12 | 00 | 径向剃齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 17 | 13 | 00 | 轴齿轮剃齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 21 | | | 珩齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 21 | 16 | 00 | 珩齿机（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 21 | 17 | 00 | 蜗杆珩轮珩齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 21 | 18 | 00 | 内齿珩轮珩齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 25 | | | 插齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 25 | 11 | 00 | 插齿机（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 25 | 13 | 00 | 非圆齿轮插齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 25 | 15 | 00 | 人字齿轮插齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 25 | 16 | 00 | 扇形齿轮插齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 25 | 18 | 00 | 齿条插齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 29 | | | 花键轴铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 29 | 10 | 00 | 花键轴铣床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 29 | 12 | 00 | 万能花键轴铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 33 | | | 齿轮磨齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 33 | 10 | 00 | 碟形砂轮磨齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 33 | 11 | 00 | 锥形砂轮磨齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 33 | 12 | 00 | 蜗杆砂轮磨齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 33 | 13 | 00 | 成形砂轮磨齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 33 | 14 | 00 | 大平面砂轮磨齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 33 | 15 | 00 | 内齿轮磨齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 33 | 16 | 00 | 摆线齿轮磨齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 99 | | | 其他齿轮加工机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 99 | 10 | 00 | 车齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 99 | 15 | 00 | 齿条铣齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 99 | 16 | 00 | 人字齿轮铣齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 99 | 17 | 00 | 人字齿轮刨齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 99 | 18 | 00 | 弧面锥链轮刨齿机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 99 | 19 | 00 | 蜗杆砂轮修磨机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 99 | 20 | 00 | 锥齿轮淬火机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 99 | 21 | 00 | 轴锥齿轮淬火机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 99 | 22 | 00 | 锥齿轮倒角机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 99 | 23 | 00 | 齿轮倒角机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 99 | 25 | 00 | 锥齿轮滚动检查机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 99 | 28 | 00 | 弧齿锥齿轮刀盘检查机 | 台 | |
| 62 | 01 | 22 | 99 | 29 | 00 | 齿轮噪声检查机 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | | | | 螺纹加工机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 01 | 00 | 00 | 套丝机 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 05 | | | 攻丝机 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 05 | 10 | 00 | 台式攻丝机 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 01 | 25 | 05 | 11 | 00 | 立式攻丝机 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 05 | 12 | 00 | 螺母攻丝机 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 05 | 16 | 00 | 卧式钻孔攻丝机 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 05 | 17 | 00 | 板牙攻丝机 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 05 | 18 | 00 | 卧式攻丝机 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 09 | | | 螺纹铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 09 | 10 | 00 | 丝杠铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 09 | 11 | 00 | 螺纹铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 09 | 12 | 00 | 短螺纹铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 09 | 13 | 00 | 万能螺纹铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 09 | 15 | 00 | 蜗杆铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 13 | | | 螺纹磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 13 | 11 | 00 | 螺纹塞规磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 13 | 12 | 00 | 丝锥磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 13 | 13 | 00 | 螺纹磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 13 | 14 | 00 | 丝杠磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 13 | 15 | 00 | 万能螺纹磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 13 | 16 | 00 | 内螺纹磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 13 | 17 | 00 | 蜗杆磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 13 | 18 | 00 | 滚刀铲磨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 17 | | | 螺纹车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 17 | 15 | 00 | 螺母车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 17 | 16 | 00 | 丝杠车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 17 | 17 | 00 | 螺纹车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 17 | 18 | 00 | 丝锥螺纹车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 17 | 19 | 00 | 短螺纹车床 | 台 | |
| 62 | 01 | 25 | 99 | 00 | 00 | 其他螺纹加工机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | | | | 铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 01 | | | 仪表铣床 | 台 | 工作台面宽在200mm及以下 |
| 62 | 01 | 28 | 01 | 15 | 00 | 立式台铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 01 | 16 | 00 | 卧式台铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 05 | | | 悬臂及滑枕铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 05 | 10 | 00 | 悬臂铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 05 | 11 | 00 | 悬臂镗铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 05 | 12 | 00 | 悬臂磨铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 05 | 13 | 00 | 定臂铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 05 | 16 | 00 | 卧式滑枕铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 05 | 17 | 00 | 立式滑枕铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 09 | | | 龙门铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 09 | 10 | 00 | 龙门铣床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 09 | 11 | 00 | 龙门镗铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 09 | 12 | 00 | 龙门磨铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 09 | 13 | 00 | 定梁龙门铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 09 | 15 | 00 | 定梁螺纹镗铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 09 | 16 | 00 | 龙门移动铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 09 | 17 | 00 | 龙门定梁移动铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 09 | 18 | 00 | 落地龙门镗铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 09 | 80 | 00 | 专用龙门铣床 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 01 | 28 | 13 | | | 平面铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 13 | 10 | 00 | 圆台铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 13 | 11 | 00 | 立式平面铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 13 | 13 | 00 | 单柱平面铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 13 | 14 | 00 | 双柱平面铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 13 | 15 | 00 | 端面铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 13 | 16 | 00 | 双端面铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 13 | 18 | 00 | 落地端面铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 17 | | | 仿形铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 17 | 11 | 00 | 平面刻模铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 17 | 12 | 00 | 立体刻模铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 17 | 13 | 00 | 平面仿形铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 17 | 14 | 00 | 立体仿形铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 17 | 15 | 00 | 立体立式仿形铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 17 | 16 | 00 | 叶片仿形铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 17 | 17 | 00 | 立式叶片仿形铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 21 | | | 立式升降台铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 21 | 10 | 00 | 立式升降台铣床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 21 | 11 | 00 | 立式升降台镗铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 21 | 12 | 00 | 摇臂铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 21 | 13 | 00 | 万能摇臂铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 21 | 15 | 00 | 转塔升降台铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 21 | 16 | 00 | 立式滑枕升降台铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 21 | 17 | 00 | 万能滑枕升降台铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 21 | 18 | 00 | 圆弧铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 25 | | | 卧式升降台铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 25 | 10 | 00 | 卧式升降台铣床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 25 | 11 | 00 | 万能升降台铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 25 | 12 | 00 | 万能回转台铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 25 | 13 | 00 | 万能摇臂铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 25 | 15 | 00 | 广用万能铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 25 | 16 | 00 | 卧式滑枕升降台铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 29 | | | 床身铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 29 | 11 | 00 | 床身铣床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 29 | 12 | 00 | 转塔床身铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 29 | 13 | 00 | 立柱移动床身铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 29 | 14 | 00 | 立柱移动转塔床身铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 29 | 15 | 00 | 卧式床身铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 29 | 16 | 00 | 立柱移动卧式床身铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 29 | 17 | 00 | 滑枕床身铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 29 | 80 | 00 | 专用床身式铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 33 | | | 工具铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 33 | 11 | 00 | 万能工具铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 33 | 13 | 00 | 钻头铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 33 | 15 | 00 | 立铣刀槽铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 80 | 00 | 00 | 专用卧式升降台铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 99 | | | 其他铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 99 | 10 | 00 | 六角螺母槽铣床 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 01 | 28 | 99 | 12 | 00 | 键槽铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 99 | 14 | 00 | 轧辊轴颈铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 99 | 16 | 00 | 转子槽铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 99 | 18 | 00 | 螺旋桨铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 28 | 99 | 20 | 00 | 曲轴铣床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | | | | 刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 01 | | | 悬臂刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 01 | 10 | 00 | 悬臂刨床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 01 | 11 | 00 | 仿形悬臂刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 01 | 12 | 00 | 悬臂磨刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 01 | 13 | 00 | 悬臂铣刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 01 | 15 | 00 | 悬臂铣磨刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 01 | 17 | 00 | 单柱刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 05 | | | 龙门刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 05 | 10 | 00 | 龙门刨床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 05 | 11 | 00 | 仿形龙门刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 05 | 12 | 00 | 龙门磨刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 05 | 13 | 00 | 龙门铣磨刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 05 | 14 | 00 | 龙门铣刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 05 | 15 | 00 | 定梁龙门刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 05 | 16 | 00 | 双柱刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 09 | | | 牛头刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 09 | 10 | 00 | 牛头刨床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 09 | 11 | 00 | 液压仿形牛头刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 09 | 14 | 00 | 水平移动牛头刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 09 | 16 | 00 | 落地牛头铣刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 13 | | | 边缘及模具刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 13 | 11 | 00 | 板料边缘刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 13 | 13 | 00 | 模具刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 99 | | | 其他刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 99 | 11 | 00 | 钢轨道岔刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 31 | 99 | 13 | 00 | 电梯异轨刨床 | 台 | |
| 62 | 01 | 34 | | | | 插床 | 台 | |
| 62 | 01 | 34 | 01 | 00 | 00 | 插床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 34 | 05 | 00 | 00 | 键槽插床 | 台 | |
| 62 | 01 | 34 | 09 | 00 | 00 | 剃齿刀插床 | 台 | |
| 62 | 01 | 34 | 99 | 00 | 00 | 其他插床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | | | | 拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 01 | | | 侧拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 01 | 11 | 00 | 侧拉床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 01 | 12 | 00 | 双工位侧拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 05 | 00 | 00 | 卧式外拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 11 | | | 立式内拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 11 | 11 | 00 | 立式内拉床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 11 | 12 | 00 | 双滑板立式内拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 11 | 15 | 00 | 双缸立式内拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 11 | 17 | 00 | 上拉式立式内拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 11 | 80 | 00 | 专用立式内拉床 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 01 | 37 | 13 | | | 卧式内拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 13 | 21 | 00 | 卧式内拉床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 13 | 28 | 00 | 卧式深孔螺旋内拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 13 | 31 | 00 | 上拉式内拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 13 | 80 | 00 | 专用卧式内拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 15 | | | 立式外拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 15 | 11 | 00 | 立式外拉床（普通） | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 15 | 12 | 00 | 双滑板立式外拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 15 | 80 | 00 | 专用立式外拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 17 | | | 键槽轴瓦及螺纹拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 17 | 11 | 00 | 卧式轴瓦平面拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 17 | 13 | 00 | 卧式轴瓦圆弧拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 17 | 15 | 00 | 立式轴瓦平面拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 17 | 17 | 00 | 立式轴瓦圆弧拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 17 | 19 | 00 | 键槽拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 17 | 21 | 00 | 立式内螺纹拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 17 | 23 | 00 | 卧式内螺纹拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 17 | 25 | 00 | 立式特种拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 19 | 00 | 00 | 连续拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 99 | | | 其他拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 99 | 11 | 00 | 汽缸体平面拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 37 | 99 | 13 | 00 | 连杆拉床 | 台 | |
| 62 | 01 | 45 | | | | 锯床 | 台 | |
| 62 | 01 | 45 | 01 | | | 切断机床 | 台 | 包括车刀、砂轮切断、矫正切断机等 |
| 62 | 01 | 45 | 01 | 12 | 00 | 砂轮切断机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 45 | 01 | 20 | 00 | 车刀切断机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 45 | 01 | 25 | 00 | 矫正切断机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 45 | 05 | | | 带锯机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 45 | 05 | 10 | 00 | 卧式带锯床 | 台 | |
| 62 | 01 | 45 | 05 | 21 | 00 | 立式带锯床 | 台 | |
| 62 | 01 | 45 | 05 | 22 | 00 | 可倾立式带锯床 | 台 | |
| 62 | 01 | 45 | 05 | 26 | 00 | 砂线锯床 | 台 | |
| 62 | 01 | 45 | 09 | | | 圆锯床 | 台 | |
| 62 | 01 | 45 | 09 | 10 | 00 | 卧式圆锯床 | 台 | |
| 62 | 01 | 45 | 09 | 12 | 00 | 摆式圆锯床 | 台 | |
| 62 | 01 | 45 | 09 | 15 | 00 | 立式圆锯床 | 台 | |
| 62 | 01 | 45 | 13 | | | 弓锯机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 45 | 13 | 10 | 00 | 锯臂卧式弓锯床 | 台 | |
| 62 | 01 | 45 | 13 | 11 | 00 | 夹板卧式弓锯床 | 台 | |
| 62 | 01 | 45 | 13 | 12 | 00 | 立柱卧式弓锯床 | 台 | |
| 62 | 01 | 45 | 15 | 00 | 00 | 锉锯床 | 台 | |
| 62 | 01 | 45 | 99 | 00 | 00 | 其他锯床 | 台 | |
| 62 | 01 | 47 | | | | 刻线机及管子机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 47 | 01 | | | 刻线机 | 台 | |
| 62 | 01 | 47 | 01 | 10 | 00 | 圆刻线机 | 台 | |
| 62 | 01 | 47 | 01 | 11 | 00 | 长刻线机 | 台 | |
| 62 | 01 | 47 | 01 | 18 | 00 | 缩放刻线机 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 01 | 47 | 05 | 00 | 00 | 刻字机 | 台 | |
| 62 | 01 | 47 | 13 | | | 管子及管接头加工机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 47 | 13 | 10 | 00 | 管子内、外螺纹加工机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 47 | 13 | 11 | 00 | 管子切断机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 47 | 13 | 12 | 00 | 管端螺纹加工机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 47 | 13 | 13 | 00 | 管子车丝机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 47 | 13 | 14 | 00 | 管接头切断机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 47 | 13 | 15 | 00 | 管接头锥孔镗床 | 台 | |
| 62 | 01 | 47 | 13 | 16 | 00 | 管接头车丝机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 47 | 13 | 17 | 00 | 管接头拧接机 | 台 | |
| 62 | 01 | 47 | 13 | 18 | 00 | 管接头外螺纹加工机 | 台 | |
| 62 | 01 | 47 | 13 | 19 | 00 | 管子加工机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 47 | 13 | 20 | 00 | 管子倒角机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 47 | 17 | | | 木螺钉加工机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 47 | 17 | 10 | 00 | 木螺钉切口机 | 台 | |
| 62 | 01 | 47 | 17 | 11 | 00 | 木螺钉螺纹加工机 | 台 | |
| 62 | 01 | 47 | 99 | 00 | 00 | 其他刻线机及管子机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | | | | 组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 01 | | | 钻镗组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 01 | 01 | 00 | 单工位单面钻镗组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 01 | 03 | 00 | 单工位双面钻镗组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 01 | 05 | 00 | 单工位三面钻镗组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 01 | 07 | 00 | 单工位多于三面钻镗组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 01 | 09 | 00 | 回转工作台式钻镗组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 01 | 11 | 00 | 回转鼓轮式钻镗组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 01 | 13 | 00 | 转塔式钻镗组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 01 | 15 | 00 | 中央立柱式钻镗组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 01 | 17 | 00 | 换箱式钻镗组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 01 | 19 | 00 | 移动工作台式钻镗组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 09 | | | 铣削组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 09 | 01 | 00 | 滑台式单面铣削组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 09 | 03 | 00 | 滑台式双面铣削组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 09 | 05 | 00 | 滑台式立式铣削组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 09 | 07 | 00 | 滑台式单面倾斜铣削组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 09 | 09 | 00 | 滑台式双面倾斜铣削组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 09 | 11 | 00 | 滑台式复合铣削组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 09 | 13 | 00 | 工作台式单面铣削组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 09 | 15 | 00 | 工作台式双面铣削组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 09 | 17 | 00 | 工作台式立式铣削组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 09 | 19 | 00 | 工作台式单面倾斜铣削组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 09 | 21 | 00 | 工作台式双面倾斜铣削组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 09 | 23 | 00 | 工作台式复合铣削组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 13 | | | 攻丝组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 13 | 01 | 00 | 滑台式单面攻丝组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 13 | 03 | 00 | 滑台式双面攻丝组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 13 | 05 | 00 | 滑台式三面攻丝组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 13 | 07 | 00 | 滑台式多于三面攻丝组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 13 | 09 | 00 | 固定式单面攻丝组合机床 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 01 | 48 | 13 | 11 | 00 | 固定式双面攻丝组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 13 | 13 | 00 | 固定式三面攻丝组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 13 | 15 | 00 | 固定式多于三面攻丝组合机床 | 台 | |
| 62 | 01 | 48 | 17 | | | 组合机床自动线 | 条 | |
| 62 | 01 | 48 | 17 | 01 | 00 | 直接输送组合机床自动线 | 条 | |
| 62 | 01 | 48 | 17 | 05 | 00 | 间接输送组合机床自动线 | 条 | |
| 62 | 01 | 48 | 17 | 10 | 00 | 悬挂输送组合机床自动线 | 条 | |
| 62 | 01 | 48 | 99 | 00 | 00 | 其他组合机床 | | |
| 62 | 01 | 51 | | | | 柔性制造设备 | 条 | |
| 62 | 01 | 51 | 01 | | | 柔性制造自动线 | 台 | |
| 62 | 01 | 51 | 01 | 05 | 00 | 柔性制造单元 | 台 | |
| 62 | 01 | 51 | 01 | 10 | 00 | 组合机床柔性化自动线 | 台 | |
| 62 | 01 | 51 | 05 | 00 | 00 | 柔性制造系统 | 套 | |
| 62 | 01 | 51 | 10 | 00 | 00 | 集成制造系统 | 套 | |
| 62 | 01 | 51 | 99 | 00 | 00 | 其他柔性制造设备 | | |
| 62 | 01 | 54 | | | | 组合机床动力部件 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 01 | | | 滑台 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 01 | 01 | 00 | 机械滑台 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 01 | 03 | 00 | 高精度机械滑台 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 01 | 05 | 00 | 数控机械滑台 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 01 | 07 | 00 | 液压滑台 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 01 | 09 | 00 | 长台面液压滑台 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 01 | 11 | 00 | 液压十字滑台 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 05 | | | 动力头 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 05 | 01 | 00 | 滑套进给式动力头 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 05 | 03 | 00 | 箱体移动式动力头 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 05 | 05 | 00 | 钻削头 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 05 | 07 | 00 | 多轴可调头 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 05 | 09 | 00 | 镗削与端面头 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 05 | 11 | 00 | 机械精镗头 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 05 | 13 | 00 | 静压镗头 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 05 | 15 | 00 | 偏心镗头 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 05 | 17 | 00 | 转塔动力头 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 05 | 19 | 00 | 滑套式铣削头 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 05 | 21 | 00 | 无滑套式铣削头 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 05 | 23 | 00 | 攻丝头 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 09 | | | 组合机床工作台 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 09 | 01 | 00 | 机械回转工作台 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 09 | 03 | 00 | 液压回转工作台 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 09 | 05 | 00 | 多工位移动工作台 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 09 | 07 | 00 | 铣削工作台 | 台 | |
| 62 | 01 | 54 | 99 | 00 | 00 | 其他组合机床动力部件 | 台 | |
| 62 | 01 | 99 | 00 | 00 | 00 | 其他金属切削机床 | 台 | |
| 62 | 03 | | | | | 锻压机械 | 台 | 不包括橡胶、热塑料挤压机械；它们分别列入6517、6519类 |
| *62 | 03 | 03 | 00 | 00 | 00 | 数控锻压机械 | 台 | 采用电子计算机控制的锻压机械 |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *62 | 03 | 06 | 00 | 00 | 00 | 重型锻压机械 | 台 | 包括锻锤落锤重量 30kN 及以上；机械压力机压力 8000kN 以上；液压机压力 10000kN 及以上；以及单臂压力机 3150kN 及以上 |
| 62 | 03 | 10 | | | | 机械压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 01 | | | 简易压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 01 | 04 | 00 | 台式压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 05 | | | 单柱压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 05 | 11 | 00 | 单柱固定台压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 05 | 13 | 00 | 单柱柱形台压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 09 | | | 开式压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 09 | 11 | 00 | 开式固定台压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 09 | 12 | 00 | 开式自动压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 09 | 13 | 00 | 开式可倾压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 09 | 15 | 00 | 开式双点压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 09 | 19 | 00 | 开式底传动压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 13 | | | 闭式压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 13 | 11 | 00 | 闭式单点压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 13 | 13 | 00 | 闭式侧滑块压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 13 | 16 | 00 | 闭式双点压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 13 | 17 | 00 | 闭式双点双边压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 13 | 19 | 00 | 闭式四点压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 17 | | | 拉伸压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 17 | 13 | 00 | 开式双动拉伸压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 17 | 14 | 00 | 底传动双动拉伸压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 17 | 15 | 00 | 闭式单点双动拉伸压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 17 | 16 | 00 | 闭式双点双动拉伸压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 17 | 17 | 00 | 闭式四点双动拉伸压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 21 | | | 螺旋压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 21 | 13 | 00 | 双盘摩擦压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 21 | 17 | 00 | 液压螺旋压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 21 | 18 | 00 | 电动螺旋压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 25 | | | 压制压力机 | 台 | 包括粉末、磨料制品等压力机 |
| 62 | 03 | 10 | 25 | 11 | 00 | 杠杆压砖机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 25 | 17 | 00 | 摩擦式压砖机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 29 | | | 板料自动压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 29 | 11 | 00 | 闭式多工位压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 31 | 00 | 00 | 高速精密压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 33 | | | 精密挤压压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 33 | 14 | 00 | 精压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 33 | 17 | 00 | 立式曲柄挤压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 33 | 18 | 00 | 卧式肘杆挤压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 33 | 20 | 00 | 冷挤压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 35 | | | 模锻压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 35 | 11 | 00 | 曲轴纵放式模锻压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 35 | 13 | 00 | 曲轴横放式模锻压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 37 | | | 热模锻压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 37 | 01 | 00 | 曲肘式热模锻压力机 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 03 | 10 | 37 | 02 | 00 | 多工位热模锻压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 39 | 00 | 00 | 精锻机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 41 | | | 切边压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 41 | 11 | | 单点切边压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 41 | 13 | 00 | 双点切边压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 99 | | | 其他机械压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 99 | 11 | 00 | 冲槽机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 99 | 12 | 00 | 冲模回转头压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 99 | 14 | 00 | 底传动精密压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 10 | 99 | 15 | 00 | 步冲压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | | | | 液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 01 | 00 | 00 | 手动液压机 | 台 | 液压千斤顶入 63011001 类 |
| 62 | 03 | 13 | 05 | | | 自由锻造液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 05 | 11 | 00 | 单臂式自由锻液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 05 | 13 | 00 | 下拉式自由锻造液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 05 | 15 | 00 | 整装式自由锻造液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 09 | | | 冲压液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 09 | 11 | 00 | 精密冲裁液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 09 | 13 | 00 | 单动薄板冲压液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 09 | 15 | 00 | 双动薄板拉伸液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 09 | 17 | 00 | 单臂冲压液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 09 | 19 | 00 | 单动厚板冲压液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 09 | 21 | 00 | 双动厚板冲压液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 09 | 23 | 00 | 双动薄板冲压液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 09 | 25 | 00 | 橡皮垫冲压液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 13 | | | 一般用途液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 13 | 11 | 00 | 单柱液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 13 | 14 | 00 | 四柱液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 17 | | | 校正压装液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 17 | 11 | 00 | 单柱校正压装液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 17 | 12 | 00 | 双柱校正压装液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 21 | 00 | 00 | 层压液压机 | 台 | 胶合板、纤维板、刨花板、绝缘板等液压机入 65253101 类 |
| 62 | 03 | 13 | 25 | | | 挤压液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 25 | 11 | 00 | 金属挤压液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 25 | 13 | 00 | 碳极挤压液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 25 | 15 | 00 | 模膛挤压液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 25 | 17 | 00 | 轻合金型棒材挤压液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 25 | 19 | 00 | 轻合金型管材挤压液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 25 | 21 | 00 | 铜合金管材挤压液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 25 | 23 | 00 | 钢管挤压液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 25 | 25 | 00 | 冷挤液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 29 | | | 压制液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 29 | 11 | 00 | 塑料制品液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 29 | 13 | 00 | 磁性材料液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 29 | 15 | 00 | 超硬材料压制液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 29 | 17 | 00 | 磨料制品液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 29 | 19 | 00 | 粉末制品液压机 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 03 | 13 | 29 | 21 | 00 | 冷等静压液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 29 | 23 | 00 | 金刚石压制液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 29 | 25 | 00 | 耐火砖成型液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 29 | 27 | 00 | 砂轮成型液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 29 | 29 | 00 | 弯曲校正液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 33 | | | 打包压块液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 33 | 11 | 00 | 金属打包液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 33 | 13 | 00 | 非金属打包液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 33 | 15 | 00 | 金属屑压块液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 35 | | | 模锻液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 35 | 11 | 00 | 通用模锻液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 35 | 15 | 00 | 多向模锻液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 35 | 15 | 00 | 车轮模锻液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 99 | | | 其他液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 99 | 11 | 00 | 轮轴压装液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 99 | 13 | 00 | 模具研配液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 99 | 15 | 00 | 冲孔液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 99 | 17 | 00 | 电缆包铅液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 99 | 19 | 00 | 拔伸液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 99 | 21 | 00 | 柱式校正液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 99 | 23 | 00 | 拉伸校正液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 99 | 25 | 00 | 切边液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 13 | 99 | 27 | 00 | 穿孔液压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | | | | 自动锻压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 01 | | | 自动镦锻机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 01 | 11 | 00 | 双击整模自动冷镦机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 01 | 13 | 00 | 双击分模自动冷镦机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 01 | 15 | 00 | 三击双工位自动冷镦机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 05 | | | 滚柱、钢球自动冷镦机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 05 | 11 | 00 | 滚柱自动冷镦机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 05 | 13 | 00 | 钢球自动冷镦机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 09 | | | 多工位自动镦锻机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 09 | 11 | 00 | 螺母自动冷镦机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 09 | 13 | 00 | 多工位杆型件冷成型机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 09 | 15 | 00 | 多工位螺栓冷镦机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 09 | 17 | 00 | 螺栓联合自动机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 09 | 19 | 00 | 多工位自动热成型机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 13 | | | 自动切边滚丝机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 13 | 11 | 00 | 自动切边机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 13 | 13 | 00 | 自动搓丝机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 13 | 15 | 00 | 滚丝机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 13 | 17 | 00 | 行星式滚丝机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 17 | | | 自动制弹簧机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 17 | 11 | 00 | 离合式自动卷簧机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 17 | 13 | 00 | 万能自动卷簧机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 21 | 00 | 00 | 自动制链条机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 25 | | | 自动弯曲机 | 台 | 包括各种线材、型材弯曲机 |
| 62 | 03 | 16 | 25 | 11 | 00 | 自动万能弯曲机 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 03 | 16 | 27 | | | 自动压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 27 | 11 | 00 | 多工位自动压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 27 | 13 | 00 | 下传动板料自动压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 99 | | | 其它自动锻压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 99 | 11 | 00 | 弹簧垫圈自动机 | 台 | |
| 62 | 03 | 16 | 99 | 13 | 00 | 自动制钉机 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | | | | 锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 01 | | | 自由锻锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 01 | 11 | 00 | 双柱汽锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 01 | 13 | 00 | 单臂自由锻锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 01 | 15 | | 拱形自由锻锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 01 | 15 | 00 | 电液自由锻锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 01 | 15 | 00 | 桥形自由锻锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 05 | | | 蒸汽空气模锻锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 05 | 11 | 00 | 模锻锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 09 | | | 空气锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 09 | 11 | 00 | 空气锤（普通） | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 09 | 13 | 00 | 模锻空气锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 13 | | | 落锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 13 | 11 | 00 | 气动薄板落锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 17 | | | 对击式模锻锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 17 | 11 | 00 | 高速锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 17 | 13 | 00 | 对击锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 21 | | | 气动、液压模锻锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 21 | 11 | 00 | 气动薄板模锻锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 21 | 13 | 00 | 消振液压模锻锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 21 | 15 | 00 | 电液模锻锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 21 | 17 | 00 | 液压螺旋模锻锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 19 | 99 | 00 | 00 | 其他锤 | 台 | |
| 62 | 03 | 22 | | | | 锻机 | 台 | |
| 62 | 03 | 22 | 01 | | | 平锻机 | 台 | |
| 62 | 03 | 22 | 01 | 11 | 00 | 水平分模平锻机 | 台 | |
| 62 | 03 | 22 | 01 | 13 | 00 | 垂直分模平锻机 | 台 | |
| 62 | 03 | 22 | 09 | | | 辊锻模轧机 | 台 | |
| 62 | 03 | 22 | 09 | 11 | 00 | 悬臂式辊锻机 | 台 | |
| 62 | 03 | 22 | 09 | 13 | 00 | 双支承辊锻机 | 台 | |
| 62 | 03 | 22 | 09 | 15 | 00 | 复合式辊锻机 | 台 | |
| 62 | 03 | 22 | 09 | 17 | 00 | 楔形模横轧机 | 台 | |
| 62 | 03 | 22 | 13 | | | 辗环机 | 台 | |
| 62 | 03 | 22 | 13 | 11 | 00 | 立式辗环机 | 台 | |
| 62 | 03 | 22 | 15 | 00 | 00 | 锻钎机 | 台 | |
| 62 | 03 | 22 | 17 | | | 径向锻机 | 台 | |
| 62 | 03 | 22 | 17 | 11 | 00 | 立式径向锻机 | 台 | |
| 62 | 03 | 22 | 17 | 13 | 00 | 卧式径向锻机 | 台 | |
| 62 | 03 | 22 | 99 | | | 其他锻机 | 台 | |
| 62 | 03 | 22 | 99 | 11 | 00 | 电热镦机 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 03 | 25 | | | | 剪切机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 01 | 00 | 00 | 手动剪切机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 05 | | | 板料直线剪切机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 05 | 11 | 00 | 剪板机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 05 | 13 | 00 | 摆式剪板机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 05 | 15 | 00 | 板坯剪板机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 05 | 17 | 00 | 多条带料剪板机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 05 | 19 | 00 | 多条板料剪板机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 09 | | | 板料曲线剪切机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 09 | 11 | 00 | 冲型剪切机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 09 | 13 | 00 | 双盘剪切机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 13 | | | 联合冲剪机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 13 | 11 | 00 | 剪板刀纵放联合冲剪机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 13 | 13 | 00 | 带模剪联合冲剪机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 17 | | | 型材棒料剪切机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 17 | 11 | 00 | 型钢剪断机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 17 | 13 | 00 | 棒料剪断机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 17 | 15 | 00 | 鳄鱼式剪断机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 17 | 17 | 00 | 切边压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 99 | | | 其他剪切机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 99 | 11 | 00 | 坡口剪切机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 99 | 13 | 00 | 滚剪机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 99 | 15 | 00 | 钢坯剪断机 | 台 | |
| 62 | 03 | 25 | 99 | 17 | 00 | 液压废钢剪切机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | | | | 弯曲校正机 | 台 | 即整形机 |
| 62 | 03 | 28 | 01 | | | 板料弯曲机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 01 | 13 | 00 | 三辊卷板机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 01 | 14 | 00 | 四辊卷板机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 05 | | | 型材和管材弯曲机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 05 | 11 | 00 | 型材弯曲机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 05 | 13 | 00 | 型材卷弯机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 05 | 15 | 00 | 弯管机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 09 | | | 校正弯曲机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 09 | 11 | 00 | 单面校正弯曲压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 09 | 12 | 00 | 双面校正弯曲压力机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 13 | | | 板料校平机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 13 | 11 | 00 | 多辊板材校平机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 17 | | | 型材校直机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 17 | 11 | 00 | 多辊型材校直机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 17 | 13 | 00 | 双曲线辊子圆材校直机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 17 | 15 | 00 | 圆材校直切断机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 21 | | | 板料折压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 21 | 11 | 00 | 折边机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 21 | 13 | 00 | 滚波纹机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 21 | 15 | 00 | 板料折弯机 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 03 | 28 | 21 | 17 | 00 | 折弯剪切两用机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 21 | 19 | 00 | 三点折弯机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 25 | | | 旋压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 25 | 11 | 00 | 旋压机（普通） | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 25 | 13 | 00 | 强力旋压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 25 | 15 | 00 | 封头旋压机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 99 | | | 其他弯曲校正机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 99 | 11 | 00 | 钢管校直机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 99 | 13 | 00 | 矫直机 | 台 | |
| 62 | 03 | 28 | 99 | 15 | 00 | 钢模板调平机 | 台 | |
| 62 | 03 | 99 | | | | 其他锻压机械 | 台 | |
| 62 | 03 | 99 | 05 | | | 锻造操作机 | 台 | |
| 62 | 03 | 99 | 05 | 11 | 00 | 有轨锻造操作机 | 台 | |
| 62 | 03 | 99 | 05 | 13 | 00 | 无轨锻造操作机 | 台 | |
| 62 | 03 | 99 | 05 | 15 | 00 | 快速锻造操作机机组 | 套 | |
| 62 | 03 | 99 | 99 | 00 | 00 | 其他类未包括的锻压机械 | 台 | |
| 62 | 05 | | | | | 铸造设备 | 台 | |
| *62 | 05 | 01 | 00 | 00 | 00 | 数控铸造设备 | 台 | 采用电子计算机控制的铸造设备 |
| 62 | 05 | 10 | | | | 砂处理设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 01 | | | 粘土砂混砂设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 01 | 11 | 00 | 辗轮混砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 01 | 13 | 00 | 摆盘径为轮混砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 01 | 15 | 00 | 辗轮转子混砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 01 | 17 | 00 | 转子混砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 01 | 19 | 00 | 逆流转子混砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 01 | 21 | 00 | 双辗盘混砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 01 | 23 | 00 | 逆流混砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 03 | | | 特种砂混砂设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 03 | 11 | 00 | 碗形树脂砂混砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 03 | 13 | 00 | 热法树脂砂混砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 03 | 15 | 00 | 固定式双臂树脂砂混砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 03 | 17 | 00 | 移动式双臂树脂砂混砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 05 | | | 松砂、破砂设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 05 | 11 | 00 | 带式松砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 05 | 13 | 00 | 叶片松砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 05 | 15 | 00 | 梳式松砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 05 | 17 | 00 | 双轮松砂破碎机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 05 | 19 | 00 | 锤式破碎机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 05 | 21 | 00 | 片击式破碎机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 05 | 23 | 00 | 反击式破碎机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 05 | 25 | 00 | 振动式破碎机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 09 | | | 筛砂设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 09 | 11 | 00 | 滚筒筛砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 09 | 13 | 00 | 滚筒破碎筛砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 09 | 15 | 00 | 复合旋振筛砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 09 | 17 | 00 | 惯性直线振动筛砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 09 | 19 | 00 | 惯性圆振动筛砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 09 | 21 | 00 | 摆动筛砂机 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 05 | 10 | 09 | 23 | 00 | 旋振筛砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 13 | | | 砂再生设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 13 | 11 | 00 | 球磨式砂再生设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 13 | 13 | 00 | 离心式砂再生装置 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 13 | 15 | 00 | 振动式砂再生装置 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 13 | 17 | 00 | 气流式砂再生装置 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 17 | | | 原材料处理设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 17 | 11 | 00 | 三回程滚筒烘砂装置 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 17 | 13 | 00 | 卧式振动沸腾烘砂装置 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 17 | 15 | 00 | 立式振动沸腾烘砂装置 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 17 | 17 | 00 | 轮辗机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 19 | | 00 | 旧砂冷却设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 19 | 11 | 00 | 固定式沸腾冷却装置 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 19 | 13 | 00 | 双盘搅拌冷却机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 19 | 15 | 00 | 振动沸腾冷却装置 | 套 | |
| 62 | 05 | 10 | 19 | 17 | | 冷却提升机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 19 | 19 | 00 | 水冷式冷却装置 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 21 | | | 磁分离设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 21 | 11 | 00 | 电磁分离滚筒 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 21 | 13 | 00 | 电磁皮带轮 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 21 | 15 | 00 | 带式电磁分离机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 21 | 17 | 00 | 滚筒磁选机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 21 | 19 | 00 | 永磁分离滚筒 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 21 | 21 | 00 | 永磁皮带轮 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 21 | 23 | 00 | 带式永磁分离机 | 台 | |
| 62 | 05 | 10 | 99 | 00 | 00 | 其他砂处理设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | | | | 造型制芯设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 01 | | | 震压造型机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 01 | 11 | 00 | 脱箱微震压实造型机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 01 | 13 | 00 | 顶箱微震压实造型机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 01 | 15 | 00 | 震实台 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 01 | 17 | 00 | 翻台震实造型机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 01 | 19 | 00 | 顶箱震实造型机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 01 | 21 | 00 | 转台震实造型机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 01 | 23 | 00 | 机械震实台 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 03 | | | 压实造型机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 03 | 11 | 00 | 多触头高压造型机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 03 | 13 | 00 | 水平分型脱箱压实造型机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 03 | 15 | 00 | 差动压实造型机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 03 | 17 | 00 | 悬臂顶箱压实造型机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 03 | 19 | 00 | 悬臂翻转压实造型机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 05 | | | 射压造型机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 05 | 11 | 00 | 垂直分型无箱射压造型机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 05 | 13 | 00 | 水平分型无箱射压造型机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 05 | 15 | 00 | 垂直分型脱箱射压造型机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 05 | 17 | 00 | 吹气压实造型机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 05 | 19 | 00 | 气流冲击造型机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 07 | | | 抛砂机 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 05 | 13 | 07 | 11 | 00 | 固定式自硬砂抛砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 07 | 13 | 00 | 固定式抛砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 07 | 15 | 00 | 移动式单轨抛砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 07 | 17 | 00 | 移动式双轨抛砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 07 | 19 | 00 | 移动式单轨自硬抛砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 07 | 21 | 00 | 移动式双轨自硬抛砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 09 | | | 起模机 | 台 | 包括起芯机 |
| 62 | 05 | 13 | 09 | 11 | 00 | 滚筒起模机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 09 | 13 | 00 | 翻台起模机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 09 | 15 | 00 | 顶箱起模机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 09 | 17 | 00 | 转台起模机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 13 | | | 制芯机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 13 | 11 | 00 | 多用射芯机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 13 | 13 | 00 | 冷芯盒射芯机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 13 | 15 | 00 | 射芯机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 13 | 17 | 00 | 热芯盒射芯机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 13 | 19 | 00 | 翻台震实制芯机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 17 | | | 壳型、壳芯机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 17 | 11 | 00 | 翻斗壳型机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 17 | 12 | 00 | 旋转壳芯机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 17 | 15 | 00 | 底吹壳芯机 | 台 | |
| 62 | 05 | 13 | 99 | 00 | 00 | 其他造型制芯设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 16 | | | | 落砂设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 16 | 01 | | | 振动落砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 16 | 01 | 11 | 00 | 偏心振动落砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 16 | 01 | 13 | 00 | 惯性振动落砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 16 | 01 | 15 | 00 | 冲击式惯性振动落砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 16 | 03 | | | 振动输送落砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 16 | 03 | 11 | 00 | 惯性振动输送落砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 16 | 03 | 13 | 00 | 惯性惯振动输送落砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 16 | 05 | | | 滚筒落砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 16 | 05 | 11 | 00 | 滚筒冷却落砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 16 | 09 | | | 风动落芯机 | 台 | |
| 62 | 05 | 16 | 09 | 11 | 00 | 风动落芯机 | 台 | |
| 62 | 05 | 16 | 11 | | | 特种清砂装置 | 台 | |
| 62 | 05 | 16 | 11 | 11 | 00 | 水力清砂室 | 台 | |
| 62 | 05 | 16 | 11 | 13 | 00 | 间歇电液压清砂室 | 台 | |
| 62 | 05 | 16 | 99 | 00 | 00 | 其他落砂设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | | | | 清理设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 01 | | | 抛喷丸器 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 01 | 11 | 00 | 喷丸器 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 01 | 13 | 00 | 双盘抛丸器 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 01 | 15 | 00 | 单盘抛丸器 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 05 | | | 普通清理设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 05 | 11 | 00 | 圆形滚筒清理机 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 05 | 13 | 00 | 四方滚筒清理机 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 05 | 15 | 00 | 六角滚筒清理机 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 09 | | | 喷丸清理设备 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 05 | 19 | 09 | 11 | 00 | 转台喷丸清理机 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 09 | 13 | 00 | 喷丸清理室 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 13 | | | 抛丸清理设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 13 | 11 | 00 | 螺旋滚筒抛丸清理机 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 13 | 13 | 00 | 滚筒抛丸清理机 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 13 | 15 | 00 | 履带抛丸清理机 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 13 | 17 | 00 | 倾斜滚筒抛丸清理机 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 13 | 19 | 00 | 吊钩转盘抛丸清理机 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 13 | 21 | 00 | 转台抛丸清理机 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 13 | 23 | 00 | 抛丸清理室 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 13 | 25 | 00 | 单钩抛丸清理机 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 13 | 27 | 00 | 吊钩抛丸清理室 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 13 | 29 | 00 | 通过式抛丸清理室 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 15 | | | 抛丸落砂清理设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 15 | 21 | 00 | 滚筒抛丸落砂清理机 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 15 | 23 | 00 | 振动槽连续抛丸落砂清理机 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 15 | 25 | 00 | 吊钩连续抛丸落砂清理室 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 15 | 27 | 00 | 辊道吊链连续抛丸落砂清理室 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 17 | | | 连续抛丸清理设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 17 | 31 | 00 | 滚筒连续抛丸清理机 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 17 | 33 | 00 | 振动槽连续抛丸清理机 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 17 | 35 | 00 | 吊钩连续抛丸清理室 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 17 | 37 | 00 | 辊道连续抛丸清理机 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 19 | | | 联合清理设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 19 | 11 | 00 | 转台抛喷丸清理机 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 19 | 13 | 00 | 单钩抛喷丸清理机 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 19 | 15 | 00 | 抛喷丸清理室 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 19 | 17 | 00 | 抛喷丸落砂清理室 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 21 | | | 切割打磨设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 21 | 11 | 00 | 高速砂轮冒口切割机 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 21 | 13 | 00 | 减振高效悬挂砂轮机 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 99 | | | 其他清理设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 19 | 99 | 11 | 00 | 振动时效装置 | 台 | |
| 62 | 05 | 22 | | | | 金属型设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 22 | 01 | | | 冷室压铸机 | 台 | |
| 62 | 05 | 22 | 01 | 11 | 00 | 卧式冷室压铸机 | 台 | |
| 62 | 05 | 22 | 01 | 13 | 00 | 立式冷室压铸机 | 台 | |
| 62 | 05 | 22 | 05 | | | 热室压铸机 | 台 | |
| 62 | 05 | 22 | 05 | 11 | 00 | 热室压铸机 | 台 | |
| 62 | 05 | 22 | 09 | | | 金属型铸造机 | 台 | |
| 62 | 05 | 22 | 09 | 11 | 00 | 垂直分型金属型铸造机 | 台 | |
| 62 | 05 | 22 | 09 | 13 | 00 | 水平分型金属型铸造机 | 台 | |
| 62 | 05 | 22 | 13 | | | 低压铸造机 | 台 | |
| 62 | 05 | 22 | 13 | 11 | 00 | 卧式低压铸造机 | 台 | |
| 62 | 05 | 22 | 13 | 13 | 00 | 立式低压铸造机 | 台 | |
| 62 | 05 | 22 | 13 | 15 | 00 | 立式电磁低压铸造机 | 台 | |
| 62 | 05 | 22 | 17 | | | 离心铸造机 | 台 | |
| 62 | 05 | 22 | 17 | 11 | 00 | 卧式离心铸造机 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 05 | 22 | 17 | 13 | 00 | 立式离心铸造机 | 台 | |
| 62 | 05 | 22 | 19 | | | 转子压铸机 | 台 | |
| 62 | 05 | 22 | 19 | 11 | 00 | 卧式转子压铸机 | 台 | |
| 62 | 05 | 22 | 19 | 13 | 00 | 立式转子压铸机 | 台 | |
| 62 | 05 | 22 | 99 | | | 其他金属型设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 22 | 99 | 11 | 00 | 金属型辅机 | 台 | |
| 62 | 05 | 25 | | | | 熔模设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 25 | 01 | | | 模料制备设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 25 | 01 | 11 | 00 | 熔蜡炉 | 台 | |
| 62 | 05 | 25 | 01 | 13 | 00 | 搅蜡机 | 台 | |
| 62 | 05 | 25 | 01 | 15 | 00 | 液态蜡注射成型机 | 台 | |
| 62 | 05 | 25 | 01 | 17 | 00 | 蜡料制备装置 | 台 | |
| 62 | 05 | 25 | 01 | 19 | 00 | 机械压蜡机 | 台 | |
| 62 | 05 | 25 | 05 | | | 制壳设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 25 | 05 | 11 | 00 | 机械手制壳机 | 台 | |
| 62 | 05 | 25 | 05 | 13 | 00 | 悬链连续制壳装置 | 台 | |
| 62 | 05 | 25 | 05 | 15 | 00 | 模壳干燥箱 | 台 | |
| 62 | 05 | 25 | 05 | 17 | 00 | 悬挂制壳装置 | 台 | |
| 62 | 05 | 25 | 05 | 19 | 00 | 雨淋撒砂机 | 台 | |
| 62 | 05 | 25 | 07 | | | 脱料设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 25 | 07 | 11 | 00 | 高压釜脱料装置 | 台 | |
| 62 | 05 | 25 | 07 | 13 | 00 | 脱蜡槽 | 台 | |
| 62 | 05 | 25 | 09 | | | 熔烧浇注设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 25 | 09 | 11 | 00 | 模壳焙烧炉 | 台 | |
| 62 | 05 | 25 | 11 | | | 脱壳设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 25 | 11 | 11 | 00 | 振动脱壳机 | 台 | |
| 62 | 05 | 25 | 99 | 00 | 00 | 其他熔模设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 28 | | | | 熔炼浇注设备 | 台 | 不包括工业电炉和冶炼转炉。工业电炉入7905类，冶炼转炉入65031609类 |
| 62 | 05 | 28 | 01 | | | 冲天炉 | 台 | |
| 62 | 05 | 28 | 01 | 11 | 00 | 二排风口冲天炉 | 台 | |
| 62 | 05 | 28 | 03 | | | 冲天炉加料装置 | 台 | |
| 62 | 05 | 28 | 03 | 11 | 00 | 固定式爬式加料机 | 台 | |
| 62 | 05 | 28 | 03 | 13 | 00 | 回转式爬式加料机 | 台 | |
| 62 | 05 | 28 | 03 | 15 | 00 | 回转式单轨加料机 | 台 | |
| 62 | 05 | 28 | 03 | 17 | 00 | 固定式单轨加料机 | 台 | |
| 62 | 05 | 28 | 03 | 21 | 00 | 翻斗加料机 | 台 | |
| 62 | 05 | 28 | 05 | | | 前炉 | 台 | |
| 62 | 05 | 28 | 05 | 11 | 00 | 移动式回转前炉 | 台 | |
| 62 | 05 | 28 | 07 | | | 冲天炉风机 | 台 | |
| 62 | 05 | 28 | 07 | 11 | 00 | 离心式冲天炉风机 | 台 | |
| 62 | 05 | 28 | 08 | | | 金属料破碎设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 28 | 08 | 11 | 00 | 气锤断锭机 | 台 | |
| 62 | 05 | 28 | 09 | | | 浇注设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 28 | 09 | 11 | 00 | 倾斜浇注机 | 台 | |
| 62 | 05 | 28 | 09 | 13 | 00 | 气压浇注机 | 台 | |
| 62 | 05 | 28 | 09 | 15 | 00 | 电磁泵浇注机 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 05 | 28 | 99 | 00 | 00 | 其他熔炼浇注设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | | | | 运输定量设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 01 | | | 气动设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 01 | 11 | 00 | 气吊 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 01 | 13 | 00 | 气动推动杆 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 01 | 15 | 00 | 气动平衡吊 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 03 | | | 铸型输送机 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 03 | 13 | 00 | 连续铸型输送机 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 03 | 15 | 00 | 脉动铸型输送机 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 05 | | | 连续输送设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 05 | 11 | 00 | 鳞板输送机 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 05 | 13 | 00 | 带式输送机 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 05 | 15 | 00 | 双质点惯性振动输送机 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 05 | 17 | 00 | 惯性振动提升机 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 07 | | | 给料设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 07 | 11 | 00 | 调速式电机振动给料机 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 07 | 13 | 00 | 振动料斗给料机 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 07 | 15 | 00 | 调速式振动活化给料机 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 09 | | | 定量装置 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 09 | 11 | 00 | 栅格定量器 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 09 | 13 | 00 | 杠杆称量斗 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 09 | 15 | 00 | 电磁配铁装置 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 11 | | | 铸造用机械手 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 11 | 11 | 00 | 主从控制关节式机械手 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 11 | 13 | 00 | 清理机械手和输送机 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 13 | | | 气力输送装置 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 13 | 11 | 00 | 涡流式高压压送装置 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 13 | 13 | 00 | 沸腾式低压压送装置 | 台 | |
| 62 | 05 | 32 | 99 | 00 | 00 | 其他运输定量设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 99 | | | | 其他铸造设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 99 | 01 | | | 涂料制备设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 99 | 01 | 11 | 00 | 涂料搅拌机 | 台 | |
| 62 | 05 | 99 | 03 | | | 型芯烘干设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 99 | 03 | 11 | 00 | 电热远红外型芯烘干炉 | 台 | |
| 62 | 05 | 99 | 05 | | | 翻转设备 | 台 | |
| 62 | 05 | 99 | 05 | 11 | 00 | 电动悬挂翻转机 | 台 | |
| 62 | 05 | 99 | 07 | | | 电动激振器 | 台 | |
| 62 | 05 | 99 | 07 | 11 | 00 | 通用型电动激振器 | 台 | |
| 62 | 05 | 99 | 07 | 13 | 00 | 立式电动激振器 | 台 | |
| 62 | 05 | 99 | 07 | 15 | 00 | 调速式复摆电动激振器 | 台 | |
| 62 | 05 | 99 | 07 | 17 | 00 | 双质点专用电动激振器 | 台 | |
| 62 | 05 | 99 | 09 | 00 | 00 | 振动粉碎设备 | 台 | |
| 62 | 07 | | | | | 机床附件 | 台 | 刀具预调测量仪入 872857 类 |
| * 62 | 07 | 03 | 00 | 00 | 00 | 数控金属切削机床附件 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | | | | 分度头 | 台 | 光学分度头入 8711160510 类 |
| 62 | 07 | 10 | 01 | | | 蜗杆副分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 01 | 11 | 00 | 简易分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 01 | 13 | 00 | 立卧分度头 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 07 | 10 | 01 | 15 | 00 | 万能分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 01 | 17 | 00 | 半万能分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 01 | 19 | 00 | 悬臂分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 03 | | | 度盘分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 03 | 11 | 00 | 简易分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 03 | 13 | 00 | 立卧分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 03 | 15 | 00 | 可倾分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 05 | | | 孔盘分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 05 | 11 | 00 | 简易等分分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 05 | 13 | 00 | 等分分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 05 | 15 | 00 | 立卧等分分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 05 | 17 | 00 | 可倾等分分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 07 | | | 槽盘分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 07 | 11 | 00 | 简易等分分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 07 | 13 | 00 | 等分分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 07 | 15 | 00 | 立卧等分分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 07 | 17 | 00 | 可倾等分分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 09 | | | 端齿分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 09 | 11 | 00 | 简易等分分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 09 | 13 | 00 | 等分分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 09 | 15 | 00 | 立卧等分分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 09 | 17 | 00 | 可倾等分分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 99 | | | 其他分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 99 | 11 | 00 | 电感分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 10 | 99 | 13 | 00 | 光栅分度头 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | | | | 工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 01 | | | 蜗杆副回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 01 | 11 | 00 | 机动回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 01 | 13 | 00 | 回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 01 | 15 | 00 | 立卧回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 01 | 17 | 00 | 可倾回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 01 | 19 | 00 | 万能回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 01 | 21 | 00 | 立卧等分回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 03 | | | 度盘回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 03 | 11 | 00 | 回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 03 | 13 | 00 | 立卧回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 03 | 15 | 00 | 可倾回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 05 | | | 孔盘回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 05 | 11 | 00 | 简易等分回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 05 | 13 | 00 | 等分回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 05 | 15 | 00 | 立卧等分回转二作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 05 | 17 | 00 | 可倾等分回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 07 | | | 槽盘回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 07 | 11 | 00 | 简易等分回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 07 | 13 | 00 | 等分回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 07 | 15 | 00 | 立卧等分回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 07 | 17 | 00 | 可倾等分回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 09 | | | 端齿盘回转工作台 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 07 | 13 | 09 | 11 | 00 | 等分回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 09 | 13 | 00 | 立卧等分回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 09 | 15 | 00 | 可倾等分回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 09 | 17 | 00 | 矩形等分回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 11 | | | 角度工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 11 | 11 | 00 | 角度二作台（普通） | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 11 | 13 | 00 | 万能角度工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 11 | 15 | 00 | 可倾角度回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 11 | 17 | 00 | 矩形万能工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 11 | 19 | 00 | 带蜗杆副万能角度回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 13 | | | 座标工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 13 | 11 | 00 | 单座标工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 13 | 12 | 00 | 二座标工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 13 | 13 | 00 | 三座标工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 13 | 15 | 00 | 座标回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 99 | | | 其他工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 99 | 11 | 00 | 感应同步回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 99 | 13 | 00 | 光栅立卧回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 99 | 15 | 00 | 磁栅立卧回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 99 | 17 | 00 | 交换工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 13 | 99 | 19 | 00 | 专用回转工作台 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | | | | 机用虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 01 | | | 通用虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 01 | 11 | 00 | 无底座机用虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 01 | 13 | 00 | 铣床用机用虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 01 | 15 | 00 | 刨床用机用虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 01 | 17 | 00 | 插销式虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 01 | 19 | 00 | 磨床用机用虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 01 | 21 | 00 | 钻床用机用虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 03 | | | 自定心虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 03 | 11 | 00 | 平钳口自定心虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 03 | 13 | 00 | V型钳口自定心虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 03 | 15 | 00 | 杠杆自定心虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 05 | | | 快动虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 05 | 11 | 00 | 凸轮式快动虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 05 | 13 | 00 | 棘齿式快动虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 07 | | | 可倾虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 07 | 11 | 00 | 可倾虎钳（普通） | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 07 | 13 | 00 | 万向虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 07 | 15 | 00 | 正弦虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 09 | | | 增力虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 09 | 11 | 00 | 手推液压增力虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 09 | 13 | 00 | 手动机械增力虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 09 | 15 | 00 | 带底座刨床用手动增力虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 09 | 17 | 00 | 手动液压插销式增力虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 09 | 19 | 00 | 手动机械插销式增力虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 11 | | | V形虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 11 | 11 | 00 | V形虎钳（普通） | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 07 | 16 | 11 | 13 | 00 | 立卧V形虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 11 | 15 | 00 | 万向V形虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 13 | | | 角度压紧虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 13 | 11 | 00 | 角度压紧虎钳（普通） | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 13 | 13 | 00 | 直线型角度压紧虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 13 | 15 | 00 | 拉式角度压紧虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 13 | 17 | 00 | 双向角度压紧虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 15 | | | 组合虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 15 | 11 | 00 | 整体式组合虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 15 | 13 | 00 | 带底座式组合虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 15 | 15 | 00 | 加长式组合虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 15 | 17 | 00 | 分离式组合虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 15 | 19 | 00 | 双向分离式组合虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 99 | | | 其他虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 99 | 11 | 00 | 简易虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 99 | 13 | 00 | 多联虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 99 | 15 | 00 | 十字虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 99 | 17 | 00 | 多用虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 16 | 99 | 19 | 00 | 坐标虎钳 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | | | | 卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 01 | | | 手紧自定心卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 01 | 11 | 00 | 二爪手紧卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 01 | 13 | 00 | 三爪手紧卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 01 | 15 | 00 | 四爪手紧卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 01 | 17 | 00 | 三爪轻型手紧卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 01 | 19 | 00 | 三爪重型手紧卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 03 | | | 盘丝式自定心卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 03 | 11 | 00 | 二爪自定心卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 03 | 13 | 00 | 三爪自定心卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 03 | 15 | 00 | 四爪自定心卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 03 | 17 | 00 | 六爪自定心卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 03 | 19 | 00 | 三爪轻型自定心卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 03 | 21 | 00 | 三爪重型自定心卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 05 | | | 可调自定心卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 05 | 11 | 00 | 三爪可调自定心卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 05 | 13 | 00 | 四爪可调自定心卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 05 | 15 | 00 | 六爪可调自定心卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 05 | 17 | 00 | 轻型三爪可调自定心卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 05 | 19 | 00 | 重型三爪可调自定心卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 06 | | | 杠杆式自定心卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 06 | 11 | 00 | 通孔杠杆式动力卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 07 | | | 楔式自定心卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 07 | 11 | 00 | 二爪楔式动力卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 07 | 13 | 00 | 楔式动力卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 07 | 15 | 00 | 通孔楔式动力卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 07 | 17 | 00 | 前置楔式动力卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 07 | 19 | 00 | 高速楔式动力卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 07 | 21 | 00 | 高速通孔楔式动力卡盘 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 07 | 19 | 09 | | | 复合卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 09 | 11 | 00 | 二爪复合卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 09 | 13 | 00 | 三爪复合卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 09 | 15 | 00 | 四爪复合卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 09 | 17 | 00 | 三爪管子卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 09 | 19 | 00 | 四爪管子卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 11 | | | 单动卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 11 | 11 | 00 | 四爪单动卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 11 | 13 | 00 | 轻型四爪单动卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 11 | 15 | 00 | 重型四爪单动卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 99 | | | 其他卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 99 | 11 | 00 | 手动斜齿条自定心卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 99 | 13 | 00 | 斜齿条动力卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 99 | 15 | 00 | 活动二爪自定心卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 19 | 99 | 17 | 00 | 专用特型三爪自定心卡盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | | | | 吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 01 | | | 矩形电磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 01 | 11 | 00 | 电磁吸盘（普通） | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 01 | 13 | 00 | 可倾电磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 01 | 15 | 00 | 双倾电磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 01 | 17 | 00 | 万向电磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 01 | 19 | 00 | 双正弦电磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 01 | 21 | 00 | 正弦电磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 03 | | | 圆形电磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 03 | 11 | 00 | 电磁吸盘（普通） | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 03 | 13 | 00 | 可倾电磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 03 | 15 | 00 | 双倾电磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 03 | 17 | 00 | 万向电磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 03 | 19 | 00 | 正弦电磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 03 | 21 | 00 | 双正弦电磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 03 | 23 | 00 | 环形电磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 07 | | | 矩形永磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 07 | 11 | 00 | 永磁吸盘（普通） | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 07 | 13 | 00 | 可倾永磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 07 | 15 | 00 | 双倾永磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 07 | 17 | 00 | 万向永磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 07 | 19 | 00 | 正弦永磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 07 | 21 | 00 | 双正弦永磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 09 | | | 圆形永磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 09 | 11 | 00 | 永磁吸盘（普通） | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 09 | 13 | 00 | 可倾永磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 09 | 15 | 00 | 双倾永磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 09 | 17 | 00 | 万向永磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 09 | 19 | 00 | 正弦永磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 09 | 21 | 00 | 双正弦永磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 09 | 23 | 00 | 环形永磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 11 | | | 电永磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 11 | 11 | 00 | 矩形电永磁吸盘 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 07 | 22 | 11 | 13 | 00 | 圆形电永磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 13 | | | 真空吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 13 | 11 | 00 | 矩形真空吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 13 | 13 | 00 | 圆形真空吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 15 | | | 静电吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 15 | 11 | 00 | 矩形静电吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 15 | 13 | 00 | 圆形静电吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 99 | | | 其他吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 99 | 11 | 00 | 多功能矩形电磁吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 99 | 13 | 00 | 凸面型球面吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 22 | 99 | 15 | 00 | 凹面型球面吸盘 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | | | | 顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 01 | | | 固定顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 01 | 11 | 00 | 固定顶尖（普通） | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 01 | 13 | 00 | 半缺顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 01 | 15 | 00 | 带压出螺母顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 01 | 17 | 00 | 硬质合金半缺顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 01 | 19 | 00 | 硬质合金带压出螺母顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 01 | 21 | 00 | 硬质合金固定顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 03 | | | 拨动式固定顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 03 | 11 | 00 | 端面拨动顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 03 | 13 | 00 | 内拨顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 03 | 15 | 00 | 外拨顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 05 | | | 轻型回转顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 05 | 11 | 00 | 轻型回转顶尖（普通） | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 05 | 13 | 00 | 轻型伞型回转顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 05 | 15 | 00 | 轻型插入回转顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 05 | 17 | 00 | 轻型强力回转顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 07 | | | 回转顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 07 | 11 | 00 | 回转顶尖（普通） | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 07 | 13 | 00 | 伞型回转顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 07 | 15 | 00 | 插入回转顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 07 | 17 | 00 | 强力回转顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 07 | 19 | 00 | 长轴回转顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 07 | 21 | 00 | 调压回转顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 09 | | | 重型回转顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 09 | 11 | 00 | 重型回转顶尖（普通） | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 09 | 13 | 00 | 重型伞型回转顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 09 | 15 | 00 | 重型插入回转顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 11 | 00 | 00 | 复合回转顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 13 | | | 强应力定位固定顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 13 | 11 | 00 | 强应力顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 13 | 13 | 00 | 硬质合金强应力顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 13 | 15 | 00 | 头顶尖强应力异型 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 13 | 17 | 00 | 强应力补偿顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 13 | 19 | 00 | 异型头强应力补偿顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 13 | 21 | 00 | 强应力内顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 13 | 23 | 00 | 硬质合金强应力内顶尖 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 07 | 25 | 13 | 25 | 00 | 硬质合金加长型强应力顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 99 | | | 其他顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 99 | 11 | 00 | 调压顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 25 | 99 | 13 | 00 | 示力顶尖 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | | | | 夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 01 | | | 自紧钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 01 | 11 | 00 | 莫氏短圆锥孔自紧钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 01 | 13 | 00 | 贾格圆锥孔自紧钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 01 | 15 | 00 | 螺纹孔自紧钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 03 | | | 圆锥孔扳手钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 03 | 11 | 00 | 重型莫氏短圆锥孔扳手钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 03 | 13 | 00 | 重型贾格圆锥孔扳手钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 03 | 15 | 00 | 中型莫氏短圆锥孔扳手钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 03 | 17 | 00 | 中型贾格圆锥孔扳手钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 03 | 19 | 00 | 轻型莫氏短圆锥孔扳手钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 03 | 21 | 00 | 轻型贾格圆锥孔扳手钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 04 | | | 螺纹连接扳手钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 04 | 11 | 00 | 重型螺纹孔扳手钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 04 | 13 | 00 | 重型螺纹柄扳手钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 04 | 15 | 00 | 中型螺纹孔扳手钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 04 | 17 | 00 | 中型螺纹柄扳手钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 04 | 19 | 00 | 轻型螺纹孔扳手钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 04 | 21 | 00 | 轻型螺纹柄扳手钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 05 | | | 手紧钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 05 | 11 | 00 | 螺纹孔手紧钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 05 | 13 | 00 | 贾格圆锥孔手紧钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 05 | 15 | 00 | 轻型螺纹孔手紧钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 05 | 17 | 00 | 莫氏短圆锥孔手紧钻夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 07 | | | 丝锥夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 07 | 11 | 00 | 齿式丝锥夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 07 | 13 | 00 | 摩擦片式丝锥夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 07 | 15 | 00 | 综合式丝锥夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 07 | 17 | 00 | 增速丝锥夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 07 | 19 | 00 | 滚柱式丝锥夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 07 | 21 | 00 | 可逆式丝锥夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 07 | 23 | 00 | 滚珠式丝锥夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 09 | | | 快换夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 09 | 11 | 00 | 内直柄连接快换夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 09 | 13 | 00 | 内锥柄连接快换夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 11 | | | 弹簧夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 11 | 11 | 00 | 双锥式弹簧夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 11 | 13 | 00 | 固定式弹簧夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 11 | 15 | 00 | 外螺纹拉式弹簧夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 11 | 17 | 00 | 内螺纹拉式弹簧夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 11 | 19 | 00 | 长锥式弹簧夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 11 | 21 | 00 | 中心架夹套 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 11 | 23 | 00 | 送料夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 11 | 25 | 00 | 卡簧 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 07 | 28 | 11 | 27 | 00 | 柔性夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 13 | | | 铣夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 13 | 11 | 00 | 滚针铣夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 13 | 13 | 00 | 弹性铣夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 13 | 15 | 00 | 削平柄铣刀用铣夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 13 | 17 | 00 | 锥柄铣刀用铣夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 13 | 19 | 00 | 短锥柄铣刀用铣夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 13 | 21 | 00 | 快换铣夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 28 | 99 | 00 | 00 | 其他夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 31 | | | | 铣头、插头 | 台 | |
| 62 | 07 | 31 | 01 | | | 万能铣头 | 台 | |
| 62 | 07 | 31 | 01 | 11 | 00 | 台座式万能铣头 | 台 | |
| 62 | 07 | 31 | 01 | 13 | 00 | 止口式万能铣头 | 台 | |
| 62 | 07 | 31 | 01 | 15 | 00 | 横铣头 | 台 | |
| 62 | 07 | 31 | 03 | | | 立铣头 | 台 | |
| 62 | 07 | 31 | 03 | 11 | 00 | 台座式立铣头 | 台 | |
| 62 | 07 | 31 | 03 | 13 | 00 | 止口式立铣头 | 台 | |
| 62 | 07 | 31 | 03 | 15 | 00 | 角度立铣头 | 台 | |
| 62 | 07 | 31 | 05 | | | 高速铣头 | 台 | |
| 62 | 07 | 31 | 05 | 11 | 00 | 高速铣头（普通） | 台 | |
| 62 | 07 | 31 | 05 | 13 | 00 | 高速镗铣头 | 台 | |
| 62 | 07 | 31 | 07 | | | 插头 | 台 | |
| 62 | 07 | 31 | 07 | 11 | 00 | 台座式插头 | 台 | |
| 62 | 07 | 31 | 07 | 13 | 00 | 止口式插头 | 台 | |
| 62 | 07 | 31 | 07 | 15 | 00 | 座板式插头 | 台 | |
| 62 | 07 | 31 | 99 | 00 | 00 | 其他铣头、插头 | 台 | |
| 62 | 07 | 32 | | | | 镗头、多轴头 | 台 | |
| 62 | 07 | 32 | 01 | | | 镗头 | 台 | |
| 62 | 07 | 32 | 01 | 11 | 00 | 万能镗头 | 台 | |
| 62 | 07 | 32 | 01 | 13 | 00 | 可调镗头 | 台 | |
| 62 | 07 | 32 | 02 | | | 多轴头 | 台 | |
| 62 | 07 | 32 | 02 | 11 | 00 | 多轴头（普通） | 台 | |
| 62 | 07 | 32 | 02 | 13 | 00 | 可调多轴头 | 台 | |
| 62 | 07 | 32 | 99 | 00 | 00 | 其它镗头、多轴头 | 台 | |
| 62 | 07 | 34 | | | | 刀架 | 台 | |
| 62 | 07 | 34 | 01 | | | 普通车床快换刀架 | 台 | |
| 62 | 07 | 34 | 01 | 11 | 00 | 楔式快换刀架 | 台 | |
| 62 | 07 | 34 | 01 | 13 | 00 | 柱塞式快换刀架 | 台 | |
| 62 | 07 | 34 | 01 | 15 | 00 | 齿式快换刀架 | 台 | |
| 62 | 07 | 34 | 03 | | | 转塔刀架 | 台 | |
| 62 | 07 | 34 | 03 | 11 | 00 | 简式转塔刀架 | 台 | |
| 62 | 07 | 34 | 03 | 13 | 00 | 全功能转塔刀架 | 台 | |
| 62 | 07 | 34 | 03 | 15 | 00 | 液压转塔刀架 | 台 | |
| 62 | 07 | 34 | 03 | 17 | 00 | 全功能动力转塔刀架 | 台 | |
| 62 | 07 | 34 | 05 | | | 卧式转塔刀架、回轮刀架 | 台 | |
| 62 | 07 | 34 | 05 | 11 | 00 | 简式转塔刀架 | 台 | |
| 62 | 07 | 34 | 05 | 13 | 00 | 全功能转塔刀架 | 台 | |
| 62 | 07 | 34 | 99 | | | 其他刀架 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 07 | 34 | 99 | 11 | 00 | 液压仿形刀架 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | | | | 刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 01 | | | 镗刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 01 | 11 | 00 | 直角型镗刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 01 | 13 | 00 | 直角微调镗刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 01 | 15 | 00 | 倾斜型粗镗刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 01 | 17 | 00 | 倾斜型微调镗刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 01 | 19 | 00 | 镗铰刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 01 | 21 | 00 | 防振镗刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 03 | | | 铣刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 03 | 11 | 00 | 三面刃铣刀刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 03 | 13 | 00 | 套式面铣刀刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 03 | 15 | 00 | 直角端铣刀刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 03 | 17 | 00 | 端铣刀刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 03 | 19 | 00 | 镗铣刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 05 | | | 钻铰刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 05 | 11 | 00 | 带扁尾莫氏圆锥孔刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 05 | 13 | 00 | 无扁尾莫氏圆锥孔刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 05 | 15 | 00 | 扩孔钻、铰刀用套式刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 05 | 17 | 00 | 浮动铰刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 05 | 19 | 00 | 沉孔钻刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 05 | 21 | 00 | 反沉孔钻刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 07 | | | 接杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 07 | 11 | 00 | 钻夹头接杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 07 | 13 | 00 | 钻头接杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 07 | 15 | 00 | 短式直柄莫氏圆锥孔接杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 07 | 17 | 00 | 丝锥夹头接杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 07 | 19 | 00 | 丝锥接杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 09 | | | 变径套 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 09 | 11 | 00 | 工具锥柄变径套 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 09 | 13 | 00 | 工具锥柄加长杆变径套 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 09 | 15 | 00 | 圆锥变径套 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 09 | 17 | 00 | 螺纹孔变径套 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 09 | 19 | 00 | 工具锥柄导向加长棒变径套 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 11 | | | 车刀夹 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 11 | 11 | 00 | 径向右刀夹 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 11 | 13 | 00 | 径向左刀夹 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 11 | 15 | 00 | 轴向右刀夹 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 11 | 17 | 00 | 轴向左刀夹 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 11 | 19 | 00 | 右向组合刀夹 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 11 | 21 | 00 | 左向组合刀夹 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 13 | | | 钻铣镗刀夹 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 13 | 11 | 00 | 钻用浅孔圆柱孔刀夹 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 13 | 13 | 00 | 镗、铣用圆柱孔刀夹 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 13 | 15 | 00 | 带扁尾控莫氏圆锥孔刀夹 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 13 | 17 | 00 | 弹簧夹头刀夹 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 13 | 19 | 00 | 丝锥刀夹 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 13 | 21 | 00 | 钻夹头刀夹 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 07 | 36 | 15 | | | 动力刀夹 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 15 | 11 | 00 | 轴向圆锥孔动力刀夹 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 15 | 13 | 00 | 轴向弹簧夹头动力刀夹 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 15 | 15 | 00 | 轴向丝锥夹头动力刀夹 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 15 | 17 | 00 | 轴向端面铣刀动力刀夹 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 15 | 19 | 00 | 轴向锯片铣刀动力刀夹 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 15 | 21 | 00 | 轴向弹簧夹头式增速动力刀夹 | 台 | |
| 62 | 07 | 36 | 99 | 00 | 00 | 其他刀杆 | 台 | |
| 62 | 07 | 41 | | | | 组合工艺装备 | 台 | |
| 62 | 07 | 41 | 01 | 00 | 00 | 组合夹头 | 台 | |
| 62 | 07 | 41 | 03 | | | 组合夹具 | 台 | |
| 62 | 07 | 41 | 03 | 11 | 00 | 槽系列组合夹具 | 台 | |
| 62 | 07 | 41 | 03 | 13 | 00 | 孔系列组合夹具 | 台 | |
| 62 | 07 | 41 | 05 | | | 组合冲模 | 台 | |
| 62 | 07 | 41 | 05 | 11 | 00 | 槽系列组合冲模元件 | 台 | |
| 62 | 07 | 41 | 05 | 13 | 00 | 孔系列组合冲模元件 | 台 | |
| 62 | 07 | 41 | 05 | 15 | 00 | 弓形架组合冲压单元 | 台 | |
| 62 | 07 | 41 | 99 | 00 | 00 | 其他组合工艺装备 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | | | | 其他机床附件 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 01 | | | 车床中心架、跟刀架 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 01 | 11 | 00 | 中心架 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 01 | 13 | 00 | 跟刀架 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 03 | | | 动力卡盘用缸 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 03 | 11 | 00 | 双活塞回转气缸 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 03 | 13 | 00 | 双活塞通孔回转气缸 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 03 | 15 | 00 | 回转油缸 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 03 | 17 | 00 | 通孔回转油缸 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 03 | 19 | 00 | 高速回转油缸 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 03 | 21 | 00 | 通孔高速回转油缸 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 03 | 23 | 00 | 通孔固定气缸 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 03 | 25 | 00 | 通孔固定油缸 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 05 | | | 机床卡具 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 05 | 11 | 00 | 立式轻型机床卡具 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 05 | 13 | 00 | 立式机床卡具 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 05 | 15 | 00 | 立式重型机床卡具 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 05 | 17 | 00 | 卧式机床卡具 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 07 | | | 动力卡盘用阀 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 07 | 11 | 00 | 操纵阀 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 07 | 13 | 00 | 可调操纵阀 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 09 | | | 砂轮修整器 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 09 | 11 | 00 | 立式万能砂轮修整器 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 09 | 13 | 00 | 卧式万能砂轮修整器 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 09 | 15 | 00 | 仿形砂轮修整器 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 09 | 17 | 00 | 圆弧砂轮修整器 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 09 | 19 | 00 | 角度砂轮修整器 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 11 | 00 | 00 | 模块工具系统 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 15 | | | 过滤机 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 15 | 11 | 00 | 重力式纸带过滤机 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 07 | 99 | 15 | 13 | 00 | 磁滚式纸带过滤机 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 15 | 15 | 00 | 离心式过滤机 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 15 | 17 | 00 | 涡旋式过滤机 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 19 | | | 排屑装置 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 19 | 11 | 00 | 螺旋式排屑装置 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 19 | 13 | 00 | 刮板式排屑装置 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 19 | 15 | 00 | 平板链式排屑装置 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 19 | 17 | 00 | 磁性排屑装置 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 21 | | | 防护装置 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 21 | 11 | 00 | 机床导轨防护罩 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 21 | 13 | 00 | 导管防护罩 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 21 | 15 | 00 | 机床导轨刮屑板 | 台 | |
| 62 | 07 | 99 | 21 | 17 | 00 | 螺旋钢带式丝杠保护套 | 台 | |
| 62 | 09 | | | | | 机械手 | 台 | |
| 62 | 09 | 10 | 00 | 00 | 00 | 气动机械手 | 台 | |
| 62 | 09 | 13 | 00 | 00 | 00 | 液压机械手 | 台 | |
| 62 | 09 | 16 | 00 | 00 | 00 | 电动机械手 | 台 | |
| 62 | 09 | 99 | 00 | 00 | 00 | 其他机械手 | 台 | |
| 62 | 11 | | | | | 工业机器人 | 台 | |
| *62 | 11 | 02 | 00 | 00 | 00 | 数控工业机器人 | 台 | |
| 62 | 11 | 10 | | | | 焊接机器人 | 台 | |
| 62 | 11 | 10 | 01 | 00 | 00 | 点焊机器人 | 台 | |
| 62 | 11 | 10 | 03 | 00 | 00 | 弧焊机器人 | 台 | |
| 62 | 11 | 13 | 00 | 00 | 00 | 冲压机器人 | 台 | |
| 62 | 11 | 16 | 00 | 00 | 00 | 铸锻机器人 | 台 | |
| 62 | 11 | 19 | | | | 喷涂机器人 | 台 | |
| 62 | 11 | 19 | 01 | 00 | 00 | 漆胶机器人 | 台 | |
| 62 | 11 | 19 | 03 | 00 | 00 | 喷漆机器人 | 台 | |
| 62 | 11 | 19 | 99 | 00 | 00 | 其他喷涂机器人 | 台 | |
| 62 | 11 | 21 | 00 | 00 | 00 | 搬运机器人 | 台 | |
| 62 | 11 | 23 | 00 | 00 | 00 | 装配机器人 | 台 | |
| 62 | 11 | 25 | 00 | 00 | 00 | 多用途机器人 | 台 | |
| 62 | 11 | 27 | | | | 特种用途机器人 | 台 | |
| 62 | 11 | 27 | 01 | 00 | 00 | 军用防爆机器人 | 台 | |
| 62 | 11 | 27 | 03 | 00 | 00 | 水下机器人 | 台 | |
| 62 | 11 | 27 | 05 | 00 | 00 | 核电站机器人 | 台 | |
| 62 | 11 | 27 | 99 | 00 | 00 | 其他特种用途机器人 | 台 | |
| 62 | 11 | 99 | 00 | 00 | 00 | 其他工业机器人 | 台 | |
| 62 | 13 | | | | | 金属切割和焊接设备 | 台 | |
| 62 | 13 | 10 | | | | 金属切割设备 | 台 | 包括采用电子计算机控制的气割设备 |
| 62 | 13 | 10 | 01 | 00 | 00 | 数控气割设备 | 台 | |
| 62 | 13 | 10 | 05 | 00 | 00 | 光电跟踪切割设备 | 台 | |
| 62 | 13 | 10 | 09 | 00 | 00 | 普通气割设备 | 台 | |
| 62 | 13 | 10 | 99 | 00 | 00 | 其他金属切割设备 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | | | | 金属焊接设备 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 01 | | | 弧焊发电机 | 台 | 又称交流电焊机 |
| 62 | 13 | 13 | 01 | 01 | 00 | 电动机驱动弧焊发电机 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 13 | 13 | 01 | 03 | 00 | 单纯弧焊发电机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 01 | 05 | 00 | 汽油机驱动弧焊发电机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 01 | 07 | 00 | 柴油机驱动弧焊发电机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 01 | 09 | 00 | 拖拉机驱载直流弧焊机组 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 01 | 11 | 00 | 汽车驱动弧焊发电机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 01 | 21 | 00 | 平特性弧焊发电机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 01 | 31 | 00 | 多特性弧焊发电机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 05 | | | 弧焊整流器 | 台 | 又称直流电焊机 |
| 62 | 13 | 13 | 05 | 01 | 00 | 磁放大器式弧焊整流器 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 05 | 03 | 00 | 动铁芯式弧焊整流器 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 05 | 05 | 00 | 动线圈式弧焊整流器 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 05 | 07 | 00 | 晶闸管式弧焊整流器 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 05 | 09 | 00 | 变换抽头式弧焊整流器 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 05 | 11 | 00 | 变频式弧焊整流器 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 05 | 13 | 00 | 平特性弧焊整流器 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 05 | 15 | 00 | 多特性弧焊整流器 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 09 | | | 弧焊变压器 | 台 | 又称交流弧焊机 |
| 62 | 13 | 13 | 09 | 01 | 00 | 磁放大器式弧焊变压器 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 09 | 03 | 00 | 动铁芯式弧焊变压器 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 09 | 05 | 00 | 串联电抗器式弧焊变压器 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 09 | 07 | 00 | 动圈式弧焊变压器 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 09 | 09 | 00 | 抽头式弧焊变压器 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 09 | 11 | 00 | 平特性弧焊变压器 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 13 | | | 埋弧焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 13 | 01 | 00 | 自动埋弧焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 13 | 03 | 00 | 半自动埋弧焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 13 | 05 | 00 | 埋弧堆焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 15 | | | TIG 焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 15 | 01 | 00 | 自动 TIG 焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 15 | 03 | 00 | 手动 TIG 焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 15 | 05 | 00 | 点焊 TIG 焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 17 | | | MIG/MAG 焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 17 | 01 | 00 | 自动氩气及混合气体保护焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 17 | 03 | 00 | 自动二氧化碳保护焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 17 | 07 | 00 | 半自动二氧化碳保护焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 17 | 09 | 00 | MIG/MAG 堆焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 17 | 11 | 00 | MIG/MAG 点焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 21 | | | 电渣焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 21 | 01 | 00 | 丝极电渣焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 21 | 03 | 00 | 板极电渣焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 21 | 05 | 00 | 多用极电渣焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 21 | 07 | 00 | 熔极电渣焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 23 | | | 点焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 23 | 01 | 00 | 工频点焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 23 | 03 | 00 | 电容储能点焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 23 | 05 | 00 | 次级整流点焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 23 | 07 | 00 | 直流冲击波点焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 23 | 09 | 00 | 低频点焊机 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 13 | 13 | 23 | 11 | 00 | 变频式点焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 25 | | | 凸焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 25 | 01 | 00 | 工频凸焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 25 | 03 | 00 | 电容储能凸焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 25 | 05 | 00 | 三相次级整流凸焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 25 | 07 | 00 | 直流冲击波凸焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 25 | 09 | 00 | 低频凸焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 25 | 11 | 00 | 变频式凸焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 27 | | | 缝焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 27 | 01 | 00 | 工频缝焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 27 | 03 | 00 | 电容储能整流缝焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 27 | 05 | 00 | 三相次级整流缝焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 29 | | | 对焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 29 | 01 | 00 | 工频对焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 29 | 03 | 00 | 电容储能对焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 29 | 05 | 00 | 直流冲击波对焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 29 | 07 | 00 | 次级整流对焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 29 | 09 | 00 | 低频对焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 29 | 11 | 00 | 变频式对焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 31 | | | 等离子弧焊机及切割机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 31 | 01 | 00 | 等离子弧切割机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 31 | 03 | 00 | 等离子弧焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 31 | 05 | 00 | 等离子弧堆焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 33 | | | 超声波焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 33 | 01 | 00 | 超声波点焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 33 | 03 | 00 | 超声波缝焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 35 | | | 电子束焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 35 | 01 | 00 | 高真空电子束焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 35 | 03 | 00 | 低真空电子束焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 35 | 05 | 00 | 局部真空电子束焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 35 | 07 | 00 | 真空外电子束焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 37 | | | 光束焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 37 | 01 | 00 | 光束焊机（普通） | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 37 | 03 | 00 | 固体激光焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 37 | 05 | 00 | 气体激光焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 37 | 07 | 00 | 液体激光焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 39 | 00 | 00 | 冷压焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 41 | | | 摩擦焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 41 | 01 | 00 | 旋转式摩擦焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 41 | 03 | 00 | 惯性式摩擦焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 41 | 05 | 00 | 振动式摩擦焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 43 | | | 钎焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 43 | 01 | 00 | 电阻钎焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 43 | 03 | 00 | 真空钎焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 45 | | | 高频焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 45 | 01 | 00 | 接触加热高频焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 45 | 03 | 00 | 感应加热高频焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 47 | | | 螺柱焊机 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 13 | 13 | 47 | 01 | 00 | 手工螺柱焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 47 | 03 | 00 | 自动螺柱焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 49 | | | 碳弧气刨机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 49 | 01 | 00 | 手动碳弧气刨机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 49 | 03 | 00 | 自动碳弧气刨机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 51 | | | 电渣压焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 51 | 01 | 00 | 手动电渣压焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 51 | 03 | 00 | 自动电渣压焊机 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 61 | | | 控制器 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 61 | 01 | 00 | 点焊控制器 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 61 | 03 | 00 | 缝焊控制器 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 61 | 05 | 00 | 凸焊控制器 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 61 | 07 | 00 | 对焊控制器. | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 65 | 00 | 00 | 电焊机附件 | 台 | |
| 62 | 13 | 13 | 99 | 00 | 00 | 其他金属焊接设备 | 台 | |
| 62 | 13 | 99 | 00 | 00 | 00 | 其他金属切割和焊接设备 | 台 | |
| 62 | 15 | | | | | 热处理设备 | 台 | 热处理用炉入7905类 |
| 62 | 15 | 10 | | | | 感应热处理机床 | 台 | |
| 62 | 15 | 10 | 01 | 00 | 00 | 通用淬火机床 | 台 | |
| 62 | 15 | 10 | 03 | 00 | 00 | 曲轴淬火机床 | 台 | |
| 62 | 15 | 10 | 05 | 00 | 00 | 针杆淬火机床 | 台 | |
| 62 | 15 | 10 | 07 | 00 | 00 | 螺钉头淬火机床 | 台 | |
| 62 | 15 | 10 | 09 | 00 | 00 | 摇臂淬火机床 | 台 | |
| 62 | 15 | 10 | 11 | 00 | 00 | 齿轮整体淬火机床 | 台 | |
| 62 | 15 | 10 | 13 | 00 | 00 | 齿轮逐齿淬火机床 | 台 | |
| 62 | 15 | 10 | 99 | 00 | 00 | 其他感应热处理机床 | 台 | |
| 62 | 15 | 99 | 00 | 00 | 00 | 其他热处理设备 | 台 | |
| 62 | 17 | | | | | 特种加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 10 | | | | 电火花加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 10 | 01 | 00 | 00 | 共轭回转式电火花加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 10 | 03 | 00 | 00 | 电弧去折断工具机 | 台 | |
| 62 | 17 | 10 | 05 | 00 | 00 | 阳极机械切割机 | 台 | |
| 62 | 17 | 10 | 07 | 00 | 00 | 电火花表面强化机 | 台 | |
| 62 | 17 | 10 | 09 | 00 | 00 | 电火花小孔磨床 | 台 | |
| 62 | 17 | 10 | 11 | 00 | 00 | 电火花内圆磨床 | 台 | |
| 62 | 17 | 10 | 13 | 00 | 00 | 电火花工具磨床 | 台 | |
| 62 | 17 | 10 | 15 | 00 | 00 | 电火花穿孔机 | 台 | |
| 62 | 17 | 10 | 17 | 00 | 00 | 电火花成形机 | 台 | |
| 62 | 17 | 10 | 19 | 00 | 00 | 卧式电火花成形机 | 台 | |
| 62 | 17 | 10 | 21 | 00 | 00 | 单向走丝电火花线切割机 | 台 | 又称低速走丝电火花线切割机 |
| 62 | 17 | 10 | 23 | 00 | 00 | 往复走丝电火花线切割机 | 台 | 又称高速走丝电火花线切割机 |
| 62 | 17 | 10 | 25 | 00 | 00 | 电火花齿轮跑合机 | 台 | |
| 62 | 17 | 10 | 27 | 00 | 00 | 外圆电熔爆机 | 台 | |
| 62 | 17 | 10 | 99 | 00 | 00 | 其他电火花加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 13 | | | | 电解加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 13 | 01 | 00 | 00 | 电解抛光机 | 台 | |
| 62 | 17 | 13 | 03 | 00 | 00 | 电解穿孔机 | 台 | |
| 62 | 17 | 13 | 05 | 00 | 00 | 立式电解成形机 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 17 | 13 | 07 | 00 | 00 | 卧式电解成形机 | 台 | |
| 62 | 17 | 13 | 09 | 00 | 00 | 叶片电解成形机 | 台 | |
| 62 | 17 | 13 | 11 | 00 | 00 | 电解去毛刺机 | 台 | |
| 62 | 17 | 13 | 13 | 00 | 00 | 电解平面刻印机 | 台 | |
| 62 | 17 | 13 | 15 | 00 | 00 | 电解柱面刻印机 | 台 | |
| 62 | 17 | 13 | 99 | 00 | 00 | 其他电解加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 16 | | | | 超声波加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 16 | 01 | 00 | 00 | 超声抛光机 | 台 | |
| 62 | 17 | 16 | 03 | 00 | 00 | 超声研磨机 | 台 | |
| 62 | 17 | 16 | 05 | 00 | 00 | 超声穿孔机 | 台 | |
| 62 | 17 | 16 | 99 | 00 | 00 | 其他超声波加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 19 | | | | 高能束加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 19 | 01 | 00 | 00 | 离子束加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 19 | 03 | 00 | 00 | 电子束加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 19 | 05 | 00 | 00 | 激光穿孔机 | 台 | |
| 62 | 17 | 19 | 07 | 00 | 00 | 激光刻印机 | 台 | |
| 62 | 17 | 19 | 09 | 00 | 00 | 激光切割机 | 台 | |
| 62 | 17 | 19 | 99 | 00 | 00 | 其他高能束加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 22 | | | | 等离子弧加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 22 | 01 | 00 | 00 | 等离子弧穿孔机 | 台 | |
| 62 | 17 | 22 | 03 | 00 | 00 | 等离子弧切割机 | 台 | |
| 62 | 17 | 22 | 99 | 00 | 00 | 其他等离子弧加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 25 | | | | 磁脉冲加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 25 | 01 | 00 | 00 | 磁脉冲穿孔机 | 台 | |
| 62 | 17 | 25 | 03 | 00 | 00 | 磁脉冲成形机 | 台 | |
| 62 | 17 | 25 | 05 | 00 | 00 | 磁脉冲冲裁机 | 台 | |
| 62 | 17 | 28 | | | | 磁磨料加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 28 | 01 | 00 | 00 | 磁磨料磨床 | 台 | |
| 62 | 17 | 28 | 03 | 00 | 00 | 磁磨料珩磨机 | 台 | |
| 62 | 17 | 28 | 05 | 00 | 00 | 磁磨料抛光机 | 台 | |
| 62 | 17 | 28 | 07 | 00 | 00 | 磁磨料去毛刺机 | 台 | |
| 62 | 17 | 28 | 99 | 00 | 00 | 其他磁磨料加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 31 | | | | 射流加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 31 | 01 | 00 | 00 | 水射流加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 31 | 03 | 00 | 00 | 磨料喷射加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 31 | 99 | 00 | 00 | 其他射流加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 34 | | | | 复合加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 34 | 01 | 00 | 00 | 电解外圆磨床 | 台 | |
| 62 | 17 | 34 | 03 | 00 | 00 | 电解车刀刃磨床 | 台 | |
| 62 | 17 | 34 | 05 | 00 | 00 | 电解工具磨床 | 台 | |
| 62 | 17 | 34 | 07 | 00 | 00 | 电解立轴矩台平面磨床 | 台 | |
| 62 | 17 | 34 | 09 | 00 | 00 | 电解立轴圆台平面磨床 | 台 | |
| 62 | 17 | 34 | 11 | 00 | 00 | 复合电解珩磨机 | 台 | |
| 62 | 17 | 34 | 13 | 00 | 00 | 复合电解超精加工机 | 台 | |
| 62 | 17 | 34 | 15 | 00 | 00 | 放电电解加工机 | 台 | |
| 62 | 17 | 34 | 17 | 00 | 00 | 超声电解加工机 | 台 | |
| 62 | 17 | 34 | 19 | 00 | 00 | 电解研磨复合抛光机 | 台 | |
| 62 | 17 | 34 | 21 | 00 | 00 | 电解放电加工机 | 台 | |

（续）

| 代码 | | | | | | 产品（商品、物资）名称 | 计算单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 17 | 34 | 23 | 00 | 00 | 超声放电加工机 | 台 | |
| 62 | 17 | 34 | 25 | 00 | 00 | 复合切削加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 34 | 99 | 00 | 00 | 其他复合加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 99 | | | | 其他特种加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 99 | 01 | 00 | 00 | 光刻机 | 台 | |
| 62 | 17 | 99 | 03 | 00 | 00 | 磨料流加工机床 | 台 | |
| 62 | 17 | 99 | 05 | 00 | 00 | 化学刻蚀机 | 台 | |
| 62 | 17 | 99 | 07 | 00 | 00 | 电铸成形机 | 台 | |
| 62 | 17 | 99 | 09 | 00 | 00 | 砂线切割机 | 台 | |
| 62 | 17 | 99 | 11 | 00 | 00 | 电刷镀加工机 | 台 | |
| 62 | 17 | 99 | 13 | 00 | 00 | 电液压清砂机 | 台 | |
| 62 | 17 | 99 | 15 | 00 | 00 | 电液压破碎机 | 台 | |
| 62 | 17 | 99 | 17 | 00 | 00 | 电液压冲压机 | 台 | |
| 62 | 17 | 99 | 19 | 00 | 00 | 喷丸抛光机 | 台 | |
| 62 | 17 | 99 | 21 | 00 | 00 | 电化学抛光机 | 台 | |
| 62 | 99 | | | | | 其他金属加工机械 | 台 | |
| 62 | 99 | 12 | 00 | 00 | 00 | 砂轮机 | 台 | |
| 62 | 99 | 99 | 00 | 00 | 00 | 其他类未包括的金属加工机械 | 台 | |

# 第2章　产品分类与代码的说明

## 1　分类原则

机械产品分类与代码标准的分类对象是我国目前生产的机械产品，不包括进口产品。分类以产品的基本属性为依据，适当兼顾部门管理的需要。分类以满足现代化管理的需要为目标，适当照顾当前的管理水平。

## 2　分类方法

机械产品分类与代码标准采用线分类法。

线分类法也称层级分类法。它是将初始的分类对象按所选定的若干属性或特征（作为分类的划分基础）逐层地分成若干个类目，并排列成一个有层次的、逐级展开的分类体系。在这个分类体系中，同位类类目之间存在着并列关系，下位类与上位类类目之间存在着隶属关系，同位类类目不重复、不交叉。

在线分类中，由某一个上位类划分出的下位类类目的总范围应与该上位类类目的范围相等。当某一个上位类类目划分成若干个下位类时，应依照统一的划分准则。同位类类目之间不得交叉和重复，每个类目只能对应一个上位类。分类要依次进行，不应有空层。

线分类法的优点是层次好，能较好地反映类目之间的逻辑关系；使用方便，既符合手工处理信息的传统习惯，又便于电子计算机处理信息。

## 3　主分类区与开列区

在机械产品分类与代码标准中，设有两个分类区——主分类区和开列区。

主分类区包括了所有产品，每种产品在主分类区中都唯一地对应有一个代码。在主分类区中不同的产品类目之间除了上位类对它的下位类有包容关系外，不存在任何其他的交叉（重合）关系。对主分类区进行汇总时，不会发生缺少或重复统计某些产品的问题。

开列区是辅助分类区。这个分类区是为了满足某些不同于主分类区的特殊分类要求而设的。在开列区中可以对产品进行不同的分类。由于开列区的类目之间没有严格的逻辑关系，因此一般不能进行汇总。由于存在交叉关系，开列区也不能与主分类区同时进行汇总，以免发生重复。

开列区的标志是产品类目的第三层代码（第五位和第六位）为“01”～“09”，并在代码的最前面标有

*号。

## 4　编码方法

机械产品分类与代码标准采用层次代码结构。

层次码是按分类对象的从属、层次关系来排列顺序的一种代码。对产品来讲，这个排列顺序可以按工艺、结构、用途等属性来排列。编码时，将代码分成若干层级，并与分类对象的层级相对应，代码自左至右表示的层级由高至低，每个层级的代码可采用顺序码(由顺序排列的自然数构成)。

层次码的优点是能够明确地表明分类对象的类别，有严格的隶属关系，代码结构简单，容量大，便于计算机汇总。

机械产品分类与代码标准所采用的层次代码共有六层，每层均以两位阿拉伯数字表示。每层的代码一般从“01”开始，按升序排列，最多编至“99”。第三层“01”～“09”的代码供开列区使用，主分类区中类目的第三层代码一般从“10”开始。各层中数字为“99”的代码均表示收容类目。当第一、二、三、四、五层的类目不再细分时，在它们的代码后面补“0”，直至第十二位代码。各层均留有适当空码，以备增加或调整类目用。

## 5　与相关标准的关系

机械产品分类与代码标准在按产品的基本属性进行分类的前提下，兼顾部门管理需要，尽可能与现行的产品分类标准、产品型号编制方法标准、产品参数系列标准以及有关的名词术语标准协调一致。

本标准对GB7635—87中某些不合理的地方作了修改，并经国家技术监督局认可。凡与GB7635—87不一致的地方，均应以本标准为准(GB7635—87将在适当的时候进行修订)。

# 第3章　标准使用说明

## 1　在不同信息管理层次上的应用

机械产品分类与代码标准中的内容可根据不同管理层次的要求灵活使用。

在较高的信息管理层次上，一般不需要用到较低层次的类目。在这种情况下，可将较低层次的代码省略。例如：若只需要前三层的类目，可只用前三层代码，将后三层代码省略。

在某些业务范围内，所涉及到的产品都属于同一个较高层次的类目，这些产品代码的前几位都是相同的。在这种情况下，可将这几位代码改为简略的形式或完全省略。例如某单位所管理的产品都是水轮机，所有水轮机产品代码的前四位都是“6111”，这时可将“6111”省略。如果除了水轮机以外还有水轮机辅机，则可将代表水轮机的“6111”改为“1”，而将代表水轮机辅机的“6115”改为“2”。

对代码进行省略可减少码位，有利于加快信息处理的速度，提高资源的利用率。当需要与其他系统进行信息交换时，应根据需要将省略的码位改回标准形式。

在某些场合下，需要对已有的类目再进一步细化，这时可增加分类层级并将码位延长到所需的位数。

总之，在实际使用中可以根据本系统的要求对产品代码进行省略或延长等处理，而在与其他系统进行信息交换时，则必须将代码恢复为约定的标准形式。

## 2　与其他代码的复合使用

在综合性信息系统中除了产品信息，往往还要涉及到许多其它的信息。如企业、地区、工艺、质量等等。在必要时，可将产品代码与其他信息的代码复合在一起使用。例如将企业代码与产品代码连接起来，就可以代表由某个厂家生产的某种产品。

## 3　代码的查找方法

机械产品分类与代码中的类目繁多，不掌握正确的方法就往往查不到所需的代码。在查找产品代码时，首先要判定该产品所在的第一层类目。找到这个类目后，要注意说明栏内的注释，确认所要查找的产品是否属于此类。确定第一层类目后，再逐层确定下一层的类目，直至查到所需的产品类目和代码为止。例如，查找热处理用炉的代码，可先假定是属于金属加工机械。查到金属加工机械类后，再假定是属于其中的热处理设备类。查到热处理设备类后，由说明栏可知热处理用炉列入7905类(工业用电炉)。7905类是《电气机械及电工器材产品分类与代码》中的内容，在7905类中继续查找即可得到热处理用炉的代码。

### 4　产品类目及代码的增补和修改

随着生产的发展，新产品不断出现，在产品分类与代码标准中也要不断地增补新的产品类目。另外，标准本身不合理的地方在使用过程中也会逐渐暴露出来，需要加以修正。为了做好这项工作，要求使用部门把需要增补和修改的内容上报给有关业务主管部门备案，有关业务主管部门根据情况逐级上报，最终汇集到国家技术监督局，由贯彻 GB7635 领导小组在适当的时候组织有关部门对产品分类标准统一进行修订。为满足信息处理工作的实际需要，在标准修订之前，允许使用自行增补的内容。但在标准修订以后，应以标准中增补的有关内容为准。

### 5　开列区的使用

为了满足不同业务部门在信息处理中的不同分类要求，机械产品分类与代码标准中设立了一些开列区。使用者还可以根据实际需要设立自己的开列区。在进行信息交换时应注意，参与信息交换的各部门对开列区的内容应有统一的约定，以免发生混乱。

# 第 4 章　国外标准简介

### 1　前苏联工农业产品分类目录

前苏联工农业产品分类目录是由“前苏联工农业产品高位分类集”和“内部品名集”两部分组成。它的产品代码为十位数字。前六位数字为高位分类集代码，后四位数字为内部品名集代码。

前苏联在 60 年代初期，由官方机构——国家计委和国家标准委员会委托前苏联技术情报、分类和编码科学研究院负责组织了 48 个部门的专家学者 1000 余人，化了 10 年左右的时间，于 1971 年出版了第一版“全苏工农业产品高位分类集”（ВКПОКП）。以后又用了 5 年时间修订扩充为 1976 年的版本。

前苏联工农业产品高位分类集采用线分类法、层次代码结构。它将产品分为 63 个大类，代码为六位数字。前两位数字代表大类，第三位数字代表小类，第四位数字代表大组，第五位数字代表小组，第六位数字代表品名。

内部品名集的内容为各部门范围内的具体产品品种，代码为四位数字。

### 2　美国国家物资编码

美国军方为了获取、验证、记录后勤情报信息并向管理部门提供这些信息，从 1952 年开始，正式建立联邦编目系统。该系统的建立为加强物资的科学管理，提高供应工作效率铺平了道路，成效显著。除在美国应用外，从 1957 年开始已陆续为北约和其它一些国家所采用。“美国国家物资编码”（NSN）是该系统的一个组成部分。

NSN 为十三位数字。前四位为联邦物资分类码，后九位为国家物品识别码。

联邦物资分类（FSC）规定了物品的分类与联邦物资分类码，它将物品分为 78 个大类，78 个大类又分为 617 个小类。分类代码为四位数字。前两位数字代表大类，后两位数字代表小类。

国家物品识别码为九位数字。前两位数字为国家编码局代码，它代表不同的国家。国家编码局代码由北约编目领导小组指定。后七位数字为物品识别代码，由各国的编码局自行编定。

### 3　美国制造业产品数字编码

“美国制造业产品数字编码”是美国商业部统计局于 1977 年编制的一部有关制造业的产品分类编码集。它汇编了美国各制造业厂商的主要产品、并赋予七位数字编码。

美国制造业产品数字编码分为五层：行业大类、行业中类、行业小类、产品类和产品。代码为七位数字，用第一、二、三、四、五位数字分别代表行业大类、行业中类、行业小类和产品类，用第六、七位数字代表产品。该编码系统将所有制造业产品分为 20 个行业大类、若干个行业中类、452 个行业小类、1336 个产品类和大约 6500 种产品。

### 4　联合国国际贸易标准分类

联合国秘书处于 1950 年在各国政府、专家和顾问的合作下，起草了“联合国国际贸易标准分类”（SITC）。它的问世使世界贸易交往有更多的共同语言，所以自 1950 年以后，不少国际机构和政府的贸易统计报告或贸易货品资料都按照最初的 SITC 或按照

与最初的SITC相关的分类法编制。第一次修订的SITC于1960年问世，1969年至1974年又进行了第二次修订。

SITC按区（Sections）、段（Division）、类（Group）、组（Subgroup）和条目（Item）分为五层。代码采用五位数字，区、段、类、组、条目分别用第一、二、三、四、五位数字表示。SICT把全部国际贸易货品分为10个区、63个段、233个类、786个组和1924个条目。

# 第3篇　公差与配合


**主　编**　赵卓贤

**编写人**　赵卓贤（第1章）
程德云（第2章）
李　柱（第2章）
陈达秀（第3章）

**审稿人**　汪　恺

# 第1章　（圆柱）公差与配合

本章主要介绍公差与配合标准及其选用。涉及的标准有公差与配合（GB1800～1803—79、GB/T1804—92）、过盈配合的计算和选用（GB5371—85）、以及配制配合（JB/Z144—79），相应的国际标准主要有ISO极限与配合制第一、二部分（ISO286—1：1988、ISO286—2：1988）、德国标准　过盈配合的计算和选用（DIN7190—1981）。我国原有的公差与配合标准（GB159～174—59）除在一些老产品中仍保留应用外，一切新产品中均不再应用，为此，本章对59年的老标准，只提供一个公差带代号对照简表。

## 1　公差与配合标准的主要内容（GB1800～1803—79、GB/T1804—92）

### 1.1　术语及定义

#### 1.1.1　标准的主要内容

标准中规定了29条术语及定义，见表3.1-1。

**表3.1-1　术语及定义**

| 序号 | 术　语 | 定　　义 |
|---|---|---|
| 1 | 尺　寸 | 用特定单位表示长度值的数字 |
| 2 | 孔 | 主要指圆柱形的内表面，也包括其他内表面中由单一尺寸确定的部分 |
| 3 | 轴 | 主要指圆柱形的外表面，也包括其他外表面中由单一尺寸确定的部分 |
| 4 | 基本尺寸 | 设计给定的尺寸 |
| 5 | 实际尺寸 | 通过测量所得的尺寸<br>由于存在测量误差，所以实际尺寸并非尺寸的真值 |
| 6 | 极限尺寸 | 允许尺寸变化的两个界限值，它以基本尺寸为基数来确定<br>两个界限值中较大的一个称为最大极限尺寸<br>两个界限值中较小的一个称为最小极限尺寸 |

（续）

| 序号 | 术　语 | 定　　义 |
|---|---|---|
| 7 | 尺寸偏差（简称偏差） | 某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差<br>最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为上偏差。孔的上偏差用ES代号，轴的上偏差用es代号表示<br>最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为下偏差。孔的下偏差用EI代号，轴的下偏差用ei代号表示<br>上偏差与下偏差统称为极限偏差<br>实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为实际偏差<br>偏差可以为正、负或零值 |
| 8 | 尺寸公差（简称公差） | 允许尺寸的变动量<br>公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之代数差的绝对值，也等于上偏差与下偏差之代数差的绝对值 |
| 9 | 零　线 | 在公差与配合图解（简称公差带图）中，确定偏差的一条基准直线，即零偏差线。通常，零线表示基本尺寸 |
| 10 | 尺寸公差带（简称公差带） | 在公差带图中，由代表上、下偏差的两条直线所限定的一个区域 |
| 11 | 标准公差 | 本标准表列的，用以确定公差带大小的任一公差 |
| 12 | 公差单位 | 计算标准公差的基本单位，它是基本尺寸的函数 |
| 13 | 公差等级 | 确定尺寸精确程度的等级<br>属于同一公差等级的公差，对所有基本尺寸，虽数值不同，但被认为具有同等的精确程度 |
| 14 | 基本偏差 | 本标准表列的，用以确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差，一般为靠近零线的那个偏差 |

（续）

| 序号 | 术　语 | 定　　义 |
|---|---|---|
| 15 | 配　合 | 基本尺寸相同的，相互结合的孔和轴公差带之间的关系 |
| 16 | 间隙或过盈 | 孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸所得的代数差。此差值为正时是间隙；为负时是过盈 |
| 17 | 间隙配合 | 具有间隙（包括最小间隙等于零）的配合。此时，孔的公差带在轴的公差带之上 |
| 18 | 过盈配合 | 具有过盈（包括最小过盈等于零）的配合。此时，孔的公差带在轴的公差带之下 |
| 19 | 过渡配合 | 可能具有间隙或过盈的配合。此时，孔的公差带与轴的公差带相互交叠 |
| 20 | 最小间隙 | 对间隙配合，孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸所得的代数差 |
| 21 | 最大间隙 | 对间隙配合或过渡配合，孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸所得的代数差。 |
| 22 | 最小过盈 | 对过盈配合，孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸所得的代数差 |
| 23 | 最大过盈 | 对过盈配合或过渡配合，孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸所得的代数差 |
| 24 | 配合公差 | 允许间隙或过盈的变动量<br>配合公差对间隙配合，等于最大间隙与最小间隙之代数差的绝对值；对过盈配合，等于最小过盈与最大过盈之代数差的绝对值；对过渡配合，等于最大间隙与最大过盈之代数差的绝对值<br>配合公差又等于相互配合的孔公差与轴公差之和 |
| 25 | 基孔制 | 基本偏差为一定的孔的公差带，与不同基本偏差的轴的公差带形成各种配合的一种制度<br>基孔制的孔为基准孔，本标准规定的基准孔，其下偏差为零 |

（续）

| 序号 | 术　语 | 定　　义 |
|---|---|---|
| 26 | 基轴制 | 基本偏差为一定的轴的公差带，与不同基本偏差的孔的公差带形成各种配合的一种制度<br>基轴制的轴为基准轴，本标准规定的基准轴，其上偏差为零 |
| 27 | 最大实体状态（简称 MMC）和最大实体尺寸 | 孔或轴具有允许的材料量为最多时的状态（MMC）<br>在此状态下的极限尺寸，称为最大实体尺寸，它是孔的最小极限尺寸和轴的最大极限尺寸的统称 |
| 28 | 最小实体状态（简称 LMC）和最小实体尺寸 | 孔或轴具有允许的材料量为最少时的状态（LMC）<br>在此状态下的极限尺寸，称为最小实体尺寸，它是孔的最大极限尺寸和轴的最小极限尺寸的统称 |
| 29 | 孔或轴的作用尺寸 | 在配合面的全长上，与实际孔内接的最大理想轴的尺寸，称为孔的作用尺寸；与实际轴外接的最小理想孔的尺寸，称为轴的作用尺寸 |

### 1.1.2　有关术语定义的说明

表 3.1-1 中所列术语，大部分可直接通过其定义进行理解，所以此处不再一一解释。现仅将孔、轴、偏差、公差、配合、间隙、过盈等几个术语进一步说明如下：

（1）孔、轴

由孔、轴的定义可见，它们不仅指圆柱形的内表面或外表面，还包括其他内表面或外表面中（意指具有内表面或外表面性质的）由单一尺寸确定的部分。例如图 3.1-1 中右面各个尺寸确定的部分均为孔，左面各个尺寸确定的部分均为轴。

所谓内表面性质，是指其具有包容性，且零件材料由此表面不再内延或不连续内延。所谓外表面性质，是指其具有被包容性，且零件材料由此表面不再外延或不连续外延。在机械零件结构中，除了一些由单一尺寸（直径）确定的圆柱形内表面或外表面之外，还有一些由单一尺寸确定的非圆柱形的内表面或外表面，如由键槽宽度确定的键槽两个侧面的这一部分为内表面；由键宽确定的键的两个侧面的这一部分为外表面。之

所以把孔、轴的定义这样扩大，主要为的是便于确定零件各个单一尺寸的公差带，即孔的用孔公差带；轴的用轴公差带。

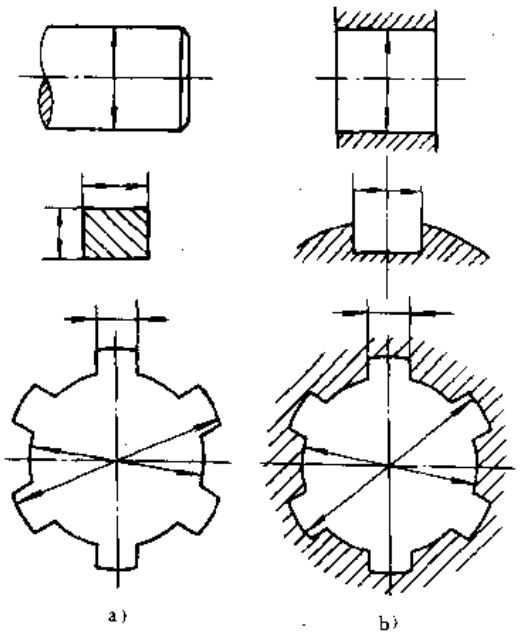



**图 3.1-1**　孔与轴

a）轴　b）孔

（2）偏差、公差

由表 3.1-1 可见，尺寸偏差是某一尺寸（最大极限尺寸、最小极限尺寸或实际尺寸）为被减数，基本尺寸为减数，两者相减所得的代数差。按照数学定义：$a$、$b$ 两个数无论其正、负如何，$a-b$ 即称之为 $a$ 与 $b$ 的代数差；而算术差为大小两个数，大数减去小数之余。无论最大极限尺寸、最小极限尺寸还是实际尺寸，它们都为正数，但它们可能比基本尺寸大、可能比基本尺寸小、也可能与基本尺寸相同，为此，它们减其基本尺寸所得之差为代数差。此外，还应注意尺寸偏差与尺寸误差的不同，前者均对基本尺寸而言，后者则是指同种零件某一尺寸的变动量，它与基本尺寸无关。

尺寸公差是一个绝对值。如图 3.1-2 所示，无论基本尺寸为 50mm 的各极限偏差均为正、均为负、一正一负、一正一零或一零一负，其尺寸公差均为 0.02mm 这样一段距离。而且无论最大极限尺寸减最小极限尺寸、最小极限尺寸减最大极限尺寸，或上偏差减下偏差、下偏差减上偏差，不管它们的代数差为正或为负，因为都是取其绝对值，所以公差都是一样的。按照数学定义：不管数的符号为正或为负，数的绝对值是只讲其大小。据此，不应把公差作为正值，不能在公差数值之前冠以正号。

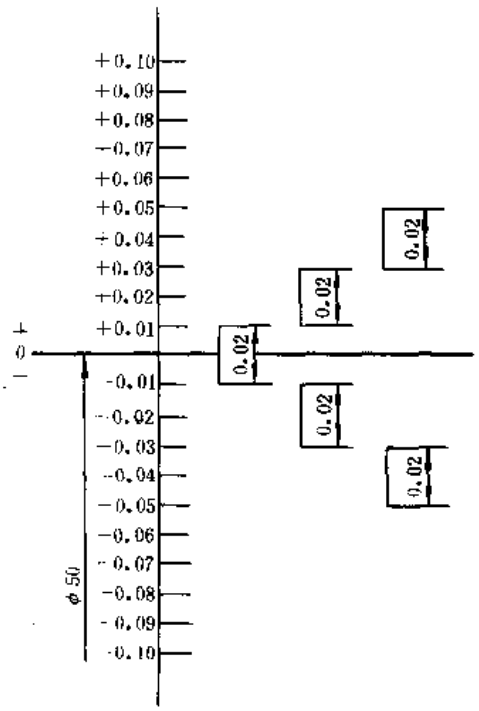



**图 3.1-2**　尺寸公差图释

（3）配合

由其定义可知，它是指基本尺寸相同的、相互结合的孔和轴公差带之间的位置关系，如图 3.1-3。它不是指单个孔、轴的结合关系，而是从区分配合类别的角度出发，从总体上进行定义的。孔的公差带在轴的公差带之上的，为间隙配合（图 3.1-3a）。孔的公差带在轴的公差带之下的，为过盈配合（图 3.1-3b）。孔的公差带与轴的公差带相互交叠的，为过渡配合（图 3.1-3c）。单个孔和单个轴相互结合后如有间隙，它们可能属间隙配合，也可能属过渡配合；如有过盈，它们可能属过盈配合，也可能属过渡配合，为此，不能从单个孔、轴的结合关系来区分配合和定义配合。

（4）间隙、过盈

标准中规定的“间隙或过盈”的定义，不仅与国际标准一致；而且计算方法统一，无论间隙或过盈，一律采用孔减轴。

在代数中，一个数由其值与数学性质符号（正或负）所构成。如“+2”或“-2”这两个数，其大小均为 2。

在标准中规定：间隙为孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸所得的正差值，如“+0.02”，这个数表示间隙为 0.02；过盈为孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸所得的负差值，如“-0.02”，这个数表示过盈为 0.02。若

在同一过盈配合中，一个代数差为“－0.035”，一个代数差为“－0.001”，前者表示过盈0.035，后者表示过盈0.001，自然前者过盈为大，后者过盈为小。

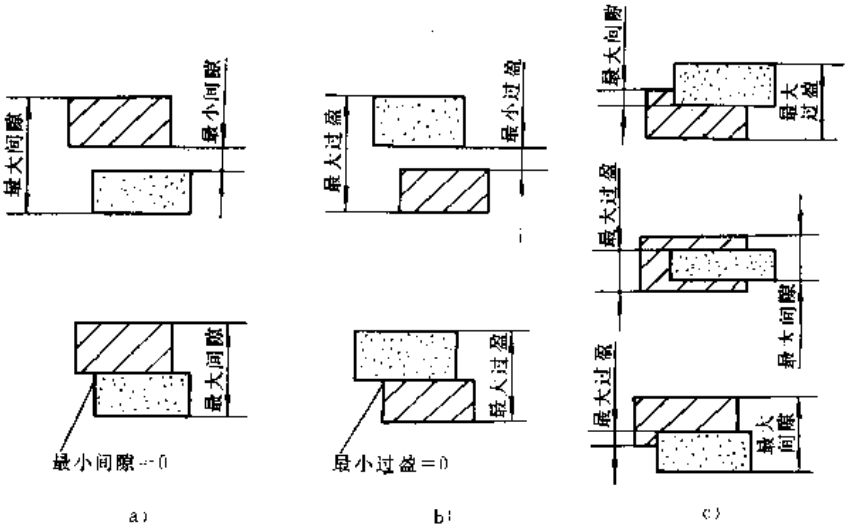



**图 3.1-3**　配合类别

a）间隙配合　b）过盈配合　c）过渡配合

## 1.2　标准公差

### 1.2.1　标准的主要内容

GB1800—79将标准公差分为20级，即：IT01、IT0、IT1至IT18。IT表示标准公差，公差等级的代号用阿拉伯数字表示，从IT01至IT18，等级依次降低。各级标准公差的数值规定于表3.1-2，它们分别按表3.1-3所列的计算公式算出，然后将其尾数按表3.1-4、3.1-7化整而得。

**表 3.1-2　标准公差数值**

| 基本尺寸 (mm) | | 公差等级 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | IT01 | IT0 | IT1 | IT2 | IT3 | IT4 | IT5 | IT6 | IT7 | IT8 | IT9 | IT10 | IT11 | IT12 | IT13 | IT14 | IT15 | IT16 | IT17 | IT18 |
| 大于 | 至 | (μm) | | | | | | | | | | | | | (mm) | | | | | | |
| — | 3 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 2 | 3 | 4 | 6 | 10 | 14 | 25 | 40 | 60 | 0.10 | 0.14 | 0.25 | 0.40 | 0.60 | 1.0 | 1.4 |
| 3 | 6 | 0.4 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 5 | 8 | 12 | 18 | 30 | 48 | 75 | 0.12 | 0.18 | 0.30 | 0.48 | 0.75 | 1.2 | 1.8 |
| 6 | 10 | 0.4 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 9 | 15 | 22 | 36 | 58 | 90 | 0.15 | 0.22 | 0.36 | 0.58 | 0.90 | 1.5 | 2.2 |
| 10 | 18 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 11 | 18 | 27 | 43 | 70 | 110 | 0.18 | 0.27 | 0.43 | 0.70 | 1.10 | 1.8 | 2.7 |
| 18 | 30 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 9 | 13 | 21 | 33 | 52 | 84 | 130 | 0.21 | 0.33 | 0.52 | 0.84 | 1.30 | 2.1 | 3.3 |
| 30 | 50 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 7 | 11 | 16 | 25 | 39 | 62 | 100 | 160 | 0.25 | 0.39 | 0.62 | 1.00 | 1.60 | 2.5 | 3.9 |
| 50 | 80 | 0.8 | 1.2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 13 | 19 | 30 | 46 | 74 | 120 | 190 | 0.30 | 0.46 | 0.74 | 1.20 | 1.90 | 3.0 | 4.6 |
| 80 | 120 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 10 | 15 | 22 | 35 | 54 | 87 | 140 | 220 | 0.35 | 0.54 | 0.87 | 1.40 | 2.20 | 3.5 | 5.4 |
| 120 | 180 | 1.2 | 2 | 3.5 | 5 | 8 | 12 | 18 | 25 | 40 | 63 | 100 | 160 | 250 | 0.40 | 0.63 | 1.00 | 1.60 | 2.50 | 4.0 | 6.3 |
| 180 | 250 | 2 | 3 | 4.5 | 7 | 10 | 14 | 20 | 29 | 46 | 72 | 115 | 185 | 290 | 0.46 | 0.72 | 1.15 | 1.85 | 2.90 | 4.6 | 7.2 |
| 250 | 315 | 2.5 | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | 23 | 32 | 52 | 81 | 130 | 210 | 320 | 0.52 | 0.81 | 1.30 | 2.10 | 3.20 | 5.2 | 8.1 |
| 315 | 400 | 3 | 5 | 7 | 9 | 13 | 18 | 25 | 36 | 57 | 89 | 140 | 230 | 360 | 0.57 | 0.89 | 1.40 | 2.30 | 3.60 | 5.7 | 8.9 |

（续）

| 基本尺寸 (mm) | | 公差等级 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | IT01 | IT0 | IT1 | IT2 | IT3 | IT4 | IT5 | IT6 | IT7 | IT8 | IT9 | IT10 | IT11 | IT12 | IT13 | IT14 | IT15 | IT16 | IT17 | IT18 |
| 大于 | 至 | (μm) | | | | | | | | | | | | | (mm) | | | | | | |
| 400 | 500 | 4 | 6 | 8 | 10 | 15 | 20 | 27 | 40 | 63 | 97 | 155 | 250 | 400 | 0.63 | 0.97 | 1.55 | 2.50 | 4.00 | 6.3 | 9.7 |
| 500 | 630 | 4.5 | 6 | 9 | 11 | 16 | 22 | 30 | 44 | 70 | 110 | 175 | 280 | 440 | 0.70 | 1.10 | 1.75 | 2.8 | 4.4 | 7.0 | 11.0 |
| 630 | 800 | 5 | 7 | 10 | 13 | 18 | 25 | 35 | 50 | 80 | 125 | 200 | 320 | 500 | 0.80 | 1.25 | 2.00 | 3.2 | 5.0 | 8.0 | 12.5 |
| 800 | 1000 | 5.5 | 8 | 11 | 15 | 21 | 29 | 40 | 56 | 90 | 140 | 230 | 360 | 560 | 0.90 | 1.40 | 2.30 | 3.6 | 5.6 | 9.0 | 14.0 |
| 1000 | 1250 | 6.5 | 9 | 13 | 18 | 24 | 34 | 46 | 66 | 105 | 165 | 260 | 420 | 360 | 1.05 | 1.65 | 2.60 | 4.2 | 6.6 | 10.5 | 16.5 |
| 1250 | 1600 | 8 | 11 | 15 | 21 | 29 | 40 | 54 | 78 | 125 | 195 | 310 | 500 | 780 | 1.25 | 1.95 | 3.10 | 5.0 | 7.8 | 12.5 | 19.5 |
| 1600 | 2000 | 9 | 13 | 18 | 25 | 35 | 48 | 65 | 92 | 150 | 230 | 370 | 600 | 920 | 1.50 | 2.30 | 3.70 | 6.0 | 9.2 | 15.0 | 23.0 |
| 2000 | 2500 | 11 | 15 | 22 | 30 | 41 | 57 | 77 | 110 | 175 | 280 | 440 | 700 | 1100 | 1.75 | 2.80 | 4.40 | 7.0 | 11.0 | 17.5 | 28.0 |
| 2500 | 3150 | 13 | 18 | 26 | 36 | 50 | 69 | 93 | 135 | 210 | 330 | 540 | 860 | 1350 | 2.10 | 3.30 | 5.40 | 8.6 | 13.5 | 21.0 | 33.0 |

注：基本尺寸小于 1mm 时，无 IT14 至 IT18。

**表 3.1-3　标准公差计算公式**

| 公差等级 | 计算公式 | | 公差等级 | 计算公式 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 尺寸至 500mm | 大于 500 至 3150mm | | 尺寸至 500mm | 大于 500 至 3150mm |
| IT01 | $0.3+0.008D$ | $1I$ | IT9 | $40i$ | $40I$ |
| IT0 | $0.5+0.012D$ | $\sqrt{2}\,I$ | IT10 | $64i$ | $64I$ |
| IT1 | $0.8+0.020D$ | $2I$ | IT11 | $100i$ | $100I$ |
| IT2 | $(IT1)\left(\frac{IT5}{IT1}\right)^{\frac{1}{4}}$ | $(IT1)\left(\frac{IT5}{IT1}\right)^{\frac{1}{2}}$ | IT12 | $160i$ | $160I$ |
| IT3 | $(IT1)\left(\frac{IT5}{IT1}\right)^{\frac{1}{2}}$ | $(IT1)\left(\frac{IT5}{IT1}\right)^{\frac{1}{2}}$ | IT13 | $250i$ | $250I$ |
| IT4 | $(IT1)\left(\frac{IT5}{IT1}\right)^{\frac{3}{4}}$ | $(IT1)\left(\frac{IT5}{IT1}\right)^{\frac{3}{4}}$ | IT14 | $400i$ | $400I$ |
| IT5 | $7i$ | $7I$ | IT15 | $640i$ | $640I$ |
| IT6 | $10i$ | $10I$ | IT16 | $1000i$ | $1000I$ |
| IT7 | $16i$ | $16I$ | IT17 | $1600i$ | $1600I$ |
| IT8 | $25i$ | $25I$ | IT18 | $2500i$ | $2500I$ |

表 3.1-3 中的 $i$（$I$）为公差单位；

$$i=0.45\sqrt{D}+0.001D \qquad (3.1\text{-}1)$$

$$I=0.004D+2.1 \qquad (3.1\text{-}2)$$

式中　$i$（$I$）——公差单位（μm）；

$D$——表 3.1-2 中各基本尺寸分段中首尾两个尺寸的几何平均值（mm）。

**表 3.1-4　基本尺寸≤500mm，计算结果的尾数化整**　（μm）

| 计算结果 | | 自 | 5 | 45 | 60 | 100 | 200 | 300 | 560 | 600 | 800 | 1000 | 2000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 至 | 45 | 60 | 100 | 200 | 300 | 560 | 600 | 800 | 1000 | 2000 | — |
| 化整成整倍数 | ≤IT11 | | 1 | 1 | 1 | 5 | 10 | 10 | | | | | |
| | es（a 至 g） | | 1 | 2 | 5 | 5 | 10 | 10 | 20 | 20 | 20 | 50 | |
| | ei（k 至 zc） | | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 5 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |

**表 3.1-5　轴的基本**

| 基本偏差 | | 上偏差 (es) | | | | | | | | | | | | 下 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | a | b | c | cd | d | e | ef | f | fg | g | h | js | j | | |
| 基本尺寸 (mm) | | 公差 | | | | | | | | | | | | | | |
| 大于 | 至 | 所有等级 | | | | | | | | | | | | 5.6 | 7 | 8 |
| — | 3 | −270 | −140 | −60 | −34 | −20 | −14 | −10 | −6 | −4 | −2 | 0 | 偏差 $=\pm\frac{IT}{2}$ | −2 | −4 | −6 |
| 3 | 6 | −270 | −140 | −70 | −46 | −30 | −20 | −14 | −10 | −6 | −4 | 0 | | −2 | −4 | — |
| 6 | 10 | −280 | −150 | −80 | −56 | −40 | −25 | −18 | −13 | −8 | −5 | 0 | | −2 | −5 | — |
| 10 | 14 | −290 | −150 | −95 | — | −50 | −32 | — | −16 | — | −6 | 0 | | −3 | −6 | — |
| 14 | 18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 24 | −300 | −160 | −110 | — | −65 | −40 | — | −20 | — | −7 | 0 | | −4 | −8 | — |
| 24 | 30 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | 40 | −310 | −170 | −120 | — | −80 | −50 | — | −25 | — | −9 | 0 | | −5 | −10 | — |
| 40 | 50 | −320 | −180 | −130 | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 65 | −340 | −190 | −140 | — | −100 | −60 | — | −30 | — | −10 | 0 | | −7 | −12 | — |
| 65 | 80 | −360 | −200 | −150 | | | | | | | | | | | | |
| 80 | 100 | −380 | −220 | −170 | — | −120 | −72 | — | −36 | — | −12 | 0 | | −9 | −15 | — |
| 100 | 120 | −410 | −240 | −180 | | | | | | | | | | | | |
| 120 | 140 | −460 | −260 | −200 | — | −145 | −85 | — | −43 | — | −14 | 0 | | −11 | −18 | — |
| 140 | 160 | −520 | −280 | −210 | | | | | | | | | | | | |
| 160 | 180 | −580 | −310 | −230 | | | | | | | | | | | | |
| 180 | 200 | −660 | −340 | −240 | — | −170 | −100 | — | −50 | — | −15 | 0 | | −13 | −21 | — |
| 200 | 225 | −740 | −380 | −260 | | | | | | | | | | | | |
| 225 | 250 | −820 | −420 | −280 | | | | | | | | | | | | |
| 250 | 280 | −920 | −480 | −300 | — | −190 | −110 | — | −56 | — | −17 | 0 | | −16 | −26 | — |
| 280 | 315 | −1050 | −540 | −330 | | | | | | | | | | | | |
| 315 | 355 | −1200 | −600 | −360 | — | −210 | −125 | — | −62 | — | −18 | 0 | | −18 | −28 | — |
| 355 | 400 | −1350 | −680 | −400 | | | | | | | | | | | | |
| 400 | 450 | −1500 | −760 | −440 | — | −230 | −135 | — | −68 | — | −20 | 0 | | −20 | 32 | — |
| 450 | 500 | −1650 | −840 | −480 | | | | | | | | | | | | |
| 公差等级 | | | | | | | | | | | | | 6 | | | 至 |
| 500 | 560 | | | | | −260 | −145 | | −76 | | −22 | 0 | 偏差 $=\pm\frac{IT}{2}$ | | | |
| 560 | 630 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 630 | 710 | | | | | −290 | −160 | | −80 | | −24 | 0 | | | | |
| 710 | 800 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 800 | 900 | | | | | −320 | −170 | | −86 | | −26 | 0 | | | | |
| 900 | 1000 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1000 | 1120 | | | | | −350 | −195 | | −98 | | −28 | 0 | | | | |
| 1120 | 1250 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1250 | 1400 | | | | | −390 | −220 | | −110 | | −30 | 0 | | | | |
| 1400 | 1600 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1600 | 1800 | | | | | −430 | −240 | | −120 | | −32 | 0 | | | | |
| 1800 | 2000 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | 2240 | | | | | −480 | −260 | | −130 | | −34 | 0 | | | | |
| 2240 | 2500 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2500 | 2800 | | | | | −520 | −290 | | −145 | | −38 | 0 | | | | |
| 2800 | 3150 | | | | | | | | | | | | | | | |

注：1. 基本尺寸小于 1mm 时，各级的 a 和 b 均不采用。

2. js 的数值：对 IT7 至 IT11，若 IT 的数值（μm）为奇数，则取 $js=\pm\frac{IT-1}{2}$。

**偏差数值** （μm）

| 偏差 (ei) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| k | | m | n | p | r | s | t | u | v | x | y | z | za | zb | zc |
| 等级 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4至7 | ≤3<br>>7 | 所有等级 | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | +2 | +4 | +6 | −10 | +14 | − | +18 | − | +20 | − | +26 | +32 | +40 | +60 |
| +1 | 0 | +4 | +8 | +12 | +15 | +19 | − | +23 | − | +28 | − | +35 | +42 | +50 | +80 |
| +1 | 0 | +6 | +10 | +15 | +19 | +23 | − | +28 | − | +34 | − | +42 | +52 | +67 | +97 |
| +1 | 0 | +7 | +12 | +18 | +23 | +28 | − | +33 | − | +40 | − | +50 | +64 | +90 | +130 |
| | | | | | | | | | +39 | +45 | − | +60 | +77 | +108 | +150 |
| +2 | 0 | +8 | +15 | +22 | +28 | +35 | − | +41 | +47 | +54 | +63 | +73 | +98 | +136 | +188 |
| | | | | | | | +41 | +48 | +55 | +64 | +75 | +88 | +118 | +160 | +218 |
| +2 | 0 | +9 | +17 | +26 | +34 | +43 | +48 | +60 | +68 | +80 | +94 | +112 | +148 | +200 | +274 |
| | | | | | | | +54 | +70 | +81 | +97 | +114 | +136 | +180 | +242 | +325 |
| +2 | 0 | +11 | +20 | +32 | +41 | +53 | +66 | +87 | +102 | +122 | +144 | +172 | +226 | +300 | +405 |
| | | | | | +43 | +59 | +75 | +102 | +120 | +146 | +174 | +210 | +274 | +360 | +480 |
| +3 | 0 | +13 | +23 | +37 | +51 | +71 | +91 | +124 | +146 | +178 | +214 | +258 | +335 | +445 | +585 |
| | | | | | +54 | +79 | +104 | +144 | +172 | +210 | +254 | +310 | +400 | +525 | +690 |
| +3 | 0 | +15 | +27 | +43 | +63 | +92 | +122 | +170 | +202 | +248 | +300 | +365 | +470 | +620 | +800 |
| | | | | | +65 | +100 | +134 | +190 | +228 | +280 | +340 | +415 | +535 | +700 | +900 |
| | | | | | +68 | +108 | +146 | +210 | +252 | +310 | +380 | +465 | +600 | +780 | +1000 |
| +4 | 0 | +17 | +31 | +50 | +77 | +122 | +166 | +236 | +284 | +350 | +425 | +520 | +670 | +880 | +1150 |
| | | | | | +80 | +130 | +180 | +258 | +310 | +385 | +470 | +575 | +740 | +960 | +1250 |
| | | | | | +84 | +140 | +196 | +284 | +340 | +425 | +520 | +640 | +820 | +1050 | +1350 |
| +4 | 0 | +20 | +34 | +56 | +94 | +158 | +218 | +315 | +385 | +475 | +580 | +710 | +920 | +1200 | +1550 |
| | | | | | +98 | +170 | +240 | +350 | +425 | +525 | +650 | +790 | +1000 | +1300 | +1700 |
| +4 | 0 | +21 | +37 | +63 | +108 | +190 | +268 | +390 | +475 | +590 | +730 | +900 | +1150 | +1500 | +1900 |
| | | | | | +114 | +208 | +294 | +435 | +530 | +660 | +820 | +1000 | +1300 | +1650 | +2100 |
| +5 | 0 | +23 | +40 | +68 | +126 | +232 | +330 | +490 | +595 | +740 | +920 | +1100 | +1450 | +1850 | +2400 |
| | | | | | +132 | +252 | +360 | +540 | +660 | +820 | +1000 | +1250 | +1600 | +2100 | +2600 |
| | | | | 18 | | | | | | | | | | | |
| 0 | | +26 | +44 | +78 | +150 | +280 | +400 | +600 | | | | | | | |
| | | | | | +155 | +310 | +450 | +660 | | | | | | | |
| 0 | | +30 | +50 | +88 | +175 | +340 | +500 | +740 | | | | | | | |
| | | | | | +185 | +380 | +560 | +840 | | | | | | | |
| 0 | | +34 | +56 | +100 | +210 | +430 | +620 | +940 | | | | | | | |
| | | | | | +220 | +470 | +680 | +1050 | | | | | | | |
| 0 | | +40 | +66 | +120 | +250 | +520 | +780 | +1150 | | | | | | | |
| | | | | | +260 | +580 | +840 | +1300 | | | | | | | |
| 0 | | +48 | +78 | +140 | +300 | +640 | +960 | +1450 | | | | | | | |
| | | | | | +330 | +720 | +1050 | +1600 | | | | | | | |
| 0 | | +58 | +92 | +170 | +370 | +820 | +1200 | +1850 | | | | | | | |
| | | | | | +400 | +920 | +1350 | +2000 | | | | | | | |
| 0 | | +68 | +110 | +195 | +440 | +1000 | +1500 | +2300 | | | | | | | |
| | | | | | +460 | +1100 | +1650 | +2500 | | | | | | | |
| 0 | | +76 | +135 | +240 | +550 | +1250 | +1900 | +2900 | | | | | | | |
| | | | | | +580 | +1400 | +2100 | +3200 | | | | | | | |

**表 3.1-6　孔的基本偏差**

| 基本偏差 | | 下偏差 (EI) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C | CD | D | E | EF | F | FG | G | H |
| 基本尺寸 (mm) | | 公差 | | | | | | | | | | |
| 大于 | 至 | 所有的级 | | | | | | | | | | |
| — | 3 | +270 | +140 | +60 | +34 | +20 | +14 | +10 | +6 | +4 | +2 | 0 |
| 3 | 6 | +270 | +140 | +70 | +46 | +30 | +20 | +14 | +10 | +6 | +4 | 0 |
| 6 | 10 | +280 | +150 | +80 | +56 | +40 | +25 | +18 | +13 | +8 | +5 | 0 |
| 10 | 14 | +290 | +150 | +95 | — | +50 | +32 | — | +16 | — | +6 | 0 |
| 14 | 18 | | | | | | | | | | | |
| 18 | 24 | +300 | +160 | +110 | — | +65 | +40 | — | +20 | — | +7 | 0 |
| 24 | 30 | | | | | | | | | | | |
| 30 | 40 | +310 | +170 | +120 | — | +80 | +50 | — | +25 | — | +9 | 0 |
| 40 | 50 | +320 | +180 | +130 | | | | | | | | |
| 50 | 65 | +340 | +190 | +140 | — | +100 | +60 | — | +30 | — | +10 | 0 |
| 65 | 80 | +360 | +200 | +150 | | | | | | | | |
| 80 | 100 | +380 | +220 | +170 | — | +120 | +72 | — | +36 | — | +12 | 0 |
| 100 | 120 | +410 | +240 | +180 | | | | | | | | |
| 120 | 140 | +460 | +260 | +200 | — | +145 | +85 | — | +43 | — | +14 | 0 |
| 140 | 160 | +520 | +280 | +210 | | | | | | | | |
| 160 | 180 | +580 | +310 | +230 | | | | | | | | |
| 180 | 200 | +660 | +340 | +240 | — | +170 | +100 | — | +50 | — | +15 | 0 |
| 200 | 225 | +740 | +380 | +260 | | | | | | | | |
| 225 | 250 | +820 | +420 | +280 | | | | | | | | |
| 250 | 280 | +920 | +480 | +300 | — | +190 | +110 | — | +56 | — | +17 | 0 |
| 280 | 315 | +1050 | +540 | +330 | | | | | | | | |
| 315 | 355 | +1200 | +600 | +360 | — | +210 | +125 | — | +62 | — | +18 | 0 |
| 355 | 400 | +1350 | +680 | +400 | | | | | | | | |
| 400 | 450 | +1500 | +760 | +440 | — | +230 | +135 | — | +68 | — | +20 | 0 |
| 450 | 500 | +1650 | +840 | +480 | | | | | | | | |
| 公差等级 | | | | | | | | | | 6 至 | | |
| 500 | 560 | | | | | +260 | +145 | | +76 | | +22 | 0 |
| 560 | 630 | | | | | | | | | | | |
| 630 | 710 | | | | | +290 | +160 | | +80 | | +24 | 0 |
| 710 | 800 | | | | | | | | | | | |
| 800 | 900 | | | | | +320 | +170 | | +86 | | +26 | 0 |
| 900 | 1000 | | | | | | | | | | | |
| 1000 | 1120 | | | | | +350 | +195 | | +98 | | +28 | 0 |
| 1120 | 1250 | | | | | | | | | | | |
| 1250 | 1400 | | | | | +390 | +220 | | +110 | | +30 | 0 |
| 1400 | 1600 | | | | | | | | | | | |
| 1600 | 1800 | | | | | +430 | +240 | | +120 | | +32 | 0 |
| 1800 | 2000 | | | | | | | | | | | |
| 2000 | 2240 | | | | | +480 | +260 | | +130 | | +34 | 0 |
| 2240 | 2500 | | | | | | | | | | | |
| 2500 | 2800 | | | | | +520 | +290 | | +145 | | +38 | 0 |
| 2800 | 3150 | | | | | | | | | | | |

**数值**（μm）

| | 上偏差 (ES) | | | |
|---|---|---|---|---|
| Js | J | K | M | N |

等级

| | 6 | 7 | 8 | ≤8 | >8 | ≤8 | >8 | ≤8 | >8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 偏差 $=\pm\frac{IT}{2}$ | +2 | +4 | +6 | 0 | 0 | −2 | −2 | −4 | −4 |
| | +5 | +6 | +10 | −1+Δ | − | −4+Δ | −4 | −8+Δ | 0 |
| | +5 | +8 | +12 | −1+Δ | − | −6+Δ | −6 | −10+Δ | 0 |
| | +6 | +10 | +15 | −1+Δ | − | −7+Δ | −7 | −12+Δ | 0 |
| | +8 | +12 | +20 | −2+Δ | − | −8+Δ | −8 | −15+Δ | 0 |
| | +10 | +14 | +24 | −2+Δ | − | −9+Δ | −9 | −17+Δ | 0 |
| | +13 | +18 | +28 | −2+Δ | − | −11+Δ | −11 | −20+Δ | 0 |
| | +16 | +22 | +34 | −3+Δ | − | −13+Δ | −13 | −23+Δ | 0 |
| | +18 | +26 | +41 | −3+Δ | − | −15+Δ | −15 | −27+Δ | 0 |
| | +22 | +30 | +47 | −4+Δ | − | −17+Δ | −17 | −31+Δ | 0 |
| | +25 | +36 | +55 | −4+Δ | − | −20+Δ | −20 | −34+Δ | 0 |
| | +29 | +39 | +60 | −4+Δ | − | −21+Δ | −21 | −37+Δ | 0 |
| | +33 | +43 | +66 | −5+Δ | − | +23−Δ | −23 | −40+Δ | 0 |

18

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 偏差 $=\pm\frac{IT}{2}$ | 0 | −26 | −44 | |
| | 0 | −30 | −50 | |
| | 0 | −34 | −56 | |
| | 0 | −40 | −66 | |
| | 0 | −48 | −78 | |
| | 0 | −58 | −92 | |
| | 0 | −68 | −110 | |
| | 0 | −76 | −135 | |

| 基本偏差 | | 上偏差 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | P至ZC | P | R | S | T | U | V | X |
| 基本尺寸 (mm) | | 公差 | | | | | | | |
| 大于 | 至 | ≤7 | >7 | | | | | | |
| — | 3 | 在>7级的相应数值上增加一个Δ值 | −6 | −10 | −14 | — | −18 | — | −20 |
| 3 | 6 | | −12 | −15 | −19 | — | −23 | — | −28 |
| 6 | 10 | | −15 | −19 | −23 | — | −28 | — | −34 |
| 10 | 14 | | −18 | −23 | −28 | — | −33 | — | −40 |
| 14 | 18 | | | | | | | −39 | −45 |
| 18 | 24 | | −22 | −28 | −35 | — | −41 | −47 | −54 |
| 24 | 30 | | | | | −41 | −48 | −55 | −64 |
| 30 | 40 | | −26 | −34 | −43 | −48 | −60 | −68 | −80 |
| 40 | 50 | | | | | −54 | −70 | −81 | −97 |
| 50 | 65 | | −32 | −41 | −53 | −66 | −87 | −102 | −122 |
| 65 | 80 | | | −43 | −59 | −75 | −102 | −120 | −146 |
| 80 | 100 | | −37 | −51 | −71 | −91 | −124 | −146 | −178 |
| 100 | 120 | | | −54 | −79 | −104 | −144 | −172 | −210 |
| 120 | 140 | | −43 | −63 | −92 | −122 | −170 | −202 | −248 |
| 140 | 160 | | | −65 | −100 | −134 | −190 | −228 | −280 |
| 160 | 180 | | | −68 | −108 | −146 | −210 | −252 | −310 |
| 180 | 200 | | −50 | −77 | −122 | −166 | −236 | −284 | −350 |
| 200 | 225 | | | −80 | −130 | −180 | −258 | −310 | −385 |
| 225 | 250 | | | −84 | −140 | −196 | −284 | −340 | −425 |
| 250 | 280 | | −56 | −94 | −158 | −218 | −315 | −385 | −475 |
| 280 | 315 | | | −98 | −170 | −240 | −350 | −425 | −525 |
| 315 | 355 | | −62 | −108 | −190 | −268 | −390 | −475 | −590 |
| 355 | 400 | | | −114 | −208 | −294 | −435 | −530 | −660 |
| 400 | 450 | | −68 | −126 | −232 | −330 | −490 | −595 | −740 |
| 450 | 500 | | | −132 | −252 | −360 | −540 | −660 | −820 |
| 公差等级 | | — | S至 | | | | | | |
| 500 | 560 | — | −78 | −150 | −280 | −400 | −600 | | |
| 560 | 630 | | | −155 | −310 | −450 | −660 | | |
| 630 | 710 | | −88 | −175 | −340 | −500 | −740 | | |
| 710 | 800 | | | −185 | −380 | −560 | −840 | | |
| 800 | 900 | | −100 | −210 | −430 | −620 | −940 | | |
| 900 | 1000 | | | −220 | −470 | −680 | −1050 | | |
| 1000 | 1120 | | −120 | −250 | −520 | −780 | −1150 | | |
| 1120 | 1250 | | | −260 | −580 | −840 | −1300 | | |
| 1250 | 1400 | | −140 | −300 | −640 | −960 | −1450 | | |
| 1400 | 1600 | | | −330 | −720 | −1050 | −1600 | | |
| 1600 | 1800 | | −170 | −370 | −820 | −1200 | −1850 | | |
| 1800 | 2000 | | | −400 | −920 | −1350 | −2000 | | |
| 2000 | 2240 | | −195 | −440 | −1000 | −1500 | −2300 | | |
| 2240 | 2500 | | | −460 | −1100 | −1650 | −2500 | | |
| 2500 | 2800 | | −240 | −550 | −1250 | −1900 | −2900 | | |
| 2800 | 3150 | | | −580 | −1400 | −2100 | −3200 | | |

注：1. 基本尺寸小于1mm时，各级的A和B及大于8级的N均不采用。

2. Js的数值：对IT7至IT11，若IT的数值（μm）为奇数，则取 $Js=\pm\frac{IT-1}{2}$。

3. 特殊情况，当基本尺寸大于250至315mm时，M6的ES=−9（不等于−11）。

4. 对小于或等于IT8的K、M、N和小于或等于IT7的P至ZC，所需Δ值从表内右侧栏中选取。例如：大于6至

（续）

| (ES) | | | | | Δ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Y | Z | ZA | ZB | ZC | | | | | | |
| 等　　级 | | | | | | | | | | |
| | | | | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| — | −26 | −32 | −40 | −60 | 0 | | | | | |
| — | −35 | −42 | −50 | −80 | 1 | 1.5 | 1 | 3 | 4 | 6 |
| — | −42 | −52 | −67 | −97 | 1 | 1.5 | 2 | 3 | 6 | 7 |
| — | −50 | −64 | −90 | −130 | 1 | 2 | 3 | 3 | 7 | 9 |
| — | −60 | −77 | −108 | −150 | | | | | | |
| −63 | −73 | −98 | −136 | −188 | 1.5 | 2 | 3 | 4 | 8 | 12 |
| −75 | −88 | −118 | −160 | −218 | | | | | | |
| −94 | −112 | −148 | −200 | −274 | 1.5 | 3 | 4 | 5 | 9 | 14 |
| −114 | −136 | −180 | −242 | −325 | | | | | | |
| −144 | −172 | −226 | −300 | −405 | 2 | 3 | 5 | 6 | 11 | 16 |
| −174 | −210 | −274 | −360 | −480 | | | | | | |
| −214 | −258 | −335 | −445 | −585 | 2 | 4 | 5 | 7 | 13 | 19 |
| −254 | −310 | −400 | −525 | −690 | | | | | | |
| −300 | −365 | −470 | −620 | −800 | 3 | 4 | 6 | 7 | 15 | 23 |
| −340 | −415 | −535 | −700 | −900 | | | | | | |
| −380 | −465 | −600 | −780 | −1000 | | | | | | |
| −425 | −520 | −670 | −880 | −1150 | 3 | 4 | 6 | 9 | 17 | 26 |
| −470 | −575 | −740 | −960 | −1250 | | | | | | |
| −520 | −640 | −820 | −1050 | −1350 | | | | | | |
| −580 | −710 | −920 | −1200 | −1550 | 4 | 4 | 7 | 9 | 20 | 29 |
| −650 | −790 | −1000 | −1300 | −1700 | | | | | | |
| −730 | −900 | −1150 | −1500 | −1900 | 4 | 5 | 7 | 11 | 21 | 32 |
| −820 | −1000 | −1300 | −1650 | −2100 | | | | | | |
| −920 | −1100 | −1450 | −1850 | −2400 | 5 | 5 | 7 | 13 | 23 | 34 |
| −1000 | −1250 | −1600 | −2100 | −2600 | | | | | | |

18

10mm 的 P6，Δ=3，所以 ES=−15+3=−12μm。

表 3.1-7　基本尺寸>500mm，计算结果的尾数化整　　(μm)

| 计算结果 | 自 | — | 60 | 100 | 200 | 500 | 1000 | 2000 | … | $20\times10^n$ | $50\times10^n$ | $100\times10^n$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 至 | 60 | 100 | 200 | 500 | 1000 | 2000 | 5000 | … | $50\times10^n$ | $100\times10^n$ | $200\times10^n$ |
| 化整成整倍数 | | 1 | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | … | $1\times10^n$ | $2\times10^n$ | $5\times10^n$ |

### 1.2.2　标准公差的有关说明

如标准中提供的 20 个公差等级不够应用或应用不适时，可按表 3.1-3 提供的计算公式及各级之间的分级规律进行延伸或插入。由于标准公差的分级基本上是按照优先数系进行的，为此，在延伸或插入时，亦应符合优先数系的规律。计算时应注意公式中的 $D$ 要用基本尺寸分段首尾两个尺寸的几何平均值代入，计算结果的尾数按表 3.1-4、3.1-7 进行化整。例如需要比 IT18 更低的等级 IT19、IT20 时，可按 IT19=4000$i$（或 $I$）、IT20=6400$i$（或 $I$）计算它们的公差。如要在 IT8 与 IT9 之间插入一个 IT8.5 级时，则可按优先数系中的 $R10$ 参数系列“……25、31.5、40……”得出 IT8.5=31.5$i$（或 $I$）。

## 1.3　基本偏差

### 1.3.1　标准的主要内容

GB1800—79 对孔、轴各规定有 28 种基本偏差，它们分别用大写拉丁字母和小写拉丁字母为代号，如图 3.1-4 所示。表 3.1-5 中轴的基本偏差数值是按表 3.1-8 中所列计算公式算出，然后将其尾数按表 3.1-4、3.1-7 化整而得。表 3.1-6 中孔的基本偏差数值是按标准中规定的换算前提和两种规则，由轴的基本偏差数值换算得来。

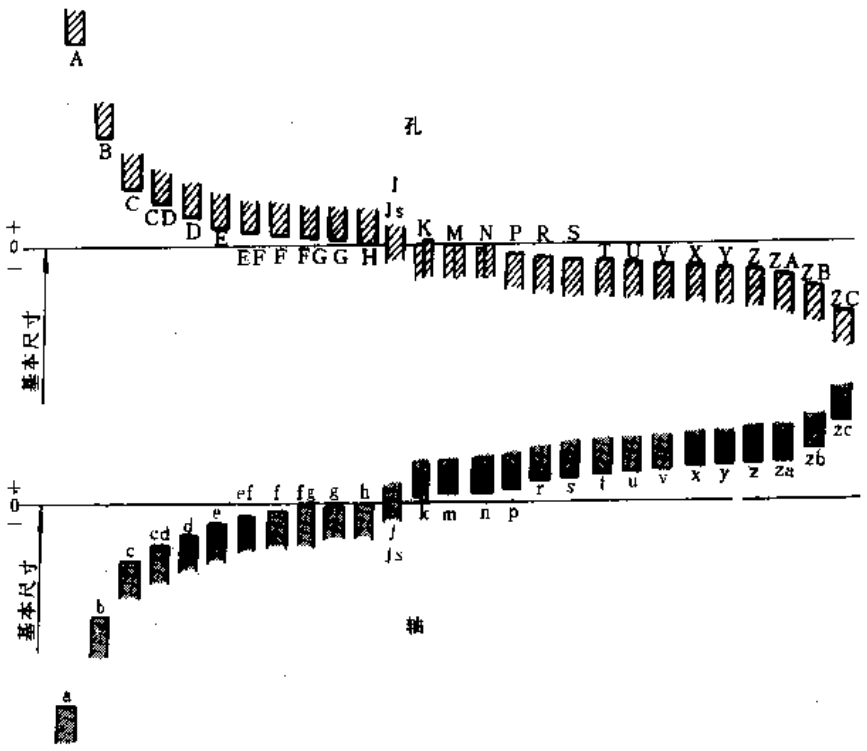



图 3.1-4　基本偏差系列

**表 3.1-8　轴的基本偏差计算公式**

| 基本偏差 | | 计算公式 | 应用范围 | 基本偏差 | | 计算公式 | 应用范围 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 上偏差 es | a | $=-(265+1.3D)$ | $1\leqslant D\leqslant 120$ | 下偏差 ei | j | 经验数据 | $D\leqslant 500$，IT5 至 IT8 |
| | | $=-3.5D$ | $120<D\leqslant 500$ | | k | $=0$ | $D\leqslant 500$，≤IT3 及≥IT8<br>$500<D\leqslant 3150$ |
| | b | $\simeq-(140+0.85D)$ | $1\leqslant D\leqslant 160$ | | | $=+0.6\sqrt[3]{D}$ | $D\leqslant 500$，IT4 至 IT7 |
| | | $\simeq-1.8D$ | $160<D\leqslant 500$ | | m | $=+$ (IT7−IT6) | $D\leqslant 500$ |
| | c | $\simeq-52D^{0.2}$ | $D\leqslant 40$ | | | $=0.024D+12.6$ | $500<D<3150$ |
| | | $=-(95+0.8D)$ | $40<D\leqslant 500$ | | n | $=+5D^{0.34}$ | $D\leqslant 500$ |
| | cd | $=-\sqrt{c\cdot d}$ | $D\leqslant 10$ | | | $=+0.04D+21$ | $500<D\leqslant 3150$ |
| | d | $=-16D^{0.44}$ | $D\leqslant 10000$ | | p | IT7+ (0～5) | $D\leqslant 500$ |
| | e | $=-11D^{0.41}$ | | | | $=+0.072D+37.8$ | $500<D\leqslant 10000$ |
| | ef | $=-\sqrt{e\cdot f}$ | $D\leqslant 10$ | | r | $=+\sqrt{p\cdot s}$ | $D\leqslant 10000$ |
| | f | $=-5.5D^{0.41}$ | $D\leqslant 10000$ | | s | $=+$IT8+ (1～4) | $D\leqslant 50$ |
| | fg | $=-\sqrt{f\cdot g}$ | $D\leqslant 10$ | | | $=+$IT7+0.4$D$ | $50<D\leqslant 10000$ |
| | g | $=-2.5D^{0.34}$ | $D\leqslant 3150$ | | t | $=+$IT7+0.63$D$ | $24<D\leqslant 10000$ |
| | h | 0 | $D\leqslant 10000$ | | u | $=+$IT7+$D$ | $D\leqslant 10000$ |
| | | | | | v | $=+$IT7+1.25$D$ | $14<D\leqslant 500$ |
| | | | | | x | $=+$IT7+1.6$D$ | $D\leqslant 500$ |
| | | | | | y | $=+$IT7+2$D$ | $18<D\leqslant 500$ |
| | | | | | z | $=+$IT7+2.5$D$ | $D\leqslant 500$ |
| | | | | | za | $=+$IT8+3.15$D$ | |
| | | | | | zb | $=+$IT9+4$D$ | |
| | js | es=+IT/2 或<br>ei=−IT/2 | $D\leqslant 10000$ | | zc | $=+$IT10+5$D$ | |

注：公式中 $D$，按尺寸分段首尾二尺寸的几何平均值计（mm），计算所得偏差为 μm，$D>500$mm 时，公差等级为 IT6 至 IT18。

### 1.3.2　基本偏差的有关说明

如前所述，孔的基本偏差是从轴的基本偏差换算得来的。

换算的前提是：在孔、轴为同一公差等级或孔比轴低一级的配合条件下，当基轴制中孔的基本偏差代号与基孔制中轴的基本偏差代号相当（例如孔的 F 对应轴的 f）时，使基轴制形成的配合（例如 F6/h5）与基孔制形成的配合（例如 H6/f5）相同。

根据这一前提，标准中将孔的基本偏差规定了两种换算规则。

为节省篇幅，此处将两种换算规则用表格形式列出，见表 3.1-9。

**表 3.1-9　孔的基本偏差换算公式**

| 基本尺寸范围 (mm) | 基本偏差代号 | A 至 H | J 至 N | | P 至 ZC | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 公差等级 | 所有等级 | ≤8 级 | >8 级 | ≤7 级 | >7 级 |
| 至 500 | 换算公式 | EI=−es | ES=−ei+Δ | | | |
| | | | Δ≠0 | Δ=0 | Δ≠0 | Δ=0 |

（续）

| 基本尺寸范围（mm） | 基本偏差代号 | A至H | J至N | | P至ZC | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 公差等级 | 所有等级 | ≤8级 | >8级 | ≤7级 | >7级 |
| 大于500至3150 | 换算公式 | EI=−es | ES=−ei | | | |

注：1. 尺寸至3mm的≤8级的J至N，Δ=0；
2. 尺寸至3mm的≤7级的K至ZC，Δ=0；
3. 尺寸大于3mm的>8级的K不采用；
4. 尺寸大于3mm的>8级的N，ES=0。
5. Δ=ITn−ITn−1（ITn、ITn−1指某一级和比它高一级的标准公差）。

## 1.4　公差带

### 1.4.1　标准的主要内容

GB1800—79规定孔、轴的公差带代号用基本偏差代号与公差等级代号组成。例如：H8、F8、K7、P7等为孔的公差带代号；h7、f7、k6、p6等为轴的公差带代号。

表示方法可用以下示例之一：

孔：$\phi 50H8$，$\phi 50^{+0.039}_{0}$，$\phi 50H8\ (^{+0.039}_{0})$；

轴：$\phi 50f7$，$\phi 50^{-0.025}_{-0.050}$，$\phi 50f7\ (^{-0.025}_{-0.050})$。

GB1801—79对尺寸至500mm的轴公差带规定了119种，见表3.1-10；孔公差带规定了105种，见表3.1-11。其中框格之外的为一般用途的公差带，框格之内的为常用的公差带，框格之内打圆圈的为优先应用的公差带。

GB1802—79对尺寸大于500至3150mm的常用轴公差带规定了41种，见表3.1-12；常用孔公差带规定了31种，见表3.1-13。

GB1803—79对尺寸至18mm的轴公差带规定了163种，见表3.1-14；孔公差带规定了145种，见表3.1-15。这些公差带除包括在尺寸至500mm内的原有公差带之外，其余是根据仪器仪表和钟表工业需要而增加的。

**表3.1-10　尺寸至500mm的轴的公差带**

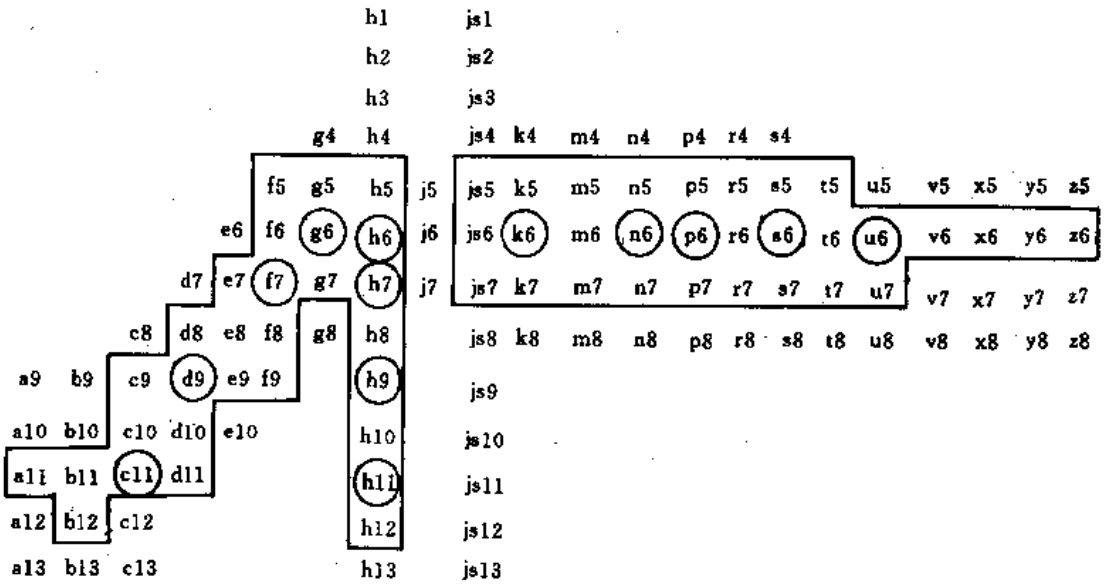


**表 3.1-11　尺寸至 500mm 的孔的公差带**

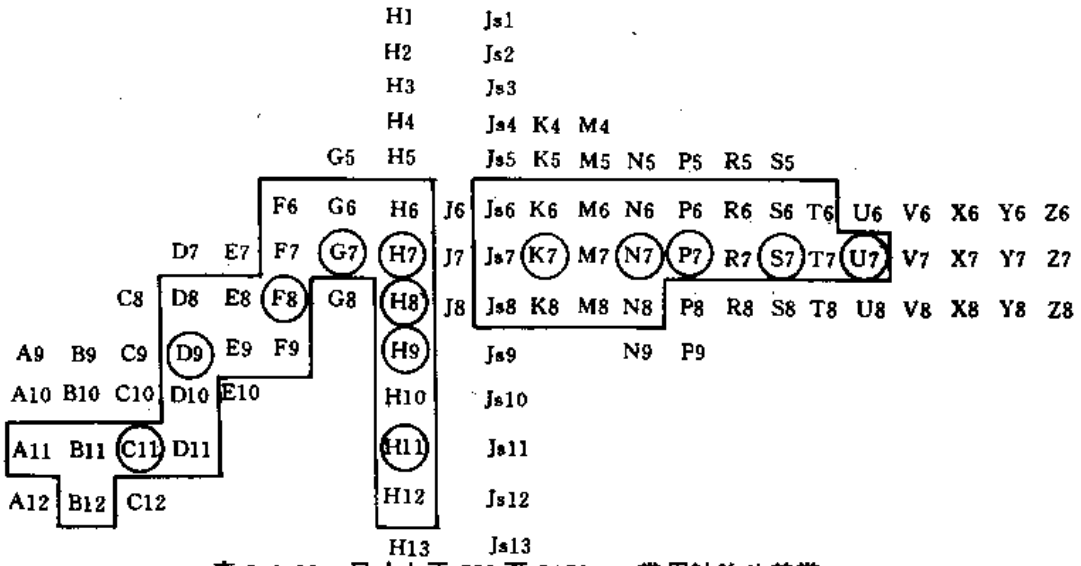



**表 3.1-12　尺寸大于 500 至 3150mm 常用轴的公差带**

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | g6 | h6 | js6 | k6 | m6 | n6 | p6 | r6 | s6 | t6 | u6 |
| | | f7 | g7 | h7 | js7 | k7 | m7 | n7 | p7 | r7 | s7 | t7 | u7 |
| d8 | e8 | f8 | | h8 | js8 | | | | | | | | |
| d9 | e9 | f9 | | h9 | js9 | | | | | | | | |
| d10 | | | | h10 | js10 | | | | | | | | |
| d11 | | | | h11 | js11 | | | | | | | | |
| | | | | h12 | js12 | | | | | | | | |

**表 3.1-13　尺寸大于 500 至 3150mm 常用孔的公差带**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | G6 | H6 | Js6 | K6 | M6 | N6 |
| | | F7 | G7 | H7 | Js7 | K7 | M7 | N7 |
| D8 | E8 | F8 | | H8 | Js8 | | | |
| D9 | E9 | F9 | | H9 | Js9 | | | |
| D10 | | | | H10 | Js10 | | | |
| D11 | | | | H11 | Js11 | | | |
| | | | | H12 | Js12 | | | |

**表 3.1-14　尺寸至 18mm 的轴的公差带**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | h1 | | js1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | h2 | | js2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | ef3 | f3 | fg3 | g3 | h3 | | js3 | k3 | m3 | n3 | p3 | r3 | | | | | | | | |
| | | | | | ef4 | f4 | fg4 | g4 | h4 | | js4 | k4 | m4 | n4 | p4 | r4 | s4 | | | | | | | |
| | | c5 | cd5 | d5 | e5 | ef5 | f5 | fg5 | g5 | h5 | j5 | js5 | k5 | m5 | n5 | p5 | r5 | s5 | u5 | v5 | x5 | z5 | | |
| | | c6 | cd6 | d6 | e6 | ef6 | f6 | fg6 | g6 | h6 | j6 | js6 | k6 | m6 | n6 | p6 | r6 | s6 | u6 | v6 | x6 | z6 | za6 | |
| | | c7 | cd7 | d7 | e7 | ef7 | f7 | fg7 | g7 | h7 | j7 | js7 | k7 | m7 | n7 | p7 | r7 | s7 | u7 | v7 | x7 | z7 | za7 | zb7 zc7 |
| | b8 | c8 | cd8 | d8 | e8 | ef8 | f8 | fg8 | g8 | h8 | | js8 | k8 | m8 | n8 | p8 | r8 | s8 | u8 | v8 | x8 | z8 | za8 | zb8 zc8 |
| a9 | b9 | c9 | cd9 | d9 | e9 | ef9 | f9 | | | h9 | | js9 | k9 | | | p9 | r9 | s9 | u9 | | x9 | z9 | za9 | zb9 zc9 |
| a10 | b10 | c10 | cd10 | d10 | e10 | | | | | h10 | | js10 | k10 | | | | | | | | | | | |
| a11 | b11 | c11 | | d11 | | | | | | h11 | | js11 | | | | | | | | | | | | |
| a12 | b12 | c12 | | | | | | | | h12 | | js12 | | | | | | | | | | | | |
| a13 | b13 | c13 | | | | | | | | h13 | | js13 | | | | | | | | | | | | |

**表 3.1-15　尺寸至 18mm 的孔的公差带**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | H1 | | Js1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | H2 | | Js2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | EF3 | F3 | FG3 | G3 | H3 | | Js3 | K3 | M3 | N3 | P3 | R3 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | H4 | | Js4 | K4 | M4 | | | | | | | | | | |
| | | | | | E5 | EF5 | F5 | FG5 | G5 | H5 | | Js5 | K5 | M5 | N5 | P5 | R5 | S5 | | | | | | |
| | | | | CD6 | D6 | E6 | EF6 | F6 | FG6 | G6 | H6 | J6 | Js6 | K6 | M6 | N6 | P6 | R6 | S6 | U6 | V6 | X6 | Z6 | | |
| | | | | CD7 | D7 | E7 | EF7 | F7 | FG7 | G7 | H7 | J7 | Js7 | K7 | M7 | N7 | P7 | R7 | S7 | U7 | V7 | X7 | Z7 | ZA7 | ZB7 | ZC7 |
| | | B8 | C8 | CD8 | D8 | E8 | EF8 | F8 | FG8 | G8 | H8 | J8 | Js8 | K8 | M8 | N8 | P8 | R8 | S8 | U8 | V8 | X8 | Z8 | ZA8 | ZB8 | ZC8 |
| A9 | B9 | C9 | CD9 | D9 | E9 | EF9 | F9 | | | H9 | | Js9 | K9 | | N9 | P9 | R9 | S9 | U9 | | X9 | Z9 | ZA9 | ZB9 | ZC9 |
| A10 | B10 | C10 | CD10 | D10 | E10 | | F10 | | | H10 | | Js10 | K10 | | N10 | | | | | | | | | |
| A11 | B11 | C11 | | D11 | | | | | | H11 | | Js11 | | | | | | | | | | | | |
| A12 | B12 | C12 | | | | | | | | H12 | | Js12 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | H13 | | Js13 | | | | | | | | | | | | |

### 1.4.2　公差带的有关说明

在GB1800—79 中，把尺寸公差带简称为公差带。在公差带图中，它是由代表上、下偏差的两条直线所限定的一个区域（图 3.1-5a）。标准公差和基本偏差是构成公差带的两个要素，前者确定公差带的大小，后者确定公差带相对于零线的位置。由图 3.1-5b 可见，当轴的基本偏差（es 或 ei）确定后，有了公差带的大小（ITn），轴的另一极限偏差 ei＝es－ITn 或 es＝ei＋ITn（n 为任一标准公差等级）便可随之确定了。由图 3.1-5c 可见，当孔的基本偏差（EI 或 ES）确定后，有了公差带的大小（ITn），孔的另一极限偏差 ES＝EI＋ITn 或 EI＝ES－ITn（n 为任一标准公差等级）亦可随之确定下来。

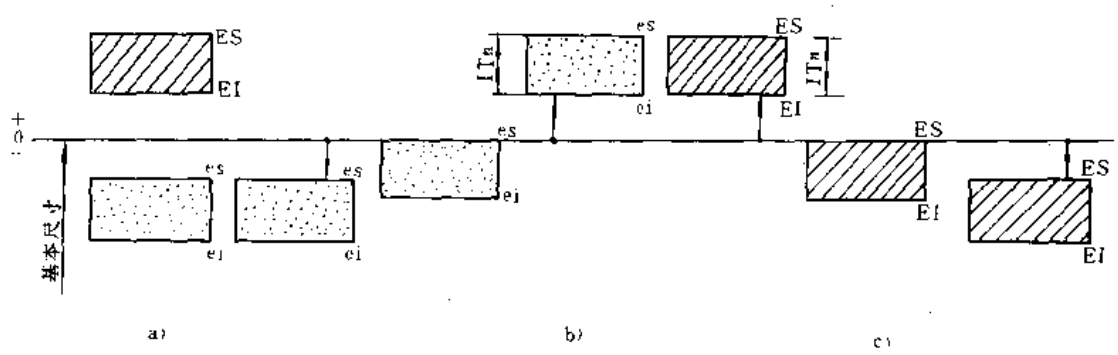



**图 3.1-5　公差带及其构成**

a）公差带图　b）轴公差带的构成　c）孔公差带的构成

从可能性来看，20 个标准公差等级和 28 种基本偏差可使轴组成 544 种公差带（j 只能组成 4 种），孔可组成 543 种公差带（J 只能组成 3 种），实际上，组成那么多种公差带，既不利于标准化，也无实用必要。为此，在 GB1801—79、GB1802—79 和 GB1803—79 中，分别对尺寸至 500mm、尺寸大于 500 至 3150mm、尺寸至 18mm 的孔、轴，规定了一些一般用途的、常用的和优先的公差带。当上述公差带不能满足产品使用要求时，允许另外组成公差带。

## 1.5　配合

### 1.5.1　标准的主要内容

GB1800—79 规定配合代号用孔、轴公差带的组合表示，写成分数形式，分子为孔的，分母为轴的。例如 H8/f7 或 $\frac{H8}{f7}$。

表示方法可用以下示例之一：

$\phi$50H8/f7 或 $\phi50\frac{H8}{f7}$；

10H7/n6 或 10 $\frac{H7}{n6}$。

GB1801—79 对尺寸至 500mm 规定了 59 种基孔制优先、常用配合，见表 3.1-16；规定了 47 种基轴制优先、常用配合，见表 3.1-17。对于尺寸大于 500 至 3150mm，GB1802—79 未规定具体配合，只规定了配合组成的一般原则，即孔和轴的配合一般采用基孔制的同级（指孔、轴公差同级）配合。

**表 3.1-16　尺寸至 500mm 基孔制优先、常用配合**

| 基准孔 | 轴 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | a | b | c | d | e | f | g | h | js | k | m | n | p | r | s | t | u | v | x | y | z |
| | 间隙配合 | | | | | | | | 过渡配合 | | | 过盈配合 | | | | | | | | | |
| H6 | | | | | | H6/f5 | H6/g5 | H6/h5 | H6/js5 | H6/k5 | H6/m5 | H6/n5 | H6/p5 | H6/r5 | H6/s5 | H6/t5 | | | | | |
| H7 | | | | | | H7/f6 | H7/g6 | H7/h6 | H7/js6 | H7/k6 | H7/m6 | H7/n6 | H7/p6 | H7/r6 | H7/s6 | H7/t6 | H7/u6 | H7/v6 | H7/x6 | H7/y6 | H7/z6 |
| H8 | | | | | H8/e7 | H8/f7 | H8/g7 | H8/h7 | H8/js7 | H8/k7 | H8/m7 | H8/n7 | H8/P7 | H8/r7 | H8/s7 | H8/t7 | H8/u7 | | | | |
| | | | | H8/d8 | H8/e8 | H8/f8 | | H8/h8 | | | | | | | | | | | | | |
| H9 | | | H9/c9 | H9/d9 | H9/e9 | H9/f9 | | H9/h9 | | | | | | | | | | | | | |
| H10 | | | H10/c10 | H10/d10 | | | | H10/h10 | | | | | | | | | | | | | |
| H11 | H11/a11 | H11/b11 | H11/c11 | H11/d11 | | | | H11/h11 | | | | | | | | | | | | | |
| H12 | | H12/b12 | | | | | | H12/h12 | | | | | | | | | | | | | |

注：1. $\frac{H6}{r5}$、$\frac{H7}{p6}$在基本尺寸小于或等于 3mm 和$\frac{H8}{r7}$在小于或等于 100mm 时，为过渡配合；

2. 标注◤的配合为优先配合。

**表 3.1-17　尺寸至 500mm 基轴制优先、常用配合**

| 基准轴 | 孔 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | Js | K | M | N | P | R | S | T | U | V | X | Y | Z |
| | 间隙配合 | | | | | | | | 过渡配合 | | | 过盈配合 | | | | | | | | | |
| h5 | | | | | | F6/h5 | G6/h5 | H6/h5 | Js6/h5 | K6/h5 | M6/h5 | N6/h5 | P6/h5 | R6/h5 | S6/h5 | T6/h5 | | | | | |
| h6 | | | | | | F7/h6 | G7/h6 | H7/h6 | Js7/h6 | K7/h6 | M7/h6 | N7/h6 | P7/h6 | R7/h6 | S7/h6 | T7/h6 | U7/h6 | | | | |
| h7 | | | | | E8/h8 | F8/h7 | | H8/h7 | Js8/h7 | K8/h7 | M8/h7 | N8/h7 | | | | | | | | | |
| h8 | | | | D8/h8 | E8/h8 | F8/h8 | | H8/h8 | | | | | | | | | | | | | |
| h9 | | | | D9/h9 | E9/h9 | F9/h9 | | H9/h9 | | | | | | | | | | | | | |
| h10 | | | | D10/h10 | | | | H10/h10 | | | | | | | | | | | | | |
| h11 | A11/h11 | B11/h11 | C11/h11 | D11/h11 | | | | H11/h11 | | | | | | | | | | | | | |
| h12 | | B12/h12 | | | | | | H12/h12 | | | | | | | | | | | | | |

注：标注◤的配合为优先配合。

### 1.5.2 配合的有关说明

配合是由基本尺寸相同的，相互结合的孔、轴公差带组成。若同一基本尺寸的孔可以组成543种公差带，轴可以组成544种公差带，这些孔、轴公差带又可任意组成配合时，则可组成543×544＝295392种配合。显然，组成这么多种配合更不利于标准化，更无实用必要了。为此，GB1801—79对尺寸至500mm规定了一些优先和常用配合。若上述一些配合不能满足产品使用要求时，允许另外组成配合。

## 1.6 未注公差尺寸的极限偏差

GB1804—79对未注公差尺寸的极限偏差规定为IT12至IT18。并规定一般孔用H（即孔用基本偏差H与IT12至IT18组成公差带）；轴用h（即轴用基本偏差h与IT12至IT18组成公差带）；长度用$\pm\frac{1}{2}$IT（即孔用Js、轴用js基本偏差与IT12至IT18组成公差带）；必要时，可不分孔、轴或长度，均采用$\pm\frac{1}{2}$IT（即Js或js）。

GB1804—79已经修订，并改为一般公差　线性尺寸的未注公差（GB/T 1804—92）。该标准等效采用国际标准ISO2768.1—1989《一般公差　第一部分：未注公差的线性和角度尺寸的公差》中未注出公差的线性尺寸的公差部分。它适用于金属切削加工的尺寸；也适用于一般的冲压加工的尺寸；非金属材料和其他工艺方法加工的尺寸可参照采用。表3.1-18列出了这一标准规定的线性尺寸的极限偏差数值；表3.1-19列出了这一标准规定的倒圆半径与倒角高度尺寸的极限偏差数值。由此两表可见：无论孔、轴或长度，其公差带均采用对称于零线的布置方案；尺寸分段也与GB1804—79的规定不同。

**表3.1-18　线性尺寸的极限偏差数值**　（mm）

| 公差等级 | 尺寸分段 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.5～3 | >3～6 | >6～30 | >30～120 | >120～400 | >400～1000 | >1000～2000 | >2000～4000 |
| f（精密级） | ±0.05 | ±0.05 | ±0.1 | ±0.15 | ±0.2 | ±0.3 | ±0.5 | — |
| m（中等级） | ±0.1 | ±0.1 | ±0.2 | ±0.3 | ±0.5 | ±0.8 | ±1.2 | ±2 |
| c（粗糙级） | ±0.2 | ±0.3 | ±0.5 | ±0.8 | ±1.2 | ±2 | ±3 | ±4 |
| v（最粗级） | — | ±0.5 | ±1 | ±1.5 | ±2.5 | ±4 | ±6 | ±8 |

**表3.1-19　倒圆半径和倒角高度尺寸的极限偏差数值**　（mm）

| 公差等级 | 尺寸分段 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0.5～3 | >3～6 | >6～30 | >30 |
| f（精密级） | ±0.2 | ±0.5 | ±1 | ±2 |
| m（中等级） | | | | |
| c（粗糙级） | ±0.4 | ±1 | ±2 | ±4 |
| v（更粗级） | | | | |

## 1.7 新旧标准对照

在GB1801—79的附录中，列有这两个标准的对照表。鉴于GB159～174—59早已不用，此处只附上尺寸至500mm的、基孔制配合轴的公差带代号对照（表3.1-20），以及基轴制配合孔的公差带代号对照（表3.1-21），供某些老产品向GB1800～1803—79标准过渡时参照。

**表3.1-20　基孔制配合的轴**（尺寸1～500mm）

| 间隙配合 | | | 过渡配合 | | | 过盈配合 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 旧国标 | 新国标 | 备注 | 旧国标 | 新国标 | 备注 | 旧国标 | 新国标 | 备注 |
| d1 | h5 | | ga1 | n5 | p5① | jb1 | s5 | s6① |
| db1 | g5 | g6① | gb1 | m5 | n5① | jc1 | r5 | r6① |
| dc1 | f5，f6 | ② | gc1 | k5 | m4① | jd | s7，u5，u6 | ② |
| d | h6 | | gd1 | j5，js5 | ② | je | r6，s6 | ② |
| db | g6 | | ga | n6 | p6① | jf | r6 | |

（续）

| 间隙配合 | | | 过渡配合 | | | 过盈配合 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 旧国标 | 新国标 | 备注 | 旧国标 | 新国标 | 备注 | 旧国标 | 新国标 | 备注 |
| dc | f7 | | gb | m6 | n6① | jb3 | u8 | |
| dd | e8 | | gc | k6 | | jc3 | s7 | |
| de | d8 | | gd | js6 | | ja4 | | ④ |
| df | c8 | | ga3 | n7 | p7① | jb4 | | ④ |
| d3 | h7 | | gb3 | m7 | | jc4 | | ④ |
| dc3 | f8 | | gc3 | k7 | | je6 | | ④ |
| d4 | h8，h9 | ③ | gd3 | j7，js7 | ② | | | |
| dc4 | f9 | | | | | | | |
| de4 | d9，d10 | ③ | | | | | | |
| d5 | h10 | | | | | | | |
| d6 | h11 | | | | | | | |
| dc6 | d11 | | | | | | | |
| dd6 | b11，c10，c11 | ② | | | | | | |
| de6 | a11，b11 | ② | | | | | | |
| d7 | h12，h13 | ③ | | | | | | |
| dc7 | b12,c12,c13 | ② | | | | | | |

① 仅1～3mm尺寸分段使用。
② 不同尺寸分段分别与不同的新国标符号相近似。
③ 介于两者之间。
④ 没有适当的相近的符号。

**表3.1-21 基轴制配合的孔**（尺寸1～500mm）

| 间隙配合 | | | 过渡配合 | | | 过盈配合 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 旧国标 | 新国标 | 备注 | 旧国标 | 新国标 | 备注 | 旧国标 | 新国标 | 备注 |
| D1 | H6 | | Ga1 | N6 | | Jd | U7，S7 | ② |
| Db1 | G6 | | Gb1 | M6 | | Je | R7，R8 | ② |
| Dc1 | F7 | | Gc1 | K6 | | Jb3 | U8 | |
| D | H7 | | Gd1 | J6，Js6 | ② | | | |
| Db | G7 | | Ga | N7 | | | | |
| Dc | F8 | | Gb | M7 | K7① | | | |
| Dd | E8，E9 | ② | Gc | K7 | Js7① | | | |
| De | D8，D9 | ② | Gd | J7 | | | | |
| D3 | H8 | | Ga3 | N8 | | | | |
| D4 | H8，H9 | ③ | Gb3 | M8 | | | | |
| Dc4 | F9 | | Gc3 | K8 | | | | |
| De4 | D9，D10 | ③ | Gd3 | J8 | | | | |
| D5 | H10 | | | | | | | |
| D6 | H11 | | | | | | | |
| Dc6 | D11 | | | | | | | |
| Dd6 | B11，C11 | ② | | | | | | |
| De6 | A11，B11 | ② | | | | | | |
| D7 | H12，H13 | ③ | | | | | | |
| Dc7 | | ④ | | | | | | |

① 仅1～3mm尺寸分段使用。
② 不同尺寸分段分别与不同的新国标符号相近似。
③ 介于两者之间。
④ 没有适当的相近的符号。

## 2　公差与配合的选用

公差与配合的选用是机械设计的重要环节，它不仅关系到产品的质量，而且关系到产品的制造工艺和生产成本。公差与配合的选用原则可概括为：在保证产品功能要求的前提下，尽可能便于制造和降低成本，以取得最佳的技术经济效果。

公差与配合的选择方法有类比法、计算法和试验法三种。

类比法，又有人称为“先例法”、“对照法”。它是以经过生产考验的、类似的机械、机构、部件和零件为参照对象，在功能、结构、材料和使用条件等方面与所要设计的对象进行对比后，确定公差与配合的方法。使用这种方法要有较为丰富的经验，要对设计对象和参考对象的功能、结构、材料和使用条件等有较为充分的了解，才能选择得当。如果不顾设计对象与参照对象在上述各个方面的差异，就简单地照抄照搬，是达不到预期选用要求的。

计算法是按照一定的理论和公式，通过计算确定公差与配合的方法。按计算法选用配合，由于使许多条件、因素理想化和简单化，因此结果往往不完全符合实际。但随着科学技术的发展，以及计算机的广泛应用，这种方法是很有发展前途的。

试验法是通过试验确定公差与配合的方法。已往常用比较古老的方法进行实物试验，所用代价较高，现在由于科学技术和计算机的发展，有的可以用各种模拟、仿真技术进行试验了。

类比法迄今最为常用，计算法用得较少，试验法往往与上述两种方法相结合。

### 2.1　公差等级的选用

无配合要求的尺寸，精密者，如量块、量规的工作尺寸，其公差等级主要取决于使用要求。未注公差的尺寸，按车间加工的经济精度，在GB/T1804—92中选取。

有配合要求的尺寸，孔、轴配合尺寸的公差等级按允许间隙或过盈的变动量而定。

表3.1-22列出了公差等级应用的经验资料，供选用时参考。

**表3.1-22　公差等级的应用**

| 应　用 | 公差等级(IT) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 01 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 量　块 | — | — | — | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 特别精密零件的配合 | | | | — | — | — | — | | | | | | | | | | | | | |
| 配合尺寸 | | | | | | | — | — | — | • | — | — | — | — | — | | | | | |
| 非配合尺寸 | | | | | | | | | | | | | | — | — | — | — | — | — | — |
| 原材料公差 | | | | | | | | | | — | — | — | | | | | | | | |

用计算法确定公差等级时，目前依据的理论主要是“尺寸链”，我国对尺寸链的计算方法，已经进行了标准化，见GB5847—86。对于有配合要求的孔、轴，设配合允许间隙或过盈的变动量，即配合公差$T_f$为已知，按照尺寸链的计算方法，则孔公差$T_H$与轴公差$T_S$可按以下公式计算。

$$T_f=T_H+T_S \tag{3.1-3}$$

或

$$T_f=\sqrt{T_H^2+T_S^2} \tag{3.1-4}$$

式(3.1-3)(3.1-4)中的孔、轴公差，一般按下述情况分配：当配合尺寸≤500mm、配合公差小于2倍IT8的，推荐孔比轴低1级；配合公差大于等于2倍IT8的，一般采用孔、轴同级。

### 2.2　配合的选用

配合选用包括确定配合类别、配合公差和配合代号等三个方面的问题。

由表3.1-16可知，配合分为三类，即间隙配合、过盈配合和过渡配合。配合类别，根据孔、轴结合后有无相对运动等宏观要求较易确定。例如有相对运动要求的孔、轴结合，应在间隙配合类中选取；不能有相对运动，且要完全依靠过盈传递力或转矩的孔、轴结合，只能在过盈配合类中选取；孔、轴有定位要求的结合，基本上在过渡配合类中选取。

配合公差是允许间隙或过盈的变动量。配合公差选用得当，要考虑的因素就较多了。对于有相对运动要

求的孔、轴结合，要考虑相对运动的方向、速度、结构状况和工作条件等因素，确定适宜的间隙及允许间隙的变动量。对于不能有相对运动，且要完全依靠过盈传递力或转矩的孔、轴结合，要考虑传递力或转矩的大小、材料、结构状况和工作条件等因素，确定适宜的过盈及允许过盈的变动量。对于孔、轴有定位要求的结合，要考虑定位精度、结构状况、装拆要求等因素，确定允许间隙和（或）过盈的变动量。对于过盈配合，我国已制订了一项标准（GB5371—85）《公差与配合　过盈配合的计算和选用》，该项标准将在下节详细介绍。对于间隙配合，可根据流体动力润滑理论进行计算，以确定适宜的配合间隙，对于单油楔流体润滑径向滑动轴承，其计算方法已经成熟，但尚未进行标准化。

由式（3.1-3）和式（3.1-4）可见，配合公差 $T_f$ 愈小，孔、轴的公差 $T_H$、$T_S$ 也应愈小，前者反映配合质量，后者反映制造精度。设计者不可一味追求高的配合质量而忽视制造难易和生产成本，要恰当地解决这一矛盾，使所选配合既要满足配合要求，又要便于制造和降低成本。

当配合类别和配合公差确定后，要在公差与配合标准中选用适当的配合代号。选用配合代号时，要同时确定选用什么基准制、选用什么标准公差等级、以及非基准件（基孔制中的轴或基轴制中的孔）选用什么基本偏差代号的问题。

### 2.2.1　基准制的选用

GB1800—79 中规定有基孔制和基轴制两种基准配合制，并规定在一般情况下优先采用基孔制，如有特殊需要，允许将任一孔、轴公差带组成配合（本手册将其称为非基准制配合）。

一般中等尺寸较高精度的孔，常用定值刀具（铰刀、拉刀等）加工，用定值量具（如光滑极限量规）检验，在这种情况下，若用基孔制配合既可减少定值刀、量具的品种，又利于保证孔的质量。例如制造 $\phi$50H7/g6、$\phi$50H7/n6、$\phi$50H7/p6 一批基孔制配合，可只用适于 $\phi$50H7 加工和检验的一种规格的定值刀、量具；若改为 $\phi$50G7/h6、$\phi$50N7/h6、$\phi$50P7/h6 基轴制配合，则需要适于 $\phi$50G7、$\phi$50N7、$\phi$50P7 加工和检验的三种规格的定值刀、量具了。即使较大尺寸或较低精度的配合，孔不用定值刀、量具加工和检验，为了统一并考虑到生产上的习惯，一般也采用基孔制。

当轴采用冷拉型料，其结合面无需再进行切削加工时，则选用基轴制较为经济。在一般纺织机械、农业机械中，由于应用这种型料做轴的较多，所以基轴制也用得较多。随着冷拉和热轧技术的不断提高，许多较为精密的配合也宜采用基轴制。在仪器仪表和钟表工业中，对于小尺寸的配合，改变孔径大小比改变轴径大小在技术和经济上更为合理（如小孔用的定值刀、量具制造较为方便，价格也较为便宜），所以也多采用基轴制。

对于同一基本尺寸同一个轴上有多孔与之配合，或同一基本尺寸同一个孔上有多轴与之配合，且配合要求不同时，采用基孔制、基轴制、甚或非基准制，应视具体结构、工艺等情况而定。与标准件的配合，基准制的选择应视标准件配合面是孔还是轴而定，是孔的采用基孔制，是轴的采用基轴制。因为标准件的配合面，在同一基本尺寸、同一精度情况下，采用同一的公差带，要获得不同性质的配合只有改变与之相配表面的公差带才行。

例如图 3.1-6 所示的结构，滚动轴承外圈与机座

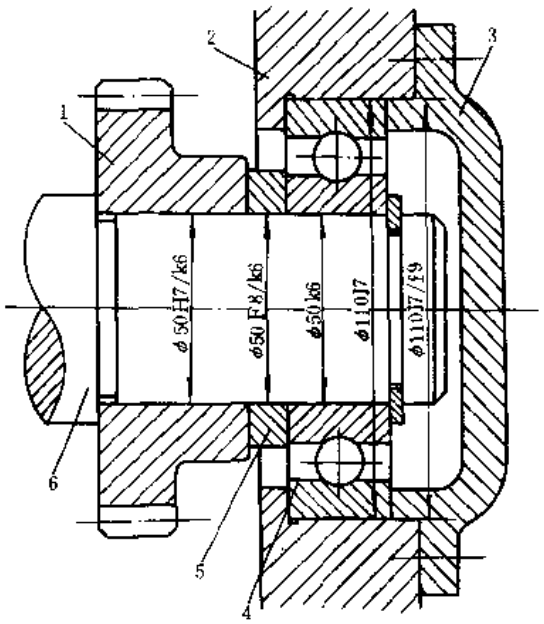



**图 3.1-6**　基准制应用分析示例

1—齿轮　2—机座　3—端盖

4—滚动轴承　5—挡环　6—轴

孔的配合只能采用基轴制，内圈与轴的配合只能采用基孔制。当轴的 $\phi$50 表面与内圈配合处采用了 k6 公差带之后，为了便于加工，把它做成光轴，即把整个表面都按 $\phi$50k6 制造。齿轮孔与轴要求采用过渡配合，用基孔制配合 $\phi$50H7/k6 可以满足要求。挡环与轴要求采用间隙配合，此时，由于轴的公差带已经采用了 k6，挡环孔的公差带不能再用基准孔的，只能在高于 $\phi$50k6 公差带的位置之上选取一个合适的孔公差带 $\phi$50F8 了，这样一来，挡环孔与轴的配合 $\phi$50F8/k6 便成了非

基准制间隙配合了。机座孔与端盖 $\phi$110 外表面也要求采用间隙配合，由于机座孔 $\phi$110 已按 J7 加工，端盖 $\phi$110 外表面的公差带不能再用基准轴的，只能在低于 $\phi$110J7 公差带的位置之下选取一个合适的轴公差带 $\phi$110f9 了，这样一来，机座孔与端盖的配合 $\phi$110J7/f9 也成为非基准制的间隙配合。图 3.1-7 为这些配合的公差带图解。

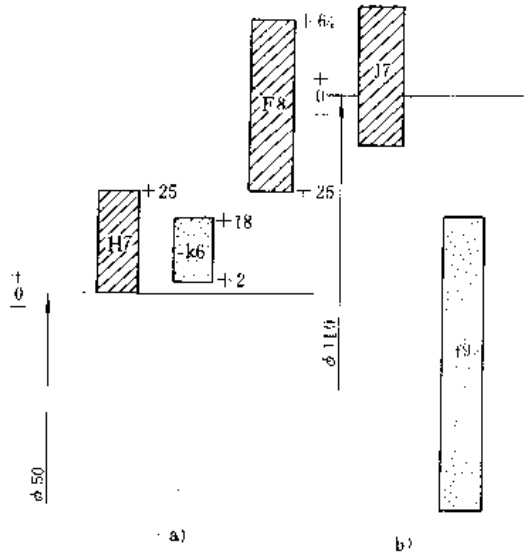



**图 3.1-7**　有关配合的公差带图

a）轴与齿轮孔、挡环孔配合　b）机座孔与端盖凸缘的配合

### 2.2.2　标准公差等级的选用

对于一般配合，当配合间隙或过盈允许的变动量（配合公差）确定之后，可按下式计算出孔、轴公差等级的系数和 $(a_H+a_s)$：

$$T_f=T_H+T_s=(a_H+a_s)\,i \qquad (3.1\text{-}5)$$

式中　$i$——公差单位（μm）。

当求得 $a_H$ 与 $a_s$ 之和以后，按照表 3.1-23 相应的标准公差等级系数，选用相应的标准公差等级。当配合尺寸≤500mm，$(a_H+a_s)<50$ 时，一般使孔比轴低一级，$(a_H+a_s)\geqslant 50$ 时，一般使孔、轴同级；当配合尺寸＞500mm 时，一般采用同级配合，即使 $a_H=a_s$。

### 2.2.3　非基准件基本偏差代号的选用

对于 GB1800—79 规定的基孔制，由于基准孔的下偏差为零，所以由基准孔 H 与 a 至 h 各种轴的基本偏差形成的各种间隙配合，其最小间隙的绝对值与 a 至 h 各种轴的基本偏差 es 的绝对值相等。为此，对这些基孔制间隙配合，可直接按照允许的最小间隙量在表 3.1-6 中查出数值相近的非基准件（轴）的基本偏差代号。k 至 zc 各种轴的基本偏差与基准孔形成各种过渡配合和过盈配合，形成过渡配合的，各种轴的基本偏差 ei 按式（3.1-6）求得；形成过盈配合的，各种轴的基本偏差 ei 按式（3.1-7）求得。

$$ei=T_H-X_{max} \qquad (3.1\text{-}6)$$

$$ei=T_H-Y_{min} \qquad (3.1\text{-}7)$$

式中　$X_{max}$——过渡配合的最大间隙；

$Y_{min}$——过盈配合的最小过盈。

当求得非基准件（轴）的基本偏差 ei 之后，便可在表 3.1-6 中查出数值相近的轴的基本偏差代号。

对于 GB1800—79 规定的基轴制，各种非基准件（孔）的基本偏差代号可比照上述方法进行确定。

表 3.1-23 为三种配合代号的选用示例，供大家参考。

**表 3.1-23　配合代号选用示例**

| 参数和要求 \ 例序 | | 例　1 | 例　2 | 例　3 |
|---|---|---|---|---|
| 已知条件 | 基本尺寸（mm） | $\phi$30 | $\phi$30 | $\phi$30 |
| | 配合类别 | 间隙配合 | 过渡配合 | 过盈配合 |
| | 允许间隙或过盈（mm） | +0.02～+0.06 | −0.030～+0.025 | −0.007～0.041 |
| 待定参数和要求 | 基准制 | 选用基孔制 | 选用基孔制 | 选用基孔制 |
| | $i$（μm） | $i=0.45\sqrt{D}+0.001D=0.45\sqrt{(18\times30)^{1/2}}+0.001\times(18\times30)^{1/2}\approx1.3$ | | |
| | $a_H+a_s$ | $\dfrac{\lvert+60-20\rvert}{1.3}=\dfrac{40}{1.3}\approx30$ | $\dfrac{\lvert+25-(-30)\rvert}{1.3}=\dfrac{55}{1.3}\approx42$ | $\dfrac{\lvert-7-(-41)\rvert}{1.3}=\dfrac{34}{1.3}\simeq26$ |
| | 孔用公差等级及公差值（μm） | IT7=16$i$≒21 | IT8=25$i$≒33 | IT7=16$i$=21 |
| | 轴用公差等级及公差值（μm） | IT6≒10$i$=13 | IT7−16$i$=21 | IT6=10$i$=13 |
| | 非基准件（轴）的基本偏差值（μm） | es≒+20 | ei=30−25≒+5（取+8） | ei≒21+（−7）=+28 |
| | 非基准件（轴）的基本偏差代号 | f | m | r |
| | 配合代号 | $\phi$30H7/f6 | $\phi$30H8/m7 | $\phi$30H7/r6 |

表 3.1-24 为基孔制配合中使用各种轴的基本偏差形成各种配合的特性说明及适用场合；表 3.1-25 介绍了配合尺寸≤500mm 的优先、常用配合的特征，提供给大家选用时参考。

**表 3.1-24　基孔制轴的基本偏差选用说明**

| 配合 | 基本偏差 | 配　合　特　性　及　应　用 |
|---|---|---|
| 间隙配合 | a，b | 可得到特别大的间隙，应用很少 |
| | c | 可得到很大间隙，一般适用于缓慢、松弛的动配合。用于工作条件较差（如农业机械），受力变形，或为了便于装配，而必须有较大间隙时。推荐配合为 H11/c11。其较高等级的配合，如 H8/c7 适用于轴在高温工作的紧密动配合，例如内燃机排气阀和导管 |
| | d | 一般用 IT7～11 级，适用于松的转动配合，如密封盖、滑轮、空转带轮与轴的配合。也适用于大直径滑动轴承配合，如透平机、球磨机、轧滚成型和重型弯曲机及其他重型机械中的一些滑动支承 |
| | e | 多用于 IT7～9 级，通常适用要求有明显间隙，易于转动的支承配合，如大跨距支承、多支点支承等配合。高等级的 e 轴适用于大的、高速、重载支承，如涡轮发电机、大的电动机的支承等。也适用于内燃机主要轴承、凸轮轴支承、摇臂支承等配合 |
| | f | 多用于 IT6～8 级的一般转动配合。当温度差别不大，对配合基本上没影响时，被广泛用于普通润滑油（或润滑脂）润滑的支承，如齿轮箱、小电动机、泵等的转轴与滑动支承的配合 |
| | g | 多用于 IT5～7 级，配合间隙很小，制造成本高，除很轻载荷的精密装置外，不推荐用于转动配合。最适合不回转的精密滑动配合，也用于插销等定位配合，如精密连杆轴承、活塞及滑阀、连杆销等 |
| | h | 多用于 IT4～11 级。广泛用于无相对转动的零件，作为一般的定位配合，若没有温度、变形影响，也用于精密滑动配合 |
| 过渡配合 | js | 为完全对称偏差（±IT/2），平均起来，为稍有间隙的配合，多用于 IT4～7 级，要求间隙比 h 轴配合时小，并允许略有过盈的定位配合，如联轴器、齿圈与钢制轮毂，一般可用手或木锤装配 |
| | k | 平均起来没有间隙的配合，适用于 IT4～7 级。推荐用于要求稍有过盈的定位配合，例如为了消除振动用的定位配合。一般用木锤装配 |
| | m | 平均起来具有不大过盈的过渡配合，适用 IT4～7 级。一般可用木锤装配，但在最大过盈时，要求相当的压入力 |
| | n | 平均过盈比用 m 轴时稍大，很少得到间隙，适用 IT4～7 级。用锤或压力机装配。通常推荐用于紧密的组件配合。H6/n5 为过盈配合 |
| 过盈配合 | p | 与 H6 或 H7 孔配合时是过盈配合，而与 H8 孔配合时为过渡配合。对非铁类零件，为较轻的压入配合，当需要时易于拆卸。对钢、铸铁或铜-钢组件装配是标准压入配合。对弹性材料，如轻合金等，往往要求很小的过盈，可采用 p 轴配合 |
| | r | 对铁类零件，为中等打入配合；对非铁类零件，为轻的打入配合，当需要时，可以拆卸。与 H8 孔配合，直径在 100mm 以上时为过盈配合，直径小时为过渡配合 |
| | s | 用于钢和铁制零件的永久性和半永久性装配，过盈量充分，可产生相当大的结合力。当用弹性材料，如轻合金时，配合性质与铁类零件的 p 轴相当。例如套环压在轴上、阀座等配合。尺寸较大时，为了避免损伤配合表面，需用热胀或冷缩法装配 |
| | t，u，v，x，y，z | 过盈量依次增大，除 u 外，一般不推荐 |

**表 3.1-25 优先配合、常**

| 基本偏差 | | 轴 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | a A | b B | c C | d D | e E | f F | g G | h H | js Js | k K |
| 配合种类 | | 间隙配合 | | | | | | | | 过渡 | |
| 配合特征 | 基准孔或基准轴 | 可得到特别大的间隙，用于高温工作。很少用 | 可得到特大的间隙，用于高温工作。一般少用 | 可得到很大的间隙，高温工作时用 | 具有显著的间隙，适用于松动的配合 | 有相当的间隙，适用于高速运动，大跨距、多支承配合 | 配合间隙适中，用于一般转速的动配合 | 配合间隙很小，用于不回转的精密滑动配合 | 装配后多少有点间隙，但在最大实体状态下间隙为零，一般用于间隙定位配合 | 为完全对称偏差，平均起来稍有间隙的过渡配合（约有2%的过盈） | 平均起来没有间隙的过渡配合（约有30%的过盈） |
| H6 | h5 | | | | | | H6/f5 F6/h5 | H6/g5 G6/h5 | H6/h5 H6/h5 | H6/js5 Js6/h5 | H6/k5 K6/h5 |
| H7 | h6 | | | | | | H7/f6 F7/h6 | H7/g6 G7/h6 | H7/h6 H7/h6 | H7/js6 Js7/h6 | H7/k6 K7/h6 |
| H8 | h7 | | | | | H8/e7 E8/h7 | H8/f7 F8/h7 | H8/g7 | H8/h7 H8/h7 | H8/js7 Js8/h7 | H8/k7 K8/h7 |
| | h8 | | | | H8/d8 D8/h8 | H8/e8 E8/h8 | H8/f8 F8/h8 | | H8/h8 H8/h8 | | |
| H9 | h9 | | | H9/c9 | H9/d9 D9/h9 | H9/e9 E9/h9 | H9/f9 F9/h9 | | H9/h9 H9/h9 | | |
| H10 | h10 | | | H10/c10 | H10/d10 D10/h10 | | | | H10/h10 H10/h10 | | |
| H11 | h11 | H11/a11 A11/h11 | H11/b11 B11/h11 | H11/c11 C11/h11 | H11/d11 D11/h11 | | | | H11/h11 H11/h11 | | |
| H12 | h12 | | H12/b12 B12/h12 | | | | | | H12/h12 H12/h12 | | |
| 按配合特征、装配方法及其应用分类 | | 液体摩擦情况较差，有紊流。间隙非常大，用于高温工作和很松的转动配合；要求大公差、大间隙的外露组件、要求装配很松的配合 | | | 液体摩擦情况尚好、用于精度非主要要求有大的温度变动，高转速或大的轴径压力时的自由转动配合 | | 带层流、流体摩擦情况良好，配合间隙适中，能保证轴与孔相对旋转时最好的润滑条件 | | 有较好的保持孔、轴的同轴度，但无法容纳足够的润滑油，不适于自由转动的配合 | 用手或木锤装配是略有过盈的定位配合 | 用木锤装配，是稍有过盈的定位配合，消除振动时用 |

**用配合的特征及选用**

| 或 孔 | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| m M | n N | p P | r R | s S | t T | u U | v V | x X | y Y | z Z |
| 配 合 | 过 盈 配 合 | | | | | | | | | |
| 平均起来具有不大过盈的过渡配合（约有40%至60%的过盈） | 平均过盈稍大，很少得到间隙（约有60%至84%的过盈） | 与H6、H7配合时是真正的过盈配合，但与H8配合时是过渡配合 | 与H6、H7配合是过盈配合，但当基本尺寸至100mm时与H8配合为过渡配合（约80%的过盈） | 相对平均过盈为大于0.0005至0.0018 | 相对平均过盈大于0.00072至0.0018；相对最小过盈大于0.00026至0.00105 | 相对平均过盈为大于0.00095至0.0022；相对最小过盈大于0.00038至0.00112 | 相对平均过盈为大于0.00117至0.00125；相对最小过盈为大于0.00125至0.00132 | 相对平均过盈为大于0.0017至0.0031；相对最小过盈为大于0.0016至0.0019 | 相对平均过盈为大于0.0021至0.0029；相对最小过盈为0.002左右 | 相对平均过盈为大于0.0026至0.004；相对最小过盈为大于0.00244至0.0027 |
| H6/m5 M6/h5 | H6/n5 N6/h5 | H6/p5 P6/h5 | H6/r5 R6/h5 | H6/s5 S6/h5 | H6/t5 T6/h5 | | | | | |
| H7/m6 M7/h6 | H7/n6 N7/h6 | H7/p6 P7/h6 | H7/r6 R7/h6 | H7/s6 S7/h6 | H7/u6 U7/h6 | H7/u6 U7/h6 | H7/v6 | H7/x6 | H7/y6 | H7/z6 |
| H8/m7 M8/h7 | H8/n7 N8/h7 | H8/p7 | H8/r7 | H8/s7 | H8/t7 | H8/u7 | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| 用钢锤装配、在最大实体状态时要有相当的压入力 | 用钢锤或压力机装配，用于紧密的组合件配合 | 约有57%至94%的过盈，用压力机装配 | 属于轻型压入配合，用在传递较小转矩或轴向力时（较中型压入配合小一半左右）若承受冲击载荷，则应加辅助紧固件 | 属于中型压入配合，用在传递较小转矩或轴向力时不需加辅助件（较重型压入配合小三分之一至二分之一），若承受变动载荷，振动冲击时需加辅助件 | | 属于重型压入配合，用压力机或热胀（孔套）冷缩（轴）的方法装配，能传递大转矩，变动载荷。材料许用应力要大 | | 属于重型压入配合，用热胀（孔套）或冷缩（轴）的方法装配，能传递很大转矩，承受变动载荷，振动和冲击（较重型压力配合大一倍），材料许用应力要相当大 | | |

## 3　过盈配合的计算和选用（GB5371—85）

我国于1985年发布了适用于光滑圆柱面在弹性范围内的《公差与配合　过盈配合的计算和选用》标准（GB5371—85），现将标准的主要内容和对其有关说明介绍如下：

### 3.1　术语及定义

GB5371--85规定了15条术语，表3.1-26列出了这些术语及定义。

**表3.1-26　术语及定义**

| 序号 | 术　语 | 定　　义 |
|---|---|---|
| 1 | 过盈量 $\delta$ | 过盈的绝对值 |
| 2 | 基本过盈量 $\delta_b$ | 选择过盈配合的基准值。对基孔制配合，其值等于轴的基本偏差的绝对值；对基轴制配合，其值等于孔的基本偏差的绝对值（图3.1-8） |
| 3 | 过盈联结 | 利用过盈量使包容件和被包容件形成的固定联结 |
| | 纵向过盈联结 | 用压入法实现的过盈联结 |
| | 横向过盈联结 | 用胀缩法实现的过盈联结 |
| 4 | 结合面 | 在过盈联结中，包容件和被包容件相接触的表面 |
| 5 | 结合直径 $d_f$ | 结合面的基本直径（图3.1-9） |
| 6 | 结合长度 $l_f$ | 结合面的基本长度（图3.1-9） |
| 7 | 直径比 $q$ | 相配合的包容件和被包容件的小直径与大直径的比值<br>包容件直径比 $q_a$ 等于结合直径 $d_f$ 除以包容件外径 $d_a$（图3.1-9）<br>被包容件直径比 $q_i$ 等于被包容件内径 $d_i$（图3.1-9）除以结合直径 $d_f$ |
| 8 | 相对过盈量 | 过盈量 $\delta$ 与结合直径 $d_f$ 的比值 |
| 9 | 压平深度 $S$ | 包容件或被包容件结合面的表面粗糙度被压平部分的深度，$S_a$ 或 $S_i$（图3.1-10） |
| 10 | 压平量 | 由于压平深度而使过盈量减小的部分。其值等于包容件的压平深度 $S_a$ 和被包容件的压平深度 $S_i$ 之和的2倍 |
| 11 | 结合压力 $p_f$ | 作用在结合面上的压力 |
| 12 | 直径变化量 $e$ | 由于结合压力而使相配合的孔、轴直径变化的量<br>包容件直径变化量 $e_a$ 为包容件内径的扩大量。被包容件直径变化量 $e_i$ 为被包容件外径的缩小量 |
| 13 | 有效过盈量 $\delta_e$ | 在过盈联结中起作用的过盈量。其值等于包容件直径变化量 $e_a$ 和被包容件直径变化量 $e_i$ 之和 |
| 14 | 压入力 $P_{xi}$ | 在实现纵向过盈联结的过程中施加的最大轴向力 |
| 15 | 压出力 $P_{xc}$ | 在解脱过盈联结的过程中施加的最大轴向力 |

### 3.2　计算的基础和假定条件

该计算以两个简单厚壁圆筒在弹性范围内的联结为基础。弹性范围系指包容件和被包容件由于结合压力而产生的变形与应力成线性关系，亦即联结件的应力低于其材料的屈服极限（$\sigma_s$ 或 $\sigma_{0.2}$）。

计算的假定条件为：包容件与被包容件处于平面应力状态，即轴向应力 $\sigma_z=0$；包容件与被包容件在结合长度上结合压力为常数；材料的弹性模量为常数；计算的强度理论，按变形能理论。

对于几何形状特殊或具有特殊应力的过盈联结，需进行附加计算。

计算用的主要符号、含义和单位列于表3.1-27。

**表3.1-27　过盈配合计算用的主要符号、含义和单位**

| 符号 | 含　　义 | 单　位 |
|---|---|---|
| $\delta$ | 过盈量 | mm |
| $\delta_e$ | 有效过盈量 | mm |
| $\delta_b$ | 基本过盈量 | mm |
| $d_f$ | 结合直径 | mm |

（续）

| 符号 | 含义 | 单位 |
|---|---|---|
| $d_a$ | 包容件外径 | mm |
| $d_i$ | 被包容件内径 | mm |
| $l_f$ | 结合长度 | mm |
| $q_a$ | 包容件直径比 | — |
| $q_i$ | 被包容件直径比 | — |
| $S_a$ | 包容件的压平深度 | mm |
| $S_i$ | 被包容件的压平深度 | mm |
| $e_a$ | 包容件直径变化量 | mm |
| $e_i$ | 被包容件直径变化量 | mm |
| $p_f$ | 结合压力 | N/mm² |
| $P_{xi}$ | 压入力 | N |
| $P_{xa}$ | 压出力 | N |

（续）

| 符号 | 含义 | 单位 |
|---|---|---|
| $F_x$ | 轴向力 | N |
| $M$ | 转矩 | N·mm |
| $F_t$ | 传递力 | N |
| $\mu$ | 摩擦系数 | — |
| $\upsilon$ | 泊松比 | — |
| $\sigma_s$ | 屈服极限 | N/mm² |
| $\sigma_b$ | 强度极限 | N/mm² |
| $E$ | 弹性模量 | N/mm² |
| $R_z$ | 微观不平度十点高度 | mm |
| $R_a$ | 轮廓算术平均偏差 | mm |

注：除另有说明外，表中符号再加下标“a”表示包容件；“i”表示被包容件。

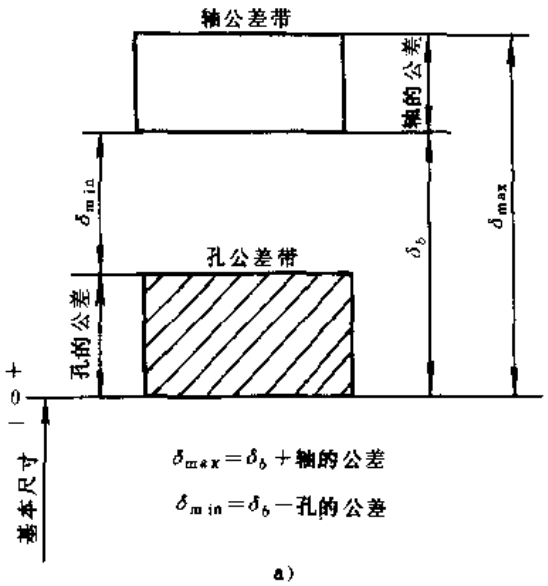



**图 3.1-8** 基本过盈量 $\delta_b$ 图释

a）基孔制 b）基轴制

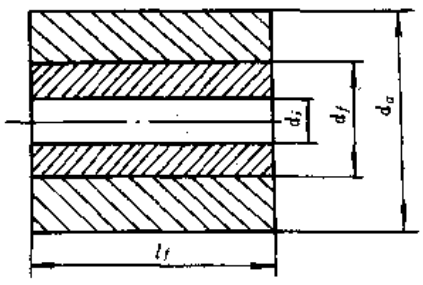



**图 3.1-9** 过盈联结结尺寸图释

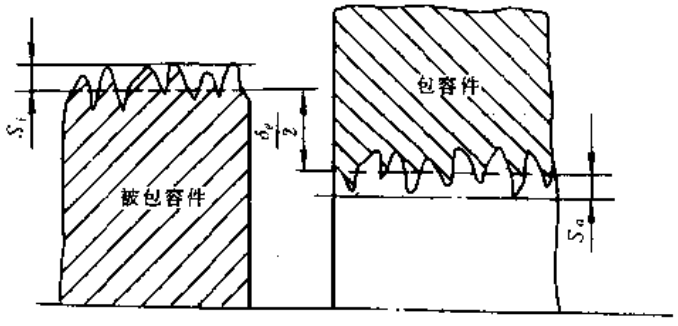



**图 3.1-10** 包容件与被包容件压平深度图释

## 3.3　计算公式

表 3.1-28 列出了计算过盈联结传递载荷所需的最小过盈量的有关公式。表 3.1-29 列出了计算过盈联结件不产生塑性变形所容许的最大有效过盈量的有关公式。表 3.1-30 列出了计算过盈联结的最小传递力和联结件的最大应力的公式。表 3.1-31 列出了计算包容件的外径扩大量和被包容件的内径缩小量的公式。表 3.1-32 列出了上述表格中所用的系数 $C_a$ 和 $C_i$ 值。表 3.1-33 列出了常用材料用于纵向过盈联结的摩擦系数。常用材料用于横向过盈联结的摩擦系数见表 3.1-34，常用材料的弹性模量、泊松比和线膨胀系数见表 3.1-35。

表 3.1-29 中 $a$、$b$ 值与 $q_a$ 值的关系，以及 $C$ 值与 $q_i$ 值的关系绘于图 3.1-11。基本过盈量 $\delta_b$、结合直径 $d_f$ 与基本偏差代号的关系绘于图 3.1-12。

**表 3.1-28　过盈联结传递载荷所需的最小过盈量的计算式**

| 序号 | 计算内容 | | 计算公式 | 说明 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 传递负荷所需的最小结合压力 | 传递转矩 | $p_{f\min}=\dfrac{2M}{\pi d_f^2 l_f \mu}$ | |
| | | 承受轴向力 | $p_{f\min}=\dfrac{F_a}{\pi d_f l_f \mu}$ | |
| | | 传递力 | $p_{f\min}=\dfrac{F_t}{\pi d_f l_f \mu}$ | $F_t=\sqrt{F_a^2+\left(\dfrac{2M}{d_f}\right)^2}$ |
| 2 | 包容件直径比 | | $q_a=\dfrac{d_f}{d_a}$ | |
| 3 | 被包容件直径比 | | $q_i=\dfrac{d}{d_f}$ | 对实心轴 $q_i=0$ |
| 4 | 包容件传递负荷所需的最小直径变化量 | | $e_{a\min}=p_{f\min}\dfrac{d_f}{E_a}C_a$ | $C_a=\dfrac{1+q_a^2}{1-q_a^2}+\nu_a$<br>$C_a$ 值可查表 3.1-31 |
| 5 | 被包容件传递负荷所需的最小直径变化量 | | $e_{i\min}=p_{f\min}\dfrac{d_f}{E_i}C_i$ | $C_i=\dfrac{1+q_i^2}{1-q_i^2}-\nu_i$<br>$C_i$ 值可查表 3.1-32 |
| 6 | 传递负荷所需的最小有效过盈量 | | $\delta_{e\min}=e_{a\min}+e_{i\min}$ | |
| 7 | 考虑压平量的最小过盈量 | | $\delta_{\min}=\delta_{e\min}+2(S_a+S_i)$ | 对纵向过盈联结取：<br>$S_a=0.4R_{za}$<br>$S_i=0.4R_{zi}$<br>或<br>$S_a=1.6R_{za}$<br>$S_i=1.6R_{zi}$ |

**表 3.1-29　过盈联结件不产生塑性变形所容许的最大有效过盈量的计算式**

| 序号 | 计算内容 | 计算公式 | 说明 |
|---|---|---|---|
| 1 | 包容件不产生塑性变形所容许的最大结合压力 | 塑性材料：<br>$p_{fa\max}=a\,\sigma_{sa}$<br>脆性材料：<br>$p_{fa\max}=b\,\dfrac{\sigma_{ba}}{2\sim3}$ | $a=\dfrac{1-q_a^2}{\sqrt{3+q_a^4}}$<br>$b=\dfrac{1-q_a^2}{1+q_a^2}$<br>$a$、$b$ 值可查图 3.1-11 |

（续）

| 序　号 | 计　算　内　容 | 计　算　公　式 | 说　　明 |
|---|---|---|---|
| 2 | 被包容件不产生塑性变形所容许的最大结合压力 | 塑性材料：<br>$p_{\mathrm{fi\,max}}=c\,\sigma_{\mathrm{s}}$<br>脆性材料：<br>$p_{\mathrm{fi\,max}}=c\,\dfrac{\sigma_{\mathrm{bi}}}{2\sim3}$ | $c=\dfrac{1-q_{\mathrm{i}}^2}{2}$<br>$c$ 值可查图 3.1-11<br>实心轴 $q_{\mathrm{i}}=0$<br>此时 $c=0.5$ |
| 3 | 联结件不产生塑性变形的最大结合压力 | $p_{\mathrm{f\,max}}$ 取 $p_{\mathrm{fa\,max}}$ 和 $p_{\mathrm{fi\,max}}$ 中的较小者 | |
| 4 | 联结件不产生塑性变形的传递力 | $F_{\mathrm{f}}=p_{\mathrm{f\,max}}\,\pi d_{\mathrm{f}}l_{\mathrm{f}}\mu$ | $\mu$ 值可查表 3.1-33 或表 3.1-34 |
| 5 | 包容件不产生塑性变形所容许的最大直径变化量 | $e_{\mathrm{a\,max}}=\dfrac{p_{\mathrm{f\,max}}d_{\mathrm{f}}}{E_{\mathrm{a}}}C_{\mathrm{a}}$ | $C_{\mathrm{a}}=\dfrac{1+q_{\mathrm{a}}^2}{1-q_{\mathrm{a}}^2}+\nu_{\mathrm{a}}$<br>$C_{\mathrm{a}}$ 值可查表 3.1-32 |
| 6 | 被包容件不产生塑性变形所容许的最大直径变化量 | $e_{\mathrm{i\,max}}=\dfrac{p_{\mathrm{f\,max}}d_{\mathrm{f}}}{E_{\mathrm{i}}}C_{\mathrm{i}}$ | $C_{\mathrm{i}}=\dfrac{1+q_{\mathrm{i}}^2}{1-q_{\mathrm{i}}^2}-\nu_{\mathrm{i}}$<br>$C_{\mathrm{i}}$ 值可查表 3.1-32 |
| 7 | 联结件不产生塑性变形所容许的最大有效过盈量 | $\delta_{\mathrm{e\,max}}=e_{\mathrm{a\,max}}+e_{\mathrm{i\,max}}$ | |

**表 3.1-30　过盈联结的最小传递力和联结件的最大应力的计算式**

| 序　号 | 计　算　内　容 | 计　算　公　式 | 说　　明 |
|---|---|---|---|
| 1 | 最小传递力 | $F_{\mathrm{f\,min}}=[p_{\mathrm{f\,min}}]\,\pi d_{\mathrm{f}}l_{\mathrm{f}}\mu$ | $[p_{\mathrm{f\,min}}]=\dfrac{[\delta_{\min}]-2(S_{\mathrm{a}}+S_{\mathrm{i}})}{d_{\mathrm{f}}\left(\dfrac{C_{\mathrm{a}}}{E_{\mathrm{a}}}+\dfrac{C_{\mathrm{i}}}{E_{\mathrm{i}}}\right)}$ |
| 2 | 包容件的最大应力 | 塑性材料：<br>$\sigma_{\mathrm{a\,max}}=\dfrac{[p_{\mathrm{f\,max}}]}{a}$<br>脆性材料：<br>$\sigma_{\mathrm{a\,max}}=\dfrac{[p_{\mathrm{f\,max}}]}{b}$ | $[p_{\mathrm{f\,max}}]=\dfrac{[\delta_{\max}]}{d_{\mathrm{f}}\left(\dfrac{C_{\mathrm{a}}}{E_{\mathrm{a}}}+\dfrac{C_{\mathrm{i}}}{E_{\mathrm{i}}}\right)}$ |
| 3 | 被包容件的最大应力 | $\sigma_{\mathrm{i\,max}}=\dfrac{[p_{\mathrm{f\,max}}]}{}$ | |

**表 3.1-31　过盈联结件不产生塑性变形所容许的最大直径变化量的计算式**

| 序号 | 计算内容 | 计算公式 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 1 | 包容件的外径扩大量 | $\Delta d_a=\frac{2p_f d_a q_a^2}{E_a(1-q_a^2)}$ | $p_f$ 取 $[p_{f\max}]$ 或 $[p_{f\min}]$ |
| 2 | 被包容件的内径缩小量 | $\Delta d_i=\frac{2p_f d_i}{E_i(1-q_i^2)}$ | $p_f$ 取 $[p_{f\max}]$ 或 $[p_{f\min}]$ |

**表 3.1-32　系数 $C_a$ 和 $C_i$**

| $q_a$ 或 $q_i$ | $C_a$ | | $C_i$ | |
|---|---|---|---|---|
| | $\nu_a=0.25$ | $\nu_a=0.25$ | $\nu_i=0.3$ | $\nu_i=0.25$ |
| 0 | — | — | 0.700 | 0.750 |
| 0.10 | 1.320 | 1.270 | 0.720 | 0.770 |
| 0.14 | 1.340 | 1.290 | 0.740 | 0.790 |
| 0.20 | 1.383 | 1.333 | 0.783 | 0.833 |
| 0.25 | 1.433 | 1.383 | 0.833 | 0.883 |
| 0.28 | 1.470 | 1.420 | 0.870 | 0.920 |
| 0.31 | 1.512 | 1.426 | 0.912 | 0.962 |
| 0.35 | 1.579 | 1.529 | 0.979 | 1.029 |
| 0.40 | 1.681 | 1.631 | 1.081 | 1.131 |
| 0.45 | 1.808 | 1.758 | 1.208 | 1.258 |
| 0.50 | 1.967 | 1.917 | 1.367 | 1.417 |
| 0.53 | 2.081 | 2.031 | 1.481 | 1.531 |
| 0.56 | 2.214 | 2.164 | 1.614 | 1.664 |
| 0.60 | 2.425 | 2.375 | 1.825 | 1.875 |
| 0.63 | 2.616 | 2.566 | 2.016 | 2.066 |

（续）

| $q_a$ 或 $q_i$ | $C_a$ | | $C_i$ | |
|---|---|---|---|---|
| | $\nu_a=0.25$ | $\nu_a=0.25$ | $\nu_i=0.3$ | $\nu_i=0.25$ |
| 0.67 | 2.929 | 2.879 | 2.329 | 2.379 |
| 0.71 | 3.333 | 3.283 | 2.733 | 2.783 |
| 0.75 | 3.871 | 3.821 | 3.271 | 3.321 |
| 0.80 | 4.855 | 4.805 | 4.255 | 4.305 |
| 0.85 | 6.507 | 6.457 | 5.907 | 5.957 |
| 0.90 | 9.826 | 9.776 | 9.226 | 9.276 |

**表 3.1-33　常用材料用于纵向过盈联结的摩擦系数**

| 材　料 | 摩擦系数 $\mu$ | |
|---|---|---|
| | 无润滑 | 有润滑 |
| 钢-钢 | 0.07～0.16 | 0.05～0.13 |
| 钢-铸钢 | 0.11 | 0.08 |
| 钢-结构钢 | 0.10 | 0.07 |
| 钢-优质结构钢 | 0.11 | 0.08 |
| 钢-青铜 | 0.15～0.2 | 0.03～0.06 |
| 钢-铸铁 | 0.12～0.15 | 0.05～0.10 |
| 铸铁-铸铁 | 0.15～0.25 | 0.05～0.10 |

**表 3.1-34　常用材料用于横向过盈联结的摩擦系数**

| 材　料 | 结合方式、润滑 | 摩擦系数 $\mu$ |
|---|---|---|
| 钢-钢 | 油压扩径，压力油为矿物油 | 0.125 |
| | 油压扩径，压力油为甘油，结合面排油干净 | 0.18 |
| | 在电炉中加热包容件至300℃ | 0.14 |
| | 在电炉中加热包容件至300℃以后；结合面脱脂 | 0.2 |
| 钢-铸铁 | 油压扩径，压力油为矿物油 | 0.1 |
| 钢-铝镁合金 | 无润滑 | 0.10～0.15 |

表 3.1-35 常用材料的弹性模量、泊松比和线膨胀系数

| 材料 | 弹性模量 $E$ ($N/mm^2$) ≈ | 泊松比 $\nu$ ≈ | 线膨胀系数 $\alpha$ ($10^{-6}/℃$) | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 加热 ≈ | 冷却 ≈ |
| 碳钢、低合金钢、合金结构钢 | 200,000～235,000 | 0.3～0.31 | 11 | −8.5 |
| 灰铸铁 HT150 HT200 | 70,000～80,000 | 0.24～0.25 | 10 | −8 |
| 灰铸铁 HT250 HT300 | 105,000～130,000 | 0.24～0.26 | 10 | −8 |
| 可锻铸铁 | 90,000～100,000 | 0.25 | 10 | −8 |
| 非合金球墨铸铁 | 160,000～180,000 | 0.28～0.29 | 10 | −8 |
| 青铜 | 85,000 | 0.35 | 17 | −15 |
| 黄铜 | 80,000 | 0.36～0.37 | 18 | −16 |
| 铝合金 | 69,000 | 0.32～0.36 | 21 | −20 |
| 镁合金 | 40,000 | 0.25～0.3 | 25.5 | −25 |

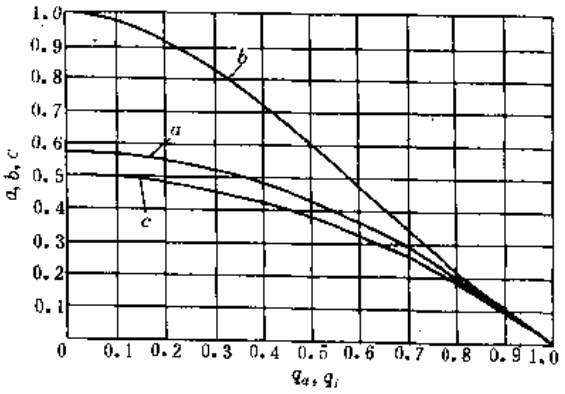



图 3.1-11 $a$、$b$ 与 $q_a$、$c$ 与 $q_i$ 的关系曲线

## 3.4 计算步骤和选择配合步骤的说明

(1) 计算传递载荷所需的最小结合压力 $p_{f\min}$。

(2) 计算传递载荷所需的最小有效过盈量 $\delta_{e\min}$。

(3) 计算考虑压平量后的最小过盈量 $\delta_{\min}$。

(4) 计算联结件不产生塑性变形的最大结合压力 $p_{f\max}$。

(5) 计算联结件不产生塑性变形的传递力 $F_t$。若计算出的 $F_t$ 值不能满足设计给定的载荷要求时，应重新选取联结件的材料，或改变结构的尺寸参数。

(6) 计算联结件不产生塑性变形所容许的最大有效过盈量 $\delta_{e\max}$。

(7)选择配合 选择配合时，要先初选基本过盈量 $\delta_b$。一般情况，可取 $\delta_b \approx \frac{\delta_{\min}+\delta_{e\max}}{2}$；当要求有较多的联结强度储备时，可取 $\delta_{e\max} > \delta_b > \frac{\delta_{\min}+\delta_{e\max}}{2}$；当要求有较多的联结材料强度储备时，可取 $\delta_{\min} < \delta_b < \frac{\delta_{\min}+\delta_{e\max}}{2}$。然后按初选的基本过盈量 $\delta_b$ 和结合直径 $d_f$ 查出非基准件（轴或孔）的基本偏差代号。最后按非基准件的基本偏差代号、$\delta_{e\max}$（应当大于或等于所选配合的最大过盈 $[\delta_{\max}]$）和 $\delta_{\min}$（应当小于所选配合的最小过盈 $[\delta_{\min}]$）确定应用的配合。

(8)校核计算 必要时，可按所选配合的最小过盈

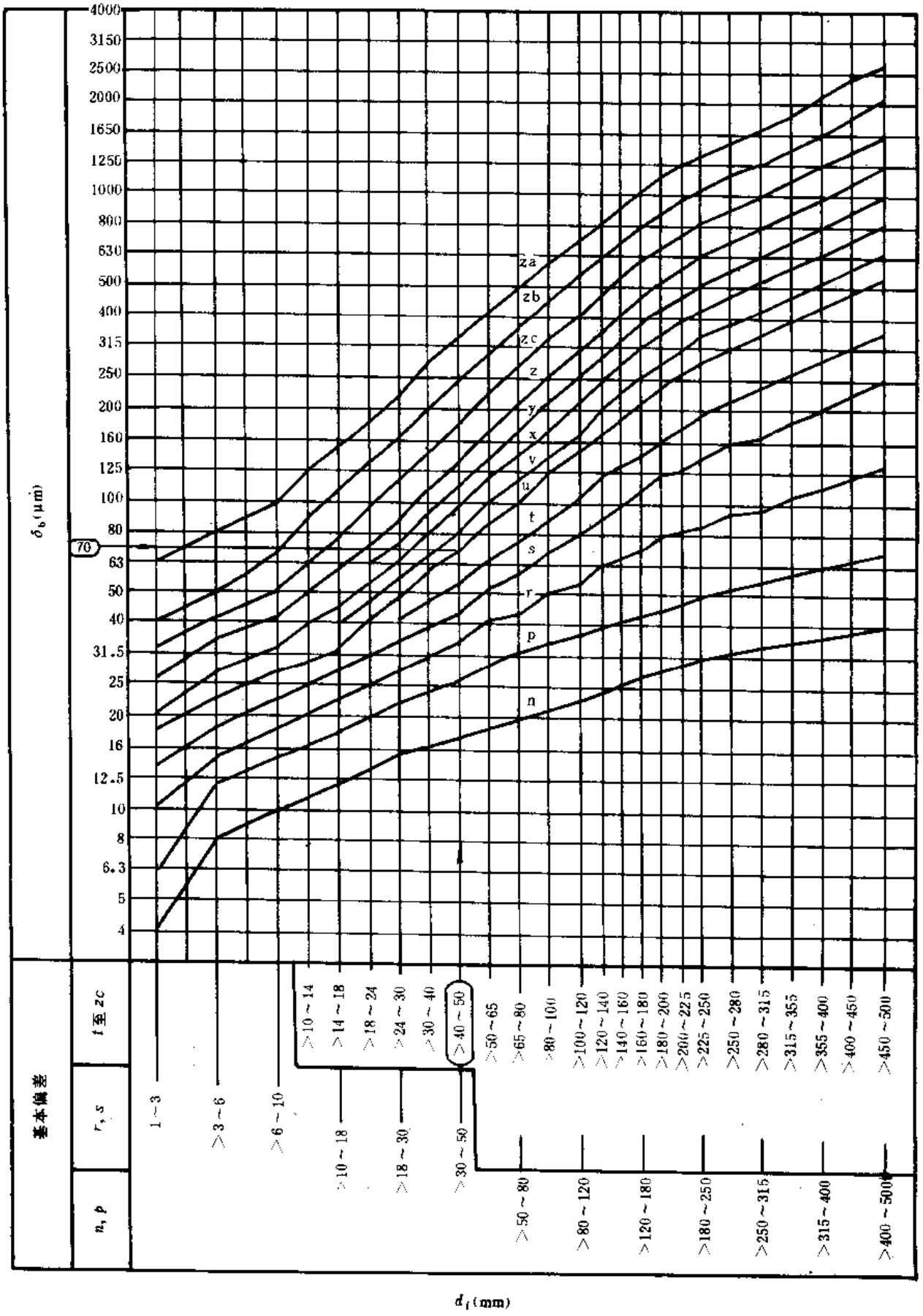



图 3.1-12　$\delta_b$、$d_f$ 与基本偏差的关系曲线

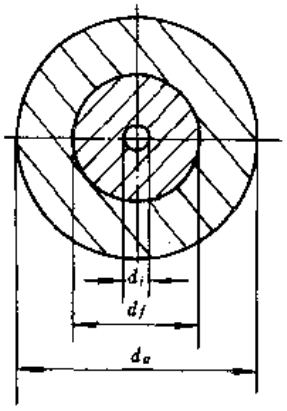
量 $[\delta_{min}]$ 校核能够传递的最小传递力 $F_{tmin}$；以及在所选配合的最大过盈量之下，联结件的最大应力 $\sigma_{amax}$ 与 $\sigma_{imax}$。

在某些情况下，还要计算装配后联结件的尺寸变化量 $\Delta d_a$ 和 $\Delta d_i$。

## 3.5　计算示例

表 3.1-36 至表 3.1-40 为按计算法计算过盈配合的示例。

**表 3.1-36　已知条件**




材料：
包容件 45
被包容件 35
装配方式：
压入法

| 序号 | 名　称 | 符　号 | 数　值 | 单　位 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 包容件外径 | $d_a$ | 100 | mm |
| 2 | 结合直径 | $d_f$ | 50 | mm |
| 3 | 被包容件内径 | $d_i$ | 10 | mm |
| 4 | 结合长度 | $l_f$ | 80 | mm |
| 5 | 微观不平度十点高度 | $R_{z_a}=R_{z_i}$ | 0.0063 | mm |
| 6 | 包容件的屈服极限 | $\sigma_{sa}$ | 400 | $N/mm^2$ |
| 7 | 包容件的弹性模量 | $E_a$ | 210,000 | $N/mm^2$ |
| 8 | 被包容件的屈服点 | $\sigma_{si}$ | 320 | $N/mm^2$ |
| 9 | 被包容件的弹性模量 | $E_i$ | 210,000 | $N/mm^2$ |
| 10 | 包容件和被包容件的泊松比 | $\nu_a=\nu_i$ | 0.3 | — |
| 11 | 摩擦系数（钢-钢，无润滑） | $\mu$ | 0.11 | — |
| 12 | 传递力 | $F_t$ | 70,000 | N |

**表 3.1-37　计算步骤和结果**

| 序号 | 计算内容 | 计算公式和计算结果 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 1 | 传递载荷所需的最小结合压力 | $p_{fmin}=\dfrac{F_t}{\pi d_f l_f \mu}$<br>$=\dfrac{70\,000}{\pi\times50\times80\times0.11}$<br>$=50.6N/mm^2$ | |
| 2 | 包容件和被包容件直径比 | $q_a=\dfrac{d_f}{d_a}=\dfrac{50}{100}=0.5$<br>$q_i=\dfrac{d_i}{d_f}=\dfrac{10}{50}=0.2$ | |
| 3 | 包容件传递载荷所需的最小直径变化量 | $e_{amin}=p_{fmin}\dfrac{d_f}{E_a}C_a$<br>$=50.6\times\dfrac{50}{210\,000}\times1.967$<br>$\approx0.024mm$ | 查表 3.1-32<br>$C_a=1.967$ |
| 4 | 被包容件传递载荷所需的最小直径变化量 | $e_{imin}=p_{fmin}\dfrac{d_f}{E_i}C_i$<br>$=50.6\times\dfrac{50}{210\,000}\times0.783$<br>$\approx0.009mm$ | 查表 3.1-32<br>$C_i=0.783$ |
| 5 | 传递载荷所需的最小有效过盈量 | $\delta_{emin}=e_{amin}+e_{imin}$<br>$=0.024+0.009$<br>$=0.033mm$ | |
| 6 | 考虑压平量的最小过盈量 | $\delta_{min}=\delta_{emin}+2(S_a+S_i)$<br>$=0.033+2(0.4\times0.0063$<br>$+0.4\times0.0063)$<br>$=0.043mm$ | |
| 7 | 包容件不产生塑性变形所容许的最大结合压力 | $p_{fsmax}=a\sigma_{sa}$<br>$=0.428\times400$<br>$=171.2N/mm^2$ | 查图 3.1-11<br>$a=0.428$ |
| 8 | 被包容件不产生塑性变形所容许的最大结合压力 | $p_{fimax}=c\sigma_{si}$<br>$=0.48\times320$<br>$=153.6N/mm^2$ | 查图 3.1-11<br>$c=0.48$ |
| 9 | 联结件不产生塑性变形的最大结合压力 | $p_{fmax}=153.6N/mm^2$ | 取 $p_{fsmax}$ 和 $p_{fimax}$ 中的较小者 |

（续）

| 序号 | 计算内容 | 计算公式和计算结果 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 10 | 联结件不产生塑性变形的传递力 | $F_t=p_{f\max}\pi d_f l_f \mu$<br>$=153.6\times\pi\times50\times80\times0.11$<br>$=212\ 321\text{N}$ | 查表 3.1-34<br>$\mu=0.11$ |
| 11 | 包容件不产生塑性变形所容许的最大直径变化量 | $e_{a\max}=\frac{p_{f\max}d_f}{E_a}C_a$<br>$=\frac{153.6\times50}{210\ 000}\times1.967$<br>$=0.072\text{mm}$ | 查表 3.1-32<br>$C_a=1.967$ |
| 12 | 被包容件不产生塑性变形所容许的最大直径变化量 | $e_{i\max}=\frac{p_{f\max}d_f}{E_i}C_i$<br>$=\frac{153.6\times50}{210\ 000}\times0.783$<br>$=0.029\text{mm}$ | 查表 3.1-32<br>$C_i=0.783$ |
| 13 | 联结件不产生塑性变形所容许的最大有效过盈量 | $\delta_{e\max}=e_{a\max}+e_{i\max}$<br>$=0.072+0.029$<br>$=0.101\text{mm}$ | |

表 3.1-38　选择配合的步骤和结果

| 序号 | 项　目 | 结　果 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 1 | 选择配合的要求 | $[\delta_{\min}]>0.043\text{mm}$<br>$[\delta_{\max}]\leqslant0.101\text{mm}$ | |
| 2 | 初选基本过盈量① | $\delta_b\approx\frac{\delta_{\min}+\delta_{e\max}}{2}$<br>$=\frac{0.043+0.101}{2}$<br>$=0.072\text{mm}$<br>取 $\delta_b=0.07\text{mm}$ | |
| 3 | 确定基本偏差代号 | u | 按 $\delta_b$、$d_f$ 由图 3.1-12 查出 |
| 4 | 选定配合① | $\frac{H7}{u6}$<br>$[\delta_{\max}]=0.086\text{mm}$<br>$[\delta_{\min}]=0.045\text{mm}$ | 由 GB1801 表 5 确定 |

①若要求有较多的联结强度储备时，可取 $\delta_{e\max}>\delta_b>\frac{\delta_{\min}+\delta_{e\max}}{2}$，此时取 $\delta_b=0.081\text{mm}$，由图 3.1-12 和 GB1801 表 5 确定选用配合为 H7/v6。

表 3.1-39　校核计算

| 序号 | 项　目 | 计算公式和计算结果 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 1 | 最小传递力 | $F_{\min}=[p_{f\min}]\pi d_f l_f \mu$<br>$=53.3\times\pi\times50\times80\times0.11$<br>$=73676\text{N}$<br>$\approx73\text{kN}>F_t$ | $[p_{f\min}]=\frac{[\delta_{\min}]-2(S_a+S_i)}{d_f\left(\frac{C_a}{E_a}+\frac{C_i}{E_i}\right)}$<br>$=\frac{0.045-2(0.4\times0.0063+0.4\times0.0063)}{50\left(\frac{1.967}{210000}+\frac{0.783}{210000}\right)}$<br>$\approx53.3\text{N/mm}^2$ |
| 2 | 包容件的最大应力 | $\sigma_{a\max}=\frac{[p_{f\max}]}{\alpha}=\frac{131.3}{0.428}$<br>$=306.8\text{N/mm}^2<\sigma_{ss}$ | $[p_{f\max}]=\frac{[\delta_{\max}]}{d_f\left(\frac{C_a}{E_a}+\frac{C_i}{E_i}\right)}$<br>$=\frac{0.086}{50\left(\frac{1.967}{210000}+\frac{0.783}{210\ 000}\right)}$<br>$\approx131.3\text{N/mm}^2$ |
| 3 | 被包容件的最大应力 | $\sigma_{i\max}=\frac{[p_{f\max}]}{c}=\frac{131.3}{0.48}$<br>$=273.5\text{N/mm}^2<\sigma_{si}$ | |

表 3.1-40　计算包容件的外径扩大量和被包容件的内径缩小量

| 序号 | 项　目 | 计算公式和计算结果 | 说明 |
|---|---|---|---|
| 1 | 包容件的外径扩大量 | $\Delta d_{a\max}=\frac{2[p_{f\max}]d_a q_a^2}{E_a(1-q_a^2)}$<br>$=\frac{2\times131.3\times100\times0.5^2}{210000(1-0.5^2)}$<br>$=0.0417\text{mm}$ | |

（续）

| 序号 | 项　目 | 计算公式和计算结果 | 说明 |
|---|---|---|---|
| 1 | 包容件的外径扩大量 | $\Delta d_{a\min}=\frac{2[p_{f\min}]d_a q_a^2}{E_a(1-q_a^2)}$<br>$=\frac{2\times53.3\times100\times0.5^2}{210000(1-0.5^2)}$<br>$=0.0169\text{mm}$ | |

（续）

| 序号 | 项　目 | 计算公式和计算结果 | 说明 |
|---|---|---|---|
| 2 | 被包容件的内径缩小量 | $\Delta d_{i\max}=\frac{2(p_{f\max})d_i}{E_i(1-q_i^2)}=\frac{2\times131.3\times10}{210000(1-0.2^2)}=0.013\text{mm}$<br>$\Delta d_{i\min}=\frac{2(p_{f\min})d_i}{E_i(1-q_i^2)}=\frac{2\times53.3\times10}{210000(1-0.2^2)}=0.0052\text{mm}$ | |

## 3.6　过盈配合的图算法

为了便于应用，在 GB5371—85 的附录 C 中还列有图算的方法，见图 3.1-13 和图 3.1-14。应用图算法的条件是：包容件与被包容件采用相同的材料或 $\frac{\nu_a}{E_a}=\frac{\nu_i}{E_i}$，若 $\frac{\nu_a}{E_a}\neq\frac{\nu_i}{E_i}$ 时，采用图算法有不大于 10%的计算误差；对屈服点不明显的硬金属，以 $\sigma_{0.2}$ 代替 $\sigma_s$；对脆性材料，以 $\frac{\sigma_b}{2\sim3}$ 代替 $\sigma_s$。

图 3.1-13 用于包容件直径变化量 $e_a$ 的计算，该图划分为 10 个分区，计算的步骤以及各分区的计算功能列于表 3.1-41；图 3.1-14 用于被包容件直径变化量 $e_i$ 的计算，该图也划分为 10 个分区，计算的步骤以及各分区的计算功能列于表 3.1-42。

由图 3.1-13 及图 3.1-14 得出 $e_a$ 和 $e_i$ 后，即可算出有效过盈量 $\delta_{e\min}$ 与 $\delta_{e\max}$。对 $\delta_{e\min}$ 考虑压平量之后，即可按 3.4 介绍的步骤确定配合。

表 3.1-43 和表 3.1-44 为图算法的示例，该例的已知条件同上述计算法。

**表 3.1-41　包容件直径变化量 $e_a$ 的求解步骤及各分区的计算功能**

| 分区号 | $e_a$ 的求解步骤及各分区的计算功能 |
|---|---|
| 1a | 以 $d_f$ 除以 $d_a$，求得 $q_a$ |
| 2a | 以 $q_a$ 和包容件容许的弹性变形条件（$1.0\sigma_{sa}$ 线为不产生塑性变形的极限条件），求得 $p_f/\sigma_{sa}$ |
| 3a | 以 $p_f/\sigma_{sa}$ 乘以 $\sigma_{sa}$，求得 $p_{fa}$ |
| 4a | 以 $p_f$ 乘以 $d_f$，求得乘积 $p_f\cdot d_f$ |
| 5a | 以 $p_f\cdot d_f$ 乘以 $l_f$，求得乘积 $p_f\cdot d_f\cdot l_f$（乘积中已考虑了“$\pi$”值） |

（续）

| 分区号 | $e_a$ 的求解步骤及各分区的计算功能 |
|---|---|
| 6a | 以 $p_f\cdot d_f\cdot l_f$ 乘以 $\mu$，求得 $F_f$ |
| 7a | 以 $p_f/\sigma_{sa}$，$q_a$，求得 $(e_a\cdot E_a)/(d_f\cdot\sigma_{sa})$（中间结果未给出数值） |
| 8a | 以 $(e_a\cdot E_a)/(d_f\cdot\sigma_{sa})$ 除以 $E_a$，求得 $e_a/(d_f\cdot\sigma_{sa})$ |
| 9a | 以 $e_a/(d_f\cdot\sigma_{sa})$ 乘以 $\sigma_{sa}$，求得 $e_a/d_f$ |
| 10a | 以 $e_a/d_f$ 乘以 $d_f$，求得 $e_a$ |

**表 3.1-42　被包容件直径变化量 $e_i$ 的求解步骤及各分区的计算功能**

| 分区号 | $e_i$ 的求解步骤及各分区的计算功能 |
|---|---|
| 1i | 以 $d_i$ 除以 $d_f$，求得 $q_i$ |
| 2i | 以 $q_i$ 和被包容件容许的弹性变形条件（$1.0\sigma_{si}$ 为不产生塑性变形的极限条件），求得 $p_f/\sigma_{si}$ |
| 3i | 以 $p_f/\sigma_{si}$ 乘以 $\sigma_{si}$，求得 $p_{fi}$（以 $p_{fi}$ 与表 3.1-39 中 3a 区求得的 $p_{fa}$ 相比较，取其中较小者作为联结件的结合压力 $p_f$） |
| 4i | 以 $p_f$ 乘以 $d_f$，求得乘积 $p_f\cdot d_f$ |
| 5i | 以 $p_f\cdot d_f$ 乘以 $l_f$，求得乘积 $p_f\cdot d_f\cdot l_f$（乘积中已考虑了“$\pi$”值） |
| 6i | 以 $p_f\cdot d_f\cdot l_f$ 乘以 $\mu$，求得 $F_f$ |
| 7i | 以 $p_f/\sigma_{si}$，$q_i$，求得 $(e_i\cdot E_i)/(d_f\cdot\sigma_{si})$（中间结果未给出数值） |
| 8i | 以 $(e_i\cdot E_i)/(d_f\cdot\sigma_{si})$ 除以 $E_i$，求得 $e_i/(d_f\cdot\sigma_{si})$ |
| 9i | 以 $e_i/(d_f\cdot\sigma_{si})$ 乘以 $\sigma_{si}$，求得 $e_i/d_f$ |
| 10i | 以 $e_i/d_f$ 乘以 $d_f$，求得 $e_i$ |

**表 3.1-43　图算最大有效过盈量 $\delta_{e\max}$**

| 步骤 | 内　　容 |
|---|---|
| a | 在 1a 区，以 $d_f=50\text{mm}$ 除以 $d_a=100\text{mm}$，求得 $q_a=0.5$ |
| b | 在 2a 区，以 $q_a=0.5$ 与 $1.0\sigma_{sa}$ 线相交，求得 $p_f/\sigma_{sa}=0.43$ |
| c | 在 3a 区，以 $p_f/\sigma_{sa}=0.43$ 乘以 $\sigma_{sa}=400\text{N/mm}^2$，求得 $p_{fa}=170\text{N/mm}^2$ |
| d | 在 1i 区，以 $d_i=100\text{mm}$ 除以 $d_f=50\text{mm}$，求得 $q_i=0.2$ |
| e | 在 2i 区，以 $q_i=0.2$ 与 $1.0\sigma_{si}$ 线相交，求得 $p_f/\sigma_{si}=0.48$ |
| f | 在 3i 区，以 $p_f/\sigma_{si}=0.48$ 乘以 $\sigma_{si}=320\text{N/mm}^2$，求得 $p_{fi}=154\text{N/mm}^2$，取 $p_{fa}$ 与 $p_{fi}$ 中较小者作为 $p_{f\max}=p_{fi}=154\text{N/mm}^2$ |

（续）

| 步骤 | 内　　容 |
|---|---|
| g | 以 $p_{fmax}=154N/mm^2$，通过 4i 区 $d_f=50mm$，5i 区 $l_f=80mm$，6i 区 $\mu=0.11$，求得联结件不产生塑性变形的 $F_t=215\times10^{-1}\times10^1=215kN$ |
| h | 在 7i 区，以 $p_f/\sigma_{si}=0.48$，$q_i=0.2$，求得 $(e_i\cdot E_i)/(d_f\cdot\sigma_{si})$ |
| i | 以 $(e_i\cdot E_i)/(d_f\cdot\sigma_{si})$，通过 8i 区“钢”线，9i 区 $\sigma_{si}=320N/mm^2$，10i 区 $d_f=50mm$，求得 $e_{imax}=0.29\times10^{-1}=0.029mm$ |
| j | 以 $p_{fmax}=154N/mm^2$，通过 3a 区 $\sigma_{sa}=400N/mm^2$，在 2a 区再求 $p_f/\sigma_{sa}=0.385$ |
| k | 以 $p_f/\sigma_{sa}=0.385$，通过 7a 区 $q_a=0.5$，求得 $(e_a\cdot E_a)/(d_f\cdot\sigma_{sa})$ |
| l | 以 $(e_a\cdot E_a)/(d_f\cdot\sigma_{sa})$，通过 8a 区“钢线”，9a 区 $\sigma_{sa}=400N/mm^2$，10a 区 $d_f=50mm$，求得 $e_{amax}=0.072mm$ |
| m | 由 i 和 l，求得 $\sigma_{cmax}=e_{amax}+e_{imax}=0.072+0.029=0.101mm$ |

**表 3.1-44　图算最小过盈量 $\delta_{min}$**

| 步骤 | 内　　容 |
|---|---|
| a | 以 $F_t=70,000N=70kN$，通过 6a 区，$\mu=0.11$，5a 区 $l_f=80mm$，4a 区 $d_f=50mm$，求得 $p_{fmin}=51\times10^1\times10^{-1}=51N/mm^2$ |
| b | 以 $p_{fmin}=51N/mm^2$，通过 3a 区 $\sigma_{sa}=400N/mm^2$，在 2a 区求得 $p_f/\sigma_{sa}=0.128$ |
| c | 以 $p_f/\sigma_{sa}=0.128$，通过 7a 区 $q_a=0.5$，求得 $(e_a\cdot E_a)/(d_f\cdot\sigma_{sa})$ |
| d | 以 $(e_a\cdot E_a)/(d_f\cdot\sigma_{sa})$，通过 8a 区“钢”线，9a 区 $\sigma_{sa}=400N/mm^2$，10a 区 $d_f=50mm$，求得 $e_{amin}=0.237\times10^{-1}=0.0237mm$ |
| e | 以 $p_{fmin}=51N/mm^2$，通过 3i 区 $\sigma_{si}=320N/mm^2$，在 2i 区求得 $p_f/\sigma_{si}=0.16$ |
| f | 以 $p_f/\sigma_{si}=0.16$，通过 7i 区 $q_i=0.2$，求得 $(e_i\cdot E_i)/(d_f\cdot\sigma_{si})$ |
| g | 以 $(e_i\cdot E_i)/(d_f\cdot\sigma_{si})$，通过 8i 区“钢”线，9i 区 $\sigma_{si}=320N/mm^2$，10i 区 $d_f=50mm$，求得 $e_{imin}=0.096\times10^{-1}=0.0096mm$ |
| h | 由 d 和 g，求得 $\sigma_{cmin}=e_{amin}+e_{imin}=0.0237+0.0096\approx0.033mm$ |
| i | $\delta_{min}=\delta_{cmin}+2(S_a+S_i)=\delta_{cmin}+2(0.4R_a+0.4R_{si})=0.033+2(0.4\times0.0063+0.4\times0.0063)=0.043mm$ |

选择配合的步骤及结果同 3.5 计算示例。

## 4　配制配合（JB/Z 144—79）

对于配合尺寸大于 500mm 的配合，除采用互换性生产外，可以采取以一个结合件（孔或轴）的实际尺寸为基数，配制另一个结合件（轴或孔）的一种工艺措施，这种措施叫“配制配合”。我国原第一机械工业部曾于 1979 年发布了一个配制配合的指导性技术文件（JB/Z 144—79），以指导配制配合的应用和提高文明生产水平。

配制配合一般用于公差等级较高、单件小批生产的配合零件。

配制配合的实质是先按互换性生产的方式选取配合，选择结合件中较难加工、但能得到较高测量精度的一个（多数为孔）作为先加工件，给它一个比较容易达到的公差（或按未注公差尺寸的极限偏差）进行加工；以先加工件的实际尺寸为基数，以所选配合的配合公差为公差，配制另一结合件（多数为轴）。

值得注意的是：配制配合只是关于尺寸公差方面的技术规定，不涉及其他技术要求。如结合件的形位公差、表面粗糙度等，不能因为采用配制配合而降低（即依照互换性生产方式应选配合孔、轴的形位公差、表面粗糙度要求去做，不得降低）。

在图样上用代号 MF（Matched Fit）表示配制配合，常用基准孔或基准轴的公差带代号表示先加工件。例如基本尺寸为 $\phi$3000mm 的孔、轴配合，允许间隙的变化范围为+0.140 至+0.450mm，若按互换性生产，可选用 $\phi$3000H6/f6 或 $\phi$3000F6/h6（最小间隙为+0.145mm，最大间隙为+0.415mm），现确定采用配制配合。

1）在装配图上标注

$\phi$3000H6/f6　MF（先加工孔）

或 $\phi$3000F6/h6　MF（先加工轴）

2）在先加工件图样上标注

$\phi$3000H8 MF（假定 H8 容易加工）

或 $\phi$3000h8 MF（假定 h8 容易加工）

或 $\phi$3000 MF（先加工件按未注公差的尺寸加工）

3）在配制件图样上标注

$\phi$3000f7　MF（设配制轴以先加工孔的实际配合尺寸为基本尺寸，按公差带 f7 进行加工），如标注 f7 的极限偏差，则为

$$\phi3000^{-0.145}_{-0.355}\text{MF}$$

或 $\phi$3000F7　MF（设配制孔以先加工轴的实际配合尺寸为基本尺寸，按公差带 F7 进行加工），如标注

F7 的极限偏差，则为

$\phi 3000^{+0.355}_{+0.145}$ MF

配制件也可不按标准公差带 f7 或 F7 加工，而按所选配合的极限间隙作为它的极限偏差，如

$\phi 3000^{-0.145}_{-0.415}$ MF（配制件为轴）

或 $\phi 3000^{-0.415}_{+0.145}$ MF（配制件为孔）。

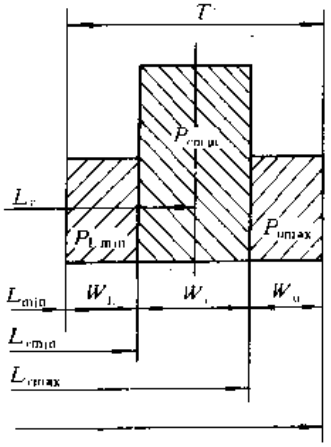
"配制配合"与"配作"不同，"配制配合"是对"配作"进行了一定程度的标准化（配合公差标准化、标注方法标准化以及有关技术要求的标准化），而"配作"则是各厂自行安排的装配方式，不统一，也不够文明。

# 第 2 章　统计尺寸公差

## 1　统计尺寸公差标准的主要内容（JB/Z 304—87）

### 1.1　术语及定义（表 3.2-1）

**表 3.2-1　术语及其定义**




| 序号 | 术　语 | 定　义 |
|---|---|---|
| 1 | 统计尺寸公差 $T_P$ | 对实际尺寸概率分布特性作出规定的尺寸公差 |
| 2 | 孔的统计尺寸公差 $T_{PH}$ | 对实际尺寸概率分布特性作出规定的孔公差 |
| 3 | 轴的统计尺寸公差 $T_{Ps}$ | 对实际尺寸概率分布特性作出规定的轴公差 |
| 4 | 统计最小间隙（或过盈）$Z_{Pmin}$ | 与一定置信水平相联系的允许间隙（或过盈）的最小值 |
| 5 | 统计最大间隙（或过盈）$Z_{Pmax}$ | 与一定置信水平相联系的允许间隙（或过盈）的最大值 |

（续）

| 序号 | 术　语 | 定　义 |
|---|---|---|
| 6 | 统计配合公差 $T_{PF}$ | 对实际间隙（或过盈）的概率分布特性作出规定的配合公差，它取决于相互配合的孔、轴实际尺寸的概率分布特性及允许的分布范围，并与一定的置信水平相联系 |
| 7 | 组成环的统计尺寸公差 $T_p$ | 对实际尺寸概率分布特性作出规定的组成环公差 |
| 8 | 封闭环的统计尺寸公差 $T_{cs}$ | 对实际尺寸概率分布特性作出规定的封闭环公差，它取决于组成环实际尺寸的概率分布特性及允许的分布范围，并与一定的置信水平相联系 |
| 9 | 中间尺寸 $L_c$ | 最大极限尺寸 $L_{max}$ 与最小极限尺寸 $L_{min}$ 的算术平均值 |
| 10 | 上边区 | 以最大极限尺寸 $L_{max}$ 为上限的尺寸公差带的部分区域 |
| 11 | 上边区宽度 $W_u$ | 上边区所占有的部分尺寸公差 |
| 12 | 下边区 | 以最小极限尺寸 $L_{min}$ 为下限的尺寸公差带的部分区域 |
| 13 | 下边区宽度 $W_L$ | 下边区所占有的部分尺寸公差 |
| 14 | 中间区 | 位于上边区与下边区之间的尺寸公差带的部分区域 |
| 15 | 中间区宽度 $W_c$ | 中间区所占有的部分尺寸公差 |
| 16 | 中间区上限（上边区下限）$L_{cmax}$ | 中间区与上边区的分界尺寸 |
| 17 | 中间区下限（下边区上限）$L_{cmin}$ | 中间区与下边区的分界尺寸 |
| 18 | 上边区频率 $P_{umax}$ | 允许零件实际尺寸落在上边区内的最大频率 |
| 19 | 下边区频率 $P_{Lmax}$ | 允许零件实际尺寸落在下边区内的最大频率 |

（续）

| 序号 | 术　语 | 定　义 |
|---|---|---|
| 20 | 中间区频率 $P_{cmin}$ | 允许零件实际尺寸落在中间区内的最小频率 |
| 21 | 算术平均区间 $B_{\bar{x}}$ | 限制实际尺寸算术平均的区间 |
| 22 | 中位数区间 $B_{\tilde{x}}$ | 限制实际尺寸中位数的区间 |
| 23 | 标准差上限 $\sigma_{max}$ | 允许实际尺寸标准差的最大值 |

## 1.2　规定实际尺寸概率分布特性的方案

（1）a 方案

规定实际尺寸的中间区上限 $L_{cmax}$、下限 $L_{cmin}$及中间区频率 $P_{cmin}$；或规定实际尺寸的上边区上限 $L_{umax}$、下限 $L_{cmax}$及上边区频率 $P_{umax}$和下边区上限 $L_{cmin}$、下限 $L_{min}$及下边区频率 $P_{Lmax}$。

（2）b 方案

规定实际尺寸算术平均区间 $B_{\bar{x}}$。

（3）c 方案

规定实际尺寸中位数区间 $B_{\tilde{x}}$。

在某些情况下，当采用 b 或 c 方案时，还应规定实际尺寸的标准差上限 $\sigma_{max}$。

## 1.3　统计尺寸公差在图样上的标注

（1）按 a 方案标注

例如：$55\pm0.06\pm0.03$P86%

其中：55mm 为基本尺寸；(55+0.06) mm 为最大极限尺寸；(55−0.06) mm 为最小极限尺寸。

P86%表示 $P_{cmin}$等于 86%；即在中间区 (55±0.03) mm 范围内至少包含有 86%的零件。

如无特别说明，则

$$P_{umax}=P_{Lmax}=\frac{1-P_{cmin}}{2}\times100\%=7\%$$

即在上边区 $(55^{+0.06}_{+0.03})$ mm 或下边区 $(55^{-0.03}_{-0.06})$ mm 的范围内最多包含有 7%的零件。

（2）按 b 方案标注

例如：$55\pm0.06\pm0.02\bar{x}$

表示实际尺寸的算术平均必须位于 (55±0.02) mm 的区间内。

如需要规定 $\sigma_{max}$时，可加注在括号内：

$55\pm0.06\pm0.02\bar{x}$ $(\sigma_{max}<0.02)$

（3）按 c 方案标注

例如：$55\pm0.06\pm0.02\tilde{x}$

表示实际尺寸的中位数必须位于 (55±0.02) mm 的区间内。

如需要规定 $\sigma_{max}$时，可加注在括号内：

$55\pm0.06\pm0.02\tilde{x}$ $(\sigma_{max}<0.02)$

（4）简化标注

统计尺寸公差可按图 3.2-1 所示的方法作简化标注。

当采用简化标注时，对统计尺寸公差的具体要求应在技术条件中具体说明，或由技术文件统一规定。

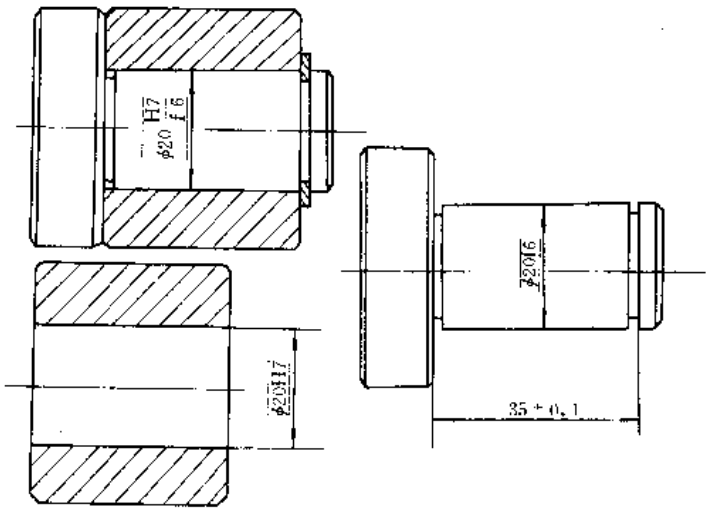



图 3.2-1　简化标注

## 1.4　统计尺寸公差在孔、轴配合中的应用

孔、轴实际尺寸的概率分布对配合性能有很大影响。

孔、轴采用统计尺寸公差，可使产品获得较佳的技术经济效果。例如：

(1) 可保证过渡配合的确定性；

(2)可更多地获得具有最佳"间隙或过盈"的配合；

(3) 可减少装配时孔、轴极限尺寸相逢的概率；

(4) 可提高零部件的磨损储备与强度储备；

(5) 可减少测量中的误收率与误废率；

(6) 当配合公差要求较小，而工艺上难以实现时，可适当降低孔、轴公差等级。

### 1.4.1 "间隙或过盈"的概率分布

(1) 确定"间隙或过盈"概率分布函数的一般方法

以 $X$ 表示孔的实际尺寸，$Y$ 表示轴的实际尺寸，若二者为独立随机变量，则"间隙或过盈" $Z=X-Y$ 也是随机变量。

若 $X$ 的概率密度函数为 $f_1(x)$，$Y$ 的概率密度函数为 $f_2(y)$，则 $Z$ 的分布函数为

$$F(z)=\iint_{x-y<z} f_1(x)\,f_2(y)\,\mathrm{d}x\mathrm{d}y \quad (3.2\text{-}1)$$

$Z$ 的概率密度函数为

$$f(z)=F'(z) \quad (3.2\text{-}2)$$

或

$$f(z)=\int_{-\infty}^{+\infty} f_2(y)\,f_1(y+z)\,\mathrm{d}y \quad (3.2\text{-}3)$$

(2) 确定统计极限"间隙或过盈"及统计配合公差的一般方法 统计极限"间隙或过盈"与一定的置信水平 $1-\alpha$ 有关，具体计算见表 3.2-2。

**表 3.2-2 统计极限"间隙或过盈"及统计配合公差的计算公式**

| | 计算项目 | | 计算公式及编号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 双侧要求 | 对称分布 | $Z_{pmin}$ | $F(Z_{pmin})=\frac{\alpha}{2}$ (3.2-4) | |
| | | $Z_{pmax}$ | $F(Z_{pmax})=1-\frac{\alpha}{2}$ (3.2-5) | |
| | 非对称分布 | $Z_{pmin}$ | $F(Z_{pmin})=\alpha_1$ (3.2-6) | 设 |
| | | $Z_{pmax}$ | $F(Z_{pmax})=1-\alpha_2$ (3.2-7) | $\alpha=\alpha_1+\alpha_2$ |
| | $T_{pF}$ | | $T_{pF}=\lvert Z_{pmax}-Z_{pmin}\rvert$ (3.2-8) | |
| 单侧要求 | $Z_{pmin}$ | | $F(Z_{pmin})=\alpha$ (3.2-9) | |
| | $Z_{pmax}$ | | $F(Z_{pmax})=1-\alpha$ (3.2-10) | |
| | $T_{PF}$ | | $T_{PF}=\lvert Z_{max}-Z_{pmin}\rvert$ (3.2-11)<br>或 $T_{PF}=\lvert Z_{pmax}-Z_{min}\rvert$ (3.2-12) | |

(3) 当孔、轴实际尺寸按正态分布 ($T$：$W_c=2$：1，$P_{cpmin}=86\%$) 时，优先与常用配合的统计极限"间隙或过盈"见表 3.2-3。

**表 3.2-3 优先与常用配合的统计极限"间隙或过盈"** ($T$：$W_c=2$：1，$P_{cpmin}=86\%$)

| 基孔制 | | H6/f5 | H6/g5 | H6/h5 | H7/f6 | H7/g6 | H7/h6 | H8/e7 | H8/f7 | H8/g7 | H8/h7 | H8/d8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基轴制 | | F6/h5 | G6/h5 | H6/h5 | F7/h6 | G7/h6 | H7/6h | E8/h7 | F8/h7 | | H8/h7 | D8/h8 |
| 基本尺寸(mm) | | | | | | | | | | | | |
| 大于 | 至 | | | | | | | | | | | |
| — | 3 | +15<br>+7 | +11<br>+3.4 | +9<br>+1.4 | +20<br>+8 | +16<br>+4.2 | +14<br>+2.2 | +35<br>+17 | +27<br>+9 | +23<br>+5 | +21<br>+3.4 | +44<br>+24 |
| 3 | 6 | +21<br>+12 | +15<br>+6 | +11<br>+1.8 | +27<br>+13 | +21<br>+7 | +17<br>+2.8 | +46<br>+24 | +36<br>+14 | +30<br>+8 | +26<br>+4.2 | +61<br>+35 |
| 6 | 10 | +26<br>+15 | +18<br>+7 | +13<br>+2.1 | +34<br>+16 | +26<br>+8 | +21<br>+3.3 | +57<br>+30 | +45<br>+18 | +37<br>+10 | +32<br>+5 | +77<br>+46 |
| 10 | 14 | +32 | +23 | +16 | +41 | +31 | +25 | +71 | +55 | +45 | +39 | +96 |
| 14 | 18 | +19 | +9 | +2.7 | +20 | +10 | +4 | +38 | +22 | +12 | +6 | +58 |
| 18 | 24 | +39 | +26 | +19 | +49 | +36 | +29 | +87 | +67 | +54 | +47 | +121 |
| 24 | 30 | +23 | +10 | +3.1 | +25 | +12 | +4.7 | +47 | +27 | +14 | +7 | +75 |
| 30 | 40 | +48 | +32 | +23 | +60 | +44 | +35 | +105 | +80 | +64 | +55 | +147 |
| 40 | 50 | +29 | +13 | +3.8 | +31 | +15 | +6 | +59 | +34 | +18 | +9 | +91 |
| 50 | 65 | +58 | +38 | +28 | +72 | +52 | +42 | +125 | +96 | +76 | +66 | +178 |
| 65 | 80 | +34 | +14 | +4.5 | +37 | +17 | +7 | +70 | +40 | +20 | +10 | +114 |

（续）

| 基孔制 | | H6/f5 | H6/g5 | H6/h5 | H7/f6 | H7/g6 | H7/h6 | H8/e7 | H8/f7 | H8/g7 | H8/h7 | H8/d8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基轴制 | | F6/h5 | G6/h5 | H6/h5 | F7/h6 | G7/h6 | H7/h6 | E8/h7 | F8/h7 | | H8/h7 | D8/h8 |
| 基本尺寸(mm) | | | | | | | | | | | | |
| 大于 | 至 | | | | | | | | | | | |
| 80 | 100 | +68 | +44 | +32 | +85 | +61 | +49 | +149 | +113 | +89 | +77 | +212 |
| 100 | 120 | +41 | +17 | +5 | +44 | +20 | +8 | +84 | +48 | +24 | +12 | +136 |
| 120 | 140 | +80 | +51 | +37 | +99 | +70 | +56 | +174 | +132 | +103 | +89 | +252 |
| 140 | 160 | +49 | +20 | +6 | +52 | +23 | +9 | +99 | +57 | +28 | +14 | +164 |
| 160 | 180 | | | | | | | | | | | |
| 180 | 200 | +92 | +57 | +42 | +115 | +80 | +65 | +202 | +152 | +117 | +102 | +293 |
| 200 | 225 | +57 | +22 | +7 | +60 | +25 | +10 | +116 | +66 | +31 | +16 | +191 |
| 225 | 250 | | | | | | | | | | | |
| 250 | 280 | +103 | +64 | +47 | +128 | +90 | +72 | +225 | +171 | +132 | +115 | +328 |
| 280 | 315 | +64 | +25 | +8 | +68 | +28 | +12 | +128 | +74 | +35 | +18 | +214 |
| 315 | 355 | +114 | +70 | +52 | +142 | +98 | +80 | +251 | +188 | +144 | +126 | +362 |
| 355 | 400 | +71 | +27 | +9 | +75 | +31 | +13 | +145 | +82 | +38 | +20 | +236 |
| 400 | 450 | +126 | +78 | +58 | +157 | +109 | +89 | +273 | +206 | +158 | +138 | +396 |
| 450 | 500 | +77 | +29 | +9 | +82 | +34 | +14 | +157 | +90 | +82 | +22 | +258 |

| 基孔制 | | H8/e8 | H8/f8 | H8/h8 | H9/c9 | H9/d9 | H9/e9 | H9/f9 | H9/h9 | H10/c10 | H10/d10 | H10/h10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基轴制 | | E8/h8 | F8/h8 | H8/h8 | | D9/h9 | E9/h9 | F9/h9 | H9/h9 | | D10/h10 | H10/h10 |
| 基本尺寸(mm) | | | | | | | | | | | | |
| 大于 | 至 | | | | | | | | | | | |
| — | 3 | +38<br>+18 | +30<br>+10 | +24<br>+4.1 | +103<br>+67 | +63<br>+27 | +57<br>+21 | +49<br>+13 | +43<br>+7 | +128<br>+72 | +88<br>+32 | +68<br>+12 |
| 3 | 6 | +51<br>+25 | +41<br>+15 | +31<br>+5 | +122<br>+79 | +81<br>+39 | +71<br>+29 | +61<br>+19 | +51<br>+9 | +152<br>+84 | +112<br>+44 | +82<br>+14 |
| 6 | 10 | +63<br>+31 | +51<br>+19 | +38<br>+6 | +142<br>+90 | +102<br>+50 | +86<br>+36 | +74<br>+24 | +62<br>+10 | +179<br>+97 | +139<br>+57 | +99<br>+17 |
| 10 | 14 | +78 | +62 | +46 | +163 | +123 | +105 | +89 | +73 | +214 | +170 | +120 |
| 14 | 18 | +40 | +24 | +8 | +108 | +63 | +45 | +29 | +13 | +116 | +70 | +20 |
| 18 | 24 | +96 | +76 | +56 | +199 | +154 | +129 | +109 | +89 | +253 | +208 | +143 |
| 24 | 30 | +50 | +30 | +10 | +125 | +30 | +55 | +35 | +15 | +135 | +90 | +25 |
| 30 | 40 | +117 | +92 | +67 | +226<br>+138 | +186 | +156 | +131 | +106 | +291<br>+149 | +251 | +171 |
| 40 | 50 | +61 | +36 | +11 | +246<br>+148 | +98 | +68 | +43 | +18 | +301<br>+159 | +109 | +29 |

（续）

| 基孔制 | | H8/e8 | H8/f8 | H8/h8 | H9/c9 | H9/d9 | H9/e9 | H9/f9 | H9/h9 | H10/c10 | H10/d10 | H10/h10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基轴制 | | E8/h8 | F8/h8 | H8/h8 | | D9/h9 | E9/h9 | F9/h9 | H9/h9 | | D10/h10 | H10/h10 |
| 基本尺寸（mm） | | | | | | | | | | | | |
| 大于 | 至 | | | | | | | | | | | |
| 50 | 65 | +138 | +108 | +78 | +266<br>+162 | +226 | +186 | +156 | +126 | +345<br>+175 | +305 | +205 |
| 65 | 80 | +74 | +44 | +14 | +276<br>+172 | +122 | +82 | +52 | +22 | +355<br>+185 | +135 | +35 |
| 80 | 100 | +164 | +128 | +92 | +318<br>+196 | +268 | +220 | +184 | +148 | +499<br>+211 | +359 | +239 |
| 100 | 120 | +88 | +52 | +16 | +328<br>+206 | +146 | +98 | +62 | +26 | +419<br>+221 | +161 | +41 |
| 120 | 140 | +192 | +150 | +108 | +371<br>+229 | +316 | +256 | +214 | +171 | +473<br>+247 | +418 | +273 |
| 140 | 160 | | | | +381<br>+239 | | | | | +483<br>+257 | | |
| 160 | 180 | +104 | +62 | +18 | +401<br>+295 | +174 | +114 | +72 | +29 | +503<br>+277 | +192 | +47 |
| 180 | 200 | +223 | +173 | +123 | +436<br>+274 | +366 | +296 | +246 | +196 | +556<br>+294 | +486 | +316 |
| 200 | 225 | | | | +456<br>+294 | | | | | +576<br>+314 | | |
| 225 | 250 | +121 | +71 | +21 | +476<br>+314 | +204 | +134 | +84 | +34 | +596<br>+334 | +224 | +54 |
| 250 | 280 | +248 | +194 | +188 | +522<br>+338 | +412 | +332 | +278 | +222 | +658<br>+362 | +548 | +358 |
| 280 | 315 | +134 | +80 | +24 | +552<br>+368 | +228 | +148 | +91 | +38 | +688<br>+392 | +252 | +62 |
| 315 | 355 | +277 | +214 | +152 | +599<br>+401 | +449 | +364 | +301 | +239 | +753<br>+427 | +603 | +393 |
| 355 | 400 | +151 | +88 | +26 | +639<br>+441 | +251 | +166 | +103 | +41 | +793<br>+467 | +277 | +67 |
| 400 | 450 | +301 | +234 | +166 | +705<br>+485 | +495 | +400 | +333 | +265 | +867<br>+513 | +657 | +427 |
| 450 | 500 | +163 | +96 | +28 | +745<br>+525 | +275 | +180 | +113 | +45 | +907<br>+553 | +303 | +73 |

| 基孔制 | | H11/a11 | H11/b11 | H11/c11 | H11/d11 | H11/h11 | H12/b12 | H12/h12 | H6/js5 | | H6/k5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基轴制 | | A11/h11 | B11/h11 | C11/h11 | D11/h11 | H11/h11 | B12/h12 | H12/h12 | | Js6/h5 | | K6/h5 |
| 基本尺寸（mm） | | | | | | | | | | | | |
| 大于 | 至 | | | | | | | | | | | |
| — | 3 | +372<br>+288 | +242<br>+158 | +162<br>+78 | +122<br>+38 | +102<br>+18 | +311<br>+169 | +171<br>+29 | +7<br>−0.6 | +6<br>−1.6 | +4.6<br>−2.6 | +2.6<br>−4.6 |
| 3 | 6 | +398<br>+292 | +268<br>+162 | +198<br>+92 | +158<br>+52 | +128<br>−22 | +345<br>+175 | +205<br>+35 | +9<br>−0.7 | +7<br>−2.2 | +5<br>−4.2 | |

（续）

| 基孔制 | | H11/a11 | H11/b11 | H11/c11 | H11/d11 | H11/h11 | H12/b12 | H12/h12 | H6/js5 | | H6/k5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基轴制 | | A11/h11 | B11/h11 | C11/h11 | D11/h11 | H11/b11 | B12/h12 | H12/h12 | | Js6/h5 | | K6/h5 |
| 基本尺寸（mm） | | | | | | | | | | | | |
| 大于 | 至 | | | | | | | | | | | |
| 6 | 10 | +434<br>+306 | +304<br>+176 | +234<br>+105 | +194<br>+66 | +154<br>+26 | +406<br>+194 | +256<br>+44 | +10<br>−0.9 | +8<br>−2.4 | +6<br>−5 | |
| 10 | 14 | +478 | +338 | +283 | +238 | +188 | +457 | +307 | +12 | +11 | +7 | |
| 14 | 18 | +322 | +182 | +127 | +82 | +22 | +203 | +53 | −1.3 | −2.8 | −6 | |
| 18 | 24 | +522 | +382 | +332 | +282 | +222 | +518 | +358 | +14 | +12 | +8 | |
| 24 | 30 | +338 | +198 | +148 | +98 | +38 | +202 | +62 | −1.4 | −3.4 | −8 | |
| 30 | 40 | +583<br>+357 | +443<br>+217 | +393<br>+167 | +353 | +273 | +597<br>+243 | +427 | +18 | +15 | +10 | |
| 40 | 50 | +593<br>+367 | +453<br>+227 | +403<br>+177 | +127 | +47 | +607<br>+254 | +73 | −1.7 | −4.2 | −9 | |
| 50 | 65 | +664<br>+396 | +514<br>+246 | +464<br>+196 | +424 | +324 | +702<br>+278 | +512 | +21 | +18 | +12 | |
| 65 | 80 | +684<br>+416 | +524<br>+256 | +474<br>+206 | +156 | +56 | +712<br>+288 | +88 | −2 | −5 | −10 | |
| 80 | 100 | +756<br>+444 | +596<br>+284 | +546<br>+234 | +496 | +376 | +818<br>+322 | +598 | +24 | +21 | +14 | |
| 100 | 120 | +786<br>+474 | +616<br>+304 | +556<br>+244 | +184 | +64 | +838<br>+342 | +102 | −2 | −6 | −13 | |
| 120 | 140 | +887<br>+533 | +687<br>+333 | +627<br>+273 | | | +943<br>+377 | | | | | |
| 140 | 160 | +947<br>+593 | +707<br>+353 | +637<br>+283 | +572 | +427 | +963<br>+397 | +683 | +28 | +24 | +16 | |
| 160 | 180 | +1007<br>+653 | +737<br>+383 | +657<br>+303 | +218 | +73 | +993<br>+427 | +117 | −2.9 | −6 | −15 | |
| 180 | 200 | +1155<br>+745 | +835<br>+425 | +735<br>+325 | | | +1125<br>+475 | | | | | |
| 200 | 225 | +1235<br>+825 | +875<br>+465 | +755<br>+345 | +665 | +495 | +1165<br>+515 | +785 | +32 | +28 | +18 | |
| 225 | 250 | +1315<br>+905 | +915<br>+505 | +775<br>+365 | +255 | +85 | +1205<br>+555 | +135 | −3.1 | −8 | −17 | |
| 250 | 280 | +1446<br>+1014 | +1026<br>+574 | +846<br>+394 | +736 | +546 | +1368<br>+632 | +887 | +36 | +31 | +20 | |
| 280 | 315 | +1596<br>+1144 | +1086<br>+634 | +876<br>+424 | +284 | +94 | +1428<br>+692 | +152 | −3.7 | −8 | −19 | |

（续）

| 基孔制 | | H11/a11 | H11/b11 | H11/c11 | H11/d11 | H11/h11 | H12/b12 | H12/h12 | H6/js5 | | H6/k5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基轴制 | | A11/h11 | B11/h11 | C11/h11 | D11/h11 | H11/h11 | B12/h12 | H12/h12 | | Js6/h5 | | K6/h5 |
| 基本尺寸（mm） | | | | | | | | | | | | |
| 大于 | 至 | | | | | | | | | | | |
| 315 | 355 | +1815<br>+1305 | +1215<br>+705 | +975<br>+465 | −824 | +614 | +1573<br>+767 | +973 | +40 | +34 | +23 | |
| 355 | 400 | +1965<br>+1455 | +1294<br>+785 | +1015<br>+505 | −316 | +106 | +1653<br>+847 | +167 | −3.9 | −9 | −20 | |
| 400 | 450 | +2183<br>+1617 | +1443<br>+877 | +1123<br>+557 | −913 | −693 | +1836<br>+944 | +1076 | +44 | +38 | +26 | |
| 450 | 500 | +2338<br>+1767 | +1523<br>+957 | +1163<br>+597 | −347 | −117 | +1916<br>+1024 | +184 | −4.1 | −11 | −23 | |

| 基孔制 | | H6/m5 | | H7/js6 | | H7/k6 | | H7/m6 | | H7/n6 | | H8/js7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基轴制 | | | M6/h5 | | JS7/h6 | | K7/h6 | | M7/h6 | | N7/h6 | |
| 基本尺寸（mm） | | | | | | | | | | | | |
| 大于 | 至 | | | | | | | | | | | |
| — | 3 | +2.6<br>−4.6 | +0.6<br>−6.5 | +11<br>−0.8 | +9<br>2.8 | +8<br>−3.8 | +3.8<br>−7.8 | +6<br>−6 | +1.8<br>−10 | +3.8<br>−8 | −0.2<br>−12 | +16<br>−1.6 |
| 3 | 6 | +2.2<br>−7 | | +13<br>−1.2 | +11<br>−3.2 | +8<br>−6 | | +5<br>−9 | | +1.2<br>−13 | | +20<br>−1.8 |
| 6 | 10 | +0.9<br>−10 | | +16<br>−1.2 | +13<br>−3.7 | +11<br>−7 | | +6<br>−12 | | +1.7<br>−16 | | +24<br>−1.8 |
| 10 | 14 | +1.3<br>−12 | | +20<br>−1.5 | +16<br>−5 | +13<br>−8 | | +7<br>−14 | | +2<br>−19 | | +30<br>−2.7 |
| 14 | 18 | | | | | | | | | | | |
| 18 | 24 | +1.9<br>−14 | | +23<br>−1.8 | +18<br>−5 | +14<br>−10 | | +8<br>−16 | | +1.3<br>−23 | | +36<br>−2.6 |
| 24 | 30 | | | | | | | | | | | |
| 30 | 40 | +3.2<br>−16 | | +27<br>−2.3 | +22<br>−6 | +17<br>−12 | | +10<br>−19 | | +2.3<br>−27 | | +42<br>−3.2 |
| 40 | 50 | | | | | | | | | | | |
| 50 | 65 | +3.5<br>−20 | | +33<br>−2.8 | +27<br>−8 | +21<br>−14 | | +12<br>−23 | | +3.3<br>−32 | | +50<br>−4.5 |
| 65 | 80 | | | | | | | | | | | |
| 80 | 100 | +3.8<br>−23 | | +38<br>−3.2 | +31<br>−9 | +24<br>−17 | | +14<br>−27 | | +4.2<br>−37 | | +59<br>−4.1 |
| 100 | 120 | | | | | | | | | | | |
| 120 | 140 | +3.9<br>−27 | | +44<br>−3.6 | +36<br>+11 | +28<br>−19 | | +16<br>−31 | | +4.1<br>−43 | | +69<br>−6 |
| 140 | 160 | | | | | | | | | | | |
| 160 | 180 | | | | | | | | | | | |

（续）

| 基孔制 | | H6/m5 | | H7/js6 | | H7/k6 | | H7/m6 | | H7/n6 | | H8/js7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基轴制 | | | M6/h5 | | Js7/h6 | | K7/h6 | | M7/h6 | | N7/h5 | |
| 基本尺寸（mm） | | | | | | | | | | | | |
| 大于 | 至 | | | | | | | | | | | |
| 180 | 200 | +5<br>−30 | | +50<br>−4.2 | +42<br>−13 | +32<br>−23 | | +19<br>−36 | | +4.7<br>−50 | | +79<br>−7 |
| 200 | 225 | | | | | | | | | | | |
| 225 | 250 | | | | | | | | | | | |
| 250 | 280 | +4.2<br>−35 | +6<br>−33 | +56<br>−4.5 | +46<br>−14 | +36<br>−24 | | +20<br>−40 | | +6<br>−54 | | +89<br>−8 |
| 280 | 315 | | | | | | | | | | | |
| 315 | 355 | +6<br>−37 | | +62<br>−5 | +51<br>−15 | +40<br>−27 | | +23<br>−44 | | +7<br>−60 | | +97.<br>−8 |
| 355 | 400 | | | | | | | | | | | |
| 400 | 450 | +8<br>−41 | | +69<br>−6 | +57<br>−17 | +44<br>−31 | | +26<br>−49 | | +9<br>−66 | | +106<br>−9 |
| 450 | 500 | | | | | | | | | | | |

| 基孔制 | | | H8/k7 | | H8/m7 | | H8/n7 | | H8/p7 | H6/n5 | | H6/p5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基轴制 | | Js8/h7 | | K8/h7 | | M8/h7 | | N8/h7 | | | N6/h5 | | P6/h5 |
| 基本尺寸（mm） | | | | | | | | | | | | | |
| 大于 | 至 | | | | | | | | | | | | |
| — | 3 | +14<br>−3.6 | +11<br>−7 | +7<br>−11 | +9<br>−9 | +4.6<br>13 | +7<br>−11 | −2.6<br>−15 | +4.6<br>−13 | +0.6<br>−7 | −1.4<br>−9 | −1.4<br>−9 | −3.4<br>−11 |
| 3 | 6 | +17<br>−4.8 | +13<br>−9 | | +10<br>−12 | | +5<br>−16 | | +1.8<br>−20 | −1.8<br>−11 | | −6<br>−15 | |
| 6 | 10 | +21<br>−6 | +16<br>−11 | | +11<br>−16 | | +7<br>−20 | | +1.8<br>−25 | −3.1<br>−14 | | −8<br>−19 | |
| 10 | 14 | +25<br>−7 | +20<br>−13 | | +14<br>−19 | | +9<br>−24 | | +2.7<br>−30 | −3.7<br>−17 | | −10<br>−23 | |
| 14 | 18 | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 24 | +30<br>−9 | +24<br>−16 | | +18<br>−22 | | +11<br>−29 | | +3.6<br>−36 | −5<br>−21 | | −12<br>−28 | |
| 24 | 30 | | | | | | | | | | | | |
| 30 | 40 | +35<br>−10 | +28<br>−18 | | +21<br>−25 | | +13<br>−33 | | +4.2<br>−42 | −4.8<br>−24 | | −14<br>−33 | |
| 40 | 50 | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 65 | +42<br>−12 | +34<br>−22 | | +24<br>−30 | | +16<br>−40 | | +3.5<br>−52 | −6<br>−28 | | −18<br>−40 | |
| 65 | 80 | | | | | | | | | | | | |
| 80 | 100 | +50<br>−15 | +39<br>−26 | | +29<br>−36 | | +19<br>−46 | | +4.7<br>−60 | −6<br>−33 | | −20<br>−47 | |
| 100 | 120 | | | | | | | | | | | | |
| 120 | 140 | +57<br>−17 | +46<br>−29 | | +34<br>−41 | | +22<br>−53 | | +6<br>−69 | −8<br>−39 | | −24<br>−55 | |
| 140 | 160 | | | | | | | | | | | | |
| 160 | 180 | | | | | | | | | | | | |

（续）

| 基孔制 | | | H8/k7 | | H8/m7 | | H8/n7 | | H8/p7 | H6/n5 | | H6/p5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基轴制 | | Js8/h7 | | K8/h7 | | M8/h7 | | N8/h7 | | | N6/h5 | | P6/h5 |
| 基本尺寸（mm） | | | | | | | | | | | | | |
| 大于 | 至 | | | | | | | | | | | | |
| 180 | 200 | +66<br>+20 | +52<br>−34 | | +39<br>−47 | | +25<br>−61 | | +6<br>−80 | −9<br>−44 | | −28<br>−63 | |
| 200 | 225 | | | | | | | | | | | | |
| 225 | 250 | | | | | | | | | | | | |
| 250 | 280 | +74<br>−22 | +59<br>−38 | | +43<br>−54 | | +29<br>−68 | | +7<br>−90 | −10<br>−49 | | −32<br>−71 | |
| 280 | 315 | | | | | | | | | | | | |
| 315 | 355 | +81<br>−24 | +65<br>−41 | | +48<br>−58 | | +32<br>−74 | | +7<br>−99 | −10<br>−53 | | −35<br>−78 | |
| 355 | 400 | | | | | | | | | | | | |
| 400 | 450 | +89<br>−26 | +70<br>−46 | | +52<br>−64 | | +35<br>−81 | | +7<br>−109 | −10<br>−58 | | −37<br>−86 | |
| 450 | 500 | | | | | | | | | | | | |

| 基孔制 | | H6/r5 | | H6/s5 | | H6/t5 | H7/p6 | | H7/r6 | | H7/s5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基轴制 | | | R6/h5 | | S6/h6 | T6/h5 | | P7/h6 | | R7/h6 | | S7/h6 |
| 基本尺寸（mm） | | | | | | | | | | | | |
| 大于 | 至 | | | | | | | | | | | |
| — | 3 | −5<br>−13 | −7<br>−15 | −9<br>−1 | −11<br>−19 | — | +1.8<br>−10 | −2.2<br>−14 | −2.2<br>−14 | −6<br>−18 | −6<br>−18 | 10<br>−22 |
| 3 | 6 | −9<br>−18 | | −13<br>−22 | | — | −2.8<br>−17 | | −6<br>−20 | | −10<br>−24 | |
| 6 | 10 | −12<br>−23 | | −16<br>−27 | | — | −3.3<br>−21 | | −7<br>−25 | | −11<br>−29 | |
| 10 | 14 | −15<br>−28 | | −20<br>−33 | | —<br>— | −4<br>−25 | | −9<br>−30 | | −14<br>−35 | |
| 14 | 18 | | | | | | | | | | | |
| 18 | 24 | −18 | | −25 | | — | −6 | | −12 | | −19 | |
| 24 | 30 | −34 | | −41 | | −31<br>−47 | −30 | | −36 | | −43 | |
| 30 | 40 | −22 | | −41 | | −36<br>−55 | −7 | | −15 | | −24 | |
| 40 | 50 | −41 | | −50 | | −42<br>−61 | −36 | | −44 | | −53 | |
| 50 | 65 | −26<br>−50 | | −38<br>−62 | | −52<br>−74 | −9 | | −18<br>−53 | | −30<br>−65 | |
| 65 | 80 | −28<br>−52 | | −44<br>−68 | | −60<br>−84 | −44 | | −20<br>−55 | | −36<br>−71 | |

（续）

| 基孔制 | | H6/r5 | | H6/s5 | | H6/t5 | H7/p6 | | H7/r6 | | H7/s6 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基轴制 | | | R6/h5 | | S6/h6 | T6/h5 | | P7/h6 | | R7/h6 | | S7/h6 |
| 基本尺寸（mm） | | | | | | | | | | | | |
| 大于 | 至 | | | | | | | | | | | |
| 80 | 100 | −34<br>−61 | | −54<br>−81 | | −74<br>−101 | −10 | | −24<br>−65 | | −44<br>−85 | |
| 100 | 120 | −37<br>−64 | | −62<br>−89 | | −87<br>−114 | −51 | | −27<br>−68 | | −52<br>−93 | |
| 120 | 140 | −44<br>−75 | | −73<br>−104 | | −103<br>−134 | −12 | | −32<br>−79 | | −61<br>−108 | |
| 140 | 160 | −46<br>−77 | | −81<br>−112 | | −115<br>−146 | −59 | | −34<br>−81 | | −69<br>−116 | |
| 160 | 180 | −49<br>−80 | | −89<br>−120 | | −127<br>−158 | | | −37<br>−84 | | −77<br>−124 | |
| 180 | 200 | −55<br>−90 | | −100<br>−135 | | −144<br>−179 | −14 | | −41<br>−96 | | −86<br>−141 | |
| 200 | 225 | −58<br>−93 | | −108<br>−143 | | −158<br>−193 | −69 | | −44<br>−99 | | −94<br>−149 | |
| 225 | 250 | −62<br>−97 | | −118<br>−153 | | −174<br>−209 | | | −48<br>−103 | | −104<br>−159 | |
| 250 | 280 | −70<br>−109 | | −134<br>−173 | | −194<br>−233 | −16 | | −54<br>−114 | | −118<br>−178 | |
| 280 | 315 | −74<br>−113 | | −146<br>−185 | | −216<br>−255 | −76 | | −58<br>−118 | | −130<br>−190 | |
| 315 | 355 | −81<br>−124 | | −163<br>−206 | | −241<br>−284 | −18 | | −64<br>−131 | | −146<br>−213 | |
| 355 | 400 | −87<br>−130 | | −181<br>−224 | | −267<br>−310 | −85 | | −70<br>−137 | | −164<br>−231 | |
| 400 | 450 | −95<br>−144 | | −201<br>−250 | | −299<br>−348 | −19 | | −77<br>−152 | | −183<br>−258 | |
| 450 | 500 | −101<br>−150 | | −221<br>−270 | | −329<br>−378 | −94 | | −83<br>−158 | | −203<br>−278 | |

| 基孔制 | | H7/t6 | H7/u6 | | H7/v6 | H7/x6 | H7/y6 | H7/z6 | H8/r7 | H8/s7 | H8/t7 | H8/u7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基轴制 | | T7/h6 | | U7/h6 | | | | | | | | |
| 基本尺寸（mm） | | | | | | | | | | | | |
| 大于 | 至 | | | | | | | | | | | |
| − | 3 | − | −10<br>−22 | −14<br>−25 | − | −12<br>−24 | − | −18<br>−30 | +0.6<br>−17 | −3.4<br>−21 | − | −7<br>−25 |
| 3 | 6 | − | −14<br>−28 | | − | −19<br>−33 | − | −26<br>−40 | −1.2<br>−23 | −5<br>−27 | − | −9<br>−31 |

（续）

| 基孔制 | | H7/t6 | H7/u6 | | H7/v6 | H7/x6 | H7/y6 | H7/z6 | H8/r7 | H8/s7 | H8/t7 | H8/u7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基轴制 | | T7/h6 | | U7/h6 | | | | | | | | |
| 基本尺寸 (mm) | | | | | | | | | | | | |
| 大于 | 至 | | | | | | | | | | | |
| 6 | 10 | — | −16<br>−34 | | — | −22<br>−40 | — | −30<br>−48 | +2.2<br>−29 | −6<br>−33 | — | −11<br>−38 |
| 10 | 14 | — | −19 | | — | −26<br>−47 | — | −36<br>−57 | −2.3 | −7<br>−40 | — | −12 |
| 14 | 18 | — | −40 | | −25<br>−46 | −31<br>−52 | — | −46<br>−67 | −35 | | — | −45 |
| 18 | 24 | — | −25<br>−49 | | −31<br>−55 | −38<br>−62 | −47<br>−71 | −57<br>−81 | −2.4 | −9 | — | −15<br>−55 |
| 24 | 30 | −25<br>−49 | −32<br>−56 | | −39<br>−63 | −50<br>−72 | −59<br>−83 | −72<br>−96 | −42 | −49 | −15<br>−55 | −22<br>−62 |
| 30 | 40 | −29<br>−58 | −41<br>−70 | | −49<br>−78 | −61<br>−90 | −75<br>−104 | −93<br>−122 | −3.8<br>−50 | −13<br>−59 | −18<br>−64 | −30<br>−76 |
| 40 | 50 | −35<br>−64 | −51<br>−80 | | −62<br>−91 | −78<br>−107 | −95<br>−124 | −117<br>−146 | | | −24<br>−70 | −40<br>−86 |
| 50 | 65 | −43<br>−78 | −64<br>−99 | | −79<br>−114 | −99<br>−134 | −121<br>−156 | −149<br>−184 | −6<br>−60 | −18<br>−72 | −30<br>−86 | −52<br>−106 |
| 65 | 80 | −52<br>−87 | −79<br>−114 | | −97<br>−132 | −123<br>−158 | −151<br>−186 | −187<br>−222 | −8<br>−62 | −24<br>−78 | −40<br>−94 | −66<br>−122 |
| 80 | 100 | −64<br>−105 | −97<br>−138 | | −119<br>−160 | −151<br>−192 | −187<br>−228 | −231<br>−272 | −9<br>−74 | −29<br>−94 | −49<br>−114 | −82<br>−147 |
| 100 | 120 | −77<br>−118 | −117<br>−158 | | −145<br>−186 | −183<br>−224 | −227<br>−268 | −283<br>−324 | −12<br>−77 | −37<br>−102 | −62<br>−127 | −102<br>−167 |
| 120 | 140 | −91<br>−138 | −139<br>−186 | | −171<br>−218 | −217<br>−264 | −269<br>−316 | −334<br>−381 | −14<br>−89 | −43<br>−118 | −73<br>−148 | −121<br>−196 |
| 140 | 160 | −103<br>−150 | −159<br>−206 | | −197<br>−244 | −249<br>−296 | −309<br>−356 | −384<br>−431 | −16<br>−91 | −51<br>−126 | −85<br>−160 | −141<br>−216 |
| 160 | 180 | −115<br>−162 | −179<br>−226 | | −221<br>−268 | −279<br>−326 | −349<br>−396 | −434<br>−481 | −19<br>−94 | −59<br>−134 | −97<br>−172 | −161<br>−236 |
| 180 | 200 | −130<br>−185 | −200<br>−255 | | −248<br>−303 | −314<br>−369 | −389<br>−444 | −484<br>−539 | −21<br>−107 | −66<br>−152 | −110<br>−196 | −180<br>−266 |
| 200 | 225 | −144<br>−199 | −222<br>−277 | | −274<br>−329 | −349<br>−404 | −434<br>−489 | −539<br>−594 | −24<br>−110 | −74<br>−160 | −124<br>−210 | −202<br>−208 |
| 225 | 250 | −160<br>−215 | −248<br>−303 | | −304<br>−359 | −389<br>−444 | −484<br>−539 | −604<br>−659 | −28<br>−114 | −84<br>−170 | −140<br>−226 | −208<br>−314 |
| 250 | 280 | −178<br>−238 | −274<br>−336 | | −344<br>−406 | −434<br>−496 | −540<br>−600 | −670<br>−730 | −31<br>−128 | −95<br>−192 | −155<br>−252 | −253<br>−349 |
| 280 | 315 | −200<br>−260 | −310<br>−371 | | −384<br>−446 | −484<br>−546 | −610<br>−670 | −750<br>−810 | −35<br>−132 | −107<br>−204 | −177<br>−274 | −287<br>−384 |

（续）

| 基孔制 | | H7/t6 | H7/u6 | | H7/v6 | H7/x6 | H7/y6 | H7/z6 | H8/r7 | H8/s7 | H8/t7 | H8/u7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基轴制 | | T7/h6 | | U7/h6 | | | | | | | | |
| 基本尺寸（mm） | | | | | | | | | | | | |
| 大于 | 至 | | | | | | | | | | | |
| 315 | 355 | −224<br>−291 | −346<br>−413 | | −431<br>−498 | −546<br>−613 | −686<br>−753 | −856<br>−923 | −39<br>−145 | −121<br>−227 | −199<br>−305 | −321<br>−427 |
| 355 | 400 | −250<br>−317 | −391<br>−458 | | −486<br>−553 | −616<br>−683 | −776<br>−843 | −956<br>−1024 | −45<br>−151 | −139<br>−245 | −225<br>−331 | −366<br>−472 |
| 400 | 450 | −281<br>−356 | −441<br>−516 | | −546<br>−621 | −691<br>−766 | −871<br>−946 | −1051<br>−1126 | −51<br>−167 | −157<br>−273 | −255<br>−371 | −415<br>−531 |
| 450 | 500 | −311<br>−386 | −491<br>−566 | | −611<br>−686 | −771<br>−846 | −951<br>−1026 | −1021<br>−1276 | −57<br>−173 | −177<br>−293 | −285<br>−401 | −465<br>−581 |

注：1. 表中“+”值为间隙量，“−”值为过盈量。

2. 标注◤的配合为优先配合。

### 1.4.2　对孔、轴实际尺寸概率分布特性要求的规定

（1）公差带的划分

1）对于对称分布，推荐

$$T:W_c=2:1 \qquad (3.2\text{-}13)$$

2）对于非对称分布，三个区间的划分可根据实际情况确定。

（2）频率的确定

1）实际尺寸按对称分布

① 当近似于正态分布时，若公差带的划分按 $T:W_c=2:1$，则推荐 $P_{cmin}=86\%$；此时上、下边区允许的最大频率为 $\frac{1-P_{cmin}}{2}=7\%$；

② 当近似于辛普松（三角形）分布时，若公差带的划分按 $T:W_c=2:1$，则推荐 $P_{cmin}=75\%$；此时上、下边区允许的最大频率为 $\frac{1-P_{cmin}}{2}=12.5\%$；

③ 当近似于均匀分布时，若公差带的划分按 $T:W_c=2:1$，则推荐 $P_{cmin}=50\%$；此时上、下边区允许的最大频率为 $\frac{1-P_{cmin}}{2}=25\%$。

2）实际尺寸按非对称分布　一般应同时规定上边区频率 $P_{Umax}$ 以及下边区频率 $P_{Lmax}$。

3）根据设计要求，仅考虑某一边区的频率要求时，可以只规定上边区的频率 $P_{Umax}$ 或者下边区的频率 $P_{Lmax}$。

（3）标注举例

1）对于对称分布，如：$\phi55\pm0.06\pm0.03$P86%

表示上、下边区的频率均不能超过7%；

2）对于非对称分布，如 $\phi55\pm0.06^{-0.06}_{-0.03}$P9% $^{-0.03}_{-0.06}$P5%

表示上边区频率不能超过9%，下边区频率不能超过5%；

3）仅规定某一边区的频率，如 $\phi55\pm0.06^{-0.03}_{-0.06}$P7%

表示仅对下边区有频率要求，且不能超过7%。

### 1.4.3　统计配合公差的简化计算（表3.2-4）。

**表3.2-4　统计配合公差的简化计算公式**

| 公差带划分　$T:W_c=2:1$ | | |
|---|---|---|
| $P_{cmin}$ | 计算公式及其编号 | |
| 86% | $T_{PF}=\frac{K_\alpha}{3}\sqrt{T_H^2+T_S^2}$ | (3.2-14) |
| | 若 $T_H=T_S$，且 $1-\alpha=99.73\%$（$K_\alpha=3$）<br>则 $T_{PF}=0.71T_F$ | (3.2-15) |
| | 若 $T_H=1.6T_S$（孔比轴低一级），且 $1-\alpha=99.73\%$（$K_\alpha=3$）<br>则 $T_{PF}=0.73T_F$ | (3.2-16) |
| 75% | $T_{PF}=T_F-2\sqrt[4]{\frac{3}{4}(T_H^4+T_S^4)\cdot\frac{\alpha}{2}}$ | (3.2-17) |
| | 若 $T_H=T_S$，且 $1-\alpha=99.73\%$<br>则 $T_{PF}=0.79T_F$ | (3.2-18) |
| 50% | $T_{PF}=T_F-2\sqrt{(T_H^2+T_S^2)\frac{\alpha}{2}}$ | (3.2-19) |
| | 若 $T_H=T_S$，且 $1-\alpha=99.73\%$<br>则 $T_{PF}=0.95T_F$ | (3.2-20) |

（续）

| 公差带划分 $T:W_c=2:1$ | |
|---|---|
| $Z_{pmin}=Z_{min}+\frac{T_F-T_{PE}}{2}$ | (3.2-21) |
| $Z_{pmax}=Z_{max}-\frac{T_F-T_{PE}}{2}$ | (3.2-22) |

### 1.4.4 应用举例

**例1** 根据使用要求，某机床部件的配合选为 $\phi40\frac{H8}{h7}$，但应避免实际偏差为零的孔、轴装在一起。此时，可采用统计尺寸公差。

若规定 孔 $\phi40^{+0.039}_{\ 0}$ $^{+0.03}_{+0.01}$P86%

轴 $\phi40^{\ 0}_{-0.025}$ $^{-0.006}_{-0.019}$P86%

由表3.2-3查得：

统计最小间隙 $Z_{pmin}=+9\mu m$

统计最大间隙 $Z_{pmax}=+55\mu m$

由此可见，孔、轴在装配时基本上不会发生间隙为零的不利情况。

为了突出对小间隙发生频率的限制，也可以仅仅规定某一边区的频率：

孔 $\phi40^{+0.039}_{\ 0}$ $^{+0.01}_{\ 0}$P7%

轴 $\phi40^{\ 0}_{-0.025}$ $^{\ 0}_{-0.006}$P7%

**例2** 某部件的配合选为 $\phi60\frac{H8}{g7}$，间隙为+0.01～+0.086mm，但根据使用要求，间隙在+0.029～+0.067mm之间时性能最佳。此时可采用统计尺寸公差：

孔 $\phi60^{+0.046}_{\ 0}$ $^{-0.034}_{-0.012}$P86%

轴 $\phi60^{-0.010}_{-0.040}$ $^{-0.018}_{-0.032}$P86%

按此规定，将有86%的孔、轴在装配后处于最佳间隙状态。

**例3** 某传感器中摇臂孔与轴的基本尺寸为2.5mm，根据产品性能要求，装配后的间隙应在+2.5～+7.5μm内。

若选 孔 $\phi2.5^{+0.007}_{+0.004}$

轴 $\phi2.5^{+0.002}_{\ 0}$

则 最大间隙 $Z_{max}=+7\mu m$

最小间隙 $Z_{min}=+2\mu m$

可满足要求。但孔的标准公差等级为IT4，轴的标准公差等级为IT3，加工精度要求高，工艺上难以实现，且由于是小批量生产，不便分组装配。此时，可采用统计尺寸公差：

孔 $\phi2.5^{+0.008}_{+0.002}$ $^{+0.0065}_{+0.0035}$P86%

轴 $\phi2.5\pm0.002\pm0.001$P86%

取 $1-\alpha=95\%$，查得 $K_\alpha=1.96$，由式(3.2-14)，式(3.2-21)，式(3.2-22)得：统计最大间隙 $Z_{pmax}=+7.3\mu m$

统计最小间隙 $Z_{pmin}=+2.7\mu m$

即95%以上的零件可满足要求，而孔的公差等级降为IT6，轴的公差等级降为IT5。显然，工艺上较容易实现。

## 1.5 统计尺寸公差在尺寸链中的应用

### 1.5.1 封闭环公差的计算方法

(1) 极值封闭环公差 $T_{OL}$

按极值法计算尺寸链时，封闭环的极值由组成环的极值导出，并假定增环极大值与减环极小值同时出现，增环极小值与减环极大值同时出现。这样，便得到封闭环公差与组成环公差的关系为：

$$T_{OL}=T_1+T_2+\cdots+T_n=\sum_{i=1}^{n}T_i \quad (3.2\text{-}23)$$

式中 $T_{OL}$—— 极值封闭公差；

$T_i$—— 组成环公差；$i=1,2,\cdots,n$，$n$ 为组成环环数。

显然，按极值法计算尺寸链时，没有考虑各环实际尺寸的概率分布特性。

按极值法解尺寸链，可保证完全互换性。但当组成环较多或要求保证的封闭环公差很小时，用这种方法就不经济了。

(2) 平方封闭环公差 $T_{OQ}$

在正常生产情况下，各组成环获得极值的概率很小，而各组成环同时获得极值的概率则更小。因此可以一定的置信概率认为：封闭环实际变动量将比所有组成环公差之和为小；反之，在保证封闭环公差要求的前提下，实际上各组成环的公差可比按极值法规定的大一些。

若组成环符合以下条件：

1) 各环实际尺寸按正态分布；

2) 各环实际尺寸的期望（均值）与其中间尺寸符合；

3) 各环的公差与其标准差之比相等；

4) 各环实际尺寸的出现无相互联系，即彼此为独立随机变量。

则可按下式计算封闭环公差：

$$T_{OQ}=\sqrt{T_1^2+T_2^2+\cdots+T_n^2}=\sqrt{\sum_{i=1}^{n}T_i^2} \quad (3.2\text{-}24)$$

式中 $T_{OQ}$——平方封闭环公差（统计封闭环公差最小值）。

如果 $T_1=T_2=\cdots=T_n$，则由式（3.2-23）与式（3.2-24）可得

$$\frac{T_{OQ}}{T_{OL}}=\frac{1}{\sqrt{n}} \tag{3.2-25}$$

（3）统计封闭环公差 $T_{OS}$

实际生产中，不可能完全符合上述理想条件。因此实际采用的统计封闭环公差为 $T_{OS}$，且

$$T_{OQ}<T_{OS}<T_{OL}$$

为保证统计封闭环公差 $T_{OS}$，应对组成环公差规定统计公差，即对其实际尺寸的概率分布特性提出最低要求，它取决于工艺条件并由统计检验控制。

### 1.5.2　对实际尺寸概率分布的最低要求

（1）对近似正态分布的要求

$$T_{pi}:W_C=3:1,\ P_{cmin}=50\%$$

上、下边区的频率不能超过25%（参见图3.2-2）。

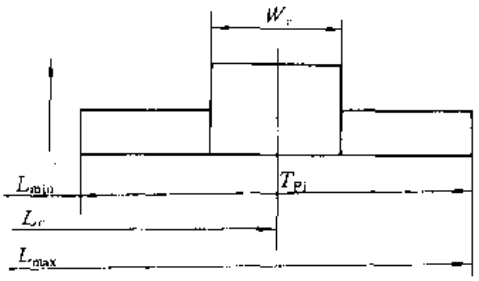



图　3.2-2

（2）对近似均匀分布的要求

$$T_{Pi}:W_c=2:1,\ P_{cmin}=50\%$$

上、下边区的频率不能超过25%（参见图3.2-3）。

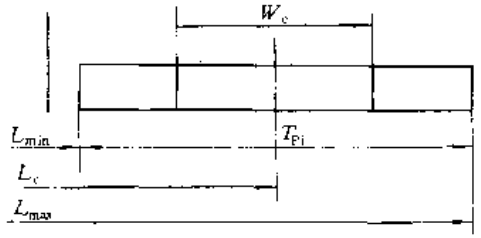



图　3.2-3

（3）对非对称（倾斜）分布的要求

$$T_{pi}:W_c=3:1,\ P_{cmin}=75\%$$

或　　$T_{pi}:W_c=2:1,\ P_{cmin}=75\%$

因为边区频率不能超过25%，所以有一边不被利用（参见图3.2-4，为左倾斜分布）。

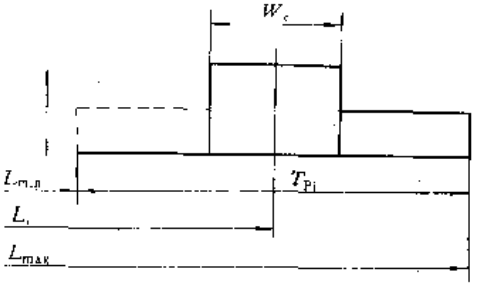



图　3.2-4

（4）对形状和位置误差的分布要求

当形状和位置误差作为尺寸链中的一环时，可视其基本尺寸为零，中间尺寸为其公差值的一半。

对于对称分布，频率及公差带的划分按（1）或（2），对于非对称分布，频率及公差带的划分按（3）。

### 1.5.3　统计封闭环公差的计算

（1）有2至4个组成环公差的计算

当组成环规定为 $T_{pi}:W_c=3:1$，$P_{cmin}=50\%$，可将组成环公差乘以表3.2-5中的系数 $f$ 加以扩大。

表3.2-5　系数 $f$

| 组成环数 | | 2 | 3 | 4 | 应　用　说　明 |
|---|---|---|---|---|---|
| 系列 | Ⅰ | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 组成环公差大约相等（见例1） |
| | Ⅱ | 1 | 1.2 | 1.4 | 某一组成环的公差大约为另一最大组成环公差的一半或更小（见例2） |
| | Ⅲ | 1 | 1 | 1.2 | 两个组成环的公差为另一最大组成环公差的一半或更小（见例3） |

**例1**　一尺寸链中有3个组成环，它们的公差相等，极值封闭环公差 $T_{OL}=0.2$mm，采用第Ⅰ系列系数，$f=1.4$，统计组成环公差 $T_{pi}$ 为：

$$T_{pi}=\frac{1.4\times0.2}{3}=0.09\text{mm}$$

**例2**　一尺寸链中有3个组成环，组成环公差为 $T_1=0.075$mm，$T_2=0.225$mm，$T_3=0.3$mm，因 $T_1$ 比 $T_3$ 的一半还小，所以系数应从第Ⅱ系列中选取，$f=1.2$，统计组成环公差为：

$$T_{P1}=1.2\times0.075=0.09\text{mm}$$

$$T_{P2}=1.2\times0.225=0.27\text{mm}$$

$$T_{P3}=1.2\times0.3=0.36\text{mm}$$

**例3**　一尺寸链中有4个组成环，组成环公差为 $T_1=0.09$mm，$T_2=0.12$mm，$T_3=0.18$mm，$T_4=0.3$mm，因 $T_1$、$T_2$ 比 $T_4$ 的一半还要小，所以系数应从第Ⅲ系列中选取，$f=1.2$，统计组成环公差为：

$$T_{P1}=1.2\times0.09=0.108\text{mm}$$

$$T_{P2}=1.2\times0.12=0.144\text{mm}$$

$$T_{P3}=1.2\times0.18=0.216\text{mm}$$

$$T_{P4}=1.2\times0.3=0.36\text{mm}$$

(2) 尺寸链中有 5 个或 5 个以上组成环的统计封闭环公差的计算

有 5 个或 5 个以上组成环的尺寸链，其统计封闭环公差可由下式计算：

$$T_{OS}=\sqrt{V_1^2T_{P1}^2+V_2^2T_{P2}^2+\cdots+V_n^2T_{Pn}^2} \tag{3.2-26}$$

其中

$$V_1,V_2,\cdots,V_n=\begin{cases}1.2,\text{当 } T_{Pi}:W_c=3:1,P_{cmin}=50\%\\1.5,\text{当 } T_{Pi}:W_c=2:1,P_{cmin}=50\%\end{cases}$$

如果所有组成环都按 $T_{Pi}:W_c=3:1$ 或 $T_{Pi}:W_c=2:1$，则

$$T_{OS}=V\sqrt{T_{P1}^2+T_{P2}^2+\cdots+T_{Pn}^2} \tag{3.2-27}$$

如果所有组成环的公差都相等，则

$$T_{OS}=VT_{Pi}\sqrt{n} \tag{3.2-28}$$

### 1.5.4　标注说明

(1) 对称分布

实际尺寸按对称分布时，按下例标注：

$$L_c\pm T_{Pi}/2\pm W_c/2P\%$$

以上标注中，$L_c$ 为中间尺寸，$P\%=50\%$，$T_{Pi}/2$、$W_c/2$ 取至小数点后 3 位。当 $T_{Pi}:W_c=3:1$，$T_{Pi}$应被 3 除尽；当 $T_{Pi}:W_c=2:1$ 时，$T_{Pi}$应被 2 除尽。

(2) 非对称分布

在非对称分布的情况下，按下例标注：

当左倾斜分布时

$$L_c{}^{+T_{Pi}/2}_{-W_c/2}\pm W_c/2P75\%$$

当右倾斜分布时

$$L_c{}^{+W_c/2}_{-T_{Pi}/2}\pm W_c/2P75\%$$

(3) 形状和位置公差

对形状和位置误差分布特性的要求，按 (1) 或 (2) 进行标注，并放在框格内。

### 1.5.5　应用举例

**例 1**　如图 3.2-5 所示齿轮箱，允许轴向间隙 $s$ 为 0.05～0.35mm，$T_{OL}=0.3$mm，4 个组成环 $a$、$b$、$c$、$d$ 的公差相等。按极值法，$a$、$b$、$c$、$d$ 的公差为 0.3/4=0.075mm，改用统计尺寸公差，组成环公差可以扩大。由 1.5.3 (1)，取 $f=1.6$，得

$$T_{Pi}=1.6\times0.075=0.12\text{mm}$$

四个组成环 $a$、$b$、$c$、$d$ 标注如下：

$$L_{ca}\pm0.06\pm0.02P50\%$$

$$L_{cb}\pm0.06\pm0.02P50\%$$

$$L_{cc}\pm0.06\pm0.02P50\%$$

$$L_{cd}\pm0.06\pm0.02P50\%$$

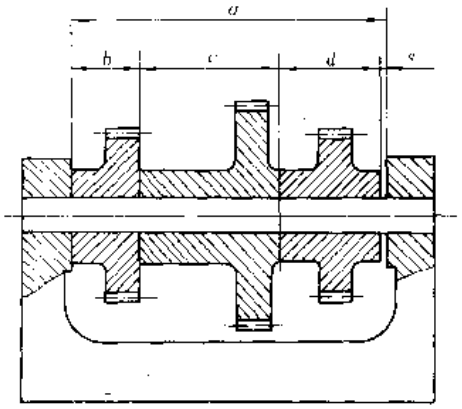



图　3.2-5

**例 2**　如图 3.2-6 所示的尺寸链，按极值法算出的封闭环公差 $T_{OL}=1.4$mm，不能满足要求。试按统计尺寸公差计算能否不减小组成环的公差。

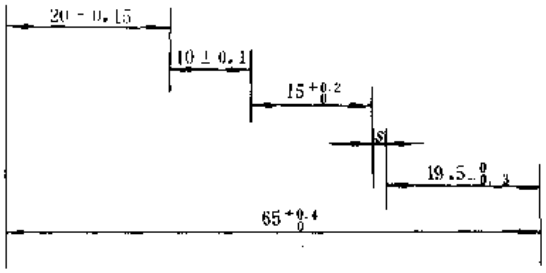



图　3.2-6

按极值法可算得：

$$s=0.05\sim1.45\text{mm}$$

采用统计尺寸公差时，先将各组成环的上、下偏差改为大小相等、符号相反的对称偏差，如图 3.2-7 所示。

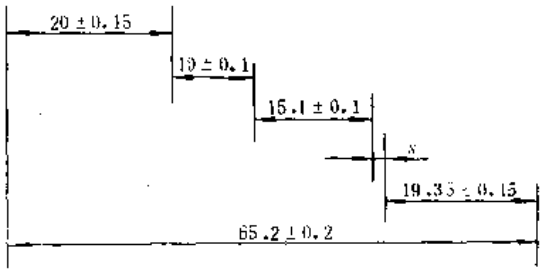



图　3.2-7

确定统计尺寸公差的分布要求按 $T_{Pi}:W_c=3:1$，$P_{cmin}=50\%$，由 1.5.3 (2) 可取 $V_1=V_2=V_3=V_4=V_5=1.2$。

确定统计封闭环公差：由式 (3.2-27)，可得：

$$T_{OS}=1.2\sqrt{0.3^2+0.2^2+0.2^2+0.3^2+0.4^2}$$
$$=0.78\text{mm}$$

为使公差带大小能被3除尽，可扩大部分公差。由此得各组成环的统计尺寸公差：

$20\pm0.15\pm0.05P50\%$

$10\pm0.12\pm0.04P50\%$

$15.1\pm0.12\pm0.04P50\%$

$19.35\pm0.15\pm0.05P50\%$

$65.2\pm0.21\pm0.07P50\%$

则 $$T_{OS}=1.2\sqrt{0.3^2+0.24^2+0.24^2+0.3^2\pm0.42^2}$$
$$=0.824\text{mm}$$

在这种情况下，$T_{OS}$由0.78增加到0.824，可满足要求。

**例3**　某组合件，其间隙$S$由14个零件的尺寸决定。即是一个有14个组成环的尺寸链，其公差依次为0.12，0.15，0.1，0.3，0.2，0.15，0.09，0.6，0.175，0.4，0.5，0.1，0.2，0.3（mm）。按极值法计算的封闭环公差$T_{OL}=3.385$mm。根据性能要求，较小的封闭环公差对产品的性能有利。这个问题可采用统计尺寸公差来解决。

根据生产情况，公差0.12，0.15，0.3，0.09，0.6，0.175，0.1，0.2的公差带划分适合于$T_{Pi}:W_c=3:1$，而0.1，0.2，0.15，0.4，0.5，0.3适合于$T_{Pi}:W_c=2:1$，为了满足公差值能被3或2除尽，应稍为扩大0.175，0.1，0.2，0.15等几个公差值。

由式（3.2-26），且$V$分别取1.5或1.2，则

$$T_{OS}=\sqrt{1.2^2\ (0.12^2+0.15^2+0.3^2+0.09^2+0.6^2+0.18^2+0.12^2+0.21^2)}$$
$$+\sqrt{1.5^2\ (0.1^2+0.2^2+0.16^2+0.4^2+0.5^2+0.3^2)}$$
$$=1.46\text{mm}$$

为保证得到所计算的统计封闭环公差，14个组成环应按如下标注：

$L_{c1}\pm0.06\pm0.02P50\%$，

$L_{c2}\pm0.075\pm0.025P50\%$，

$L_{c3}\pm0.05\pm0.025P50\%$，

$L_{c4}\pm0.15\pm0.05P50\%$，

$L_{c5}\pm0.1\pm0.05P50\%$，

$L_{c6}\pm0.08\pm0.04P50\%$，

$L_{c7}\pm0.045\pm0.015P50\%$，

$L_{c8}\pm0.3\pm0.1P50\%$，

$L_{c9}\pm0.09\pm0.03P50\%$，

$L_{c10}\pm0.2\pm0.1P50\%$，

$L_{c11}\pm0.25\pm0.125P50\%$，

$L_{c12}\pm0.06\pm0.02P50\%$，

$L_{c13}\pm0.105\pm0.035P50\%$，

$L_{c14}\pm0.15\pm0.075P50\%$。

**例4**　如图3.2-8所示，步进电机的气隙$M_0$由铁心内径，转子直径和一系列形状和位置误差形成，它们组成一封闭尺寸链。具体项目和数据如表3.2-6，计算如表3.2-7。

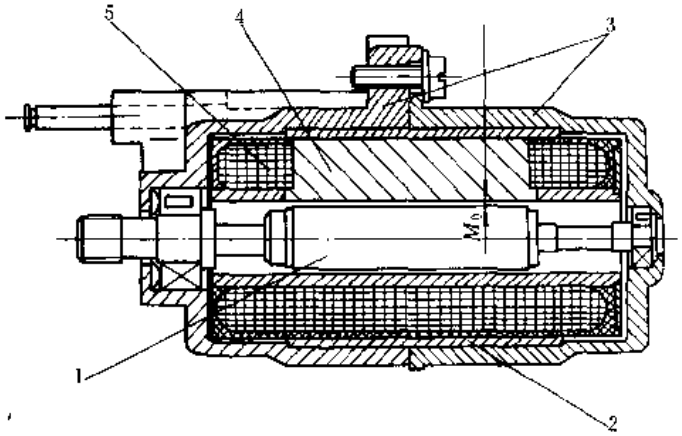



图　3.2-8

1—转子　2—磁环　3—轴承盖　4--定子　5—线圈

由表3.2-7可见，按极值法计算的最小气隙$M_{0min}=0.011$mm，按统计法计算的统计最小气隙$M_{0Pmin}=0.057$mm。很明显，可保证电机的功能可靠性。为此，表3.2-6中所有的项目都应达到统计尺寸公差规定的概率分布要求。

**表 3.2-6　与计算有关的项目**

| 序号 | 项　　目 | 按 极 值 法 | 按 统 计 法<br>（约定 $T_{pi}:W_c=2:1$，$P_{cmin}=50\%$） |
|---|---|---|---|
| 1 | 定子铁心内径 $D$ | $\phi12^{+0.1}_{0}$ | $12.05\pm0.05\pm0.025$ |
| 2 | 转子外径 $d$ | $\phi11^{-0.06}_{-0.08}$ | $11.64\pm0.01\pm0.005$ |
| 3 | 转子铁心对轴颈的圆跳动 | 0.1 | 0.05 ± 0.05 ± 0.025 |
| 4 | 滚珠轴承外圈对内圈的径向圆跳动 | 0.016 | 0.008 ± 0.008 ± 0.004 |
| 5 | 轴承盖定心外圆与轴承孔的同轴度 | $\phi$ 0.02 | $\phi$ 0.01 ± 0.01 ± 0.005 |
| 6 | 定子铁心定心外圆对于铁心内孔的径向圆跳动 | 0.04 | 0.02 ± 0.02 ± 0.01 |
| 7 | 有效的定子轴向窜动（与半径有关） | 0.06 | $0.003\pm0.003\pm0.015$ |
| 8 | 定子铁心与轴承盖间的间隙 | 0.036 | $0.018\pm0.018\pm0.009$ |
| 9 | 轴承与轴承盖间的间隙 | 0.016 | $0.008\pm0.008\pm0.004$ |
| 10 | 间隙受热扩大量 | 0.02 | $0.01\pm0.01\pm0.005$ |
| 11 | 轴承与轴的间隙 | $0.02^{+0.008}_{0}$ | $0.024\pm0.004\pm0.002$ |
| 12 | 磁环外径对内径的同轴度 | $\phi$ 0.04 | $\phi$ 0.02 ± 0.02 ± 0.01 |

**表 3.2-7　气隙 $M_0$ 的计算**

| 环 | 极 值 法 计 算 | | | | | | 统 计 法 计 算 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 增　环 | | | 减　环 | | | | | | |
| | 中间尺寸 | 上偏差 | 下偏差 | 中间尺寸 | 上偏差 | 下偏差 | $T_{Pi}$(μm) | $V_i$ | $V_iT_{Pi}$ | $(V_iT_{Pi})^2$ |
| $M_1$ | 6.025 | +0.025 | −0.025 | | | | 50 | 1.5 | 75 | 5625 |
| $M_2$ | | | | 5.820 | +0.005 | −0.005 | 10 | 1.5 | 15 | 225 |
| $M_3$ | | | | 0.025 | +0.025 | −0.025 | 50 | 1.5 | 75 | 5625 |
| $M_4$ | | | | 0.004 | +0.004 | −0.004 | 8 | 1.5 | 12 | 144 |
| $M_5$ | | | | 0.005 | +0.005 | −0.005 | 10 | 1.5 | 15 | 255 |
| $M_6$ | | | | 0.010 | +0.010 | −0.010 | 20 | 1.5 | 30 | 900 |
| $M_7$ | | | | 0.003 | +0.003 | −0.003 | 6 | 1.5 | 9 | 81 |
| $M_8$ | | | | 0.009 | +0.009 | −0.009 | 18 | 1.5 | 27 | 729 |
| $M_9$ | | | | 0.004 | +0.004 | −0.004 | 8 | 1.5 | 12 | 144 |
| $M_{10}$ | | | | 0.005 | +0.005 | −0.005 | 10 | 1.5 | 15 | 225 |
| $M_{11}$ | | | | 0.012 | +0.002 | −0.002 | 4 | 1.5 | 6 | 36 |
| $M_{12}$ | | | | 0.010 | +0.010 | −0.010 | 20 | 1.5 | 30 | 900 |

（续）

| 环 | 极值法计算 | | | | | | 统计法计算 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 增环 | | | 减环 | | | | | | |
| | 中间尺寸 | 上偏差 | 下偏差 | 中间尺寸 | 上偏差 | 下偏差 | $T_{Pi}$(μm) | $V_i$ | $V_iT_{Pi}$ | $(V_iT_{Pi})^2$ |
| ⓐ$\sum_1$ | 6.025 | +0.025 | −0.025 | 5.907 | +0.082 | −0.082 | | | $\sum$ | 14859 |
| ⓑ | −5.907 | 0.082 | −0.082 | | | | | | $\frac{1}{2000}\cdot\sqrt{\sum}$ | 0.061 |
| ⓐ+ⓑ$M_0$ | 0.118 | +0.107 | −0.107 | 最大 0.225 | 最小 0.011 | 平均 0.118 | | $M_{op}$ | 平均 0.118 | ±0.061 |
| | $M_0=M_1-(M_2+M_3+\cdots+M_{12})$ | | | | | | | $M_{op}$ | 最大 0.179 | 最小 0.057 |

**例5**　如图3.2-9所示的部件，其封闭环尺寸为(204±0.25) mm。剖面A表示用调整法的设计。由于有螺母调整，各组成环的公差可取较大的值(如偏差可为±0.1mm或更大)，仍可满足封闭环的要求。如按剖面B设计，此时没有调整环节。

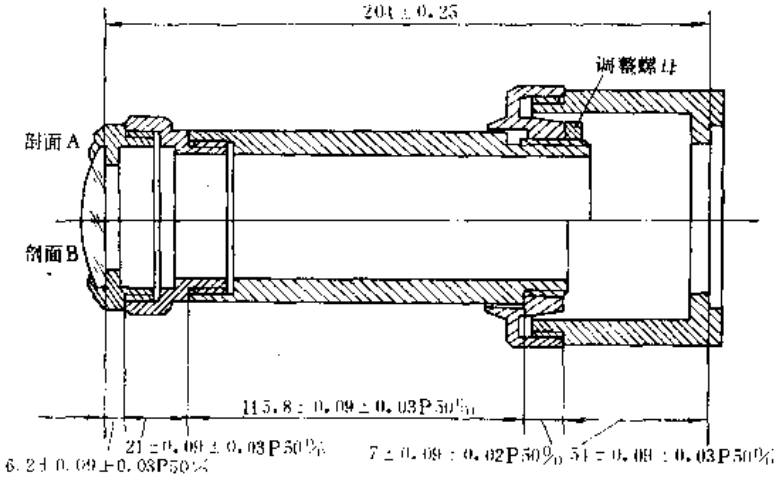



图　3.2-9

按极值法求得的组成环公差为0.1mm（对称偏差±0.05mm），这是很不经济的。

按统计法计算，若5个组成环采用同样大的公差，则由式（3.2-28）得：

$$T_{Pi}=\frac{T_{OS}}{V\sqrt{n}}=\frac{0.5}{1.2\sqrt{5}}=0.187\ (\text{mm})$$

这是可行的，结果如图3.2-9B剖面所示。同剖面A的设计相比，可省去调整螺母，缩短管件。

## 2　统计尺寸公差标准的有关说明

统计尺寸公差标准JB/Z304—87主要用于长度尺寸，标准规定了有关统计尺寸公差基本概念及其应用的术语；规定了近似确定实际尺寸概率分布特性的三种方案及在图样上的标注方法；提供了两个附录，附录A供作孔、轴配合中应用统计尺寸公差标准的参考，附录B提供了尺寸链计算中应用统计尺寸公差标准的方法。

### 2.1　统计尺寸公差的基本概念

按传统公差的规定，工件的实际尺寸只要位于最大与最小二极限尺寸之间，即代表工件实际尺寸在规定的公差带内，就算合格。在机械制造过程中，受工艺系统各个环节的影响，永远不能精确地复现一个规定的尺寸，但在正常生产条件下，工件的实际尺寸总呈现出向平均尺寸（公差带中心尺寸）聚集的趋势，并围绕平均尺寸有一定的分散性，即表现出一定的概率分布。

在加工过程中进行适时测量与控制，能进一步追使大部分工件实际尺寸向平均尺寸聚集并减小其分散性。对工件实际尺寸的总体规律性提出要求，使之近似符合某个理论概率分布，这是传统公差概念未涉及的。

根据概率数理统计的基本理论与方法，对公差带内的实际尺寸进行人为控制，可以使其符合一个有利的分布规律。因此，对统计尺寸公差定义为：统计尺寸公差是对实际尺寸概率分布特性作出规定的尺寸公差。

同一尺寸链中，各组成环的实际尺寸概率分布特性不同，直接影响封闭环的概率分布特性。

按传统公差的规定，用极值法解尺寸链时，常会碰到以下问题：

(1) 由封闭环公差确定的各组成环公差在生产中难以实现；

(2) 由生产工艺可实现的组成环公差求得的封闭环公差不能满足使用功能。

此时，若用概率法解尺寸链，统计尺寸公差是可靠的保证。

综上所述，应从以下几方面理解统计尺寸公差的含义：

1) 统计尺寸公差的基本特征是：对实际尺寸的概率分布特性提出了要求并在设计时作出相应规定；

2) 统计尺寸公差是应用概率数理统计的理论与方法经济合理地计算组成环公差与封闭环公差之间关系的保证；

3) 实际尺寸是否符合统计尺寸公差要求，必须进行检验。

## 2.2　对实际尺寸概率分布特性的规定

考虑实用性，统计尺寸公差标准 JB/Z304—87，采用三种方案规定实际尺寸概率分布特性。采用不同方案规定实际尺寸的概率分布所得结果往往不同，有时甚至会有很大差别。无论采用那一种方案，对实际尺寸的概率分布都只能是近似控制。

(1) a 方案的规定方法说明

按 a 方案规定实际尺寸概率分布时，应对中间区规定一最小频率 $P_{cmin}$，或对两个边区规定相应的最大频率 $P_{Umax}$，$P_{Lmax}$。不同分布在某一区域上的理论频率不同。若公差带宽度 $T$ 与中间区宽度 $W_c$ 之比为 2∶1，且公差带相对中间尺寸 $L_0$ 对称配置，其不同分布的理论频率见表 3.2-8。中间区最小频率 $P_{cmin}$ 可参照理论频率规定。

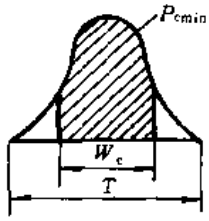
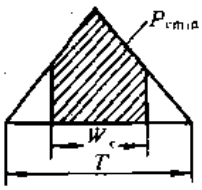
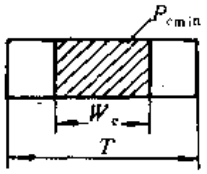
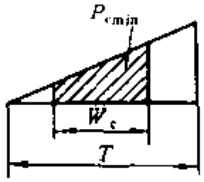
按理论频率规定中间区内的最小频率后，相应的两个边区内的最大频率即可确定。

(2) b 方案及 c 方案的规定方法说明

按 b 方案，规定实际尺寸的算术平均必须处于中间区的界限之内。中间区的宽度由不同的概率分布所允许的算术平均变动区域决定。

如图 3.2-10 中，两正态分布曲线的标准差不同，其中 $\sigma_1 < T/6$；$\sigma_1 = T/6$。在不超过边区频率的条件下，两条曲线可在公差带内移动，但均值不得超出给定的均值区间 $B_{\bar{x}}$。

**表 3.2-8　不同分布时，中间区内的理论频率 $T:W_c=2:1$**

| 正　态 | 三　角 | 均　匀 | 直　角 |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| $P_c=86\%$ | $P_c=75\%$ | $P_c=50\%$ | $P_c=50\%$ |

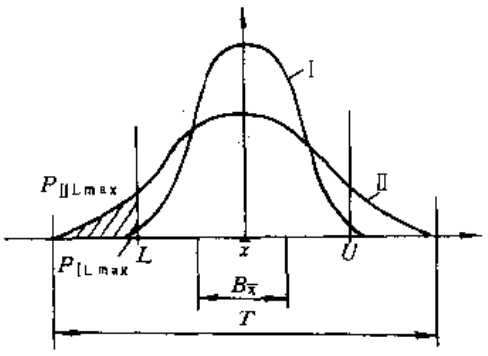



图 3.2-10

当实际尺寸具有不同分布特性时，在不超过边区频率的条件下，所允许的均值变动区域不同（参见图 3.2-11）。

在一般正常生产的情况下，实际尺寸的概率分布近似于正态分布，若分布的算术平均 $\bar{x}$ 等于公差带中点坐标值，标准偏差等于或小于 $T/6$，则可基本保证零件绝大多数合格。若实际尺寸分布的标准偏差等于 $T/6$，而算术平均不在公差带的中点上（参见图 3.2-12），则边区的频率可能超出要求。若实际尺寸的分布范围小于 $T$，如图 3.2-13 所示，尽管分布的算术平均 $\bar{x}$ 偏离公差带的中点，边区的频率也可能不会超出要求。分布的算术平均 $\bar{x}$ 反映分布的聚集中心位置特征，故可

用规定实际尺寸算术平均区间的方法来近似限制实际尺寸的概率分布。

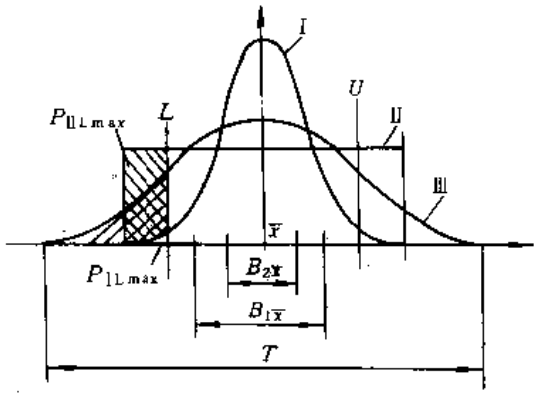



图 3.2-11　不同分布特性的算术平均区间

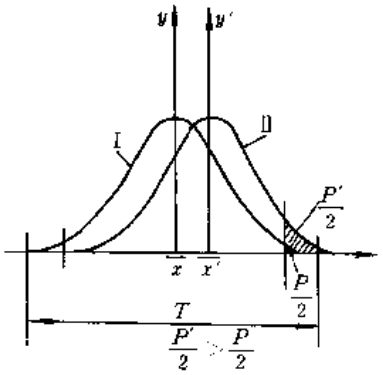



图 3.2-12

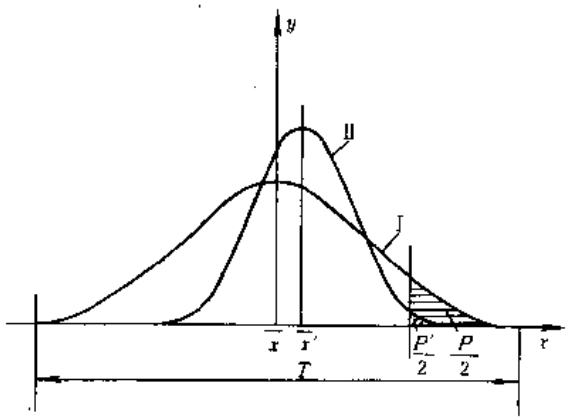



图 3.2-13

抽样检查时，样本均值$\bar{x}$与实际尺寸$x$总体分布的关系如图3.2-14所示，$\bar{x}$的变动范围为

$$\mu-K_\alpha\frac{\sigma}{\sqrt{n}}<\bar{x}<\mu+K_\alpha\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \qquad (3.2\text{-}29)$$

式中　$\mu$——总体的数学期望；

$\sigma$——总体的标准偏差；

$n$——样本大小；

$K_\alpha$——置信系数。

由式(3.2-29)可见，对于不同的$n$和$K_\alpha$，$\bar{x}$的变动范围不同。

同样，分布的中位数$\tilde{x}$也可以反映分布的聚集中心位置特征，故也可用规定中位数的变动范围来近似规定一个分布。中位数区间由下式确定：

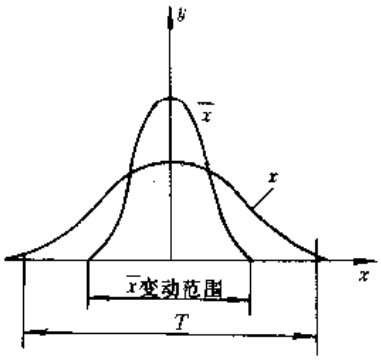



图 3.2-14

$$\mu-m_3K_\alpha\frac{\sigma}{\sqrt{n}}<\tilde{x}<\mu+m_3K_\alpha\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \qquad (3.2\text{-}30)$$

式中　$m_3$——由样本大小确定的系数，见表3.2-9；

$\mu$，$K_\alpha$，$\sigma$，$n$的含义同式(3.2-29)

表 3.2-9　系数 $m_3$

| $n$ | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $m_3$ | 1 | 1.160 | 1.092 | 1.197 | 1.137 | 1.214 | 1.160 | 1.224 | 1.118 |

(3) 三种规定方案的比较

本标准用以规定实际尺寸概率分布的三种方案之共同点是：尺寸公差带都被划分成三个区域：中间区$W_c$、上边区$W_u$和下边区$W_L$。但这三种方案所允许的可能分布存在差异。

把a方案规定的所有可能分布简化成中间区的最小频率$P_{c\min}$为86%，中间区宽度$W_c$为公差带宽度的50%，那么图3.2-15的分布在生产中都是允许的。

按b方案的规定，实际尺寸的算术平均必须在算术平均区间内。按此规定，生产中可能出现的分布并不总是非常有利的，如图3.2-16所示。因此，必要时应规定标准差上限。

c方案所允许的分布相对公差带中心来说可以很不相同，甚至允许实际尺寸向两个极限值聚集，如图3.2-17所示。因此，需要时应规定标准差上限。

为进一步说明三种方案的差异，以下从三种方案所允许的最不利分布出发，仅对相同的尺寸公差$T$及

相同的中心区宽度 $W_c$ 举例，比较尺寸链中组成环个数相同时，不同方案可能导致的实际结果。

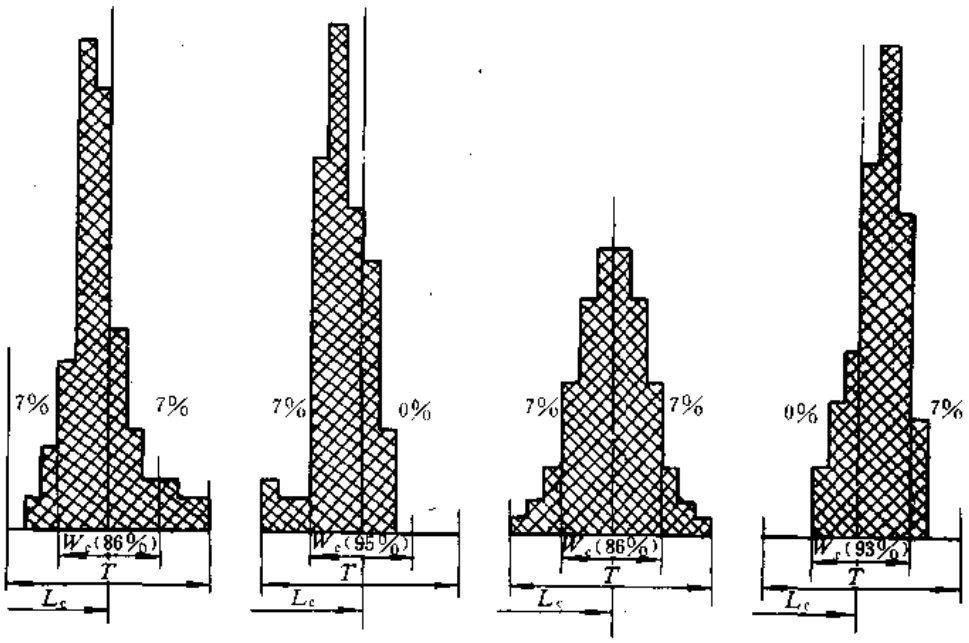



**图 3.2-15**　a 方案所允许的分布

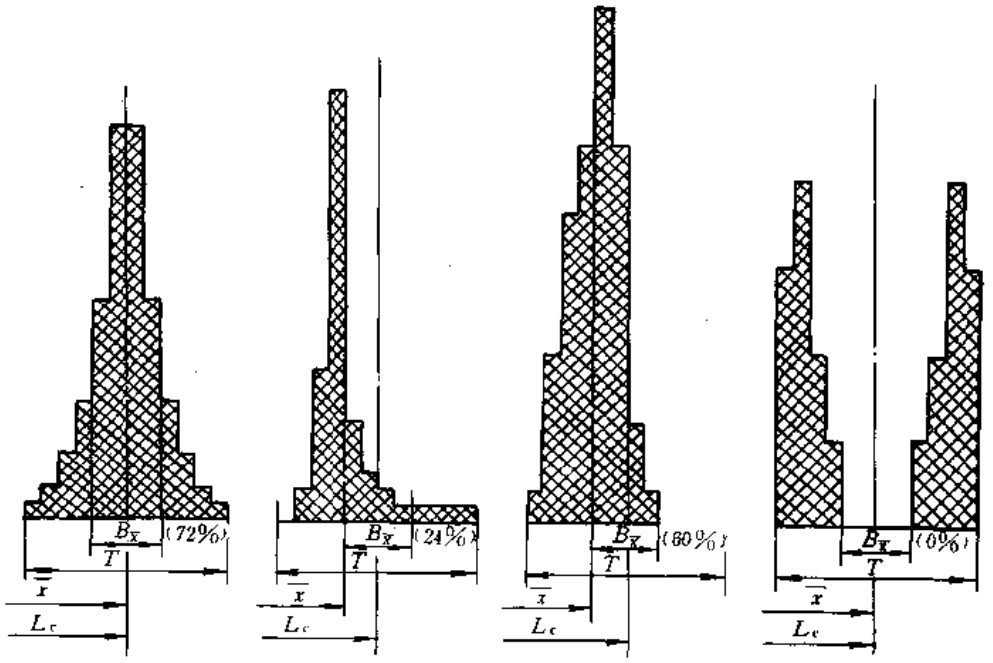



**图 3.2-16**　b 方案所允许的分布

**例 1**　按 a 方案。规定中间区的最小频率 $P_{cmin}$ 为 86%，两个边区中的每一个，其最大频率为 7%，图 3.2-18a 的分布是允许的。当尺寸链中包含 2～5 个组成环时，其实际尺寸都在下边区的概率为：

| 组成环数目 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| 概　　率 | 0.49% | 0.034% | 0.024% | 0.0017% |

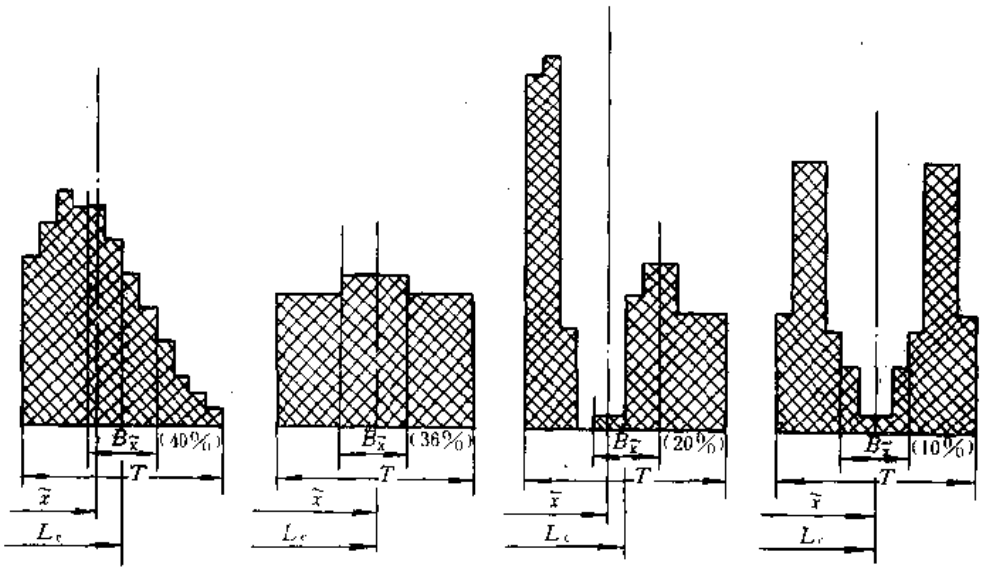



图 3.2-17　c 方案所允许的分布

**例 2**　按 b 方案。图 3.2-18b 表示算术平均值所允许的极限情况。此时 $\overline{\Delta x}=-1.98\mu m$。该数值仍在所允许的算术平均区间 $B_{\bar{x}}$ 内。此时，组成环都来自下边区的概率为：

| 组成环数目 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| 概　率 | 69% | 57% | 47.5% | 40% |

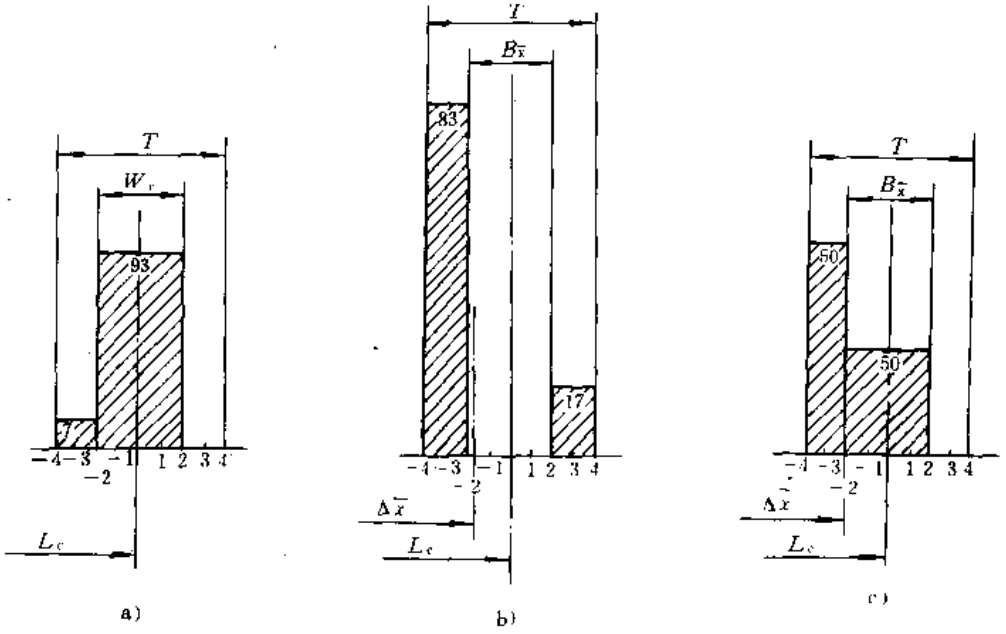



图 3.2-18　三种方案所允许的极限分布

**例 3**　按 c 方案。实际尺寸的中位数 $\tilde{x}$ 必须在中位数区间 $B_{\tilde{x}}$ 内。以 100 个测量值为例，按大小次序排列实际尺寸，中位数是第 50 个和第 51 个测量值的平均值。这样 $\Delta\tilde{x}$ 为 $-2\mu m$，正好为极限情况，参见图 3.2-18c。此时，组成环都来自下边区的概率为：

| 组成环数目 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| 概　率 | 25% | 12.5% | 6.25% | 3.125% |

以上对比说明：按照不同的方案，尺寸链中的组成环都来自下边区的概率差异甚大。当然，这仅针对极端情况而言。因此，按 JB/Z304—87，采用不同方案规定统计尺寸公差时，应注意可能导致实际结果的差异。一般来讲，a 方案适于普遍应用；在某些特殊需要中，b 方案和 c 方案可能更适合。

## 3　统计尺寸公差标准的应用

### 3.1　统计尺寸公差的基本设计原理

统计尺寸公差的基本设计原理是误差传递定理。由误差传递定理可得：

1）$n$ 个随机变量之和的平均值 $\bar{x}$，等于它们的 $n$ 个平均值 $\bar{x}_i$（$i=1, 2\cdots, n$）之和。

$$\bar{x}=\sum_{i=1}^{n}\bar{x}_i \tag{3.2-31}$$

2）$n$ 个独立随机变量之和的方差 $\sigma^2$，等于它们的 $n$ 个方差 $\sigma_i^2$（$i=1, 2, \cdots, n$）之和。

$$\sigma^2=\sum_{i=1}^{n}\sigma_i^2 \tag{3.2-32}$$

3）$n$ 个独立随机变量之和的标准差为：

$$\sigma=\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\sigma_i^2} \tag{3.2-33}$$

4）尺寸链中，$K$ 个组成环实际尺寸总标准差为：

$$\sigma_z=\sqrt{\sum_{j=1}^{j=z_i}P\ (x_{ij})\ \cdot\ (x_{ij}-\bar{x}_i)^2} \tag{3.2-34}$$

式中　$i$——尺寸链中组成环数目，例如：$x_i$ 表示第 $i$ 个组成环；$\bar{x}_i$ 表示第 $i$ 个组成环的算术平均值；$z_i$ 表示组成环 $x_i$ 的所有实际值数目；

$j$——组成环实际值数目，例如：$x_{ij}$ 表示组成环 $x_i$ 的实际值；$P\ (x_{ij})$ 表示实际值 $x_{ij}$ 出现的概率。

### 3.2　统计尺寸公差的设计方法

尺寸公差确定后，若需进一步规定统计尺寸公差，应确定标准偏差与尺寸公差之间的关系，（参见表 3.2-10），据此关系把预先定出的尺寸公差转换成统计特征参数。当实际尺寸满足以下规定时，这种转换才是确切的：

1）实际尺寸为对称分布；

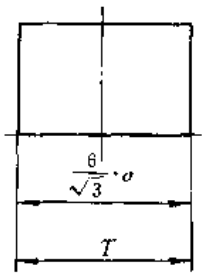
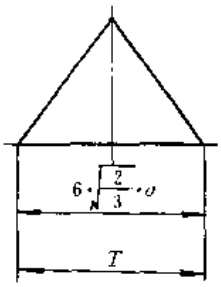
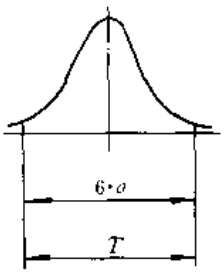
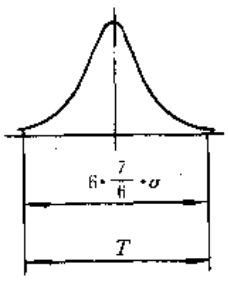
2）实际尺寸的分布范围与尺寸公差带完全相同。

3）当实际尺寸的分布范围无界时，实际尺寸在公差带之外的部分应符合预先给定的概率 $\alpha$（即超限概率）。

线性尺寸链中，组成环的超限概率用 $\alpha_i$ 表示；封闭环的超限概率用 $\alpha_{0i}$ 表示。

对正态分布，超限概率的优先值取 0.27%。

**表 3.2-10　常用对称分布的标准偏差与公差之间的关系**

| 均匀分布 | 三角分布 | 正态分布 | 两正态混和 |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| $\sigma_i/T_i=1/2\sqrt{3}$ | $\sigma_i/T_i=1/2\sqrt{6}$ | $\sigma_i/T_i=1/6$ | $\sigma_i/T_i=1/7$ |

正态分布时标准偏差与公差之间的关系见图 3.2-19。

在图 3.2-19 中，$L_c$ 为中间尺寸，$\bar{x}_i$ 为均值，$T_i$ 为预先给定的尺寸公差，$\sigma_i$ 为样本标准偏差，$\alpha_i/2$ 为超限概率的一半，$f\ (x)$ 为概率密度函数，$W$ 为拐点，$u_i=\left|\frac{x_i-L_c}{\sigma_i}\right|$ 表示“标准正态分布”的随机变量，其数值列于表 3.2-11。

对于由二个正态分布抽样所得的混合分布，当 $N_1=N_2$，$L_{c1}=L_{c2}$，且 $\sigma_1=1.95\sigma_2$ 时，混合分布的标准偏

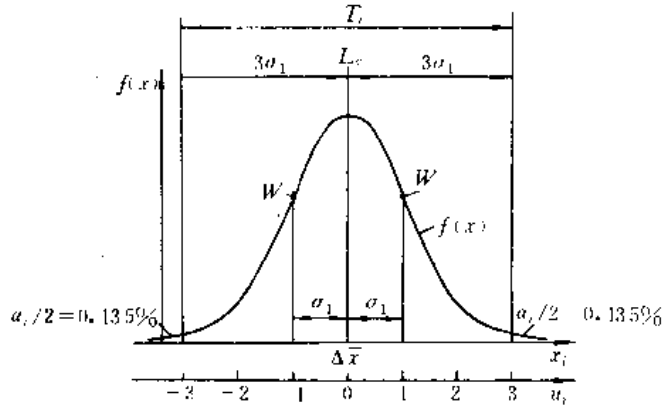



**图 3.2-19**　正态分布中标准偏差与尺寸公差之间的关系

差 $\sigma_i=\sqrt{\frac{\sigma_1^2+\sigma_2^2}{2}}$。

两正态混合分布中标准偏差与公差之间的关系参见图 3.2-20。

均匀分布时标准偏差与公差之间的关系见图 3.2-21。

**表 3.2-11　随机变量值**

| $\alpha$（%） | 5.00 | 4.55 | 2.00 | 1.24 | 1.00 | 0.50 | 0.27 | 0.10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\alpha/2$（%） | 2.50 | 2.28 | 1.00 | 0.62 | 0.50 | 0.25 | 0.135 | 0.05 |
| $\lvert u\rvert$ | 1.96 | 2.00 | 2.33 | 2.50 | 2.58 | 2.81 | 3.00 | 3.29 |

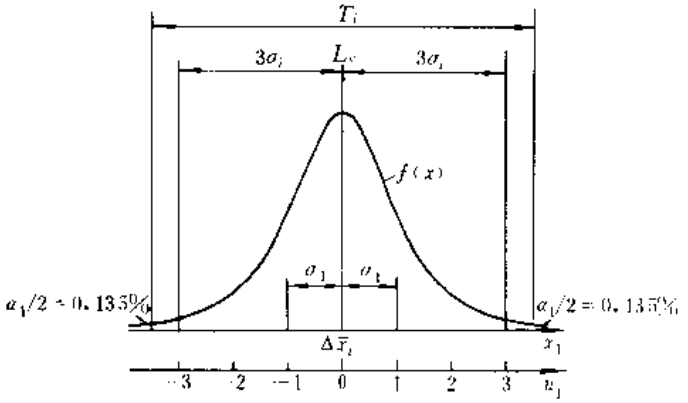



**图 3.2-20**　两正态混合分布中标准偏差与公差之间的关系

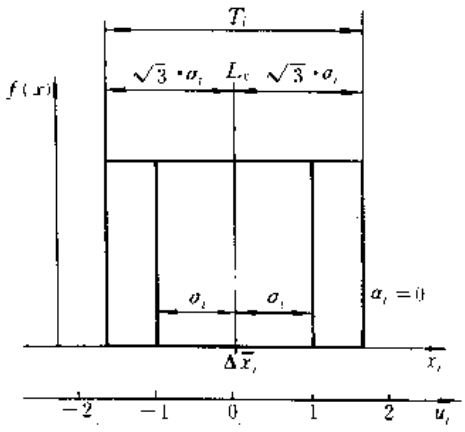



**图 3.2-21**　均匀分布时标准偏差与尺寸公差之间的关系

(1) a 方案的设计计算

按 a 方案规定实际尺寸概率分布特性，按以下步骤进行：

1) 确定中间区宽度 $W_c$　中间区宽度 $W_c$ 可取公差带宽度的 1/2 或 1/3。

2) 确定中间区上限或中间区下限：若取

$$W_c=\frac{1}{2}T$$

可得　$L_{c\max}=L_c+\frac{1}{2}W_c$　　(3.2-35)

$$L_{c\min}=L_c-\frac{1}{2}W_c \qquad (3.2-36)$$

3) 确定中间区频率 $P_{c\min}$

按所需要规定的分布特性，参照其相应的理论频率 $P_c$ 确定 $P_{c\min}$ 或 $P_{U\max}$ 和 $P_{L\max}$。不同分布的理论频率

参见表 3.2-7。

**例 1**　对 $\phi45^{+0.039}_{0}$，按 a 方案规定实际尺寸在公差带内近似正态分布。

**解**　1)　取 $T$：$W_c=2:1$　$W_c=19.5$（mm）

2)　$$L_c=\frac{45.039+45}{2}=45.0195\ (\text{mm})$$

3)　$$L_{c\max}=45.0195+\frac{0.0195}{2}$$
$$\approx45.029\ (\text{mm})$$

4)　$$L_{c\min}=45.0195-\frac{0.0195}{2}$$
$$\approx45.010\ (\text{mm})$$

5)　由表 3.2-7 查得正态分布的中间区理论频率 $P_c=86\%$

由此，可得按 a 方案规定实际尺寸近似正态分布时，图样标注尺寸为：

$$\phi45^{+0.039}_{0}\ ^{+0.029}_{+0.010}\text{P}86\%$$

(2) b 方案的设计计算

按 b 方案规定实际尺寸概率分布特性，步骤如下：

1) 确定理论分布的均值 $M$，理论分布为对称分布时，令

$$\mu=L_c \tag{3.2-37}$$

2) 确定理论分布的标准差 $\sigma$，按设计的概率分布特性及预先规定的尺寸公差，参考表 3.2-10 确定。

3) 规定样本大小 $n$。

4) 确定均值区间。

**例 2**　对 $\phi45^{+0.039}_{0}$，按 b 方案规定实际尺寸在公差带内呈正态分布。

**解**　1)　由式（3.2-37）

$$\mu=L_c=45.0195\ (\text{mm})$$

2)　由表（3.2-10）可知，对正态分布：

$$\sigma=\frac{T}{6}=\frac{0.039}{6}=0.0065\ (\text{mm})$$

3)　设 $n=9$

4)　取 $\alpha=0.27\%$，则 $|u|=3.00$

由式（3.2-29）可得均值区间为：

$$\left(\mu-K_\alpha\frac{\sigma}{\sqrt{n}},\ \mu+K_\alpha\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$$

此处　$K_\alpha=|u|$

由此　$$\mu-K_\alpha\frac{\sigma}{\sqrt{n}}=45.0195-\frac{3\times0.0065}{\sqrt{9}}$$
$$=45.013\ (\text{mm})$$

$$\mu+K_\alpha\frac{\sigma}{\sqrt{n}}=45.0195+\frac{3\times0.0065}{\sqrt{9}}$$
$$=45.026\ (\text{mm})$$

从而，按 b 方案规定实际尺寸为正态分布特性，其图样标注尺寸为：

$$\phi45^{+0.039}_{0}\ ^{+0.026}_{+0.013}\bar{x}$$

按 b 方案，对于规定的样本大小，任一样本均值应在均值区间内。

(3) c 方案的设计计算

按 c 方案规定实际尺寸概率分布特性，步骤如下：

1) 确定理论分布均值 $\mu$，理论分布为对称分布时，令

$$\mu=L_c$$

2) 确定理论分布的标准偏差　参考表 3.2-10 确定。

3) 规定样本大小 $n$。

4) 确定中位数区间　中位数区间可由式（3.2-30）求得。

**例 3**　对 $\phi45^{+0.039}_{0}$，按 c 方案规定实际尺寸在公差带内呈正态分布。

**解**　由上例得 $\mu=45.0195$（mm）；

$\sigma=0.0065$（mm）

设 $n=9$，查得

$m_3=1.224$

$$\mu-m_3K_\alpha\frac{\sigma}{\sqrt{n}}=45.0195-1.224\times3\times\frac{0.0065}{\sqrt{9}}$$
$$=45.011\ (\text{mm})$$

$$\mu+m_3K_\alpha\frac{\sigma}{\sqrt{n}}=45.027\ (\text{mm})$$

由此得到统计尺寸公差的图样标注尺寸：

$$\phi45^{+0.039}_{0}\ ^{+0.027}_{+0.011}\bar{x}$$

用 b 方案及 c 方案规定一个分布，需要规定标准差上限时，对于正态分布 $\sigma_{max}$ 可由下式决定：

$$\sigma_{\max}=\frac{T}{6}\sqrt{\frac{x^2_{\gamma,\alpha}}{n-1}} \tag{3.2-38}$$

式中　$T$——尺寸公差；

$x^2_{\gamma,\alpha}$——自由度为 $\gamma$，置信水平为 $\alpha$ 的卡方变量的数值，可查表 3.2-12 确定。

表 3.2-12　$x^2$ 数值表

| $\alpha$ \ $\gamma$ | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.05 | 7.81 | 11.07 | 12.59 | 14.07 | 15.51 | 16.92 | 18.31 |
| 0.005 | 12.84 | 16.75 | 18.55 | 20.3 | 22.0 | 23.6 | 25.2 |
| 0.001 | 16.27 | 20.52 | 22.46 | 24.32 | 26.13 | 27.88 | 29.59 |

注：自由度 $\gamma=n-1$，$n$ 为样本大小。

# 第3章　锥度、角度公差

1981年以来，我国制订和发布的锥度与角度系列标准、公差和配合标准主要有：

1）锥度与角度系列（GB157—89）；

2）棱体的角度与斜度系列（GB4096—83）；

3）圆锥公差（GB11334—89）；

4）未注公差角度的极限偏差（GB11335—89）；

5）圆锥配合（GB12360—90）。

参照的国际和国外同类标准有：

1）锥度与角度系列（ISO1119—1975）；

2）楔与棱的角度与斜度系列（ISO2538—1974）；

3）圆锥公差制（ISO1947—1973）；

4）未注公差尺寸的线性尺寸公差角度部分（ISO/DIS 2768/1—1987）；

5）圆锥配合制（ISO5166—1982）；

6）一般尺寸公差　角度尺寸部分（DIN7168）；

7）锥体公差与配合制（DIN7178）；

8）圆锥联结的公差与配合制（1OCT25307—82、即CT C3B1780—79）；

9）圆锥术语（JIS B0154）

10）圆锥锥度（JIS B0612）

11）圆锥公差（JIS B0614）

12）圆锥配合（JIS B0616）

## 1　锥度与角度系列

### 1.1　标准的主要内容（GB 157—89）

#### 1.1.1　术语及定义

本标准适用于光滑圆锥。主要术语及定义见表3.3-1。

表 3.3-1　锥度与锥角术语及定义

| 术　语 | 定　　义 |
|---|---|
| 圆锥表面 | 与轴线成一定角度，且一端相交于轴线的一条直线段（母线），围绕该轴线旋转形成的表面（图 3.3-1） |
| 圆　锥 | 由圆锥表面与一定尺寸所限定的几何体 |
| 外圆锥 | 外部表面为圆锥表面的几何体（图 3.3-2） |
| 内圆锥 | 内部表面为圆锥表面的几何体（图 3.3-3） |
| 圆锥角 $\alpha$ | 在通过圆锥轴线的截面内，两条素线间的夹角（图 3.3-4） |
| 圆锥直径 | 圆锥在垂直轴线截面上的直径。常用的圆锥直径有：最大圆锥直径 $D$、最小圆锥直径 $d$、给定截面圆锥直径 $d_x$（图 3.3-4） |
| 圆锥长度 $L$ | 最大圆锥直径与最小圆锥直径之间的轴向距离（图 3.3-4） |
| 锥　度 | 两个垂直圆锥轴线截面的圆锥直径差与该两截面间轴向距离之比<br>$C=\frac{D-d}{L}$<br>锥度 $c$ 与圆锥角 $\alpha$ 的关系为：<br>$C=2\tan\frac{\alpha}{2}=1:\frac{1}{2}\cot\frac{\alpha}{2}$ |

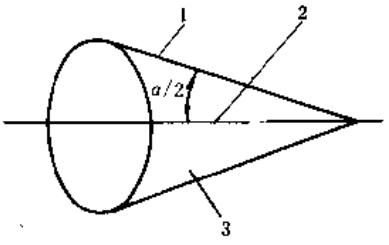



图 3.3-1　圆锥表面

1—母线　2—轴线　3—圆锥表面

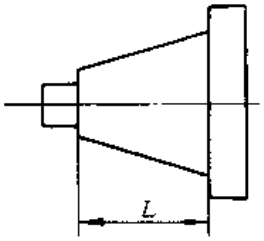



图 3.3-2　外圆锥

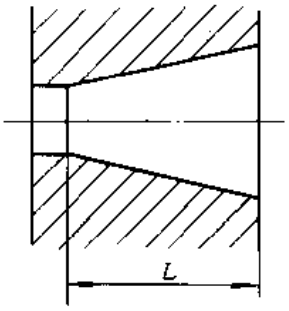



图 3.3-3　内圆锥

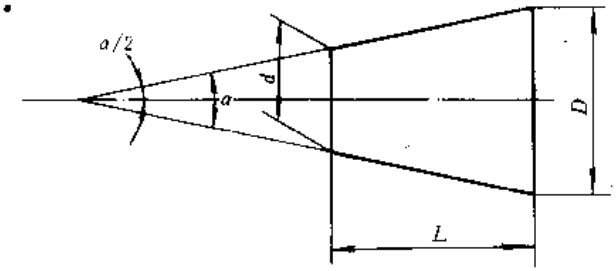



图 3.3-4　圆锥角、圆锥直径和圆锥长度

### 1.1.2　锥度与锥角系列

标准规定的一般用途圆锥的锥度与锥角系列见表 3.3-2。优先选用第 1 系列，当不能满足需要时，选用第 2 系列。特殊用途圆锥的锥度与锥角系列见表 3.3-3，通常只用于表中所指的适用范围。

**表 3.3-2　一般用途圆锥的锥度与锥角**

| 基本值 | | 推　算　值 | | |
|---|---|---|---|---|
| 系列 1 | 系列 2 | 圆　锥　角　α | | 锥　度　C |
| 120° | | — | — | 1∶0.288675 |
| 90° | | — | — | 1∶0.500000 |
| | 75° | — | — | 1∶0.651613 |
| 60° | | — | — | 1∶0.866025 |
| 45° | | — | — | 1∶1.207107 |
| 30° | | — | — | 1∶1.866025 |
| 1∶3 | | 18°55′28.7″ | 18.924644° | — |
| | 1∶4 | 14°15′0.1″ | 14.250033° | — |
| 1∶5 | | 11°25′16.3″ | 11.421186° | — |
| | 1∶6 | 9°31′38.2″ | 9.522783° | — |
| | 1∶7 | 8°10′16.4″ | 8.171234° | — |
| | 1∶8 | 7°9′9.6″ | 7.152669° | — |
| 1∶10 | | 5°43′29.3″ | 5.724810° | — |
| | 1∶12 | 4°46′18.8″ | 4.771888° | — |
| | 1∶15 | 3°49′5.9″ | 3.818305° | — |
| 1∶20 | | 2°51′51.1″ | 2.864192° | — |
| 1∶30 | | 1°25′55.8″ | 1.909682° | — |
| | 1∶40 | 1°25′55.8″ | 1.432222° | — |
| 1∶50 | | 1°8′45.2″ | 1.145877° | — |
| 1∶100 | | 0°34′22.6″ | 0.572953° | — |
| 1∶200 | | 0°17′11.3″ | 0.286478° | — |
| 1∶500 | | 0°6′52.5″ | 0.114591° | — |

**表 3.3-3　特殊用途圆锥的锥度与锥角**

| 基本值 | 推　算　值 | | | 备　注 |
|---|---|---|---|---|
| | 圆锥角 α | | 锥　度　C | |
| 18°30′ | — | — | 1∶3.070115 | 纺织工业 |
| 11°54′ | — | — | 1∶4.797451 | |
| 8°40′ | — | — | 1∶6.598842 | |
| 7°40′ | — | — | 1∶7.462208 | |
| 7∶24 | 16°35′39.4″ | 16.594290° | 1∶3.428571 | |
| 1∶9 | 6°21′34.8″ | 6.359660° | — | 电池接头 |
| 1∶16.666 | 3°26′12.7″ | 3.436716° | — | 医疗设备 |
| 1∶12.262 | 4°40′11.6″ | 4.4669884° | — | 贾各锥度 No2 |
| 1∶12.972 | 4°24′53.1″ | 4.414746° | — | No1 |
| 1∶15.748 | 3°38′13.4″ | 3.637060° | — | No33 |

（续）

| 基本值 | 推算值 | | | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| | 圆锥角 $\alpha$ | | 锥度 $C$ | |
| 1∶18.779 | 3°3′1.0″ | 3.050200° | — | No3 |
| 1∶19.264 | 2°58′24.8″ | 2.973556° | — | No6 |
| 1∶20.288 | 2°49′24.7″ | 2.823537° | — | No0 |
| 1∶19.002 | 3°0′52.4″ | 3.014543° | — | 莫氏锥度 No5 |
| 1∶19.180 | 2°59′11.7″ | 2.986582° | — | No6 |
| 1∶19.212 | 2°58′53.8″ | 2.981618° | — | No0 |
| 1∶19.254 | 2°58′30.6″ | 2.975179° | — | No4 |
| 1∶19.922 | 2°52′31.5″ | 2.875402° | — | No3 |
| 1∶20.020 | 2°51′40.0″ | 2.861377° | — | No2 |
| 1∶20.047 | 2°51′26.7″ | 2.857417° | — | No1 |

## 1.2　应用说明

锥度与锥角系列标准是参照国际标准制定的，在采用时需注意如下几点：

1）这个标准不适用于已形成专项标准的圆锥体，如圆锥螺纹、圆锥齿轮等。

2）国家标准根据我国生产实际情况将1∶4、1∶6、1∶40和1∶500收入了一般用途的锥度与锥角系列，国际标准ISO1119—1975则将1∶40规定在特殊用途的锥度与锥角系列。1∶40的锥度国外在医疗麻醉机械中使用，我国并未采用。

3）我国的锥度与角度系列标准是参照采用国际标准，但由于各时期计算水平的差异，使GB157—83中有16种锥度基本值系列中的27项圆锥角推算值与国际标准有差异。它们将影响产品的引进、出口、国际间锥度量值的统一互换。虽然德国、日本等国有不同处理，考虑我国实际状况，于1989年对它们进行了修正，保证了与ISO1119一致。请设计人员注意使用1989年的修正结果数值。参见表3.3-4和表3.3-5。

**表3.3-4　一般用途圆锥角推算值对照**

| 基本值 \ 标准号 | GB157—89 | | GB157—83 | |
|---|---|---|---|---|
| 1∶30 | 两标准同 | 1.909682° | 两标准同 | 1.909683° |
| 1∶40 | 1°25′55.8″ | 1.432222° | 1°25′56.4″ | 1.432220° |
| 1∶500 | 两标准同 | 0.114591° | 两标准同 | 0.114592° |

**表3.3-5　特殊用途圆锥角推算值变化对照**

| 基本值 \ 标准号 | GB157—89 | | GB157—83 | |
|---|---|---|---|---|
| 1∶16.666 | 3°26′12.2″ | 3.436716° | 3°26′12.7″ | 3.436853° |
| 1∶12.262（贾各锥度）No.2 | 4°40′11.6″ | 4.4669884° | 4°40′12.2″ | 4.670042° |
| 1∶12.972（贾各锥度）No.1 | 4°24′53.1″ | 4.414746° | 4°24′52.9″ | 4.414696° |
| 1∶15.748（贾各锥度）No.33 | 两标准同 | 3.637060° | 两标准同 | 3.637067° |
| 1∶18.779（贾各锥度）No.3 | 3°3′1.0″ | 3.050280° | 3°3′1.2″ | 3.050335° |
| 1∶19.264（贾各锥度）No.6 | 2°58′24.8″ | 2.973566° | 2°58′24.9″ | 2.973573° |
| 1∶20.288（贾各锥度）No.0 | 2°49′24.7″ | 2.823537° | 2°49′24.8″ | 2.823550° |
| 1∶19.002（莫氏锥度）No.5 | 两标准同 | 3.014543° | 两标准同 | 3.014554° |
| 1∶19.180（莫氏锥度）No.6 | 两标准同 | 2.986582° | 两标准同 | 2.986590° |

（续）

| 基本值 \ 标准号 | GB157--89 | | GB157--83 | |
|---|---|---|---|---|
| 1∶19.254（莫氏锥度）No. 4 | 2°58′30.6″ | 2.975179° | 2°58′30.4″ | 2.975117° |
| 1∶19.922（莫氏锥度）No. 3 | 2°52′31.5″ | 2.875406° | 2°52′31.4″ | 2.875402° |
| 1∶20.020（莫氏锥度）No. 2 | 2°51′41.0″ | 2.861377° | 2°51′40.8″ | 2.861332° |
| 1∶20.047（莫氏锥度）No. 1 | 2°51′26.7″ | 2.857417° | 2°51′26.9″ | 2.857480° |

## 2　棱体的角度与斜度系列

### 2.1　标准的主要内容（GB 4096—83）

### 2.1.1　术语及定义

**表 3.3-6　棱体的角度与斜度主要术语及定义**

| 术　语 | 定　　义 |
|---|---|
| 棱体<br>多棱体 | 由两个相交平面与一定尺寸所限定的几何体（图 3.3-5）<br>由几对相交平面与一定尺寸所限定的几何体（图 3.3-6） |
| 棱体角 $\beta$ | 两相交平面形成的二面角（图 3.3-5） |
| 棱体高 | 平行于棱并垂直于一个棱面的截面与两棱面交线之间的距离。最大棱体高 $H$、最小棱体高 $h$（图 3.3-5） |
| 中心平面 $E_M$<br>棱体厚 | 平分棱体角的平面（图 3.3-7）<br>平行于棱并垂直于棱体中心平面的截面与两棱面交线之间的距离。最大棱体厚 $T$、最小棱体厚 $t$（图 3.3-7） |
| 斜度 $S$ | 棱体高之差与平行于棱并垂直一个棱面的两个截面之间的距离之比<br>如 $S=\dfrac{H-h}{L}$<br>斜度 $S$ 与角度 $\beta$ 的关系为：<br>$S=\tan\beta=1:\cot\beta$ |

（续）

| 术　语 | 定　　义 |
|---|---|
| 比率 $C_p$ | 棱体厚之差与平行于棱并垂直棱体中心平面的两个截面之间距离之比<br>如 $C_p=\dfrac{T-t}{L}$<br>比率 $C_p$ 与角度 $\beta$ 的关系为：<br>$C_p=2\tan\dfrac{\beta}{2}=1:\dfrac{1}{2}\cdot\cot\dfrac{\beta}{2}$ |

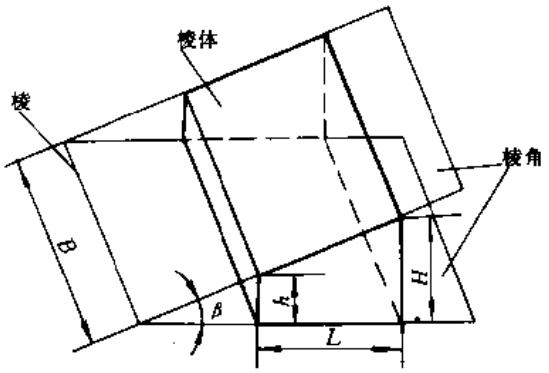



**图 3.3-5　棱体**

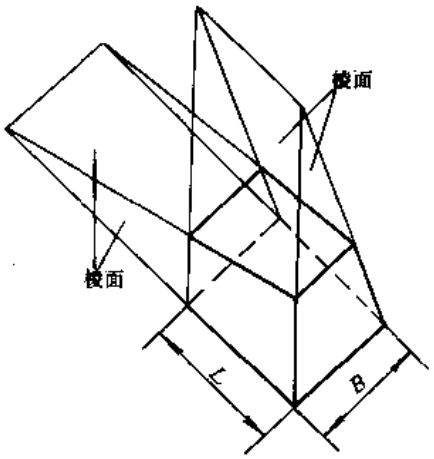



**图 3.3-6　多棱体**

### 2.1.2　角度与斜度系列

标准规定的一般用途棱体的角度与斜度系列见表 3.3-7。优先选用第 1 系列，当不能满足需要时，选用第 2 系列。标准规定的特殊用途棱体的角度与斜度系列见表 3.3-8，通常只适用于表中所指的范围。

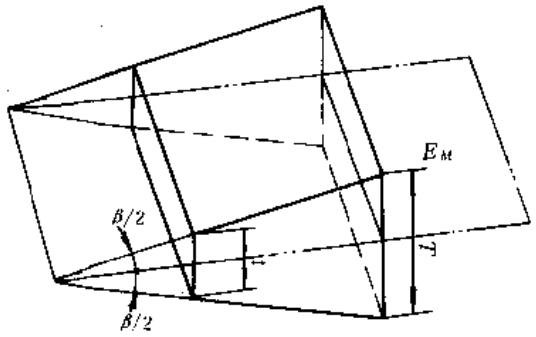



图 3.3-7　棱体中心平面和棱体厚

2.2　应用说明

标准适用于一般用途的棱体（多棱形、楔和V型体包含在内），其角度从120°至30′，斜度从1∶10至1∶500。标准中斜度与比率的推算值同样存在与国际标准有出入的情况，但是1989年国际标准化组织调正了标准数值，其更正后的数值和国标一致。见表3.3-9。

## 3　圆锥公差

圆锥公差标准适用于锥度 $C$ 从1∶3至1∶500，圆锥长度 $L$ 从6至630mm的光滑圆锥。主要规定有

表 3.3-7　一般用途棱体的角度与斜度

| 基本值 | | | 推算值 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 系列1 | 系列2 | $S$ | $C_p$ | $S$ | $\beta$ |
| 120° | — | — | 1∶0.288675 | — | — |
| 90° | — | | 1∶0.500000 | — | — |
| — | 75° | — | 1∶0.651613 | 1∶0.267949 | — |
| 60° | — | | 1∶0.866025 | 1∶0.577350 | — |
| 45° | — | — | 1∶0.207107 | 1∶1.000000 | — |
| — | 40° | — | 1∶1.373739 | 1∶1.191754 | — |
| 30° | — | — | 1∶1.866025 | 1∶1.732051 | — |
| 20° | — | — | 1∶2.835641 | 1∶2.747477 | — |
| 15° | — | — | 1∶3.797877 | 1∶3.732051 | — |
| — | 10° | — | 1∶5.715026 | 1∶5.671282 | — |
| — | 8° | — | 1∶7.150333 | 1∶7.115370 | — |
| — | 7° | — | 1∶8.174928 | 1∶8.144346 | — |
| — | 6° | — | 1∶9.540568 | 1∶9.514364 | — |
| — | — | 1∶10 | — | — | 5°42′38″ |
| 5° | — | — | 1∶11.451883 | 1∶11.430052 | — |
| — | 4° | — | 1∶14.318127 | 1∶14.300666 | — |
| — | 3° | — | 1∶19.094230 | 1∶19.081137 | — |
| — | — | 1∶20 | — | — | 2°51′44.7″ |
| — | 2° | — | 1∶28.644982 | 1∶28.636253 | — |
| — | — | 1∶50 | — | — | 1°8′44.7″ |
| — | 1° | — | 1∶57.294327 | 1∶57.289962 | — |
| — | — | 1∶100 | — | — | 0°34′25.5″ |
| — | 0°30′ | — | 1∶114.590832 | 1∶114.588650 | — |
| — | — | 1∶200 | — | — | 0°17′11.3″ |
| — | — | 1∶500 | — | — | 0°6′52.5″ |

表 3.3-8　特殊用途棱体的角度与斜度

| 基本值 | 推算值 | 用途 |
|---|---|---|
| 角度 $\beta$ | $C_p$ | |
| 108° | 1∶0.3632713 | V型体 |
| 72° | 1∶0.6881910 | V型体 |
| 55° | 1∶0.9604911 | 导轨 |
| 50° | 1∶1.0722535 | 楔 |

表 3.3-9　角度与斜度推算值变更及对照

| 基本值 $\beta$ | $C_p$ | | |
|---|---|---|---|
| | GB4096 | ISO2538 | ISO更正值 |
| 8° | 1∶7.150333 | 1∶7.150335 | 1∶7.150333174 |
| 2° | 1∶28.644982 | 1∶28.644981 | 1∶28.644982 |
| 1° | 1∶57.294327 | 1∶57.294325 | 1∶57.29432697 |

（续）

| 基本值 $\beta$ | $S$ | | |
|---|---|---|---|
| | GB4096 | ISO2538 | ISO 更正值 |
| 6° | 1：9.514364 | 1：9.514365 | 1：9.514364454 |
| 75° | 1：0.267949 | 1：0.267492 | |

术语及定义、公差项目、公差给定方法和公差数值的规定。

## 3.1 标准的主要内容（GB 11334—89）

### 3.1.1 术语及定义

（1）基本圆锥

由设计给定的圆锥，叫基本圆锥（图 3.3-8）。

基本圆锥可以用两种形式确定：

1）一个基本圆锥直径（最大圆锥直径 $D$、最小圆锥直径 $d$、给定截面圆锥直径 $d_x$）、基本圆锥长度、基本圆锥角 $\alpha$ 或基本锥度 $C$；

2）两个基本圆锥直径和基本圆锥长度 $L$。

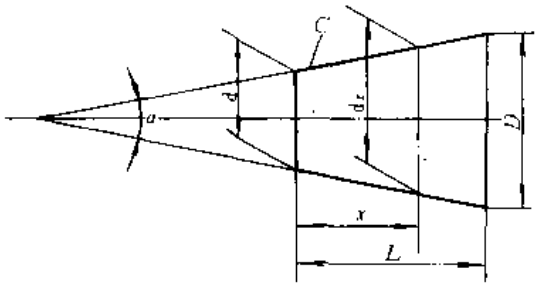



**图 3.3-8 基本圆锥**

（2）实际圆锥、实际圆锥直径和实际圆锥角

1）实际圆锥 实际存在而通过测量所得的圆锥。

2）实际圆锥直径 $d_a$ 在实际圆锥上测量得到的直径（图 3.3 9）。

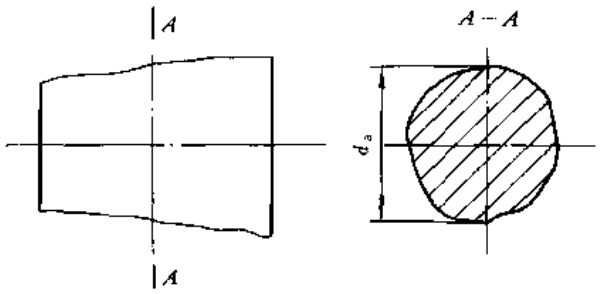



**图 3.3-9 实际圆锥直径**

3）实际圆锥角 在实际圆锥的任一轴向截面内，包容圆锥素线且距离为最小的两对平行直线之间的夹角（图 3.3-10）。

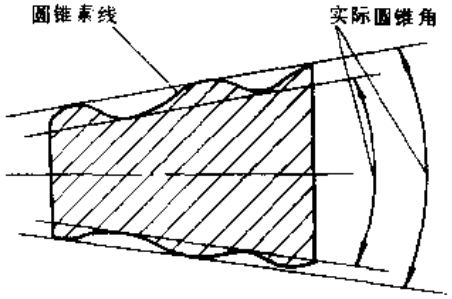



**图 3.3-10 实际圆锥角**

（3）极限圆锥、极限圆锥直径

1）极限圆锥 与基本圆锥共轴且圆锥角相等，直径分别为最大极限尺寸和最小极限尺寸的两个圆锥。在垂直圆锥轴线的任一截面上，这两个圆锥的直径差都相等（图 3.3-11）。

2）极限圆锥直径 垂直于极限圆锥轴线的截面上的直径。如图 3.3-11 中的 $D_{max}$、$D_{min}$、$d_{max}$、$d_{min}$。

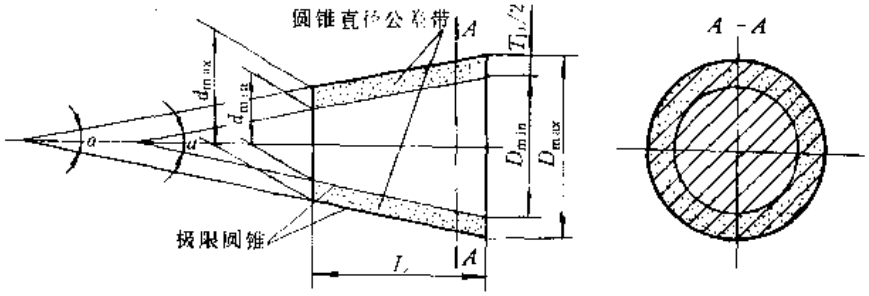



**图 3.3-11 极限圆锥**

（4）极限圆锥角、圆锥角公差带

1）极限圆锥角 允许的最大或最小的圆锥角。如图 3.3-12 中 $\alpha_{max}$、$\alpha_{min}$。

2）圆锥角公差带 两个极限圆锥角所限定的区域（图 3.3-12）

（5）圆锥直径公差、圆锥直径公差带

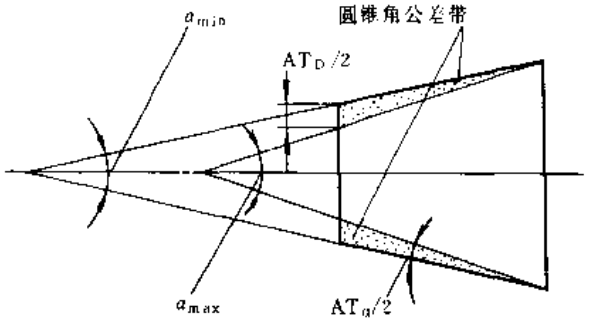



**图 3.3-12　圆锥角公差带**

1）圆锥直径公差 $T_D$。　圆锥直径的允许变动量，它适用于圆锥全长。其公差带即两个极限圆锥所限定的区域。如图 3.3-11 中所示。

2）给定截面圆锥直径公差 $T_{DS}$　在垂直圆锥轴线的给定截面内，圆锥直径的允许变动量。它仅适用于该给定截面。其公差带为给定的圆锥截面内两个同心圆所限定的地域（图 3.3-13）。

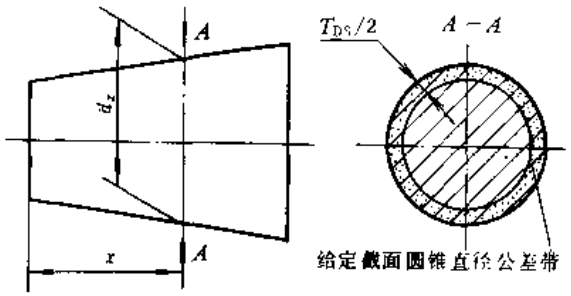



**图 3.3-13　给定截面圆锥直径公差带**

### 3.1.2　圆锥公差项目

1）圆锥直径公差 $T_D$；

2）圆锥角公差 AT，用角度值 $AT_a$ 或线值 $AT_D$ 给定；

3）圆锥的形状公差 $T_F$，包括素线直线度公差和截面圆度公差；

4）给定截面圆锥直径公差 $T_{DS}$。

### 3.1.3　圆锥公差的给定方法

1）给出圆锥的理论正确圆锥角 $\alpha$（或锥度 $C$）和圆锥直径公差 $T_D$，由 $T_D$ 确定两个极限圆锥。此时圆锥角误差和圆锥的形状误差均应在极限圆锥所限定的区域内。当对圆锥角公差、圆锥形状公差有更高的要求时，可再给出圆锥角公差 AT、圆锥形状公差 $T_F$。此时 AT 和 $T_F$ 仅占 $T_D$ 的一部分。

2）给出给定截面圆截面直径公差 $T_{DS}$ 和圆锥角公差 AT。此时给定截面圆锥直径和圆锥角应分别满足这两项公差的要求。$T_{DS}$ 和 AT 的关系见图 3.3-14。当对圆锥形状公差有更高要求时可以再给出形状公差要求。

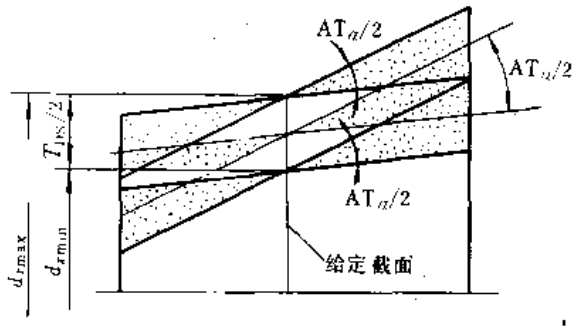



**图 3.3-14　$T_{DS}$ 和 AT 的关系**

### 3.1.4　圆锥公差数值

1）圆锥直径公差 $T_D$　以基本圆锥直径（一般取最大圆锥直径 $D$）为基本尺寸，按 GB1800 规定的标准公差选取。

2）给定截面圆锥直径公差 $T_{DS}$　以给定截面圆锥直径 $d_x$ 为基本尺寸，按 GB1800 规定的标准公差选取。

3）圆锥角公差 AT　AT 共分为 12 个等级，用 AT1、AT2、……AT12 表示。数值见表 3.3-10。该表数值用于棱体的角度时，以该角短边长度作为 $L$ 选取公差值。如需要更高或更低等级的圆锥角公差时，按公

**表 3.3-10　圆锥角公差数值**

| 基本圆锥长度 $L$ (mm) | | 圆锥角公差等级 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AT1 | | | AT2 | | | AT3 | | |
| | | $AT_a$ | | $AT_D$ | $AT_a$ | | $AT_D$ | $AT_a$ | | $AT_D$ |
| 大于 | 至 | μrad | (″) | μm | μrad | (″) | μm | μrad | (″) | μm |
| 自 6 | 10 | 50 | 10 | >0.3～0.5 | 80 | 16 | >0.5～0.8 | 125 | 26 | >0.8～1.3 |
| 10 | 16 | 40 | 8 | >0.4～0.6 | 63 | 13 | >0.6～1.0 | 100 | 21 | >1.0～1.6 |
| 16 | 25 | 31.5 | 6 | >0.5～0.8 | 50 | 10 | >0.8～1.3 | 80 | 16 | >1.3～2.0 |

（续）

| 基本圆锥长度 $L$ (mm) | | 圆锥角公差等级 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AT1 | | | AT2 | | | AT3 | | |
| | | $AT_\alpha$ | | $AT_D$ | $AT_\alpha$ | | $AT_D$ | $AT_\alpha$ | | $AT_D$ |
| 大于 | 至 | μrad | (″) | μm | μrad | (″) | μm | μrad | (″) | μm |
| 25 | 40 | 25 | 5 | >0.6～1.0 | 40 | 8 | >1.0～1.6 | 63 | 13 | >1.6～2.5 |
| 40 | 63 | 20 | 4 | >0.8～1.3 | 31.5 | 6 | >1.3～2.0 | 50 | 10 | >2.0～3.2 |
| 63 | 100 | 16 | 3 | >1.0～1.6 | 25 | 5 | >1.6～2.5 | 40 | 8 | >2.5～4.0 |
| 100 | 160 | 12.5 | 2.5 | >1.3～2.0 | 20 | 4 | >2.0～3.2 | 31.5 | 6 | >3.2～5.0 |
| 160 | 250 | 10 | 2 | >1.6～2.5 | 16 | 3 | >2.5～4.0 | 25 | 5 | >4.0～6.3 |
| 250 | 400 | 8 | 1.5 | >2.0～3.2 | 12.5 | 2.5 | >3.2～5.0 | 20 | 4 | >5.0～8.0 |
| 400 | 630 | 6.3 | 1 | >2.5～4.0 | 10 | 2 | >4.0～6.3 | 16 | 3 | >6.3～10.0 |

| 基本圆锥长度 $L$ (mm) | | 圆锥角公差等级 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AT4 | | | AT5 | | | AT6 | | |
| | | $AT_\alpha$ | | $AT_D$ | $AT_\alpha$ | | $AT_D$ | $AT_\alpha$ | | $AT_D$ |
| 大于 | 至 | μrad | (″) | μm | μrad | (′) (″) | μm | μrad | (′) (″) | μm |
| 自6 | 10 | 200 | 41 | >1.3～2.0 | 315 | 1′05″ | >2.0～3.2 | 500 | 1′43″ | >3.2～5.0 |
| 10 | 16 | 160 | 33 | >1.6～2.5 | 250 | 52″ | >2.5～4.0 | 400 | 1′22″ | >4.0～6.3 |
| 16 | 25 | 125 | 26 | >2.0～3.2 | 200 | 41″ | >3.2～5.0 | 315 | 1′05″ | >5.0～8.0 |
| 25 | 40 | 100 | 21 | >2.5～4.0 | 160 | 33″ | >4.0～6.3 | 250 | 52″ | >6.3～10.0 |
| 40 | 63 | 80 | 16 | >3.2～5.0 | 125 | 26″ | >5.0～8.0 | 200 | 41″ | >8.0～12.5 |
| 63 | 100 | 63 | 13 | >4.0～6.3 | 100 | 21″ | >6.3～10.0 | 160 | 33″ | >10.0～16.0 |
| 100 | 160 | 50 | 10 | >5.0～8.0 | 80 | 16″ | >8.0～12.5 | 125 | 26″ | >12.5～20.0 |
| 160 | 250 | 40 | 8 | >6.3～10.0 | 63 | 13″ | >10.0～16.0 | 100 | 21″ | >16.0～25.0 |
| 250 | 400 | 31.5 | 6 | >8.0～12.5 | 50 | 10″ | >12.5～20.0 | 80 | 16″ | >20.0～32.0 |
| 400 | 630 | 25 | 5 | >10.0～16.0 | 40 | 8″ | >16.0～25.0 | 63 | 13″ | >25.00～40.0 |

| 基本圆锥长度 $L$ (mm) | | 圆锥角公差等级 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AT7 | | | AT8 | | | AT9 | | |
| | | $AT_\alpha$ | | $AT_D$ | $AT_\alpha$ | | $AT_D$ | $AT_\alpha$ | | $AT_D$ |
| 大于 | 至 | μrad | (′) (″) | μm | μrad | (′) (″) | μm | μrad | (′) (″) | μm |
| 自6 | 10 | 800 | 2′45″ | >5.0～8.0 | 1250 | 4′18″ | >8.0～12.5 | 2000 | 6′52″ | >12.5～20 |
| 10 | 16 | 630 | 2′10″ | >6.3～10.0 | 1000 | 3′26″ | >10.0～16.0 | 1600 | 5′30″ | >16～25 |
| 16 | 25 | 500 | 1′43″ | >8.0～12.5 | 800 | 2′45″ | >12.5～20.0 | 1250 | 4′18″ | >20～32 |
| 25 | 40 | 400 | 1′22″ | >10.0～16.0 | 630 | 2′10″ | >16.0～20.5 | 1000 | 3′26″ | >25～40 |
| 40 | 63 | 315 | 1′05″ | >12.5～20.0 | 500 | 1′43″ | >20.0～32.0 | 800 | 2′45″ | >32～50 |
| 63 | 100 | 250 | 52″ | >16.0～25.0 | 400 | 1′22″ | >25.0～40.0 | 630 | 2′10″ | >40～63 |
| 100 | 160 | 200 | 41″ | >20.0～32.0 | 315 | 1′05″ | >32.0～50.0 | 500 | 1′43″ | >50～80 |
| 160 | 250 | 160 | 33″ | >25.0～40.0 | 250 | 52″ | >40.0～63.0 | 400 | 1′22″ | >63～100 |
| 250 | 400 | 125 | 26″ | >32.0～50.0 | 200 | 41″ | >50.0～80.0 | 315 | 1′05″ | >80～125 |
| 400 | 630 | 100 | 21″ | >40.0～63.0 | 160 | 33″ | >63.0～100.0 | 250 | 52″ | >100～160 |

（续）

| 基本圆锥长度 $L$ (mm) | | 圆锥角公差等级 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AT10 | | | AT11 | | | AT12 | | |
| | | $AT_\alpha$ | | $AT_D$ | $AT_\alpha$ | | $AT_D$ | $AT_\alpha$ | | $AT_D$ |
| 大于 | 至 | μrad | (′) (″) | μm | μrad | (′) (″) | μm | μrad | (′) (″) | μm |
| 自 6 | 10 | 3150 | 10′49″ | >20～32 | 5000 | 17′10″ | >32～50 | 8000 | 27′28″ | >50～80 |
| 10 | 16 | 2500 | 8′35″ | >25～40 | 4000 | 13′44″ | >40～63 | 6300 | 21′38″ | >63～100 |
| 16 | 25 | 2000 | 6′52″ | >32～50 | 3150 | 10′49″ | >50～80 | 5000 | 17′10″ | >80～125 |
| 25 | 40 | 1600 | 5′30″ | >40～63 | 2500 | 8′35″ | >63～100 | 4000 | 13″44″ | >100－160 |
| 40 | 63 | 1250 | 4′18″ | >50～80 | 2000 | 6′52″ | >80～125 | 3150 | 10′49″ | >125～200 |
| 63 | 100 | 1000 | 3′26″ | >63～100 | 1600 | 5′30″ | >100－160 | 2500 | 8′35″ | >160－250 |
| 100 | 160 | 800 | 2′45″ | >80～125 | 1250 | 4′18″ | >125～200 | 2000 | 6′52″ | >200～320 |
| 160 | 250 | 630 | 2′10″ | >100～160 | 1000 | 3′26″ | >160～250 | 1600 | 5′30″ | >250～400 |
| 250 | 400 | 500 | 1′43″ | >125～200 | 800 | 2′45″ | >200～320 | 1250 | 4′18″ | >320～500 |
| 400 | 630 | 400 | 1′22″ | >160～250 | 630 | 2′10″ | >250～400 | 1000 | 3′26″ | >400～630 |

比 1.6 向两端延伸得到，更高等级用 AT0、AT01…表示。更低等级用 AT13、AT14…表示。

圆锥角公差可以用两种形式表示：

① $AT_\alpha$　以角度单位 μrad 或以度、分、秒表示；

② $AT_D$　以长度单位 μm 表示。

$AT_\alpha$ 和 $AT_D$ 的关系如下：

$$AT_D = AT_\alpha \times L \times 10^{-3}$$

$AT_D$ 单位为 μm；$AT_\alpha$ 单位为 μrad；$L$ 单位为 mm。表 3.3-10 中仅给出与圆锥长度 $L$ 的尺寸段相对应的 $AT_D$ 范围值。$AT_D$ 值应按上式计算，计算结果的尾数按 GB4112～4116 的规定进行修约，其有效位数应与表中所列该 $L$ 尺寸段的最大范围的位数相同。

4）圆锥角的极限偏差　圆锥角的极限偏差可按单向或双向（对称或不对称）取值（图 3.3-15）。

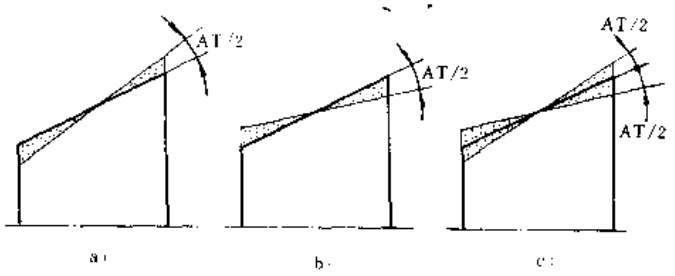



**图 3.3-15　圆锥角极限偏差**

a) $\alpha+AT$　b) $\alpha-AT$　c) $\alpha\pm\frac{AT}{2}$

5）圆锥形状公差　按 GB1184 中附录一“图样上注出公差值的规定”选取。

## 3.2　应用说明

1）圆锥公差的两种给定方法，构成了两种不同的公差空间。当选用第一种给定方法时，由圆锥直径公差 $T_D$ 形成的两个极限圆锥控制实际圆锥的全部误差，因此它能使相配合的内、外锥体保持较好的配合。在圆锥配合标准中讨论和规定的圆锥配合也只限于这一种公差给定方法。所以这一种圆锥公差给定方法是应用于相配合的内、外锥体普遍应用的方法。

2）当选用第二种圆锥公差给定方法时，它仅能在 $d_x$ 给定截面上保持配合要求。因此，是一种特定功能要求处使用的方法。这种方法的公差空间是随实际的给定截面直径和锥角公差构成的两个楔形公差带。不能以 $T_{DS}$ 和 AT 来规定综合边界。国际标准曾试图给出一对控制边界的图形，它将不符合分别满足 $T_{DS}$ 和 AT 的设计思想，因为 $T_{DS}$ 和 AT 具有相互的独立性。

3）圆锥公差标准的附录 A（表 3.3-11）给出了圆锥直径公差所能限定的最大圆锥角误差（参见图 3.3-16），作为设计参考件。以确定当采用圆锥公差第一种给定方法时，是否要对圆锥角提出进一步的要求。

**表 3.3-11　圆锥直径公差所能限定的最大圆锥角误差**

| 圆锥直径公差等级 | 圆锥直径 (mm) ≤3 | >3～6 | >6～10 | >10～18 | >18～30 | >30～50 | >50～80 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\Delta a_{max}$ (μrad) | | | | | | |
| IT4 | 30 | 40 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| IT5 | 40 | 50 | 60 | 80 | 90 | 110 | 130 |
| IT6 | 60 | 80 | 90 | 110 | 130 | 160 | 190 |
| IT7 | 100 | 120 | 150 | 180 | 210 | 250 | 300 |
| IT8 | 140 | 180 | 220 | 270 | 330 | 390 | 460 |
| IT9 | 250 | 300 | 360 | 430 | 520 | 620 | 740 |
| IT10 | 400 | 480 | 580 | 700 | 840 | 1000 | 1200 |
| IT11 | 600 | 750 | 900 | 1000 | 1300 | 1600 | 1900 |
| IT12 | 1000 | 1200 | 1500 | 1800 | 2100 | 2500 | 3000 |
| IT13 | 1400 | 1800 | 2200 | 2700 | 3300 | 3900 | 4600 |

注：圆锥长度不等于 100mm 时需将表中数值乘以 100/$L$，$L$ 的单位为 mm。

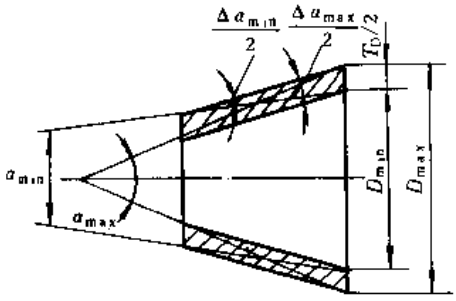



**图 3.3-16**　圆锥直径公差所能限定的最大圆锥角误差

4）圆锥角公差数表是以基本圆锥长度 $L$ 进行尺寸分段给出的，圆锥角加工误差和圆锥长度有如下关系式：

$$AT_a \approx 80 \times 10^{Y/6} / \sqrt{L}$$

式中　$Y$ 为圆锥角公差等级系数。$L$ 按 $R5$ 优先数列排列，故 $AT_a$ 也将按优先数系排列。在每一个 $L$ 分段中 $AT_a$ 是按首值计算的，所以实际应用时要按选定的 $L$ 值计算相应的 $AT_D$ 值。

如：$L=50$mm，选用 AT7（查表 3.3-10 得 $AT_a=315\mu$rad）

则：$AT_D=AT_a\times L\times 10^{-3}=15.75\mu$m

经尾数修约，取 $AT_D=15.8\mu$m

若用于棱体角度公差，则以角度短边长度代入上列算式计算。

当圆锥锥度或棱体斜度大于 1∶3（即圆锥角或角度大于 18°55′28.7″时），应按圆锥素线长度 $L_1$ 为基本尺寸查表并计算 $AT_D$。由计算式确定圆锥素线法向的 $AT_h$ 值作为圆锥测量用。$AT_D$ 和 $AT_h$ 的关系见图 3.3-17，计算关系式为：

$$\frac{AT_h}{2}=\frac{AT_D}{2}\times\cos\frac{\alpha}{2}$$

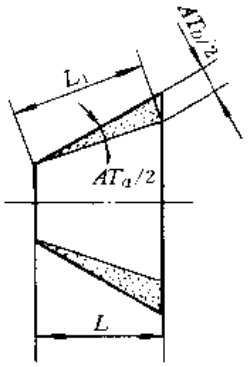



**图 3.3-17**　$C>1:3$ 时　$AT_h$ 和 $AT_D$ 关系

5）“微弧度”（μrad）的含义　μrad 是国际上通用的角度公差单位。它定义为：“半径为 1m，弧长为 1μm 时所对应的圆心角。”经推算得出 5μrad≈1″，300μrad≈1′。因此它不等同于常用平面角弧度制中 1 弧度乘 $10^{-6}$ 值，两个定义体系中推算 1″将相差 0.152μrad，在小计量单位中是不能混淆的。

6）圆锥公差标准附录 $B$ 中推荐了Ⓣ标注符号。即当采用圆锥公差第一种公差给定方法时可在圆锥直径的极限偏差后标注Ⓣ符号，表示极限圆锥为实际圆锥的控制边界。

7）标准没有给出 AT 与 $T_D$ 的等级关系。在选取 AT 等级时，由圆锥配合功能要求来确定。

8）圆锥的形状公差 $T_F$ 是由圆锥表面的功能要求来选取的。一般情况下可以不给出圆锥的形状公差要求。在采用圆锥公差的第一种给定方法时，其形状误差由两个极限圆锥的公差空间来限制，而且是和圆锥直径偏差、角度偏差一起得到综合控制，不需要严格划分二者所分配的数值。对要求较高的圆锥表面，可以再提出圆锥素线直线度和截面圆度的公差要求，此时它们将构成形状公差带如图 3.3-18 所示：

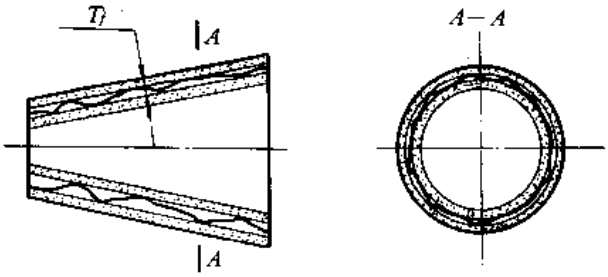



**图 3.3-18**　圆锥形状公差带

## 4　圆锥配合

### 4.1　标准的主要内容（GB 12360—90）

#### 4.1.1　圆锥配合方式及分类

表 3.3-12　圆锥配合方式、分类及特征

| 分类 | 结构型圆锥配合 | 位移型圆锥配合 |
|---|---|---|
| 配合方式<br>a<br>b<br>c<br>d | a　由内、外圆锥的结构确定装配的最终位置（图 3.3-19）<br>b　由内、外圆锥基准平面之间的尺寸确定装配的最终位置（图 3.3-20） | c　由内、外圆锥实际初始位置（$P_a$）开始，作一定相对轴向位移（$E_a$）获得配合（图 3.3-21）<br>d　由内、外圆锥实际初始位置（$P_a$）开始，施加一定的装配力产生轴向位移获得配合（图 3.3-22） |

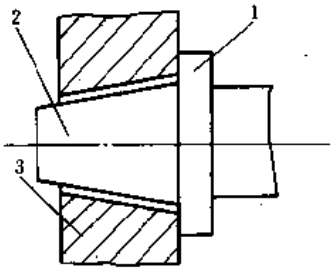



图 3.3-19　轴肩接触得到间隙配合
1—轴肩　2—外圆锥　3—内圆锥

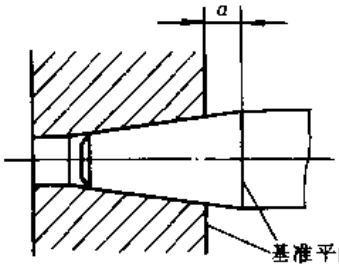



图 3.3-20　由结构尺寸 $a$ 得到过盈配合

#### 4.1.2　术语及定义

1）圆锥配合　基本圆锥相同的内、外圆锥直径之间，由于结合不同所形成的关系称为圆锥配合。圆锥配合有间隙配合、过渡配合和过盈配合三类。对于结构型圆锥配合由内、外圆锥直径公差带决定。对于位移型圆锥配合由内、外圆锥相对轴向位移量（$E_a$）决定。

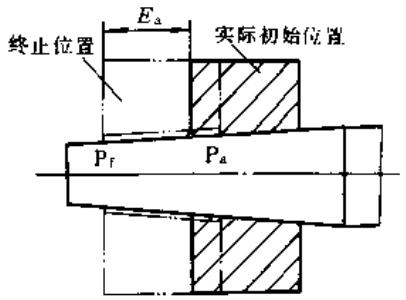



图 3.3-21　由相对轴向位移 $E_a$ 得到间隙配合

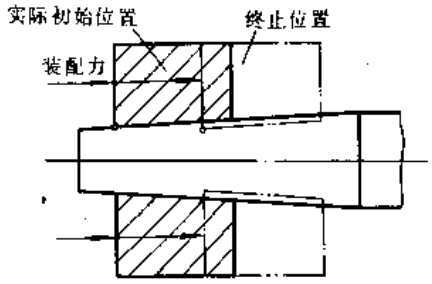



图 3.3-22　施加一定的装配力获得过盈配合

2）圆锥直径配合公差 $T_{DP}$　圆锥配合在配合的直径上允许的间隙或过盈的变动量；对于结构型圆锥配合，圆锥直径配合公差 $T_{DP}$ 也等于内、外圆锥直径公差之和，即：

$$T_{DP}=S_{max}-S_{min}\quad（对间隙配合）$$

$$T_{DP}=\delta_{max}-\delta_{min}\quad（对过盈配合）$$

$$T_{DP}=S_{max}+\delta_{max}\quad（对过渡配合）$$

$$T_{DP}=T_{Di}+T_{De}$$

式中　$T_{Di}$，$T_{De}$——内、外圆锥直径公差；

$S$　——间隙量；

$\delta$——过盈量。

对于位移型圆锥配合，其圆锥直径配合公差 $T_{DP}$ 等于最大、最小间隙之差或最大、最小过盈之差；也等于轴向位移公差 $T_E$ 和锥度 $C$ 之积，

即：　$T_{DP}=S_{max}-S_{min}$

$$T_{DP}=\delta_{max}-\delta_{min}$$

$$T_{DP}=C\cdot T_E$$

3）位移型圆锥配合的初始位置 P　在不施加力的情况下，相互结合的内、外圆锥表面接触时的轴向位置；极限初始位置 $P_1$，内圆锥以最小极限圆锥，外圆锥以最大极限圆锥接触时的位置；极限初始位置 $P_2$，内圆锥以最大极限圆锥，外圆锥以最小极限圆锥接触时的位置；初始位置公差 $T_P$，初始位置允许的变动量，它等于极限初始位置 $P_1$ 和 $P_2$ 之间的距离（见图 3.3-

23)。

$$T_P=\frac{1}{C}(T_{Di}+T_{De})$$

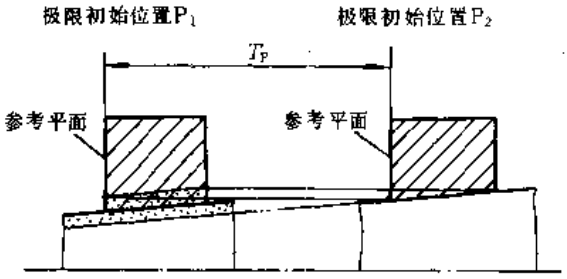



**图 3.3-23** 初始位置、极限初始位置和初始位置公差

4) 实际初始位置 $P_a$。相互结合的内、外实际圆锥的初始位置，它位于极限初始位置 $P_1$ 和 $P_2$ 之间；终止位置 $P_f$，相互结合的内、外圆锥，为使其终止状态得到要求的间隙或盈所规定的相互轴向位置，如图 3.3-21 和图 3.3-22 中所示。

5) 轴向位移 $E_a$、最大轴向位移 $E_{a\,max}$、最小轴向位移 $E_{a\,min}$ 及轴向位移公差 $T_E$。相互结合的内、外圆锥从实际初始位置到终止位置所移动的距离称轴向位移 $E_a$；在终止位置上得到最大间隙或最大过盈的轴向位移称最大轴向位移 $E_{a\,max}$；在终止位置上，得到最小间隙或最小过盈的轴向位移称最小轴向位移 $E_{a\,min}$；轴向位移公差 $T_E$ 即轴向位移允许的变动量，它等于最大轴向位移与最小轴向位移之差（见图 3.3-24）。

$$T_E=E_{a\,max}-E_{a\,min}$$

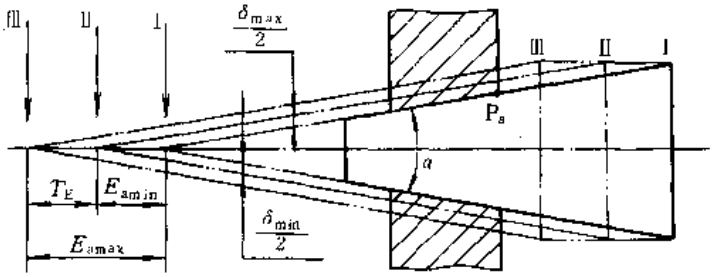



**图 3.3 24** 轴向位移及其公差

Ⅰ—实际初始位置 Ⅱ—最小过盈位置 Ⅲ—最大过盈位置

6) 装配力 $F_a$。相互结合的内、外圆锥，为在终止位置 $P_f$ 得到要求的过盈所施加的轴向力（图 3.3-22 所示）。

### 4.1.3 圆锥配合的一般规定

1) 结构型圆锥配合推荐优先采用基孔制。内、外圆锥直径公差带及配合按 GB1801 选取。如 GB1801 给出的常用配合仍不能满足需要，可按 GB1800 规定的基本偏差和标准公差组成所需配合。

2) 位移型圆锥配合的内、外圆锥公差带的基本偏差推荐选用 H、h；Js、js。其轴向位移的极限值（$E_{a\,max}$、$E_{a\,min}$）和轴向位移公差（$T_E$）按 GB1801 规定的极限间隙或极限过盈来计算。

① 对于间隙配合

$$E_{a\,min}=\frac{1}{C}\times S_{min}$$

$$E_{a\,max}=\frac{1}{C}\times S_{max}$$

$$T_E=E_{a\,max}-E_{a\,min}=\frac{1}{C}(S_{max}-S_{min})$$

式中 $C$——锥度；

$S_{max}$——配合的最大间隙量；

$S_{min}$——配合的最小间隙量。

② 对于过盈配合

$$E_{a\,min}=\frac{1}{C}\times\delta_{min}$$

$$E_{a\,max}=\frac{1}{C}\times\delta_{max}$$

$$T_E=E_{a\,max}-E_{a\,min}=\frac{1}{C}(\delta_{max}-\delta_{min})$$

式中 $C$——锥度；

$\delta_{max}$——配合的最大过盈量；

$\delta_{min}$——配合的最小过盈量。

## 4.2 应用说明

1) 圆锥配合标准和系列标准、公差标准配套，适用于锥度 $C$ 从 1∶3 至 1∶500，圆锥长度 $L$ 从 6 至 630mm，直径至 500mm 的光滑圆锥配合。其公差给定方法是按第一种给定方法，即给出圆锥的理论正确圆锥角 $\alpha$（或锥度 $C$）和圆锥直径公差 $T_D$，由 $T_D$ 确定两个极限圆锥。此时，圆锥角误差和圆锥形状误差均应在极限圆锥所限定的区域内。因此，圆锥配合在全长上任

**表 3.3-13　圆锥配合方式的特征及适用范围**

| 分类 / 配合方式 / 配合特征 | 结构型圆锥配合 | | 位移型圆锥配合 | |
|---|---|---|---|---|
| | $a$① | $b$① | $c$① | $d$① |
| 装配的终止位置 | 固定 | | 不定 | |
| 配合性质的确定 | 圆锥直径公差带 | | 轴向位移的方向和大小 | |
| 配合精度 | 圆锥直径公差（$T_{De}$、$T_{Di}$）影响配合性质和接触质量 | | 轴向位移公差（$T_E$）影响初始位置和接触质量 | |
| 圆锥直径公差带 | | | | |
| 轴向位移计算 | $(T_{De}+T_{Di})/C$ | | $(\delta_{max}-\delta_{min})/C$ 或 $(S_{max}-S_{min})/C$ | |
| 适用的配合性质 | 间隙、过渡和过盈配合 | 间隙、过渡和过盈配合 | 间隙、过盈配合 | 过盈配合 |

① $a$、$b$、$c$、$d$ 配合方式见表 3.3-12。

一截面的间隙或过盈是一致的。

2）四种形成圆锥配合的特征不同，适用范围也不同。参见表 3.3-13。

3）圆锥配合的间隙或过盈是在垂直于圆锥表面的方向上起作用，但圆锥直径公差的数值是在垂直于圆锥轴线方向上给定，与圆锥角大小无关。经计算和试验，由圆锥角引起这两个方向上数值的差别，在 $C=1:3$至 $1:500$ 范围内对单个圆锥来讲，不超过 2%的差异。在使用功能方面无明显影响。为了使标准简化、便于应用，在上述锥度范围内，按垂直于圆锥轴线方向上进行配合性质的计算。

圆锥配合一般采用基孔制，轴的基本偏差在 GB1800 a 至 Zc 中选取。但考虑到圆锥配合的特点，建议选用公差等级不低于 IT9、基本偏差 d 至 h。不同直径基本偏差相应的极限圆锥位置如图 3.3-25 a、b、c、d 所示。

位移型圆锥配合的内、外圆锥直径公差带的基本偏差推荐选用 H、h、Js、js，其轴向位移的极限值按 GB1801 规定的极限间隙或极限过盈量计算，其公差等级根据对装配终止位置的基面距要求和接触精度要求在 IT8 至 IT12 之间选取。对基面距有要求者选取较高公差等级，还应通过计算或校核确定其公差要求。有较高接触精度处可用给出圆锥角公差满足。

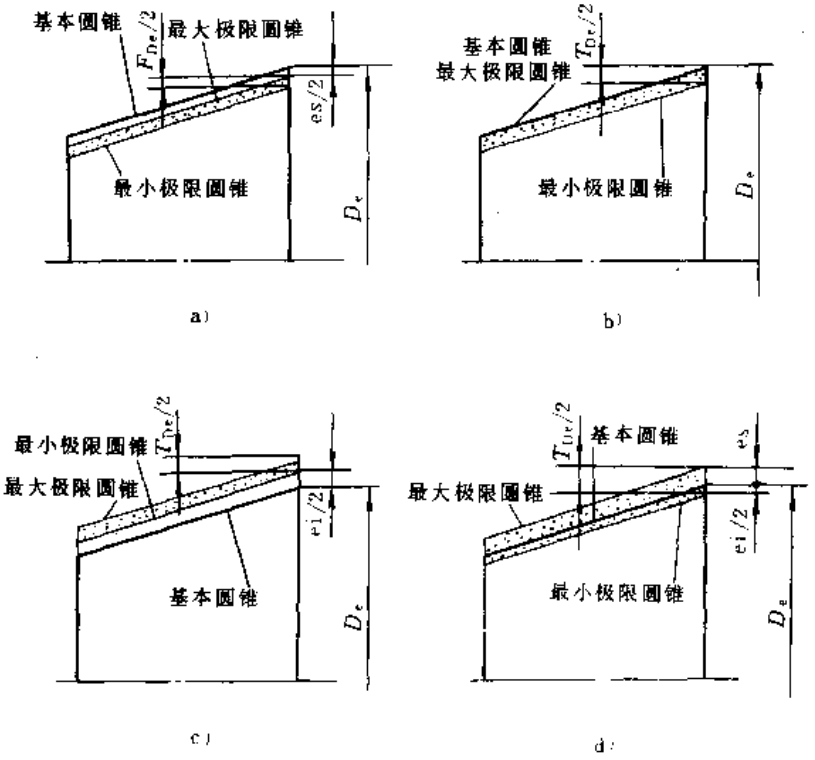



**图 3.3-25　直径基本偏差相应的极限圆锥位置**

a）基本偏差 a～g　b）基本偏差 h　c）基本偏差 n～zc　d）基本偏差 js

1)圆锥配合中各圆锥参数的关系及其对配合的影响。圆锥配合的质量是内、外圆锥表面各参数质量的综合反映。合理而正确地分析圆锥配合中各参数的关系及其对配合的影响，是帮助设计和工艺者正确处理圆锥配合要求的基础。如图3.3-26表示了圆锥直径偏差 $\Delta D$、圆锥长度偏差 $\Delta L$ 和圆锥角偏差 $\Delta\frac{\alpha}{2}$ 之间的关系。

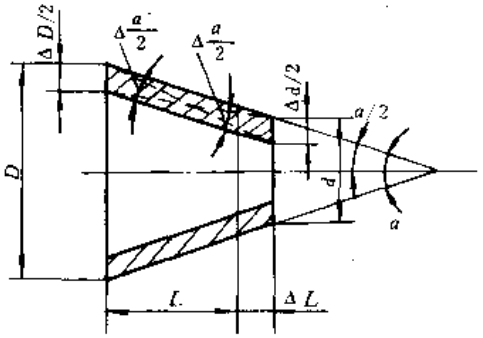



**图 3.3-26　圆锥直径偏差、圆锥长度偏差和圆锥角偏差的关系**

图3.3-26是以圆锥直径公差构成极限圆锥范围内讨论的。当如图3.3-26存在 $\Delta D$ 和 $\Delta L$ 时，$\Delta\frac{\alpha}{2}$ 的计算关系如下：

$$+\Delta\frac{\alpha}{2}=\arctan\frac{\Delta D\cos^2\frac{\alpha}{2}}{2\left(L+\Delta L\right)+\frac{\Delta D}{2}\sin\alpha}$$

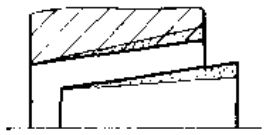
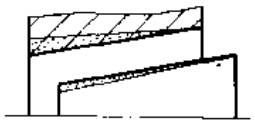
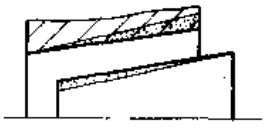
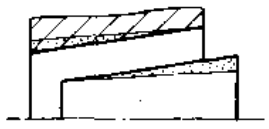
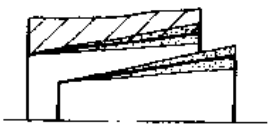
$$-\Delta\frac{\alpha}{2}=\arctan\frac{\Delta D\cos^2\frac{\alpha}{2}}{2\left(L+\Delta L\right)-\frac{\Delta D}{2}\sin\alpha}$$

由于圆锥素线可能产生 $+\Delta\frac{\alpha}{2}$ 或 $-\Delta\frac{\alpha}{2}$，则将使内、外圆锥在大端或小端局部接触，影响配合质量。

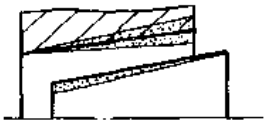
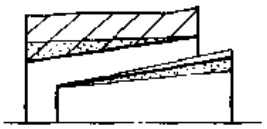
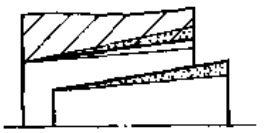
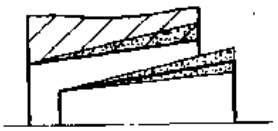
① 圆锥角偏差影响圆锥配合的初始接触部位

表3.3-14表示了内、外圆锥角有单向偏差（+AT、−AT）或双向偏差（$\pm\frac{AT}{2}$），而且内、外圆锥角呈不同的偏差组合情况时对初始接触部位影响的形式。

**表 3.3-14　内、外圆锥角偏差不同组合时的初始接触部位**

| 基本圆锥角 | 圆锥角偏差 | | 简图 | 初始接触部位 |
|---|---|---|---|---|
| | 内圆锥 | 外圆锥 | | |
| $\alpha$ | $+AT_i$ | $-AT_e$ |  | 最小圆锥直径 |
| | $-AT_i$ | $+AT_e$ |  | 最大圆锥直径 |
| | $+AT_i$ | $+AT_e$ |  | 视实际圆锥角定。可能在最大圆锥直径（$\alpha_e>\alpha_i$ 时），也可能在最小圆锥直径（$\alpha_i>\alpha_e$ 时） |
| | $-AT_i$ | $-AT_e$ |  | |
| | $+\frac{AT_i}{2}$ | $+\frac{AT_e}{2}$ |  | |

（续）

| 基本圆锥角 | 圆锥角偏差 | | 简图 | 初始接触部位 |
|---|---|---|---|---|
| | 内圆锥 | 外圆锥 | | |
| $\alpha$ | $\pm\frac{AT_i'}{2}$ | $+AT_e$ |  | 可能在最大圆锥直径（$\alpha_e>\alpha_i$ 时），也可能在最小圆锥直径（$\alpha_i>\alpha_e$ 时），最小圆锥直径接触的可能性比较大 |
| | $-AT_i$ | $\pm\frac{AT_e}{2}$ |  | |
| | $\pm\frac{AT_i}{2}$ | $-AT_e$ |  | 可能在最大圆锥直径（$\alpha_e>\alpha_i$ 时），也可能在最小圆锥直径（$\alpha_i>\alpha_e$ 时），最大圆锥直径接触的可能性比较大 |
| | $+AT_i$ | $\pm\frac{AT_e}{2}$ |  | |

从表 3.3-14 看出，设计对初始接触部位有要求，就应正确给出内、外圆锥角极限偏差的方向要求。当初始接触部位要求在最大圆锥直径上，应给出圆锥角极限偏差为单向，且外圆锥为正值、内圆锥为负值。若初始接触部位要求在最小圆锥直径处，则取外圆锥为负值、内圆锥为正值。

当对初始接触部位无特殊要求，主要要求接触精度较好时，给定内、外圆锥角的极限偏差方向应相同，使配合中的内、外圆锥角的实际角度差值尽可能小，提高接触精度。

② 圆锥角偏差对圆锥配合接触长度影响　在形成圆锥配合时，要求达到内、外圆锥间的配合面沿圆锥轴线的长度，即配合长度 $L_P$。因为存在着圆锥角偏差，则配合面间的实际接触长度为 $L_t$。图 3.3-27 表示了三种情况，它们是在形成过盈配合时，因为圆锥角偏差可能出现图 3.3-27a $L_t<L_P$ 或图 3.3-27b $L_t=L_P$ 两种情况。若装配时形成配合的相对位移 $L_t'>L_P$ 时，就出现了图 3.3-27c $L_t=L_P$ 的结果，但这时配合过盈量将是不均匀的。

③ 当对圆锥配合有密封、同轴度或传递力矩大等进一步的要求时，应提出较高的圆锥配合设计参数。有两种途径：其一是减小 $T_D$，其二是进一步限制圆锥角公差 AT 和圆锥形状误差 $T_F$。若选取进一步限制圆锥

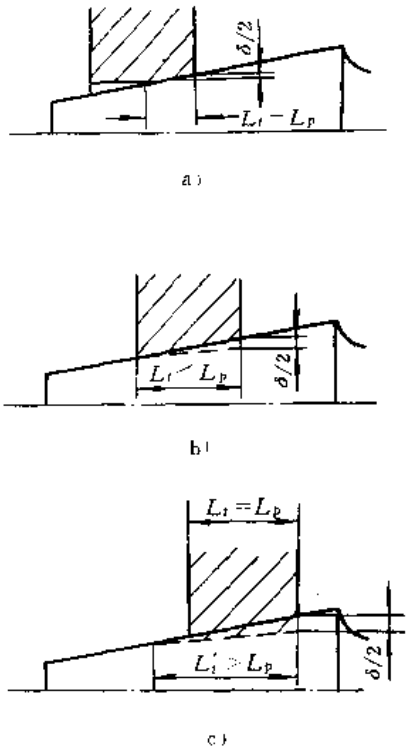



**图 3.3-27**　圆锥角偏差对接触长度的影响

a) $L_t>L_P$　b) $L_t=L_P$　c) $L_t'>L_P$ 时 $L_t=L_P$

角公差的方法：AT 给定为单向极限偏差（+AT 或 −AT）时，应满足条件：

$$AT_D < \Delta a_{D\,max} = T_D$$

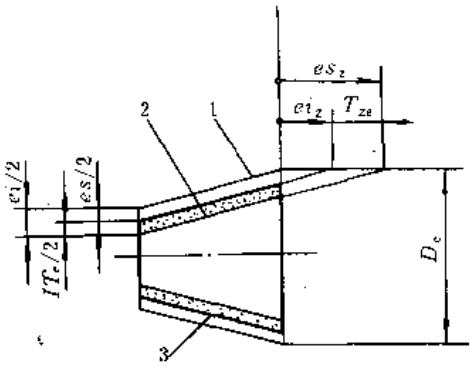
$$AT_a < \Delta a_{max} = \frac{T_D}{L} \times 10^3$$

式中　$\Delta a_{D\,max}$——以长度单位表示的最大圆锥角偏差（μm）；

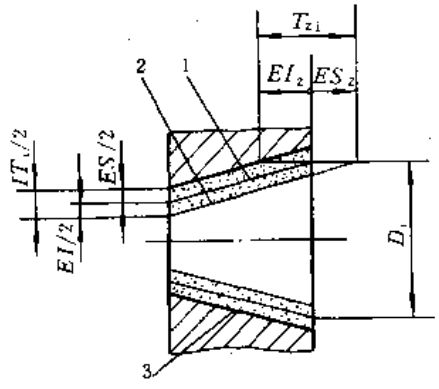
$\Delta a_{max}$——以角度单位表示的最大圆锥角偏差（μrad）；

$AT_D$——极限偏差（μm）；

$AT_a$——极限偏差（μrad）。




a)




b)

**图 3.3-28**　内、外圆锥轴向极限偏差

a）外圆锥轴向极限偏差　b）内圆锥轴向极限偏差

1—基本圆锥　2—最小极限圆锥　3—最大极限圆锥

$ES_z$、$es_z$——轴向上偏差

$EI_z$　$ei_z$——轴向下偏差

$T_z$——轴向公差

AT 若给定为双向极限偏差$\left(\pm\frac{AT}{2}\right)$时，应满足条件：

$$\frac{AT_D}{2} < \Delta a_{D\,max} = T_D$$

$$\frac{AT_a}{2} < \Delta a_{max} = \frac{T_D}{L} \times 10^3$$

5）圆锥轴向极限偏差及其计算方法　圆锥轴向极限偏差是指由 $T_D$ 确定的极限圆锥对基本圆锥轴向位置的偏离。如图 3.3-28 a 为外圆锥轴向极限偏差，图 3.3-28b 为内圆锥轴向极限偏差。它们表示了内、外圆锥的径向尺寸与轴向尺寸的关系。

圆锥轴向极限偏差和公差如下式计算：

轴向上偏差　外圆锥：$es_z = \frac{1}{C} ei$

内圆锥：$ES_z = \frac{1}{C} EI$

轴向下偏差　外圆锥：$ei_z = \frac{1}{C} es$

内圆锥：$EI_z = \frac{1}{C} ES$

轴向基本偏差

外圆锥：$e_z = \frac{1}{C} \times$直径基本偏差

内圆锥：$E_z = \frac{1}{C} \times$直径基本偏差

轴向公差　外圆锥：$T_{ze} = \frac{1}{C} IT_c$

内圆锥：$T_{zi} = \frac{1}{C} IT_i$

圆锥轴向极限偏差计算的作用，是为了确定圆锥配合的极限初始位置和配合后基面距的极限值，也为了作为圆锥量规设计的依据。如图 3.3-29 所表示圆锥大端直径偏差在极限偏差的范围内，则圆锥大端端面处于 $m$ 距离的两个截面之间，尺寸合格。$m$ 值按轴向极限偏差计算设计。

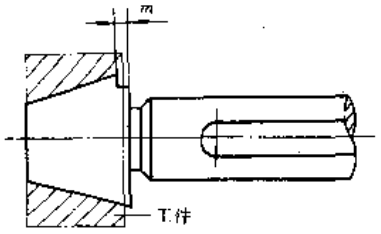



**图 3.3-29**　圆锥量规 $m$ 距离检验圆锥大端直径合格性

为了设计方便，GB12360—90 在附录中提供了 $C=1:10$ 的外圆锥轴向基本偏差（$e_z$）数表、轴向公差（$T_z$）数表和 $C$ 不等于 1∶10 的一般用途圆锥的换算系数、特殊用途圆锥的换算系数表。标准对圆锥配合推荐用基孔制，对内圆锥基本公差为 H 时，给出了计算式：

$$ES_z = 0$$

$$EI_z = -T_z$$

配合标准在附录 B 中给出的 $e_z$、$T_z$ 数值表和 $C$ 不等于 1∶10 的锥度换算表见表 3.3-15，表 3.3-16、表 3.3-17 和表 3.3-18。

**表 3.3-15　锥度 $C=1:10$ 时，外圆锥的**

| 基本偏差 | | a | b | c | cd | d | e | ef | f | fg | g | h | js | j | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基本尺寸 | | | | | | | | | | | | | | 公　差 | | |
| 大于 | 至 | 所　有　等　级 | | | | | | | | | | | | 5、6 | 7 | 8 |
| — | 3 | +2.7 | +1.4 | +0.6 | +0.34 | +0.20 | +0.14 | +0.1 | +0.06 | +0.04 | +0.02 | 0 | | +0.02 | +0.04 | +0.06 |
| 3 | 6 | +2.7 | +1.4 | +0.7 | +0.46 | +0.30 | +0.2 | +0.14 | +0.1 | +0.06 | +0.04 | 0 | | +0.02 | +0.04 | — |
| 6 | 10 | +2.8 | +1.5 | +0.8 | +0.56 | +0.40 | +0.25 | +0.18 | +0.13 | +0.08 | +0.05 | 0 | | +0.02 | +0.05 | — |
| 10 | 14 | +2.9 | +1.5 | +0.95 | — | +0.50 | +0.32 | — | +0.16 | — | +0.06 | 0 | | +0.03 | +0.06 | — |
| 14 | 18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 24 | +3 | +1.6 | +1.1 | — | +0.65 | +0.4 | — | +0.20 | — | +0.07 | 0 | | +0.04 | +0.08 | — |
| 24 | 30 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | 40 | +3.1 | +1.7 | +1.2 | — | +0.80 | +0.5 | — | +0.25 | — | +0.09 | 0 | | +0.05 | +0.1 | — |
| 40 | 50 | +3.2 | +1.8 | +1.3 | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 65 | +3.4 | +1.9 | +1.4 | — | +1 | +0.60 | — | +0.3 | — | +0.1 | 0 | | +0.07 | +0.12 | — |
| 65 | 80 | +3.6 | +2 | +1.5 | | | | | | | | | | | | |
| 80 | 100 | +3.8 | +2.2 | +1.7 | — | +1.2 | +0.72 | — | +0.36 | — | +0.12 | 0 | $e_s=\pm\frac{T_z}{2}$ | +0.09 | +0.15 | — |
| 100 | 120 | +4.1 | +2.4 | +1.8 | | | | | | | | | | | | |
| 120 | 140 | +4.6 | +2.6 | +2 | — | +1.45 | +0.85 | — | +0.43 | — | +0.14 | 0 | | +0.11 | +0.18 | — |
| 140 | 160 | +5.2 | +2.8 | +2.1 | | | | | | | | | | | | |
| 160 | 180 | +5.8 | +3.1 | +2.3 | | | | | | | | | | | | |
| 180 | 200 | +6.6 | +3.4 | +2.4 | — | +1.7 | +1 | — | +0.50 | — | +0.15 | 0 | | +0.13 | +0.21 | — |
| 200 | 225 | +7.4 | +3.8 | +2.6 | | | | | | | | | | | | |
| 225 | 250 | +8.2 | +4.2 | +2.8 | | | | | | | | | | | | |
| 250 | 280 | +9.2 | +4.8 | +3 | — | +1.9 | +1.1 | — | +0.56 | — | +0.17 | 0 | | +0.16 | +0.26 | — |
| 280 | 315 | +10.5 | +5.4 | +3.3 | | | | | | | | | | | | |
| 315 | 355 | +12 | +6 | +3.6 | — | +2.1 | +1.25 | — | +0.62 | — | +0.18 | 0 | | +0.18 | +0.28 | — |
| 355 | 400 | +13.5 | +6.8 | +4 | | | | | | | | | | | | |
| 400 | 450 | +15 | +7.6 | +4.4 | — | +2.3 | +1.35 | — | +0.68 | — | +0.2 | 0 | | +0.20 | +0.32 | — |
| 450 | 500 | +16.5 | +8.4 | +4.8 | | | | | | | | | | | | |

**轴向基本偏差（$e_s$）数值** (mm)

| k | m | n | p | r | s | t | u | v | x | y | z | za | zb | zc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 等 级 | | | | | | | | | | | | | | |
| ≤3，>7 | 4至7 | 所有等级 | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | −0.02 | −0.04 | −0.06 | −0.1 | −0.14 | — | −0.18 | — | −0.20 | — | −0.26 | −0.32 | −0.4 | −0.6 |
| 0 | −0.01 | −0.04 | −0.08 | −0.12 | −0.15 | −0.19 | — | −0.23 | — | −0.28 | — | −0.35 | −0.42 | −0.5 | −0.8 |
| 0 | −0.01 | −0.06 | −0.1 | −0.15 | −0.19 | −0.23 | — | −0.28 | — | −0.34 | — | −0.42 | −0.52 | −0.67 | −0.97 |
| 0 | −0.01 | −0.07 | −0.12 | −0.18 | −0.23 | −0.28 | — | −0.33 | — | −0.4 | — | −0.5 | −0.64 | −0.9 | −1.3 |
| | | | | | | | | −0.33 | −0.39 | −0.45 | — | −0.6 | −0.77 | −1.08 | −1.5 |
| 0 | −0.02 | −0.08 | −0.15 | −0.22 | −0.28 | −0.35 | — | −0.41 | −0.47 | −0.54 | −0.63 | −0.73 | −0.98 | −1.36 | −1.88 |
| | | | | | | | −0.41 | −0.48 | −0.55 | −0.64 | −0.75 | −0.88 | −1.18 | −1.6 | −2.18 |
| 0 | −0.02 | −0.09 | −0.17 | −0.26 | −0.34 | −0.43 | −0.48 | −0.6 | −0.68 | −0.8 | −0.94 | −1.12 | −1.48 | −2 | −2.74 |
| | | | | | | | −0.54 | −0.7 | −0.81 | −0.97 | −1.14 | −1.36 | −1.80 | −2.42 | −3.25 |
| 0 | −0.02 | −0.11 | −0.2 | −0.32 | −0.41 | −0.53 | −0.66 | −0.87 | −1.02 | −1.22 | −1.44 | −1.72 | −2.25 | −3 | −4.05 |
| | | | | | −0.43 | −0.59 | −0.75 | −1.02 | −1.2 | −1.46 | −1.74 | −2.1 | −2.74 | −3.6 | −4.8 |
| 0 | −0.03 | −0.13 | −0.23 | −0.37 | −0.51 | −0.71 | −0.91 | −1.24 | −1.46 | −1.78 | −2.14 | −2.58 | −3.35 | −4.45 | −5.85 |
| | | | | | −0.54 | −0.79 | −1.04 | −1.44 | −1.72 | −2.10 | −2.54 | −3.1 | −4 | −5.25 | −6.9 |
| 0 | −0.03 | −0.15 | −0.27 | −0.43 | −0.63 | −0.92 | −1.22 | −1.7 | −2.02 | −2.48 | −3 | −3.65 | −4.7 | −6.2 | −8 |
| | | | | | −0.65 | −1 | −1.34 | −1.9 | −2.28 | −2.8 | −3.4 | −4.15 | −5.35 | −7 | −9 |
| | | | | | −0.68 | −1.08 | −1.46 | −2.1 | −2.52 | −3.1 | −3.8 | −4.65 | −6 | −7.8 | −10 |
| 0 | −0.04 | −0.17 | −0.31 | −0.5 | −0.77 | −1.22 | −1.66 | −2.36 | −2.84 | −3.5 | −4.25 | −5.2 | −6.7 | −8.8 | −11.5 |
| | | | | | −0.80 | −1.3 | −1.8 | −2.58 | −3.1 | −3.85 | −4.7 | −5.75 | −7.4 | −9.6 | −12.5 |
| | | | | | −0.84 | −1.4 | −1.96 | −2.84 | −3.4 | −4.25 | −5.2 | −6.4 | −8.2 | −10.5 | −13.5 |
| 0 | −0.04 | −0.2 | −0.34 | −0.56 | −0.94 | −1.58 | −2.18 | −3.15 | −3.85 | −4.75 | −5.8 | −7.1 | −9.2 | −12 | −15.5 |
| | | | | | −0.98 | −1.7 | −2.4 | −3.5 | −4.25 | −5.25 | −6.5 | −7.9 | −10 | −13 | −17 |
| 0 | −0.04 | −0.21 | −0.37 | −0.62 | −1.08 | −1.9 | −2.68 | −3.9 | −4.75 | −5.9 | −7.3 | −9 | −11.5 | −15 | −19 |
| | | | | | −1.14 | −2.08 | −2.94 | −4.35 | −5.3 | −6.6 | −8.2 | −10 | −13 | −16.5 | −21 |
| 0 | −0.05 | −0.23 | −0.4 | −0.68 | −1.26 | −2.32 | −3.3 | −4.9 | −5.95 | −7.4 | −9.2 | −11 | −14.5 | −18.5 | −24 |
| | | | | | −1.32 | −2.52 | −3.6 | −5.4 | −6.6 | −8.2 | −10 | −12.5 | −16 | −21 | −26 |

**表 3.3-16　锥度 $C=1:10$ 时，轴向公差（$T_z$）数值**　　(mm)

| 基本尺寸 | | 公差等级 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 大于 | 至 | IT3 | IT4 | IT5 | IT6 | IT7 | IT8 | IT9 | IT10 | IT11 | IT12 |
| — | 3 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.10 | 0.14 | 0.25 | 0.40 | 0.60 | 1 |
| 3 | 6 | 0.025 | 0.04 | 0.05 | 0.08 | 0.12 | 0.18 | 0.30 | 0.48 | 0.75 | 1.2 |
| 6 | 10 | 0.025 | 0.04 | 0.06 | 0.09 | 0.15 | 0.22 | 0.36 | 0.58 | 0.90 | 1.5 |
| 10 | 18 | 0.03 | 0.05 | 0.08 | 0.11 | 0.18 | 0.27 | 0.43 | 0.70 | 1.1 | 1.8 |
| 18 | 30 | 0.04 | 0.06 | 0.09 | 0.13 | 0.21 | 0.33 | 0.52 | 0.84 | 1.3 | 2.1 |
| 30 | 50 | 0.04 | 0.07 | 0.11 | 0.16 | 0.25 | 0.39 | 0.62 | 1 | 1.6 | 2.5 |
| 50 | 80 | 0.05 | 0.08 | 0.13 | 0.19 | 0.30 | 0.46 | 0.74 | 1.2 | 1.9 | 3 |
| 80 | 120 | 0.06 | 0.10 | 0.15 | 0.22 | 0.35 | 0.54 | 0.87 | 1.4 | 2.2 | 3.5 |
| 120 | 180 | 0.08 | 0.12 | 0.18 | 0.25 | 0.40 | 0.63 | 1 | 1.6 | 2.5 | 4 |
| 180 | 250 | 0.10 | 0.14 | 0.20 | 0.29 | 0.46 | 0.72 | 1.15 | 1.85 | 2.9 | 4.6 |
| 250 | 315 | 0.12 | 0.16 | 0.23 | 0.32 | 0.52 | 0.81 | 1.3 | 2.1 | 3.2 | 5.2 |
| 315 | 400 | 0.13 | 0.18 | 0.25 | 0.36 | 0.57 | 0.89 | 1.4 | 2.3 | 3.6 | 5.7 |
| 400 | 500 | 0.15 | 0.20 | 0.27 | 0.40 | 0.63 | 0.97 | 1.55 | 2.5 | 4 | 6.3 |

**表 3.3-17　一般用途圆锥的换算系数**

| 基本值 | | 换算系数 | 基本值 | | 换算系数 |
|---|---|---|---|---|---|
| 系列 1 | 系列 2 | | 系列 1 | 系列 2 | |
| 1∶3 | | 0.3 | | 1∶15 | 1.5 |
| | 1∶4 | 0.4 | 1∶20 | | 2 |
| 1∶5 | | 0.5 | 1∶30 | | 3 |
| | 1∶6 | 0.6 | | 1∶40 | 4 |
| | 1∶7 | 0.7 | 1∶50 | | 5 |
| | 1∶8 | 0.8 | 1∶100 | | 10 |
| 1∶10 | | 1 | 1∶200 | | 20 |
| | 1∶12 | 1.2 | 1∶500 | | 50 |

**表 3.3-18　特殊用途圆锥的换算系数**

| 基本值 | 换算系数 | 基本值 | 换算系数 |
|---|---|---|---|
| 18°30′ | 0.3 | 1∶18.779 | 1.8 |
| 11°54′ | 0.48 | 1∶19.002 | 1.9 |
| 8°40′ | 0.66 | 1∶19.180 | 1.92 |
| 7°40′ | 0.75 | 1∶19.212 | 1.92 |
| 7∶24 | 0.34 | 1∶19.254 | 1.92 |
| 1∶9 | 0.9 | 1∶19.264 | 1.92 |
| 1∶12.262 | 1.2 | 1∶19.922 | 1.99 |
| 1∶12.972 | 1.3 | 1∶20.020 | 2 |
| 1∶15.748 | 1.57 | 1∶20.047 | 2 |
| 1∶16.666 | 1.67 | 1∶20.288 | 2 |

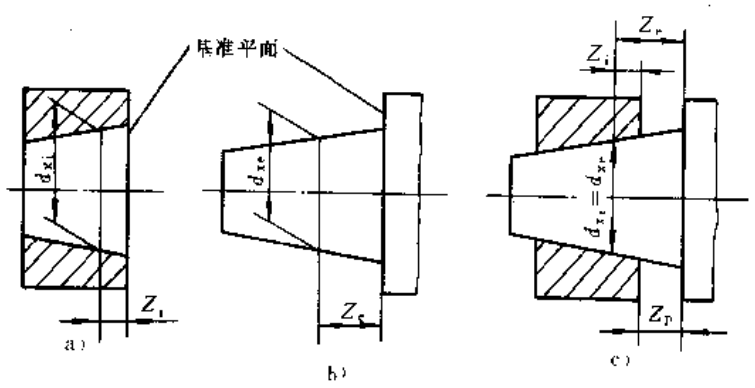



**图 3.3-30**　基准平面在大端时的基面距

a）内圆锥　b）外圆锥　c）圆锥配合

6)圆锥配合在初始位置和终止位置上基面距极限值的计算

① 基面距的定义 设基准平面在圆锥的某一端时，由该端面到特定截面（该截面上内、外圆锥直径 $d_x$ 相同）的距离 $Z_i$、$z_e$。配合的初始位置基面距 $Z_P$ 用 $Z_i$ 和 $Z_e$ 之差来计算，单个圆锥和圆锥配合的基面距见图3.3-30和图3.3-31。

② 初始位置的极限基面距的计算 对结构型圆锥配合仅在过盈配合时进行计算；而位移型圆锥配合仅在对基面距有要求时进行计算。计算公式见表3.3-19。

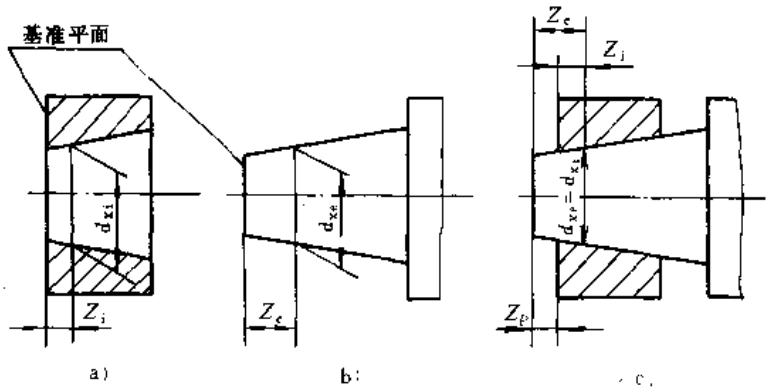



**图 3.3-31** 基准平面在小端时的基面距

a）内圆锥 b）外圆锥 c）圆锥配合

**表 3.3-19 初始位置基面距计算公式**

| 已知参数 | 基准平面位置 | 计算公式 | |
|---|---|---|---|
| | | $Z_{P\,min}$ | $Z_{P\,max}$ |
| 圆锥直径极限偏差 | 在锥体大直径端 | $Z_P+\frac{1}{C}(ei-ES)$ | $Z_P+\frac{1}{C}(es-EI)$ |
| | 在锥体小直径端 | $Z_P+\frac{1}{C}(EI-es)$ | $Z_P+\frac{1}{C}(ES-ei)$ |
| 圆锥轴向极限偏差 | 在锥体大直径端 | $Z_P+EI_z-es_z$ | $Z_P+ES_z-ei_z$ |
| | 在锥体小直径端 | $Z_P+ei_z-ES_z$ | $Z_P+es_z-EI_z$ |

③ 终止位置的极限基面距计算 该计算只有在位移型圆锥配合时需要进行。表3.3-20给出了按表3.3-19和圆锥配合的一般规定中极限轴向位移量的简化计算式。

**表 3.3-20 终止位置极限基面距的计算公式**

| 已知参数 | 基准平面的位置 | 计算公式 | |
|---|---|---|---|
| | | $Z_{Pf\,min}$ | $Z_{Pf\,max}$ |
| 间隙配合轴向位移 $E_a$ | 在锥体大直径端 | $Z_{P\,min}+E_{a\,min}$ | $Z_{P\,max}+E_{a\,max}$ |
| | 在锥体小直径端 | $Z_{P\,min}-E_{a\,max}$ | $Z_{P\,max}-E_{a\,min}$ |
| 过盈配合轴向位移 $E_a$ | 在锥体大直径端 | $Z_{P\,min}-E_{a\,max}$ | $Z_{P\,max}-E_{a\,max}$ |
| | 在锥体小直径端 | $Z_{P\,min}+E_{a\,min}$ | $Z_{P\,max}+E_{a\,max}$ |

④ 圆锥直径偏差、圆锥角偏差对基面距的影响 为便于圆锥工件加工和检测过程中进行分析与计算，对圆锥直径偏差和圆锥角偏差对基面距的影响给出分析。

当 $\Delta D_e$ 为负值，$\Delta D_i$ 为正值，且基准平面在大直径端，其基面距 $Z_P$ 将减小 $\Delta Z_{P1}$，计算式为：

$$\Delta Z_{P1}=-\left(\frac{\Delta D_e}{2}+\frac{\Delta D_i}{2}\right)/\tan\frac{\alpha}{2}=-\frac{1}{C}(\Delta D_e+\Delta D_i)$$

当 $\Delta D_e$ 为正值，$\Delta D_i$ 为负值，且基准平面在大直径端，其基面距 $Z_P$ 将增大 $\Delta Z_{P1}$，计算式为：

$$\Delta Z_{P1}=\pm\frac{1}{C}(\Delta D_e+\Delta D_i)$$

当 $\Delta D_e$ 与 $\Delta D_i$ 符号相同，基面距可增大或减小，$\Delta Z_{P1}$。计算时取 $\Delta D_e$ 和 $\Delta D_i$ 中较大者代入下式。

$$\Delta Z_{P1}=\pm\frac{1}{C}\Delta D_e \quad 或\ \Delta Z_{P1}=\pm\frac{1}{C}\Delta D_i$$

圆锥角偏差影响圆锥配合的初始接触部位（如表3.3-14所示）。仍设基准平面在大直径端进行分析，如图3.3-32。

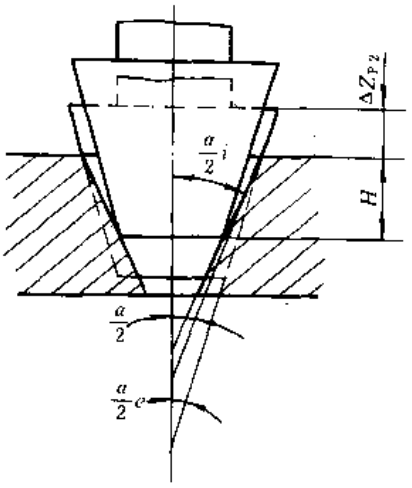



**图3.3-32　圆锥角偏差对基面距影响**

当 $\alpha_i>\alpha_e$ 时，将使内圆锥小直径减小，外圆锥小直径增大，初始接触部位在小直径端，从而使基面距增大，设增大量为 $\Delta Z_{P2}$，则：

$$\Delta Z_{P2}=\frac{H\times\sin\left(\frac{\alpha_i}{2}-\frac{\alpha_e}{2}\right)}{\sin\frac{\alpha_e}{2}\times\cos\frac{\alpha_i}{2}}$$

对上式进行三角函数简化，以弧度代替角度度数值，算式化为：

$$\Delta Z_{P2}=0.0006\times H\times\left(\frac{\alpha_i}{2}-\frac{\alpha_e}{2}\right)/C$$

综合 $\Delta Z_{P1}$ 和 $\Delta Z_{P2}$ 即可得算式

$$\Delta Z_P=\frac{1}{C}\left[(\Delta D_e-\Delta D_i)+0.0006\times H\times\left(\frac{\alpha_i}{2}-\frac{\alpha_e}{2}\right)\right]$$

算式中 $\Delta D_e$ 和 $\Delta D_i$ 视实际圆锥直径的偏差符号定。

上面分析计算了圆锥直径、圆锥角、基面距、轴向极限偏差等各参数。对一般配合的圆锥结合而言，往往只规定圆锥直径公差，此时，圆锥表面各项误差皆由极限圆锥限制。计算基面距及其轴向极限偏差，是便于用锥度量规按基面距极限值进行检验。

7）圆锥配合应用实例　圆锥配合的应用分为三类：活动配合、过渡配合（或称紧密配合）、过盈配合。

活动配合是指圆锥直径上有间隙，利用圆锥配合的特征，往往需要在装配和使用过程中调整间隙。有证可查最早使用的圆锥间隙配合是秦皇陵中铜车马的辖轄；现代一般车床的主轴圆锥滑动轴承；运七飞机的涡轮盘与轴间支承；斯贝发动机涡轮盘与轴间联接；造纸机械、数控机床、水处理设备等等都用圆锥间隙配合，在装配与使用中可以得到较理想的配合性质，延长使用寿命。

过渡配合可以保证圆锥直径上的间隙为零或具很小的过盈。主要用于要求定心精度高，保证密封的场合。如防漏的锥形旋塞、喷油嘴的阀与座、管道联接锥面等。特殊用途锥度系列中的医疗设备用锥度多属于此类配合，如注射器配合要求装拆迅速且密封性极好。

过盈配合，在和圆柱配合同等的过盈量时圆锥配合由于其自预性和受力状况下过盈增大的特点，可以传递更大的转矩，同时装配同轴度好，它的优越性使得应用极为广泛。如磨床砂轮盘与轴的联结；金刚石加工机床中的年轮环机构，它将 $C=1:50$ 的过盈联接设计成多层锥度联接，解决了装配与加工的问题。特殊锥度系列中的工具锥度应用更为广泛：铣刀杆、铰刀柄、钻夹头；锥形摩擦离合器等等。

圆锥配合还使用于许多特殊用途。如动平衡机构（手表摇轮与轴配合）；调整机构（改变轴间传动比或旋转方向）；计算机构（对数或乘法计算锥）等等。锥体联结在各种机械中都发挥着圆柱联结所不可比拟的功用。

## 5　未注公差角度的极限偏差（GB 11335—89）

1）标准适用于金属切削加工的角度。

2）应用本标准规定的公差等级和数值，且应有相应的技术文件作出规定。图样或技术文件上用标准号和公差等级符号表示，如：

GB 11335—m

3）未注公差角度的极限偏差规定见表3.3-21。

**表3.3-21　未注公差角度的极限偏差**

| 公差等级 | 长度（mm） | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ≤10 | >10～50 | >50～120 | >120～400 | >400 |
| m（中等级） | ±1° | ±30′ | ±20′ | ±10′ | ±5′ |
| c（粗糙级） | ±1°30′ | ±1° | ±30′ | ±15′ | ±10′ |
| V（最粗级） | ±3° | ±2° | ±1° | ±30′ | ±20′ |

表中长度按角度短边长度确定，对圆锥角按圆锥素线长度确定。

4)GB 11335 是在 JB7—59 基础上修订的。但由于生产水平的发展，在各等级数值上都有减小，尤其在低等级段，减小得较多。使用时请给以注意。

## 6　国际及主要工业国同类标准简介

(1) 国际标准化组织 (ISO) 发布的锥度、角度系列标准，公差及配合标准

1)《锥度与角度系列》(ISO 1119—1975)　给出了一般用途锥度与锥角系列 21 种。在 120°至 30°基本值以度数给出，表中列出其推算的锥度值。这一段系列值是按 R10/2 优先数系排列。从 1∶3～1∶500 基本值以锥度的比值给出，表中列出其推算值锥角。这一段基本值从 1∶5～1∶500 按 R10/3 优先数系排列。由于各国生产中的具体情况统计，在一些行业已长期使用的锥度和锥角值不在上述一般用途圆锥系列所包括，标准给出了特殊用途圆锥的锥度和锥角 22 种。其中纺织工业常用的 18°30′～7°40′4 种；标准列出了它们的锥度推算值。电池接头用 1∶9 锥度、机床用 7∶24 锥度和医疗设备用 1∶16.666 锥度各 1 种；贾各锥度 6 种；莫氏锥度 7 种，还将 1∶23.904 锥度与 1∶40 锥度皆列入了特殊用途的系列中。这些系列值皆属于专门行业机械使用。标准同时给出了其锥角的推算值。

2)《楔和棱的角度与斜度系列》(ISO 2538—1974) 标准规定了 120°～30′，共 19 个系列值，分两个系列的棱角基本值。而给出棱斜度 $S$ 的 1∶10～1∶500 共 6 个系列值供一般用途棱体选用，当然对上述系列值也给出了其推算值：棱的比率 $C_p$、棱斜度 $S$ 和棱角度 $\beta$ 便于应用。专门行业使用的棱角在专门用途棱的系列中，只给出了 V 形体用 $\beta$=108°和榫用 50°两种，它们的推算值 $C_p$ 和 $S$ 也列于表格中。

上述两项标准都给出了各自的基本参数定义和概念，如圆锥角、锥度比率、棱角度、棱斜度、棱比率等。关于锥角及棱角的数值系列都给出了两个系列及其相应的锥度、斜度和推算值，按惯例优先选用第一系列，在不能满足使用要求时才选用第二系列。这样可以减少生产需用的工具，量规和量仪种类及规格。

3)《圆锥公差制》(ISO 1947—1973)　它的适用范围是 $C$=1∶3～1∶500，长度 6～630mm 的圆锥工件。此标准也适用于棱柱形工件。但不适用于有专门规定标准的圆锥形零件，如滚动轴承、圆锥螺纹等。圆锥公差项目有圆锥直径公差 $T_D$，它适用于圆锥全长，并构成极限圆锥。圆锥角公差 AT，分为 12 个等级，适用于不同使用要求，AT 可以用线值 $AT_D$ 和 $AT_\alpha$ 角度值两种方法标注，而且 $AT_D=AT_\alpha\times L$ 关系用于换算。标准同时给出了 $AT_D$ 和 $AT_\alpha$ 的数表供选用。圆锥给定截面直径公差 $T_{DS}$ 是只适用于该截面的公差，它的公差带则是该截面内最大、最小直径间的环形区域。圆锥形状公差 $T_F$，它包含了母线直线度和截面圆度两项内容。

圆锥的四项基本公差，在设计中按功能要求选用与组合。一般情况下，给出基本圆锥和直径（一般在大直径端）公差 $T_D$，由它们构成两个极限圆锥，其间为控制圆锥全部误差的公差空间。在特别需要时，再提出更高要求的圆锥角公差和形状公差，它们都必需只占公差空间的一部分。由于机能的要求，设计时选用给定截面直径公差 $T_{DS}$ 时，需同时给出圆锥角公差 AT，这时只保证在给定截面获得良好配合。由 $T_{DS}$ 和 AT 共同构成的公差带如图 3.3-33 表示。国际标准在图中还画出了公差带的边界，以限制实际圆锥（我国制定国标中则指出，此边界的不合理性，故摒弃了其边界，因为 $T_{DS}$ 和 AT 是应分别满足设计要求的）。

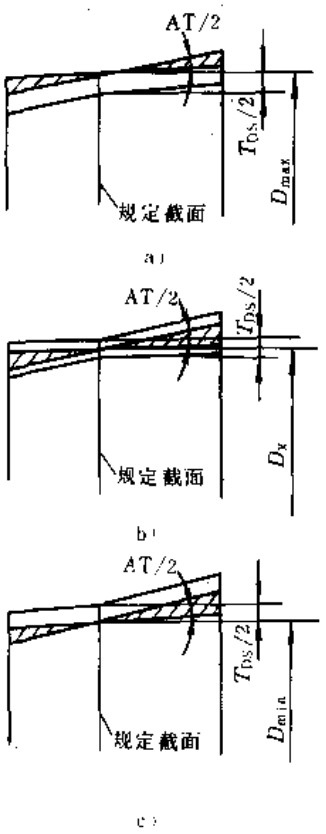



**图 3.3-33**　给定截面直径公差 $T_{DS}$ 和锥角公差 AT 构成的公差带和边界

a) 给定截面为最大极限直径时

b) 给定截面为最小极限直径时

c) 给定截面直径在极限尺内时

圆锥直径公差 $T_D$ 和给定圆锥截面直径公差 $T_{DS}$

是由《极限与配合制》中选用，其公差等级和符号都遵照该制中的规定。圆锥的形状公差亦由ISO形状和位置公差的规定，不作圆锥公差中关于直径公差和形、位公差的特殊规定。

4)《圆锥配合制》(ISO 5166—1982)　标准明确指出是适用于《圆锥公差制》中第一种公差给定方法(给出基本圆锥及圆锥直径公差$T_D$)的圆锥联结。构成圆锥配合的四种方式是：结构形式、尺寸定位、轴向位移值和装配压力给定值。标准给出了圆锥配合的19个术语定义。如：圆锥配合；圆锥配合的性质；由结构形式和尺寸定位圆锥配合的圆锥直径配合间隙、过盈变动量；轴向位移量和装配压力给定值构成圆锥配合中的初始位置、极限初始位置、终止位置、装配力、轴向位移及其极限值等。和我国标准不同的是它还有单个圆锥工件的轴向位移量计算及术语定义(圆锥工件径向与轴向尺寸的关系是为了说明极限圆锥相对于基本圆锥在径向的偏差换向为轴向偏差的关系，为了避免和装配中的轴向位移相混淆，国家标准是将圆锥直径极限偏差换算为轴向尺寸的极限偏差作为附录B给出，供设计者参考)。

圆锥配合制标准给出了附录，分析内、外圆锥偏离基本圆锥时，圆锥直径偏差、给定截面直径偏差、圆锥角偏差以及圆锥形状误差对圆锥配合质量的影响及图解，供设计者参考。

5)《未注公差尺寸的允许偏差》(ISO 2768—1973)　该标准中包括了未注角度公差的允许偏差。它适用于金属切削加工和金属板材零件，规定了f(精密级)、m(中等级)、c(粗糙级)和v(最粗级)4个等级。在角度短边长度或圆锥素线长度在小于10至大于400mm的五个尺寸段内，f和m级公差值相同(国家标准将它们合并为m级)。

(2) 德国发布的圆锥联结及角度有关标准

国际标准化组织有关圆锥联结方面的标准主要由德国起草，所以在内容上基本一致，有的标准虽然进行过多次修订，但其整个系统与数表变化较小。现在实行的标准有：《锥度》(DIN 254—1974)；《圆锥公差制》(DIN 7178T1—1974)；《圆锥配合制》(DIN 7178T2—1986)；《圆锥误差对圆锥配合的影响》(DIN 7178T3—1986)；《轴向位移计算》(DIN 7178T4—1986)；《一般公差　长度和角度》(DIN 7178T1—1981)等项，都不再作介绍了。

(3) 日本发布的圆锥联结有关标准。

日本、英国、法国都是在国际标准化组织标准发布前后，参照该组织标准制定的。因此，从体系到数表都基本相同。日本标准有《锥度》(JIS B0612—1978)；《圆锥公差》(JIS B0614—1978)；《棱体的角度和斜度》(JIS B0615—1982)；《圆锥配合》(JIS B0616—1984)等。在圆锥配合标准中，和我国的对单个圆锥工件的轴向位移部分处理一样，不写入该标准，以免混淆。

(4) 前苏联国家有关圆锥联结的标准

前苏联发布的圆锥联结方面的标准有：《标准锥度和锥角》(ГОСТ 8503—81)；《标准角度和角度公差》(ГОСТ 8908—81)；《圆锥联结的公差与配合制》(ГОСТ 25307—82)。由于原经互会组织的标准基本都采用前苏联标准，所以经互会组织标准只是标准代号的变更，如CT　C3B 1780—79即是ГОСТ 25307—82的起草稿。虽然已发生了前苏联和经互会国家的政治制度和国家体制的变化，但在工业标准化方面向国际标准靠拢的方向是经济发展的需要，目前，这些标准仍在执行中。

前苏联有关圆锥联结标准的特点是：总的体系与数表和国际标准保持一致，但其编写较详细、层次较清晰、实用较方便。标准中还给出了供设计参考的五个附件：圆锥直径公差、角度公差、形状公差之间的关系；圆锥角极限偏差的分布对锥体配合性质的影响；锥体极限轴向偏差的计算；圆锥联结极限基面距的计算；术语、代号。

为了清晰各同类标准与我国标准对照，列表3.3-22表示。

**表3.3-22　国际及主要工业国家锥度、角度及其公差标准对照**

| 国际标准 | 国　标 | 德　国 | 日　本 | 法　国 | 前苏联 |
|---|---|---|---|---|---|
| ISO 1119—1975《锥度与锥角系列》 | GB 159—89(等效采用国际标准) | DIN 254—1974 | JIS B0612—1978 | NF E01-011 | ГОСТ 8593—81 |
| ISO 2538—1974《楔与棱的角度系列》 | GB 4096—83(参照采用国际制) | | JIS B0615—1982 | NF E01-012 | ГОСТ 8908—81 |

（续）

| 国际标准 | 国　标 | 德　国 | 日　本 | 法　国 | 前苏联 |
|---|---|---|---|---|---|
| ISO 1947—1973《圆锥公差制》 | GB 11334—89（等效采用国际制）对 $T_{DS}$ 和 AT 关系有准确图解 | DIN 7178T1—1974 包括图纸标注部分 | JIS B0614—1978 给出了 AT 与 $L$ 的图解说明 | NF E02-300 | ГОСТ 25307—82 ГОСТ 8908—81 |
| ISO 2768.1—1989《一般公差：未注公差线性和角度尺寸公差》 | GB 11335—89（参照采用国际制） | DIN 7168T1—1981 | | NF E02-350 | ГОСТ 25307—82 |
| ISO 5166—1982《圆锥配合制》 | GB 12360—90（参照采用国际制）有三个附录：误差分析、轴向位移计算、基面距计算 | DIN 7178T2—1986 DIN7178T3（误差分析）DIN 7178T4（轴向位移计算） | JIS B0616—1984 未列入单个圆锥轴向位移计算 | | ГОСТ 25307—82 有五个附录：误差分析、轴向位移计算、基面距计算、标准术语对照表 |
| ISO 3040—1974 技术制图：锥体的尺寸和公差注法 | | DIN 7178T1—1974 包括标注部分 | | NF E04—557 给出了四种配合形成方式及特征 | |

## 7　综合介绍锥度、角度尺寸与公差的图样标注方法

国际标准化组织的制图标准(ISO3040)正在修订过程中。我国制图标准(GB4458.4—84)仅对锥度与斜度的尺寸标注法作了规定，关于圆锥公差的标注方法尚未制订。在其他主要工业国标准中也未作出正式规定，为此，对锥度、角度尺寸与公差的标注方法，只能作一个综合介绍。除 GB4458.4—84 的规定外，其他介绍都是供读者参考采用，待国家标准作出正式规定颁布后，以国家正式标准为准。

1) ISO 3040—1947 对圆锥尺寸的 4 种标注见图 3.3-34。

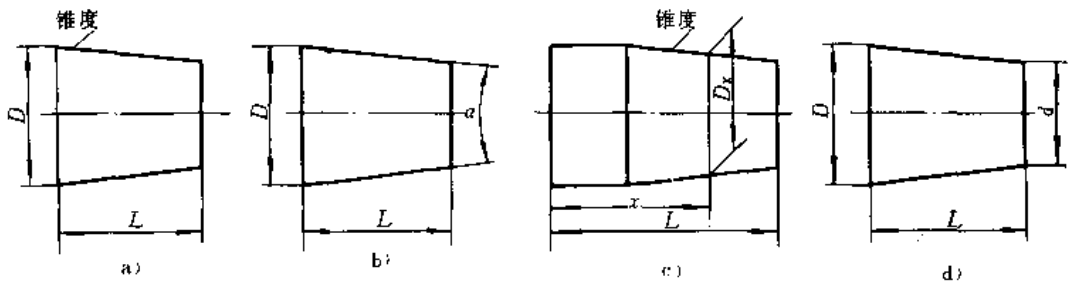



**图 3.3-34　圆锥尺寸标注方法**

a) 给出 D、L 锥度　b) 给出 $D$、$L$ 锥角　c) 给出 $D_x$、$x$、$L$　d) 给出 $D$、$d$、$L$ 锥度

若需要在图纸上给出补充尺寸，则需置于括号中。

2) ISO3040 对圆锥公差标注有两种方法：

线值尺寸标注法如图 3.3-35a、b、c 所示。

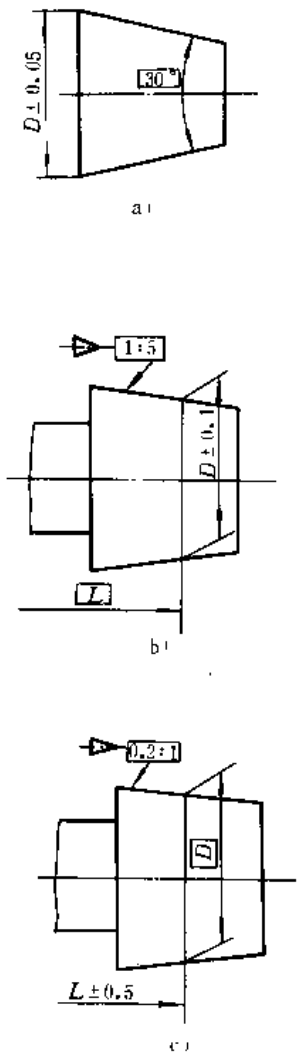



**图 3.3-35**　圆锥公差线值尺寸标注法

a）给出理论正确 $\alpha$、$T_D$

b）给出 $T_{DS}$、理论正确 $L$、$C$

c）给出理论正确 $D_x$、$C$、$L$ 公差

由 $T_{DS}$和 AT 标注的组合型公差带标注方法如图 3.3-36 所示。

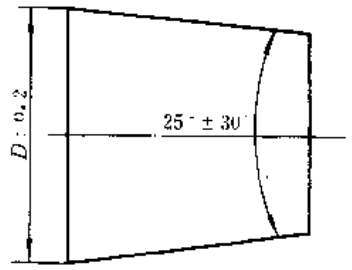



**图 3.3-36**　给出 $T_{DS}$和 AT 标注方法

在 ISO3040 修订中正在拟定的几种标注方法。其中Ⓣ符号标注方法，在 GB11334—89 中已作推荐，见图 3.3-37、图 3.3-38。

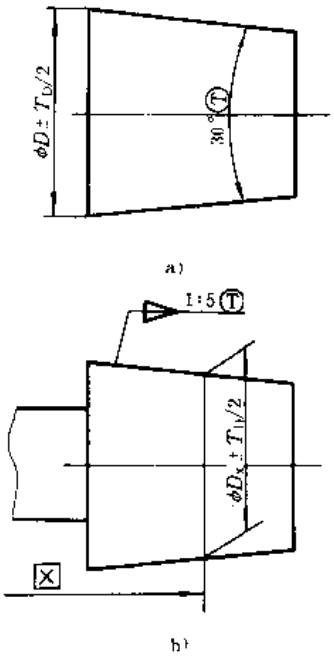



**图 3.3-37**　标注Ⓣ符号表示由 $T_D$ 或 $T_{DS}$构成极限圆锥

a）理论正确 $\alpha$、$T_D$　b）理论正确 $C$、$x$、$T_{DS}$

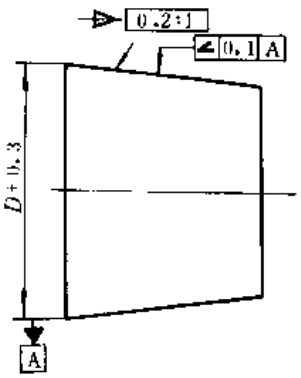



**图 3.3-38**　用形状公差标注的方法

3）GB4458.4—84 中规定的锥度、棱体斜度尺寸的标注方法和 ISO3040 规定基本相同，仅锥度的大、小端方向符号有区别。

# 第 4 篇　形状和位置公差

**主　编**　汪　恺
**编写人**　汪　恺（第 1～4、9 章）
　　宋　芸（第 5～8 章）
**审稿人**　舒森茂

形状和位置公差是控制零件点、线、面及其组合要素的实际形状和位置偏离理想状况的要求。是对机械零件在制造和装配过程中的几何精度的要求，并以此来保证产品质量和性能。它是发展和衡量产品质量和保证产品互换性要求的重要指标。

1980年由国家标准总局发布并于1981年7月1日实施的国家标准形状和位置公差是一项重要的技术基础标准，从术语定义、符号标注、公差值，误差检测等方面较全面系统的作出规定。目前已在各工厂企业，设计、科研院所，中等、高等院校全面、深入地贯彻。

早在1959年发布的国家标准《机械制图》中称此为“形状和位置偏差”。它仅规定了几个项目的文字和符号表示方法，没有相应的术语定义和公差解释，是采用50年代初期苏联ГОСТ标准的内容。

1970年发布的国家标准《机械制图》提出了在原标准基础上参考国际标准（ISO）的过渡标注方法。1975年开始推行当时在世界各国（包括原苏联）均已采用的ISO标准及其规定的几何公差的框格标注方法。我国制订和发布了GB 1180—74《机械制图　表面形状和位置公差代号及其注法》，GB 1183—75《表面形状和位置公差　术语及定义》和GB 1184—75《表面形状和位置公差　公差值》三个标准。这三个国家标准分别对表面形状和位置公差的标注方法，名词术语，概念解释及公差数值等作了统一规定。由于那时尚未提出采用国际标准的方针政策，此标准涉及面又很广，作为试行标准发布，受到广大工程技术人员的欢迎。

1980年发布了4个正式国家标准即GB 1182－80《形状和位置公差　代号及其标注》，GB 1183—80《形状和位置公差　术语及定义》，GB 1184—80《形状和位置公差未注公差的规定》，GB 1958—80《形状和位置公差　检测规定》。

在上述标准的基础上，我国又陆续制订和发布了下列国家标准：GB4249—84《公差原则》，GB 4380—84《确定圆度误差的方法　两点、三点法》，GB 7234—87《圆度测量　术语、定义及参数》，GB 7235—87《评定圆度误差的方法　半径变化量测量》，GB 8069—87　位置量规》，GB 11336—89《直线度误差检测》，GB 11337—89《平面度误差检测》及GB 13319—91《形状和位置公差　位置度公差》。

随着科学技术的发展，根据基础标准应等效、等同采用国际标准的方针，全国形位公差标准化技术委员会又组织修订了80年的标准GB1182～GB1184和GB4249并新制订了《最大实体要求、最小实体和可逆要求》国家标准1996年由国家技术监督局发布为GB/T1182—1996《形状和位置公差　通则、定义、符号和图样表示法》；

GB/T1184—1996《形状和位置公差—未注公差值》GB/T4249—1996《公差原则》GB/T ×××××—1996《形状和位置公差最大实体要求、最小实体要求和可逆要求》及有关内容在误差检测方面除全面介绍GB 1958—80外，还着重介绍了GB 11336，GB 11337和GB 4380 3等有关直线度，平面度和圆度检测的标准。

# 第1章　术语及定义

## 1　标准的主要内容（GB/T1182～1996—80，GB 1958—80，GB/T 4249—84，GB/T16676—1996）

### 1.1　形状和位置公差（GB1183－80，GB 4249—80）

（1）形状公差　单一实际要素的形状所允许的变动全量。

（2）位置公差　关联实际要素的位置对基准所允许的变动全量。

位置公差分定向公差、定位公差和跳动公差。

（3）形位公差各项目分类见表4.1-1。

**表4.1-1　形位公差项目分类**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 形状公差 | 直线度 | 位置公差 | 定向 | 平行度 |
| | 平面度 | | | 垂直度 |
| | 圆　度 | | | 倾斜度 |
| | 圆柱度 | | 定位 | 同轴度 |
| | 线轮廓度 | | | 对称度 |
| | 面轮廓度 | | | 位置度 |
| | | | 跳动 | 圆跳动 |
| | | | | 全跳动 |

（4）定向公差　关联实际要素对基准在方向上允许的变动全量。

（5）定位公差　关联实际要素对基准在位置上允

许的变动全量。

(6) 跳动公差　关联实际要素绕基准回转一周或连续回转时所允许的最大跳动量。

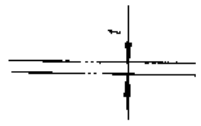
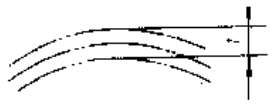
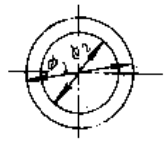
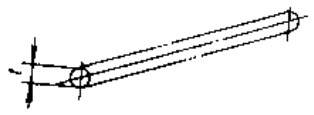
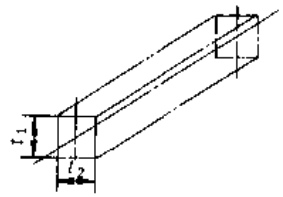
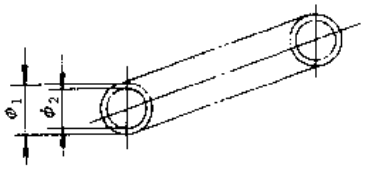
(7) 形状和位置的公差带　限制实际要素变动的区域。

公差带的主要形式见表 4.1-2。

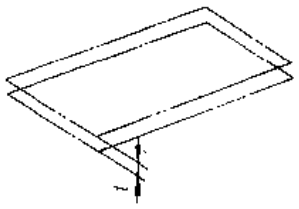
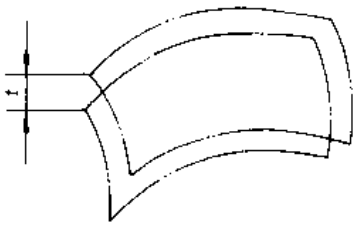
(8) 要素　构成零件几何特征的点、线、面。

(9) 理想要素　具有几何学意义的要素，见图 4.1-1。

**表 4.1-2　公差带的主要形式**

| | |
|---|---|
| 两平行直线 |  |
| 两等距曲线 |  |
| 两同心圆 |  |
| 一个圆 | |
| 一个球 | |
| 一个圆柱 |  |
| 一个四棱柱 |  |
| 两同轴圆柱 |  |

(续)

| | |
|---|---|
| 两平行平面 |  |
| 两等距曲面 |  |

注：公差带的形状、方向、位置、大小（公差值）由零件的功能和互换性要求来确定。

(10) 实际要素　零件上实际存在的要素。测量时由测得要素来代替。此时它并非该要素的真实状况。

(11) 被测要素：给出了形状或（和）位置公差的要素。

(12) 基准要素：用来确定被测要素方向或（和）位置的要素。

(13) 单一要素：仅对其本身给出形状公差要求的要素。

(14) 关联要素：对其他要素有功能关系的要素

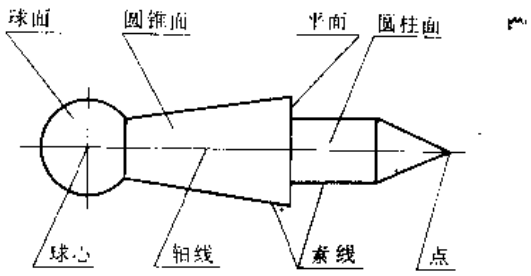



**图　4.1-1**

(15) 理想基准要素（基准）　确定要素间几何关系的依据，分别称为基准点，基准直线（轴线）和基准平面（中心平面）。

(16) 单一基准要素　作为单一基准使用的单个要素。

(17) 组合基准要素：作为单一基准使用的一组要素。

(18) 三基面体系：由三个互相垂直的基准平面组成的基准体系，它的三个平面是确定和测量零件上各要素几何关系的起点。

(19) 基准目标：为构成基准体系的各基准平面而在要素上指定的点、线、面。

(20)理论正确尺寸:确定被测要素的理想形状、方向、位置的尺寸。该尺寸不附带公差。

(21) 几何图框:确定一组理想要素之间(用4.1-2)和(或)它们与基准之间(图4.1-3)正确几何关系的图形。

(22) 延伸公差带:根据零件的功能要求,位置度和对称度公差带需延伸到被测要素的长度界限之外时,该公差带称延伸公差带。

(23) 独立原则:图样上给定的形位公差与尺寸公差相互无关,分别满足要求的公差原则。

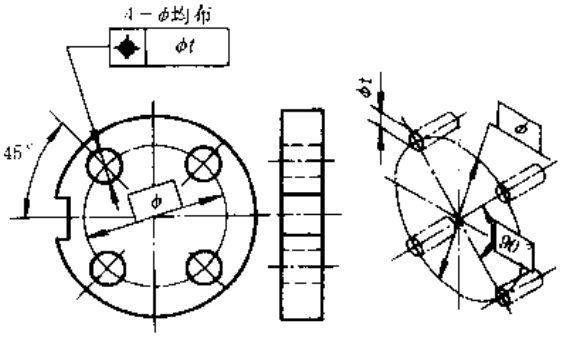



图 4.1-2

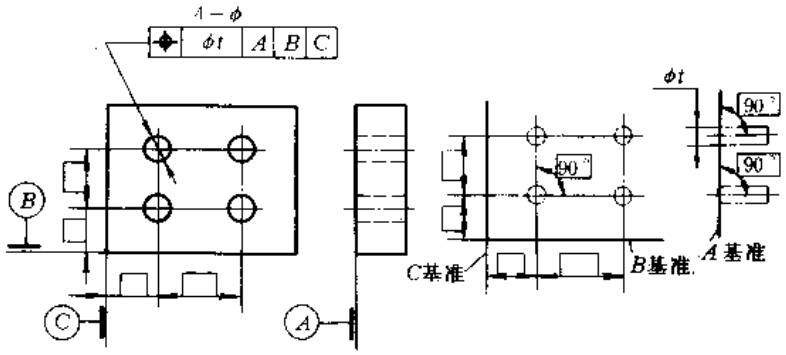



图 4.1-3

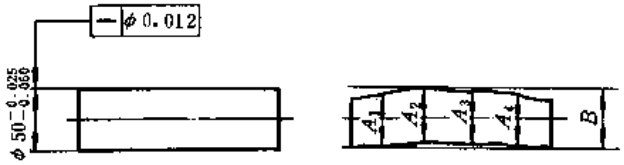
(24) 相关要求:图样上给定的形位公差与尺寸公差相互有关的公差原则。

(25)局部实际尺寸:在实际要素的任意正截面上,两测量点之间测得的距离(图4.1-4)。

(26) 体外作用尺寸:

在被测要素的给定长度上,与实际内表面体外相接的最大理想面或与实际外表面体外相接的最小理想面的直径或宽度,(图4.1-4)

对于关联要素,该理想面的轴线或中心平面必须与基准保持图样给定的几何关系(图4.1-5)。




A— 局部实际尺寸:49.95……49.975
B—单一要素的体外作用尺寸为:
φ 49.95…… φ 49.987

图 4.1-4

(27) 体内作用尺寸

在被测要素的给定长度上,与实际内表面体内相接的最小理想面或与实际外表面体内相接的最大理想面的直径或宽度。

对于关联要素,该理想面的轴线或中心平面必须与基准保持图样给定的几何关系。

(28) 最大实体状态(MMC)

实际要素在给定长度上处处位于尺寸极限之内并具有实体最大时的状态。

(29) 最大实体尺寸(MMS)

实际要素在最大实体状态下的极限尺寸。对于外表面为最大极限尺寸,对于内表面为最小极限尺寸。

(30) 最小实体状态(LMC)

实际要素在给定长度上处处位于尺寸极限之内并具有实体最小时的状态。

最小实体尺寸(LMC)

实际要素在最小实体状态下的极限尺寸。对于外表面为最小极限尺寸,对于内表面为最大极限尺寸。

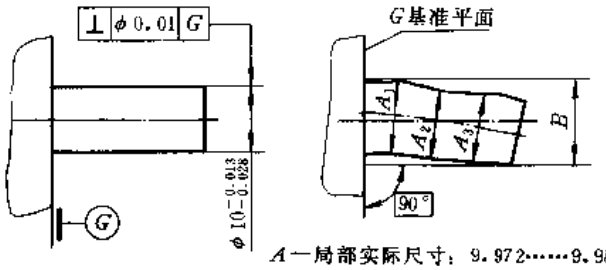
(31) 最大实体实效状态(MMVC)

在给定长度上,实际要素处于最大实体状态且其中心要素的形状或位置误差等于给出公差值时的综合极限状态,单一要素最大实体实效状态见图4.1-6,关联要素最大实体实效状态见图4.1-7。

(32) 最大实体实效尺寸(MMVC)

最大实体实效状态下的体外作用尺寸。

对于内表面为最大实体尺寸减形位公差值(加注符号Ⓜ的);对于外表面为最大实体尺寸加形位公差值(加注符号Ⓜ的)。




A—局部实际尺寸：9.972……9.987
B—关联要素的体外作用尺寸为：
φ9.972……φ9.997

图　4.1-5

(33) 最小实体实效状态（LMVC）

在给定长度上，实际要素处于最小实体状态，且其中心要素的形状或位置误差等于给出公差值时的综合极限状态。

(34) 最小实体实效尺寸（LMVC）

最小实体实效状态下的体内作用尺寸。

对于内表面为最小实体尺寸加形位公差值（加注符号Ⓛ的）；对于外表面为最小实体尺寸减形位公差值（加注符号Ⓛ的）。

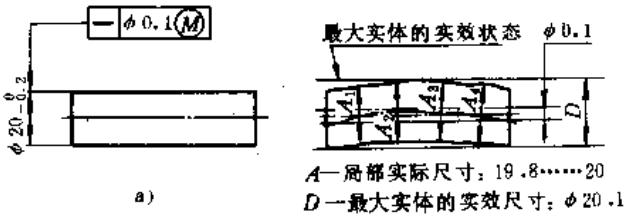
(35) 边界　Boundary

由设计给定的具有理想形状的极限包容面。

边界的尺寸为极限包容面的直径或距离。

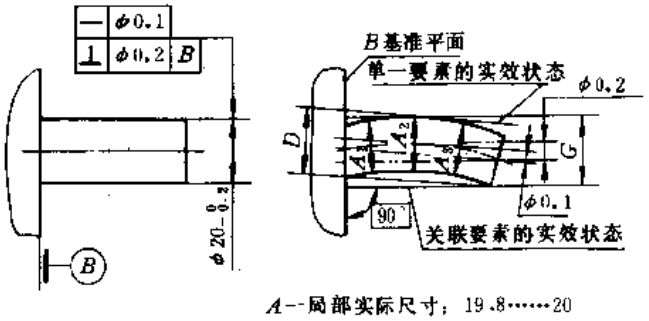
(36) 最大实体边界（MMB）

尺寸为最大实体尺寸的边界




A—局部实际尺寸：19.8……20
D—最大实体的实效尺寸：φ20.1

图　4.1-6




A—局部实际尺寸：19.8……20
D—单一要素的实效尺寸：φ20.1
G—关联要素的实效尺寸：φ20.2

图　4.1-7

(37) 最小实体边界（LMB）

尺寸为最小实体尺寸的边界。

(38) 最大实体实效边界（MMVB）

尺寸为最大实体实效尺寸的边界。

(39) 最小实体实效边界（LMVB）

尺寸为最小实体实效尺寸的边界。

(40) 最大实体要求（MMR）

被测要素的实际轮廓应遵守其最大实体实效边界，当其实际尺寸偏离最大实体尺寸时，允许其形位误差值超出在最大实体状态下给出的公差值的一种要求。

(41) 最小实体要求（LMR）

被测要素的实际轮廓应遵守其最小实体实效边界，当其实际尺寸偏离最小实体尺寸时，允许其形位误差值超出在最小实体状态下给出的公差值的一种要求。

(42) 可逆要求（RR）

中心要素的形位误差值小于给出的形位公差值时，允许在满足零件功能要求的前提下扩大尺寸公差。

(42.1) 可逆要求用于最大实体要求：

被测要素的实际轮廓应遵守其最大实体实效边界，当其实际尺寸偏离最大实体尺寸时，允许其形位误差值超出在最大实体状态下给出的形位公差值。当其形位误差值小于给出的形位公差值时，也允许其实际尺寸超出最大实际尺寸的一种要求。

(42.2) 可逆要求用于最小实体要求：

被测要素的实际轮廓应遵守其最小实体实效边界，当其实际尺寸偏离最小实体尺寸时，允许其形位误差值超出在最小实体状态下给出的形位公差值。当其形位误差值小于给出的形位公差值时，也允许其实际尺寸超出最小实体尺寸的一种要求。

(43) 零形位公差

被测要素采用最大实体要求或最小实体要求时，其给出的形位公差值为零，用○"Ⓜ"或○"Ⓛ"表示。

(44) 包容要求（包容原则）　要求实际要素处处

位于具有理想形状的包容面内的一种相关原则要求。包容要求应遵守其最大实体边界，其面部实际尺寸不能超出最小实体尺寸。

(45)线性尺寸公差　线性尺寸公差仅控制要素局部实际尺寸的变动量，不控制要素本身的形状误差(如圆柱要素的圆度和直线度误差或平行表面的平面度误差)。线性尺寸公差用线性量表示。

遵守独立原则时，线性尺寸一般用两点法测量。

(46)角度公差　角度公差仅控制被测要素与理想要素之间的角度变动量，不控制被测要素的形状误差，且理想要素的位置应符合最小条件。角度公差用相应的角度量表示。

## 1.2　形状和位置误差

(1) 形位误差　被测实际要素对其理想要素的变动量。

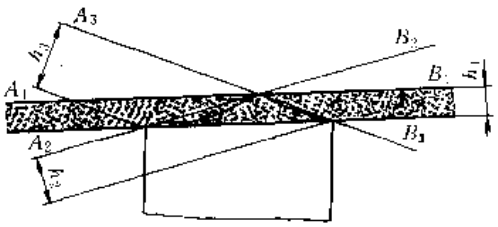
(2) 形状误差　被测实际要素对其理想要素的变动量，理想要素的位置应符合最小条件。

1) 对于中心要素（轴线，中心面，中心线等）其理想要素位于被测实际要素之中。

2) 对于轮廓要素（线、面轮廓度除外）其理想要素位于实体之外且与被测实际要素相接触。

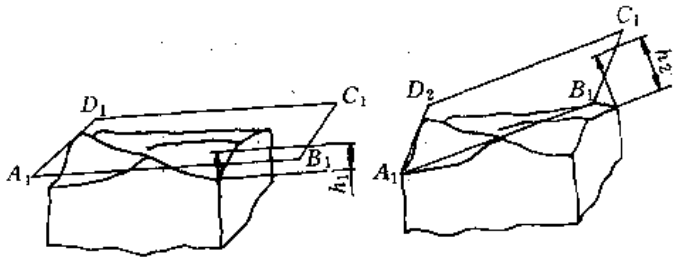
(3) 最小条件　被测实际要素对其理想要素的最大变动量为最小。

①　形状误差值用最小包容区域(简称最小区域)的宽度或直径表示。



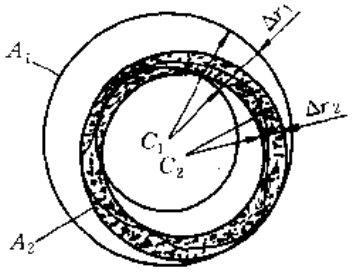

$h_1<h_2<\cdots$
$h_1$ 为最小区域的宽度

图　4.1-8



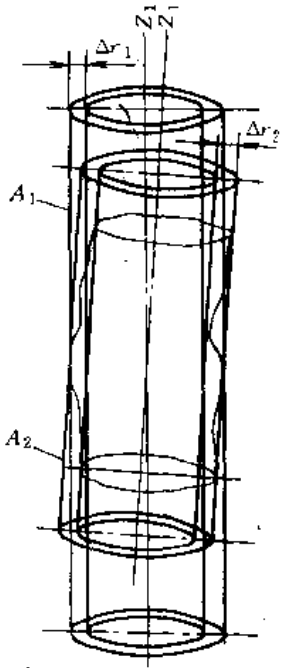

$h_1<h_2<\cdots$
$h_1$ 为最小区域的宽度

图　4.1-9




$\Delta r_2<\Delta r_1<\cdots$
$\Delta r_2$ 为最小半径差

图　4.1-10




$\Delta r_2<\Delta r_1<\cdots$
$\Delta r_2$ 为最小半径差

图　4.1-11

②　最小区域是指包容被测实际要素时，具有最小宽度 $f$ 或直径 $\phi f$ 的包容区域如图 4.1-8～图 4.1-12 所示。

③　各误差项目最小区域的形状分别和各自的公差带形状一致，但宽度(或直径)由被测实际要素本身决定。

最小条件是评定形状误差的基本原则，在满足零件功能要求的前提下，允许采用近似方法来评定形状误差。

(4) 位置误差　被测实际要素对其理想要素的变动量，理想要素是相对于基准确定的。

1)定向误差　被测实际要素对一具有确定方向的

理想要素的变动量，理想要素的方向由基准确定。

① 定向误差值用定向最小包容区域（简称定向最小区域）的宽度或直径表示。

② 定向最小区域是指按理想要素的方向来包容被测实际要素时，具有最小宽度 $f$ 或直径 $\phi f$ 的包容区域，如图 4.1-12 所示。

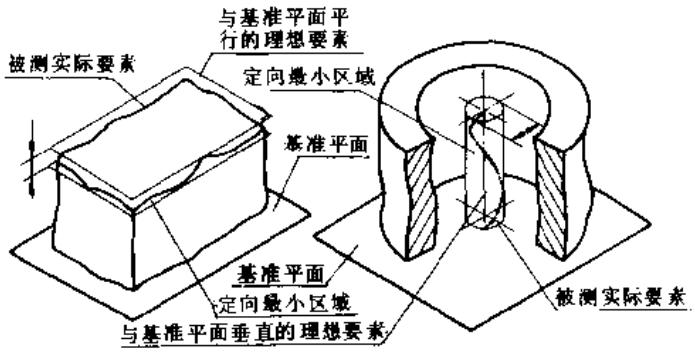



图 4.1-12

③ 各误差项目定向最小区域的形状分别和各自的公差带形状一致，但宽度（或直径）由被测实际要素本身决定。

2）定位误差　被测实际要素对一具有确定位置的理想要素的变动量，理想要素的位置由基准和理论正确尺寸确定。对于同轴度和对称度，理论正确尺寸为零。

① 定位误差值用定位最小包容区域（简称定位最小区域）的宽度或直径表示。

② 定位最小区域是指以理想要素定位来包容被测实际要素时，具有最小宽度 $f$ 或直径 $\phi f$ 的包容区域，如图 4.1-13a、b、c 所示。

③ 各误差项目定位最小区域的形状分别和各自的公差带形状一致，但宽度（或直径）由被测实际要素本身决定。

3）跳动　被测实际要素绕基准轴线作无轴向移动回转时，指示器在给定方向上测得的最大与最小读数之差。

① 圆跳动：被测实际要素绕基准轴线作无轴向移动回转一周时，由位置固定的指示器在给定方向上测得的最大与最小读数之差。

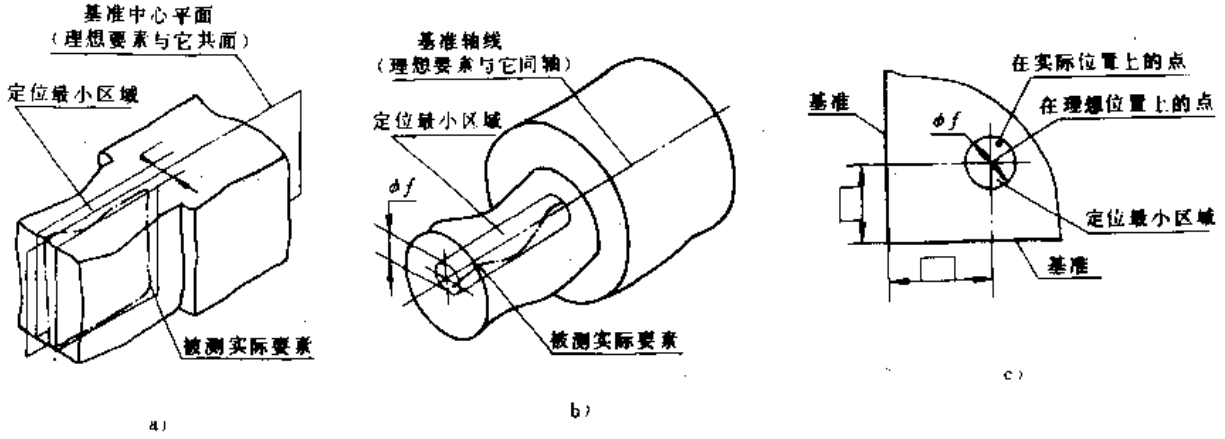



图 4.1-13

② 全跳动：被测实际要素绕基准轴线作无轴向移动回转，同时指示器沿理想素 线连续移动（或被测实际要素每回转一周，指示器沿理想素线作间断移动），由指示器在给定方向上测得的最大与最小读数之差。

## 2　应用要点

该标准从术语到概念与国际标准和国外先进工业国家标准一致，掌握标准中的要点，就能准确的理解各国工程图样及技术文件中所提及的有关技术词汇。

### 2.1　公差、允差、偏差、误差

（1）公差和允差

在形状和位置公差及其他互换性基础标准中均已采用公差概念，并明确了误差和偏差的含义。

公差为所允许的变动量。尺寸公差为所允许尺寸的变动量，形位公差为所允许形位的变动量。它是一个范围值。尺寸公差是最大极限尺寸与最小极限尺寸之代数差（绝对值）。形位公差则是一个范围值 $t$，没有最大极限尺寸或最小极限尺寸之要求，而是受由 $t$ 值（$\phi t$ 值）所形成公差带之限制。

允差是“允许误差”之简称，即所允许的最大误差

值，1959 年国家标准 GB 130—59 中用此术语，如“不平度允差 0.02”。1974 年和 1975 年分别发布的各项形状和位置公差标准已将“允差”改为“公差”，因为两者含义是一样的，没有必要同时采用两种名称。但在机床行业目前尚采用“允差”，但给予特定的含义。

(2)“偏差”和“误差”

偏差是某一尺寸减其基本尺寸的代数差。《公差与配合》标准中规定了“上偏差”、“下偏差”、“极限偏差”和“实际偏差”的定义。偏差是对基本尺寸而言的。上、下偏差均为极限偏差，是图样中给定的，实际偏差则是实际尺寸与基本尺寸之差，有正负之分。

1959 年机械制图国家标准 GB 130—59 中将形位公差分别标为“表面形状偏差”和“表面位置偏差”，该标准是采用 40 年代苏联标准 ГОСТ 中的规定，用极限偏差值来限制要素的变动量，即控制它对贴切轮廓[㊀]的偏离，用偏差值控制。

误差是个广义的概念，零件的制造误差包括加工误差与测量误差。

由于存在加工误差，对同样条件下加工的一批零件，其实际尺寸是变动的，形成尺寸误差。对一个零件的同一表面（线），各点的实际尺寸相对给定尺寸是变动的，形成形状误差。由同一零件各个实际点、线、面与理想位置（包括方向）之间的关系看，也是处处变动的，形成位置误差。由于存在测量误差，测得的实际尺寸不会是零件要素的客观真值，产生了测量误差。

因此误差是由各种方法获得的实际值与真值之差，也即实际值相对于理想值之差。

零件要素的形状和位置的实际变动，是实际要素与其理想要素之差，是误差的概念，用偏差不合适，因此称形状误差、位置误差，而不称偏差。

(3) 基准，理想基准要素与实际基准要素

图样上所标出的基准点、基准线、基准面统称基准，是图样上要求的理想要素，不带任何形状误差。

实际基准要素是零件上作为基准的点、线、面。这些实际要素均带有形状误差，但应具有较高的精度，作为检测被测要素形位误差的出发点。

## 2.2　“公差带＋最小条件”与贴切概念

如何限制实际要素的变动范围是控制形位误差的主要问题。我国老标准和 60 年代苏联、东欧标准用极限偏差值限制其变动量。ISO 和英，美，原西德，加拿大，法国等先进工业国家则采用公差带限制其变动范围。

1980 年发布的《形状和位置公差》国家标准，全面引进了国际上普遍采用的“公差带＋最小条件”，即以公差带限制误差，以最小条件确定理想要素的位置，以此为评定基准确定误差的大小。

60 年代的东欧和苏联各国所采用的贴切概念是以贴切轮廓（贴切线、贴切图、贴切表面）作为理想要素。被测要素与贴切要素的偏离量为偏差值。

贴切轮廓是从材料的外面与实际轮廓相切，且与实际轮廓之间的最大距离为最小的几何理想轮廓。

我国在贯彻 80 年标准以前所采用的也是贴切概念。

“公差带＋最小条件”与“贴切概念”的主要区别见表 4.1-3。

表　4.1-3

| 区别点 | 公差带＋最小条件 | 贴切概念 |
|---|---|---|
| 控制值 | 被测要素与理想要素的变动量。误差值 | 被测要素与贴切轮廓之偏离量。偏差值 |
| 给出要求 | 以 $t$ 为宽度或以 $\phi t$ 为直径的各种形状公差带 | 极限偏差值 |
| 理想要素位置 | 在材料之外或材料之中 | 在材料之外 |
| 位置误差 | 被测要素位置和形状误差的综合值。同一要素的位置误差同时控制形状误差但排除表面粗糙度 | 排除了形状误差和表面粗糙度 |
| 公差值和误差值的计算 | 全值 | 半值 |

## 2.3　其他要点

(1) 1980 年及 1996 年标准把名称改为《形状和位置公差》取消 74 年标准名称中的“表面”二字。这是因为形状和位置所控制的要素不仅是轮廓要素而且包括中心要素如中心线，轴线，中心平面，中心点等。把“表面”放入是不合适的。

(2) 1975 年标准和 1959 年标准，不论给定值（公差值，极限偏差值）还是测得值（误差，偏差）都是半值如 1959 年标准中规定所控制的是偏离贴切轮廓的值。1975 年标准规定不同轴度与位移度的值是 $R$ 值不对称度的值是 $\frac{t}{2}$，这个规定是考虑到由偏差概念到公差带概念的过渡需要。

---

㊀ 贴切轮廓见 2.2

1980年及1996年标准全面采用ISO标准所有公差值和误差值均是全值，在标准中规定其为“变动全量”。同轴度为$\phi$值，位置度为$\phi$值，对称度为全值。

(3) 1980年及1996年标准中对各项目名称均采用正意的称呼，是为了与ISO及各国标准称呼一致，便于交流。1975年及1959年标准是采用原苏联、东欧标准用反意称呼如不直度，不平度等。

## 3　名词术语新旧标准对照

**表4.1-4　名词术语新旧对照**

| GB/T 1182—1996<br>GB 1183—80 | GB 1183—75 | GB 130—59 |
|---|---|---|
| 形状和位置公差 | 表面形状和位置公差 | 表面形状和位置偏差 |
| 公差 | 公差 | 允差，极限偏差 |
| 直线度 | 不直度 | 不直度 |
| 平面度 | 不平度 | 不平度 |
| 圆度 | 不圆度 | 无 |
| 圆度并附加检测符号 | 椭圆度 | 椭圆度 |
| 圆度并附加检测符号 | 不圆度 | 多棱性 |
| 圆柱度 | 不圆柱度 | 无 |
| 圆柱度+附加符号 | 不柱度 | 圆锥度，鼓形度轴线弯曲度 |
| 线轮廓度 | 无 | 无 |
| 面轮廓度 | 无 | 无 |
| 平行度 | 不平行度 | 不平行度 |
| 垂直度 | 不垂直度 | 不垂直度 |
| 倾斜度 | 无 | 无 |
| 同轴度（同心度）① | 不同轴度 | 不同心度 |
| 对称度 | 不对称度 | 不对称度 |
| 位置度 | 位移度 | 轴线歪斜度<br>轴线不相交度 |
| 圆跳动 径向圆跳动 | 径向跳动 | 径向跳动 |
| 圆跳动 端面圆跳动 | 端面跳动 | 无 |
| 斜向圆跳动 | 无 | 无 |
| 全跳动 径向全跳动 | 无 | 无 |
| 全跳动 端面全跳动 | 无 | 无 |

① 1996年标准增加“同心度”。

1980年及1996年标准全面地规定了零件功能要求的各个项目及其定义，项目名称也与旧标准有所不同，现将名词术语新旧标准对照表列于表4.1-4。由于1959年标准在部分生产领域中仍在使用，在对照表中也列出1959年标准的内容，旧的标准早已废除和被取代，今后不应再出现被取代的名词了。

**4　名词术语与ISO及国外先进工业国家标准对照见第2章中表4.2-9。**

# 第2章　代号及标注（GB/T 1182—1996）

形位公差的代号和标注是表达设计人员要求的技术语言，必须遵守，以利于国内国际的信息交换与技术交流。

形位公差采用公差带概念后必须有相应的表示公差带及其要求的符号、代号和标注方法，这就是国际间通用的框格标注法。此方法自1980年标准发布后已在各工厂、企业、学校、科研、设计院所得到全面的贯彻，但在表达时仍然存在一些带有普遍性的错误。本章除介绍标准内容和应用示例外还提出一些常见错误，以引起读者注意。

## 1　标准规定

### 1.1　总则

(1) 本标准规定了技术图样中形状和位置公差（简称形位公差）的标注方法。

(2) 对形位公差有特殊要求（包括高精度和低精度）时，均应在图样中按本标准规定的标注方法注出。图样中未注出的形位公差应符合GB/T 1184—1996的规定。

(3) 在技术图样中，形位公差应采用代号标注。当无法采用代号标注时，允许在技术要求中用文字说明。

(4) 图样中给定的形位公差，仅表达对要素完工时

的要求，应根据零件的功能要求来确定。一般不限制工艺和检测方法，如需指定工艺或检测方法，则应另加说明。

## 1.2　符号

（1）基本符号

1）各项目符号见表 4.2-1。

**表　4.2-1**

| 分　类 | 项　目 | 符　号 | 分　类 | | 项　目 | 符　号 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 形状公差 | 直线度 | — | 位置公差 | 定向 | 平行度 | // |
| | 平面度 | ▱ | | | 垂直度 | ⊥ |
| | 圆度 | ○ | | | 倾斜度 | ∠ |
| | 圆柱度 | ⌭ | | 定位 | 位置度 | ⌖ |
| 形状公差或位置公差 | 线轮廓度 | ⌒ | | | 同轴度（同心度） | ◎ |
| | 面轮廓度 | ⌓ | | | 对称度 | ⌯ |
| | | | | 跳动 | 圆跳动 | ↗ |
| | | | | | 全跳动 | ⌰ |

2）基准符号与公差值符号见表 4.2-2。

**表　4.2-2**

| 基准符号 | | 公差值符号 | | |
|---|---|---|---|---|
| 基准 | —— | 公差值 | | 以 mm 为单位的数值 $t$ |
| 基准要素 | $A$、$B$、$C$、$D$…拉丁字母 $A_1A_2$，$B_1B_2$ ……（$E$、$I$、$J$、$M$、$O$、$P$、$L_1$、$R_1$、$F$ 不用） | 公差带 | 圆形 | $\phi t$ |
| | | | 圆柱形 | $\phi t$ |
| | | | 球形 | $S\phi t$ |
| | | | 非圆形 | $t$ |

（2）附加符号

附加符号及其含义见表 4.2-3

**表　4.2-3**

| 符　号 | 意　义 |
|---|---|
| Ⓜ | 最大实体要求 |
| Ⓛ | 最小实体要求 |
| Ⓡ | 可逆要求 |
| Ⓟ | 延伸公差带 |
| Ⓕ | 自由状态条件 |
| Ⓔ | 包容原则（单一要素） |
| 50 | 理论正确尺寸 |
| $\frac{\phi 20}{A1}$ | 基准目标 |
| (+) | 若被测要素有误差，则只许中间向材料外凸起 |
| (−) | 若被测要素有误差，则只许中间向材料内凹下 |
| (◁)<br>(▷) | 若被测要素有误差，则只许按符号的（小端）方向逐渐减小 |

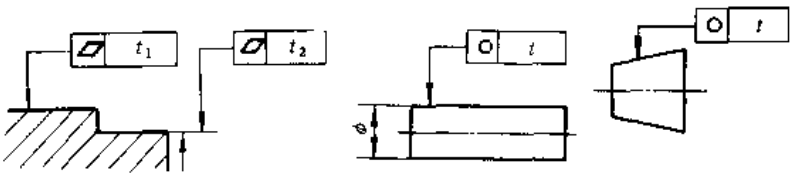
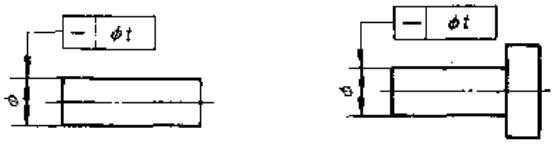
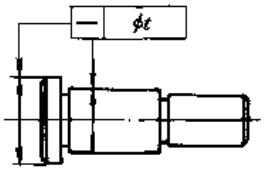
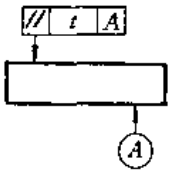
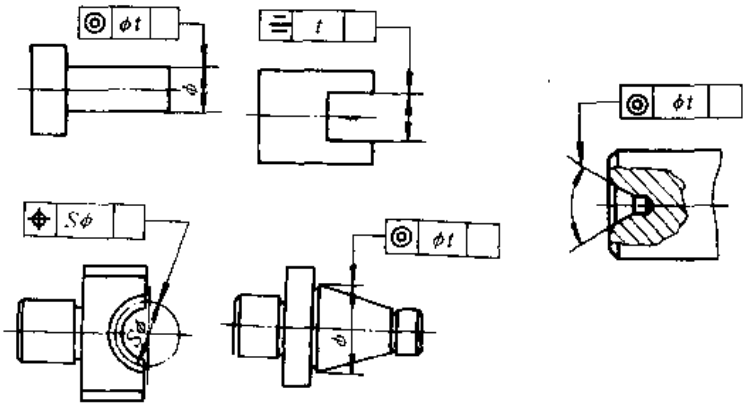
## 1.3　代号及框格标注

形位公差代号包括：

形位公差有关项目的符号，见表 4.2-1；

形位公差框格和指引线，见表 4.2-4；形位公差数值和其他有关附加符号，见表 4.2-5，基准代号见表 4.2-6，基准代号的标注见表 4.2-7。

表 4.2-4

| | | | |
|---|---|---|---|
| 形状公差 | 轮廓要素 | |  |
| | 中心要素 | 单一轴线 |  |
| | | 公共轴线 |  |
| 位置公差 | 轮廓要素 | 指定基准 | |
| | | 任选基准 |  |
| | 中心要素 | 单一要素 |  |

（续）

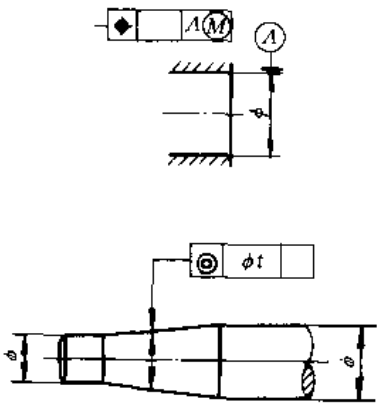
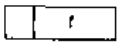
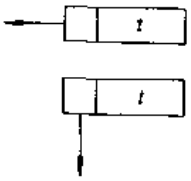
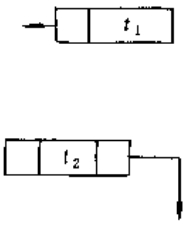
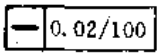
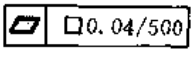
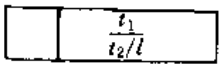
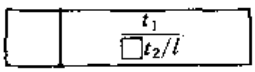
| | | | |
|---|---|---|---|
| 位置公差 | 中心要素 | 公共要素 |  |

表 4.2-5

| | 公差带要求 | 标注 | 示例 |
|---|---|---|---|
| 一般要求 | 距离为 $t$ 的两平行直线 | $t$ | |
| | 距离为 $t$ 的两平行平面 | $t$ |  |
| | 水平方向与垂直方向距离均为 $t$ 的两组平行平面 | $t$<br>$t$ |  |
| | 水平方向为 $t_1$，垂直方向为 $t_2$ 的两组平行平面 | $t_1$<br>$t_2$ |  |
| | 素线上任意 $a$ 长度内，距离为公差值 $t$ 的两平行直线 | $t/l$ |  |
| | 表面上任意 $a\times a$ 范围内距离为 $t$ 的两平行平面 | $t/\square l$ |  |
| | 不仅给出任一长度（范围）的公差值，还需给出全长（整个要素）的公差值 | $\frac{t_1}{t_2/l}$ |  |
| | 分子表示全长（整个要素）的公差值，分母表示给定长度（范围）的公差值 | $\frac{t_1}{t_2/\square l}$ |  |

（续）

| | 公差带要求 | | 标注 | 示例 |
|---|---|---|---|---|
| 一般要求 | 公差值为 $t$ 的两同心圆 | | $t$ | |
| | 公差值为 $t$ 的两同轴圆柱面 | | $t$ | |
| | 距离为 $t$ 的两包络线 | | $t$ | |
| | 距离为 $t$ 的两包络面 | | $t$ | |
| | 直径为 $t$ 的圆 | | $\phi t$ | $\phi t$ |
| | 直径为 $t$ 的圆柱面 | | $\phi t$ | |
| | 直径为 $t$ 的球 | | $S\phi t$ | $S\phi t$ |
| 特殊要求 | 素线或平面其误差只许中间向材料外凸起 | | $t$（+） | $t$（+） |
| | 素线或平面其误差只许中间向材料内凹下 | | $t$（−） | $t$（−） |
| | 要素的误差只许按符号的小端方向逐渐减少 | | $t$（▷）<br>$\phi t$（◁） | $t$（▷）<br>$\phi t$（◁） |
| 附加要求 | 被测要素采用包容要求 | 单一要素 | 尺寸公差后加注Ⓔ | $\phi$10h6Ⓔ |
| | | 关联要素 | 0Ⓜ | ⊥ $\phi$0Ⓜ |
| | 被测要素采用最大实体要求 | | $\phi t$Ⓜ | $\phi t$Ⓜ |
| | | | $t$Ⓜ | $t$Ⓜ |
| | 被测要素采用延伸公差带 | | $\phi t$Ⓟ | $\phi t$Ⓟ |
| | | | $t$Ⓟ | $t$Ⓟ |

表 4.2-6

| | | |
|---|---|---|
| 基准代号 | 指定基准 | A |
| | 任选基准 | A |

（续）

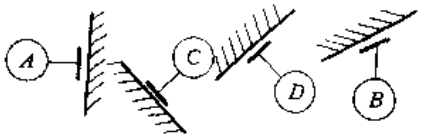
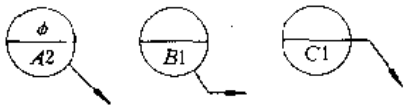
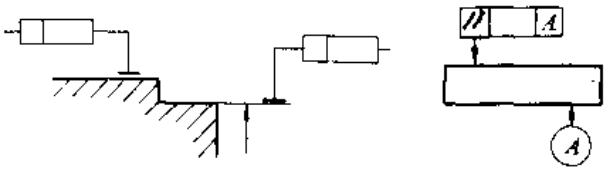
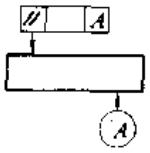
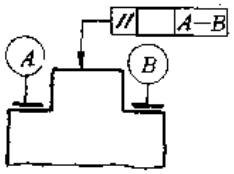
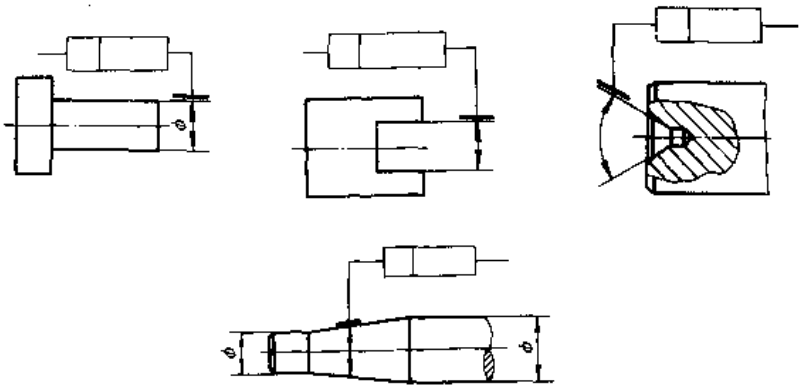
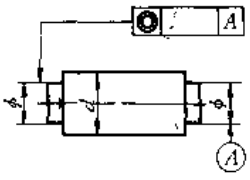
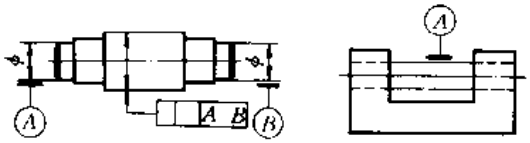
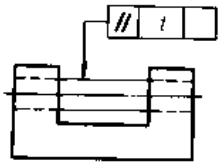
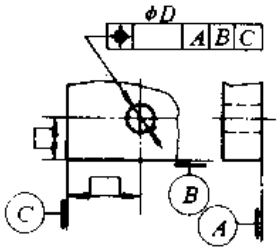
| | |
|---|---|
| 不同方向轮廓线的基准代号（字母均应水平书写） |  |
| 基准目标代号 |  |

表 4.2-7

| | | |
|---|---|---|
| 轮廓要素 | 指定基准 |  |
| | 任选基准 |  |
| | 公共基准 |  |
| 中心要素 | 指定基准 |  |
| | 任选基准 |  |

（续）

| | | |
|---|---|---|
| 中心要素 | 公共基准 |  |
| | 基准采用Ⓜ |  |
| 三基面体系 | |  |

## 1.4　规定注法

（1）当基准要素为圆锥体的轴线时，基准符号应与圆锥体的大端（或小端）直径尺寸线对齐（图 4.2-1）

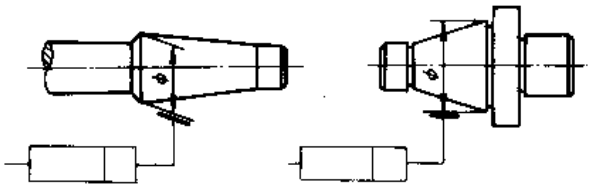


图　4.2-1

（2）当同一个被测要素有多项形位公差要求，其标注方法又是一致时，可以将这些框格绘制在一起，并引用一根指引线，（图 4.2-2）

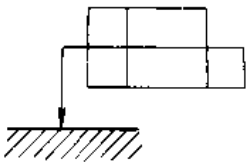


图　4.2-2

（3）当采用相关要求并对补偿值加以限制时，应将对补偿值加以限制的公差框格画在下方（图 4.2-3）。

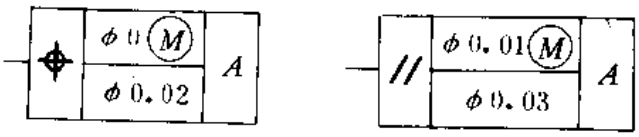



图　4.2-3

（4）对于复合位置度公差，应将孔组相对于基准体系位置度要求的公差框格画在上方，而对孔组内各孔之间位置度要求的公差框格画在下方（图 4.2-4）。

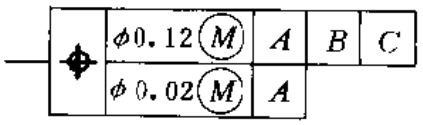



图　4.2-4

（5）为了说明公差框格中所标注的形位公差的其它附加要求，框格的周围（一般是上方或下方）附加文字说明。

在用文字作附加说明时，属于被测要素数量的说明，应写在公差框格的上方，属于解释性的说明（包括

对测量方法的要求）应写在公差框格的下方（图 4.2-5）。

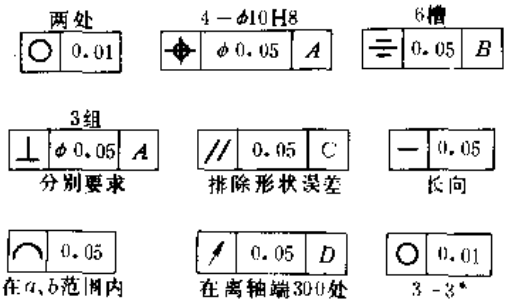



图　4.2-5

（6）当被测要素不是螺纹中径的轴线时，则应在框格附近另加说明（图 4.2-6）。大径为“MD”，小径为“LD”。

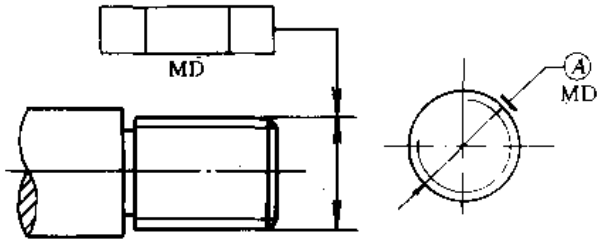



图　4.2-6

（7）如被测范围仅为被测要素的某一部分时，应用粗点划线画出该范围，并注出尺寸（图 4.2-7）。

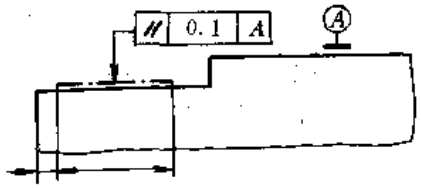



图　4.2-7

（8）形位公差的项目（如轮廓度）如适用于横截面内的整个外轮廓线或外轮面时，应采用全周符号，见 4.2-8。

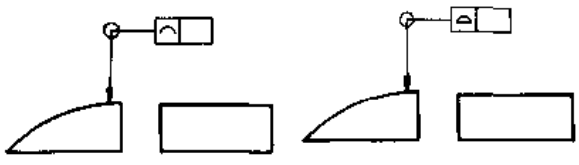


图　4.2-8

（9）当图样中未注出符号“Ⓔ”、“Ⓜ”时，则给定的尺寸、形状和位置公差应遵守独立原则，分别满足要求。

（10）理论正确尺寸用加方框的数字表示，如：30、ϕ80、45°。该尺寸不附加公差，其实际尺寸由给定的形位公差控制。

（11）当指引线的箭头与尺寸线的箭头重叠时，则指引线的箭头可以代替尺寸线箭头（图 4.2-9）。

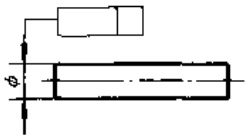



图　4.2-9

（12）延伸公差带的标注方法见图 4.2-10。

延伸公差带的延伸部分用双点划线绘制，并在图样中注出其相应的尺寸。在延伸部分的尺寸数值前和公差框格中公差值后分别加注符号“Ⓟ”。

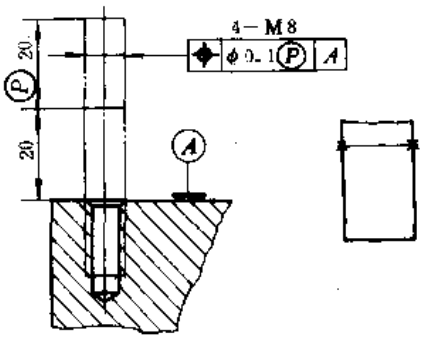



图　4.2-10

（13）当需要在基准要素上指定某些点、线或局部表面来体现各基准平面时，应标注基准目标。基准目标按下列方法标注在图样上：

1）当基准目标为点时，用“×”表示（图 4.2-11）。

2）当基准目标为线时，用细实线表示，并在棱边上加“×”（图 4.2-12）。

3）当基准目标为局部表面时，用双点划线绘出该局部表面的图形，并画上与水平成 45°的细实线（图 4.2-13）。

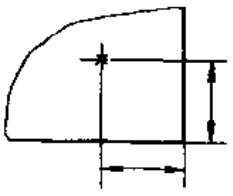


图　4.2-11

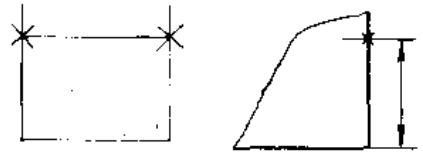


图　4.2-12

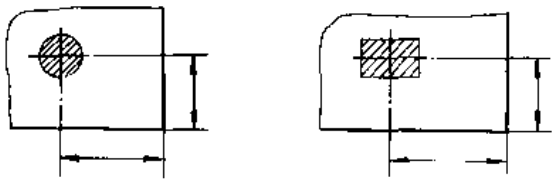


图　4.2-13

(14) 对几个表面有同一数值的公差带要求，其表示法可按图 4.2-14

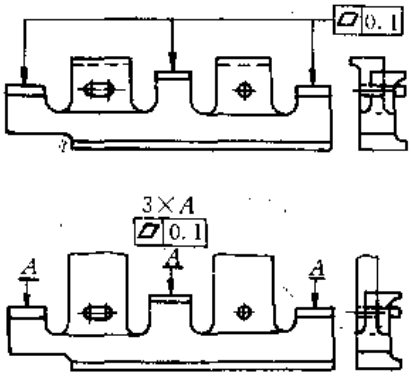



图　4.2-14

(15) 用同一公差带控制几个被测要素时，应在公差框格上方注明“共面”或“共线”(图 4.2-15)。

(16) 框格箭头或基准符号还可置于用圆点指向实际表面的参考线上 (图 4.2-16)。

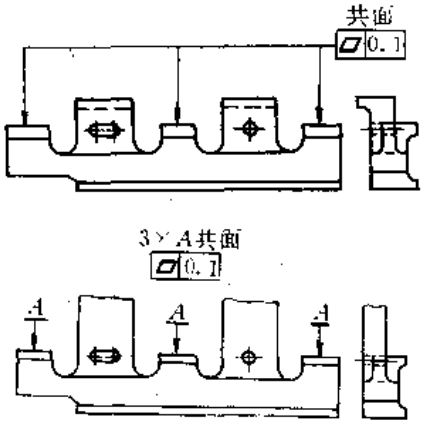



图　4.2-15

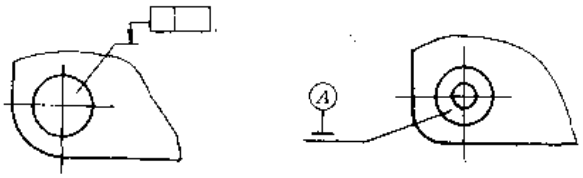



图　4.2-16

## 1.5　简化注法

(1) 当多个被测要素有相同的形位公差 (单项或多项) 要求时，可以在从框格引出的指引线上绘制多个指示箭头，并分别与各被测要素相连，(图 4.2-17)。

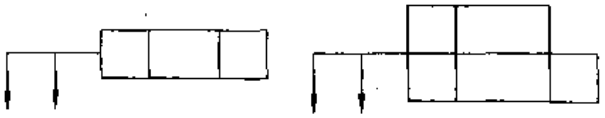


图　4.2-17

(2) 当基准符号与尺寸线的箭头重叠时，该尺寸线的箭头可以省略 (图 4.2-18)。

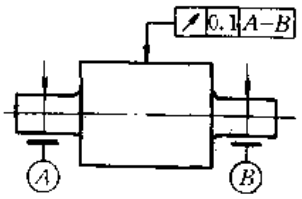



图　4.2-18

(3) 当所给定的延伸公差带的长度较长时，可按图 4.2-19 绘制。

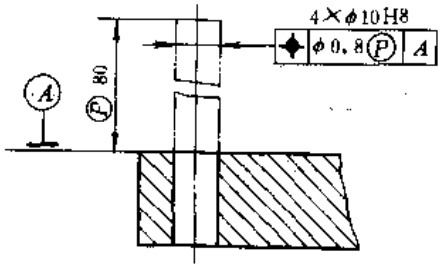



图　4.2-19

(4) 当基准为一组要素时，基准代号可标在公差框格的指引线上 (图 4.2-20) 或该组要素的尺寸引出线的下方 (图 4.2-20)。

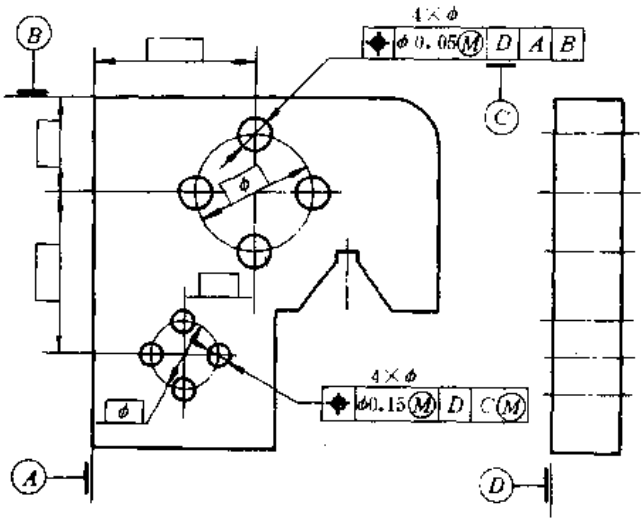



图　4.2-20

(5)当基准要素为中心孔时，基准代号可标注在中心孔引出线的下方，图 4.2-21。

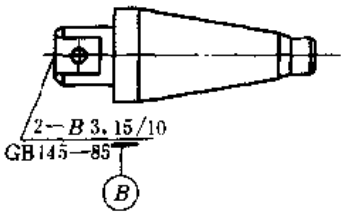



图　4.2-21

## 1.6　综合示例

图 4.2-22～图 4.2-31 是按上述规定给出的综合示例。示例仅说明标注方法，所标出的尺寸仅是与形位公差有关的尺寸。

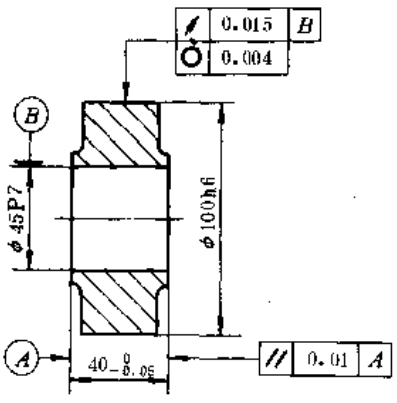



图　4.2-22

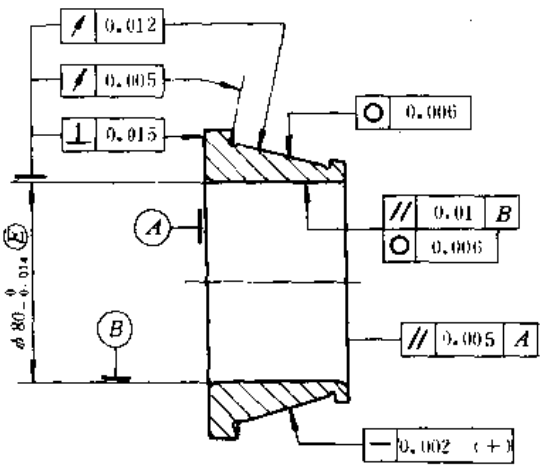



图　4.2-23

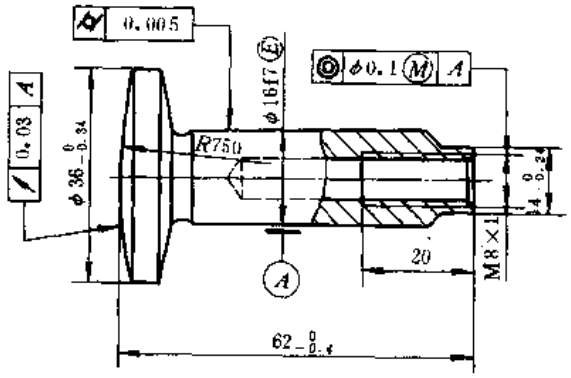



图　4.2-24

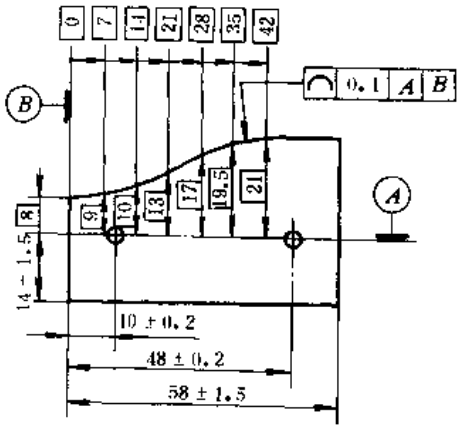



图　4.2-25

## 2　采用框格标注需注意的问题

(1)标准中规定的框格标注法是国际统一的方法，它清楚无误的表达了零件要素之间的要求。在图样设计时应严格的采用。凡是可以用框格法标注的均应在

图样中用此法表示。只有在标准中无规定或用框格法太复杂时才允许用文字在技术要求中说明。

(2)总则中规定，对于形位公差有特殊要求时才需要标注，这是指有高精度，低精度的要求对于大量工艺

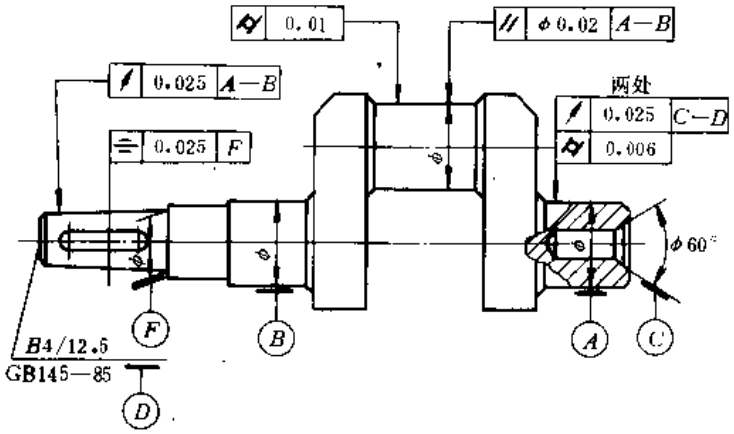



图 4.2-26

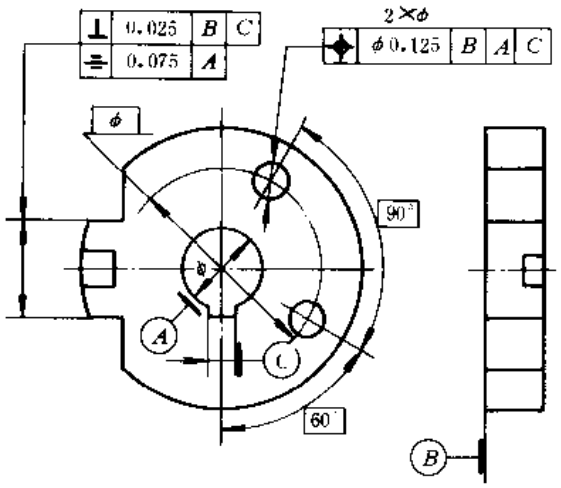



图 4.2-27

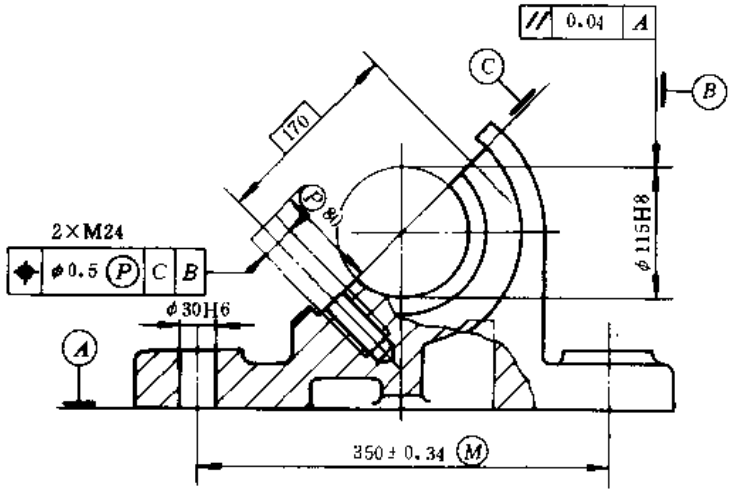



图 4.2-28

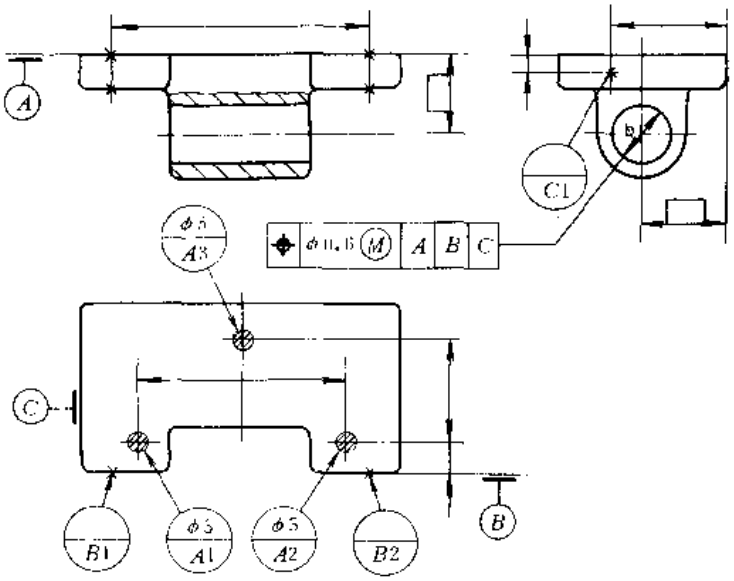



图　4.2-29

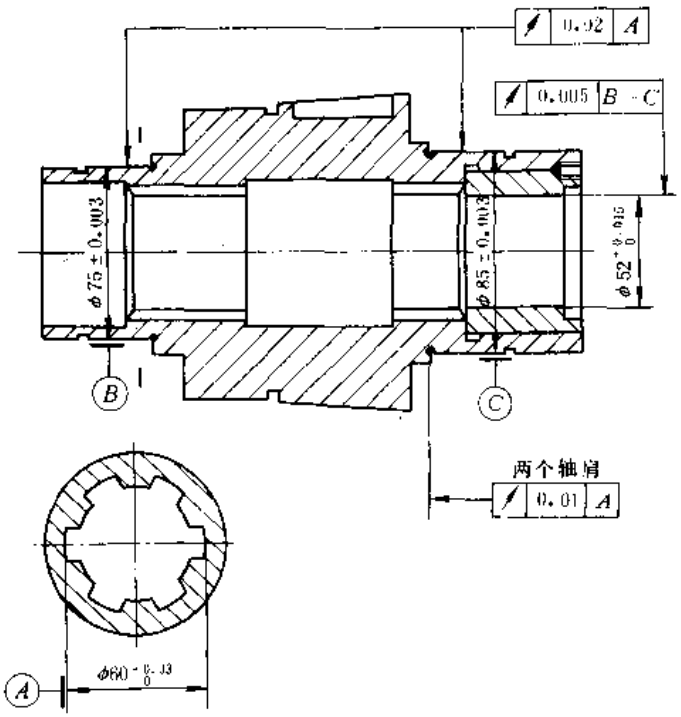



图　4.2-30

设备能保证的中等精度，不需要再在图样中提出形位公差的要求。因此，图样中的形位公差标注是很少的，没有注出形位公差要求的要素，由未注形位公差数值控制，必要时可以按未注公差的要求检测，但一般情况下，只需进行首检或抽检，以保证产品质量。

(3)设计人员按零件功能要求给出形位公差，一般不考虑其工艺方法和检测手段。只有在某些情况下才需要加以限制：如对于无心磨加工的零件，其圆度误差常呈奇数棱，如用一般方法测量，误差不能反应，必须用“三点法”或“两点、三点法”才能得出误差值。此时应按规定标注要求，如在框格下标出“3—1”，表示用三点法测量。

(4)由于零件功能的需要，除了准确地表达被测要素，被测要素与基准要素的关系，基准要素组成及公差带形状，数值外，有时还需提出进一步的要求，此时，需用附加符号或附加要求来表示。

常见的如：工作台的平面度，为了工作一段时间后仍能保证其两平面间的运动精度和配合，一般要求其

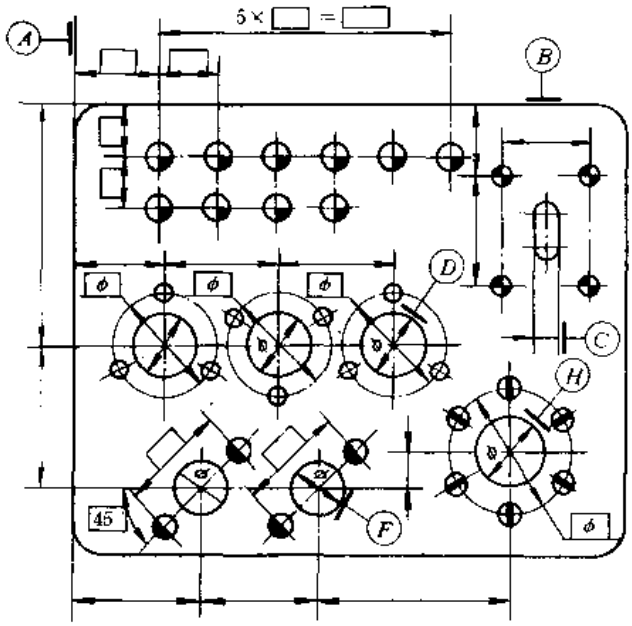
误差方面向材料外凸起，为了保证圆柱端面的配合，常要求其平面度误差向材料内凹下，此时就应在平面度的数值旁加注（+）或（-）；又如在圆柱面配合方面，考虑其磨损部位和方向，常要求其误差向非磨损部位减少，此时应在圆柱度的数值后加注附加符号（▷）或（◁）。

(5)基准目标用于三基面体系。当三个基面面积较大，作为基准，保证一定的加工精度有困难或成本昂贵时，可采用基准目标。基准目标是在各基准要素上指定某些点、线或局部表面来体现三个基面。如以较大平面作为第一基准时，常用三个局部小平面（圆面、方面，长方面等）来体现，以长侧面作第二基准时，常以二个点所形成的线来体现，以圆心，点等作第三基准时，常以一个点来体现。

(6)框格指引线的箭头必须垂直于测量方向。对于圆柱表面或圆锥表面的圆度，应测量其横截面的变动量，箭头必需垂直于轴线，但不一定垂直于表面。对于跳动则箭头应垂直于被测要素的表面而不一定垂直于轴线。

## 3　常见错误举例

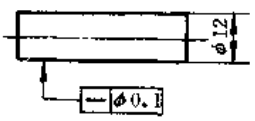
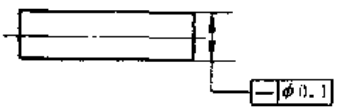
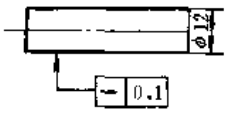
表 4.2-8 中列出了在工厂企业的设计图样中常见错误以及按 GB/T 1182 的规定已不允许出现简化标注的图例及正确的标注方法并对错误之处进行说明。



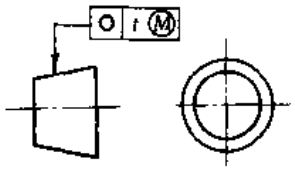
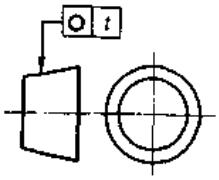
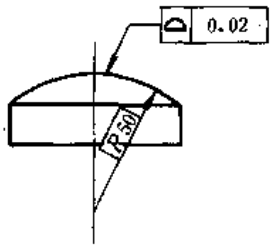
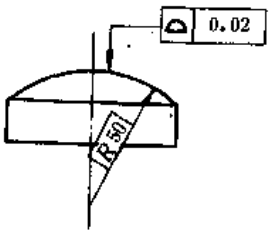
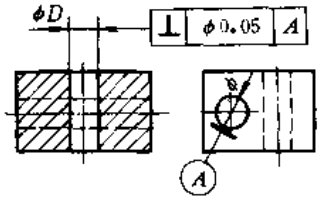
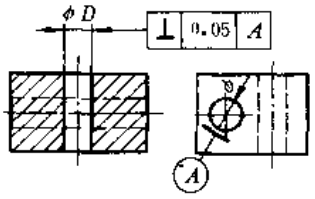
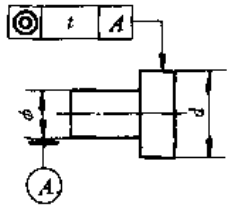
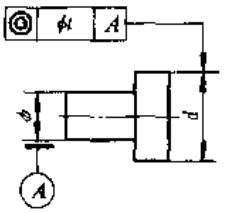
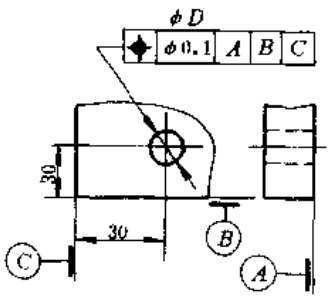
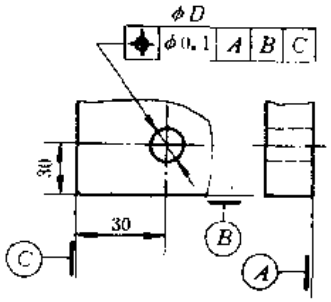

| 序号 | 符号 | 尺寸 | 数量 | 公差 项目 | 公差 数值 | 基准 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ⌖ | φ5 | 10 | ⌖ | | B、A | |
| 2 | ⌖ | φ3.5 | 4 | = | | C | |
| 3 | ⌖ | φ4 | 2 | ⌖ | | F | 2组 |
| 4 | ⌖ | φ3 | 3 | ⌖ | | D | 3组 |
| 5 | ⌖ | φ4 | 6 | ⌖ | | H | |

图　4.2-31

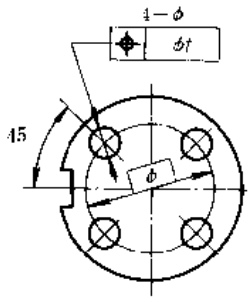
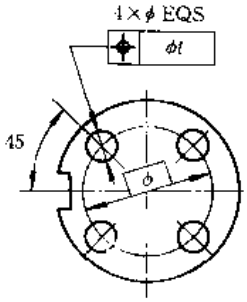
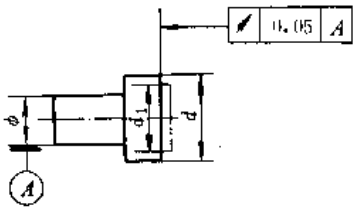
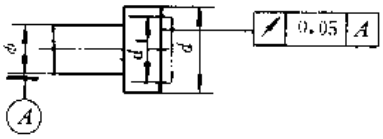
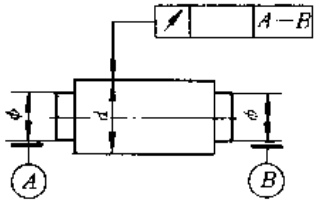
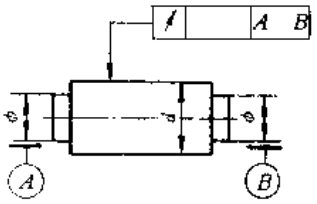
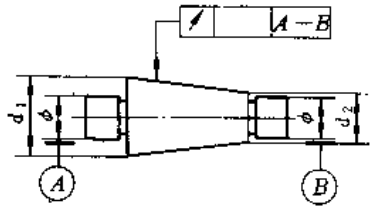
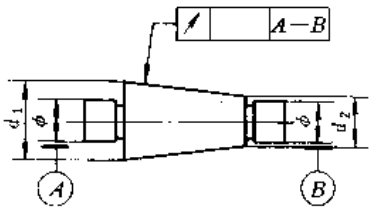
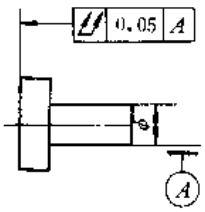
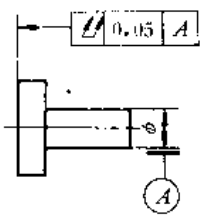
表　4.2-8

| 错误标注 | 正确标注 | 说明 |
|---|---|---|
|  |  | 因公差值为φ，被测要素必然是中心要素，因此，轴心线直线度应与尺寸线相连 |
| |  | 素线直线度公差带不会是圆柱形的不应加注φ |

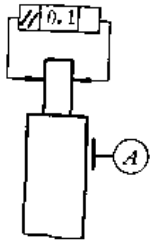
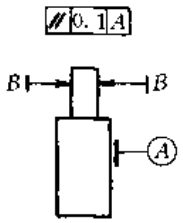
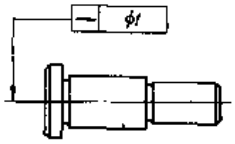
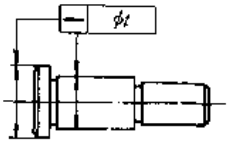
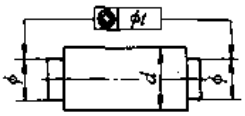
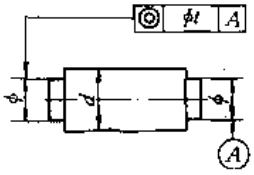
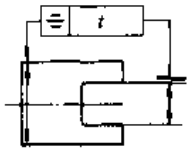
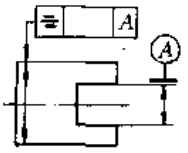
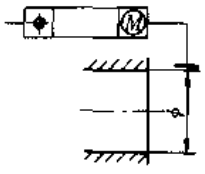
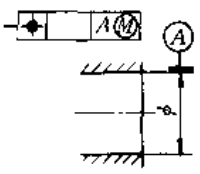
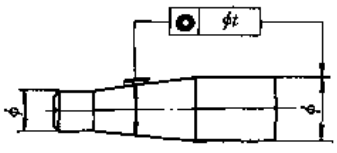
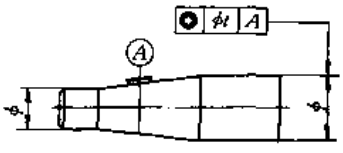
（续）

| 错误标注 | 正确标注 | 说明 |
| --- | --- | --- |
|  |  | 轮廓要素的形位公差不能采用Ⓜ |
|  |  | 轮廓度的箭头必须垂直于被测表面 |
|  |  | 垂直度线/线的公差带不可能是圆柱形的 |
|  |  | 同轴度公差带必然是圆柱形的 |
|  |  | 位置度的定位尺寸，必须是理论正确尺寸，需带方框 |

（续）

| 错误标注 | 正确标注 | 说明 |
| --- | --- | --- |
|  |  | 如孔是均布的，应在孔尺寸后面加注“EQS”和必要的角度。则应一一注出其角度 |
|  |  | 不在整个端面上，而是在一定范围内的跳动（如直径 $d_1$ 或长度 $l_1$）公差框格的指引线应指在被测范围内 |
|  |  | 径向跳动的指引线应指向表面，不应与尺寸线相连 |
|  |  | 斜向圆跳动的框格指引线箭头应垂直于被测面 |
|  |  | 跳动的基准必然是轴线，而不是表面，框格箭头应与尺寸线相连 |

（续）

| 错　误　标　注 | 正　确　标　注 | 说　　明 |
| --- | --- | --- |
|  |  | 两被测要素对平行度的基准和数值有相同要求，不能标成任选基准，而应注出基准符号并采用加注符号的方法 |
|  |  | 把指引线箭头直接标在中心要素上的方法在 GB/T 1182 中已不允许使用，这 6 种方法会导致意义上的不同理解，正确的方法是箭头与被测要素的尺寸线相连 |
|  |  | 任选基准在 GB/T 1182 中已不允许用左图方法标注，必须将带箭头的基准与被测要素分别标出 |
|  |  | 基准符号在图样中必须醒目，GB/T 1182 中不允许直接将基准符号中的短横划直接与基准要素相连必须画出基准符号，并在框格中注出 |
|  |  | 理由同上，不能将基准符号省略标注 |
|  |  | 在圆锥面的轴线上同样不能将基准符号省略标注 |

## 4　我国标准与 ISO 及工业先进国家标准的对照

（1）分类、项目和符号的对照见表 4.2-9。

（2）基准符号及标注的对照见表 4.2-10。

表 4.2-9

| 国际标准 ISO 1101—1996 | | | | 中国 GB 1182—1996（1991年确认） | | | 美国 ANSI Y14.5M-1985 | | | | 德国 DIN ISO1101-1985 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 要素和公差类型 | | 项目 | 符号 | 分类 | 项目 | 符号 | 分类 | | 项目 | 符号 | 分类 | 项目 | 符号 |
| 单一要素 | 形状公差 | 直线度 | — | 形状公差 | 直线度 | ⟵ | 单一要素 | 形状公差 | 直线度 | ⟵ | 形状公差 | 直线度 | ⟵ |
| | | 平面度 | ▱ | | 平面度 | ⟵ | | | 平面度 | ⟵ | | 平面度 | ⟵ |
| | | 圆度 | ○ | | 圆度 | ⟵ | | | 圆度 | ⟵ | | 圆度 | ⟵ |
| | | 圆柱度 | ⌭ | | 圆柱度 | ⟵ | | | 圆柱度 | ⟵ | | 圆柱度 | ⟵ |
| 单一或关联要素 | 轮廓公差 | 线轮廓度 | ⌒ | 形状公差或位置公差 | 线轮廓度 | ⟵ | 单一或关联要素 | | 线轮廓度 | ⟵ | | 线轮廓度 | ⟵ |
| | | 面轮廓度 | ⌓ | | 面轮廓度 | ⟵ | | | 面轮廓度 | ⟵ | | 面轮廓度 | ⟵ |
| 关联要素 | 定向公差 | 平行度 | // | 位置公差 | 定向公差 | 平行度 | ⟵ | 关联要素 | 形状公差 | 平行度 | ⟵ | 位置公差 | 方向公差 | 平行度 | ⟵ |
| | | 垂直度 | ⊥ | | | 垂直度 | ⟵ | | | 垂直度 | ⟵ | | | 垂直度 | ⟵ |
| | | 倾斜度 | ∠ | | | 倾斜度 | ⟵ | | | 倾斜度 | ⟵ | | | 倾斜度 | ⟵ |
| | 定位公差 | 同轴度 | ◎ | | 定位公差 | 同轴度（同心度） | ⟵ | | 位置公差 | 同轴度 | ⟵ | | 位置公差 | 同轴度 | ⟵ |
| | | 对称度 | ⌯ | | | 对称度 | ⟵ | | | 对称度 | ⟵ | | | 对称度 | ⟵ |
| | | 位置度 | ⌖ | | | 位置度 | ⟵ | | | 位置度 | ⟵ | | | 位置度 | ⟵ |
| | 跳动公差 | 圆跳动 | ↗ | | 跳动公差 | 圆跳动 | ⟵ | | 跳动公差 | 圆跳动 | ⟵ | | 跳动公差 | 圆跳动 | ⟵ |
| | | 全跳动 | ⌰ | | | 全跳动 | ⟵ | | | 全跳动 | ↗ | | | 全跳动 | ⟵ |

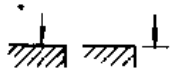
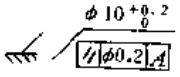
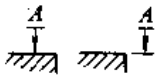
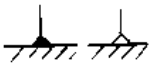
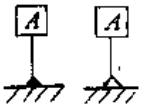
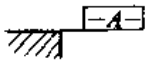
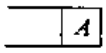
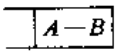
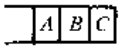
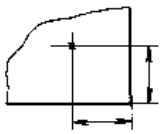
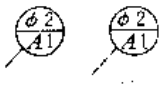
（续）

| 英国 BS 308：part3—1990 | | | | 法国 NF E04—552—1983 | | | 加拿大 CSA B78.2—1991 | | | 日本 JISB0121-1984 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 要素和公差类型 | | 项目 | 符号 | 分类 | 项目 | 符号 | 公差分类 | 项目 | 符号 | 分类 | 项目 | 符号 |
| 单一要素 | 形状公差 | 直线度 | ⏤ | 单一要素的形状 | 直线度 | ⏤ | 单一要素 形状 | 直线度 | ⏤ | 形状公差 | 直线度 | ⏤ |
| | | 平面度 | ⏥ | | 平面度 | ⏥ | | 平面度 | ⏥ | | 平面度 | ⏥ |
| | | 圆度 | ○ | | 圆度 | ○ | | 圆度 | ○ | | 圆度 | ○ |
| | | 圆柱度 | ⌭ | | 圆柱度 | ⌭ | | 圆柱度 | ⌭ | | 圆柱度 | ⌭ |
| 单一或关联要素 | | 线轮廓度 | ⌒ | | 线轮廓度 | ⌒ | 单一和关联要素 轮廓 | 线轮廓度 | ⌒ | | 线轮廓度 | ⌒ |
| | | 面轮廓度 | ⌓ | | 面轮廓度 | ⌓ | | 面轮廓度 | ⌓ | | 面轮廓度 | ⌓ |
| 关联要素 | 定向公差 | 平行度 | // | 关联要素的方向 | 平行度 | // | 关联要素 定向 | 平行度 | // | 方向公差 | 平行度 | // |
| | | 垂直度 | ⊥ | | 垂直度 | ⊥ | | 垂直度 | ⊥ | | 垂直度 | ⊥ |
| | | 倾斜度 | ∠ | | 倾斜度 | ∠ | | 倾斜度 | ∠ | | 倾斜度 | ∠ |
| | 定位公差 | 同轴度 | ◎ | 关联要素的位置 | 同轴度 | ◎ | 关联要素 定位 | 同轴度 | ◎ | 位置公差 | 同轴度 | ◎ |
| | | 对称度 | ⌯ | | 对称度 | ⌯ | | 对称度 | ⌯ | | 对称度 | ⌯ |
| | | 位置度 | ⌖ | | 位置度 | ⌖ | | 位置度 | ⌖ | | 位置度 | ⌖ |
| | 跳动公差 | 跳动 | ↗ | 跳动 | 圆跳动 | ↗ | 跳动 | 圆跳动 | ↗ | 跳动公差 | 圆跳动 | ↗ |
| | | | | | 全跳动 | ⌰ | | 全跳动 | ⌰ | | 全跳动 | ⌰ |

（续）

| 瑞士 SN210203—1989 | | | | 原苏联 FOCT2.308—1979 | | | 中国台湾 CNSB1001—4 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 分类 | | 项目 | 符号 | 分类 | 项目 | 符号 | 形态 | 公差类别 | 公差性质 | 符号 |
| 单一要素 | 形状公差 | 直线度 | ← | 形状偏差 | 不直度 | — | 单一形态 | 形状公差 | 真直度 | ← |
| | | 平面度 | ← | | 不平度 | ▱ | | | 真平度 | ← |
| | | 圆度 | ← | | 不圆度 | ○ | | | 真圆度 | ← |
| | | 圆柱度 | ← | | 不圆柱度 | ⌭ | | | 圆柱度 | ← |
| 单一和关联要素 | | 线轮廓度 | ← | | | | 单一或相关形态 | | 曲线轮廓度 | ← |
| | | 面轮廓度 | ← | | 纵剖面轮廓偏差 | ⌓ | | | 曲面轮廓度 | ← |
| 关联要素 | 定向 | 平行度 | ← | 位置偏差 | 不平行度 | // | 相关形态 | 方向公差 | 平行度 | ← |
| | | 垂直度 | ← | | 不垂直度 | ⊥ | | | 垂直度 | ← |
| | | 倾斜度 | ← | | 不同轴度 | ⌐ | | | 倾斜度 | ← |
| | 定位 | 同轴度 | ← | | | | | 定位公差 | 同心度 | ← |
| | | 对称度 | ← | | 跳动 | ↗ | | | 对称度 | ← |
| | | 位置度 | ← | | 轴线不相交度 | × | | | 位置度 | ← |
| | 跳动 | 圆跳动 | ← | | 不对称度 | ÷ | | 偏转公差 | 圆偏转度 | ← |
| | | 全跳动 | ← | | 轴线对公称位置的位移 | ⌖ | | | 总偏转度 | ← |

**表 4.2-10**

| | | ISO 1101-1996 | GB/T 1182—1996 | ANSI Y14.5M—1985 | DINISO 1101—1985 | BS308 part3—1990 | NFE 04-552—1983 | CSAB 78.2—1991 | JISB 0021—1984 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 被测表面的标注 | 直接标注 |  | ← |  | 同 ISO | ← | ← | ← | ← |
| | 用字母标注 |  | ← | 无 | 同 ISO | ← | ← | ← | ← |
| 基准表面的标注 | 直接标注 |  | | 无 | 同 ISO | ← | ← | ← | ← |
| | 用字母标注 |  | |  | 同 ISO | ← | ← | ← | ← |
| 基准字母的标注 | 单一基准 |  | ← | ← | ← | ← | ← | ← | ← |
| | 组合基准 |  | ← | ← | ← | ← | ← | ← | ← |
| | 三基面体系 |  | ← | ← | ← | ← | ← | ← | ← |
| 基准目标表示法 | 点 |  | ← | ← | ← | ← | ← | ← | ← |
| | 线 |  | ← |  | 同 ISO | ← | ← | ← | ← |
| | 面 | | ← | ← | ← | ← | ← | ← | ← |
| 基准目标代号 | | | ← |  | 同 ISO | ← | ← | ← | ← |

# 第3章　形位公差的公差带

图样中给出的形位公差是通过它所形成的公差带对其误差进行控制的。公差带的形成除了在被测部位上给出项目符号及公差值外，还应根据功能的要求确定误差需控制的方向即被测的方向，对于位置公差则应指定与被测要素相关联的基准要素。以上各因素确定后，公差带的形状，大小和位置也就确定了。

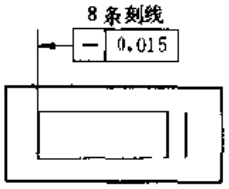
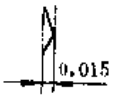
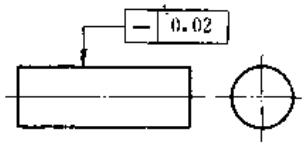
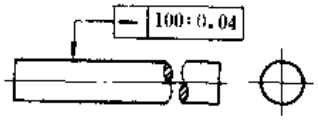
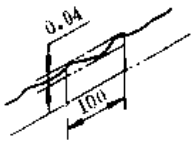
GB 1183—80 中给出了形状公差和位置公差各项目的公差带定义，示例及说明，本章先将标准中的规定列出并重点说明其特点和应用原则及示例，以帮助读者正确选用。

## 1　各项目公差带的标准规定（GB 1182—1996）

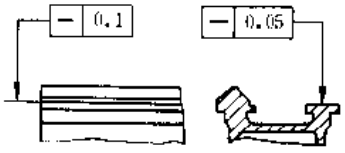
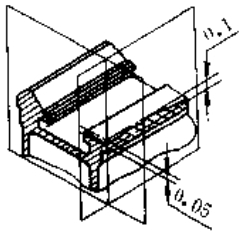
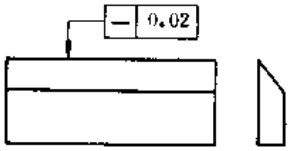
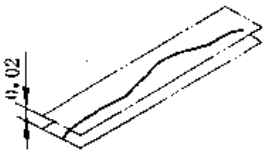
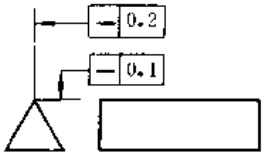
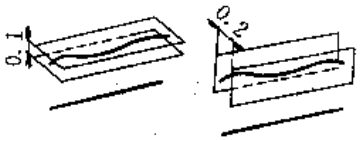
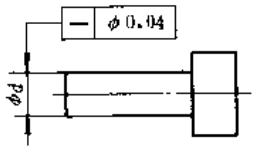
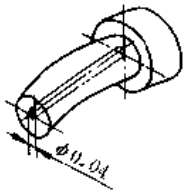
### 1.1　形状公差

形状公差包括直线度，平面度，圆度，圆柱度，线轮廓度，面轮廓度六项。其公差带定义、示例及说明见表 4.3-1。

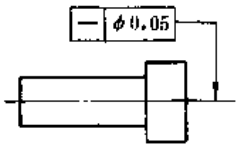
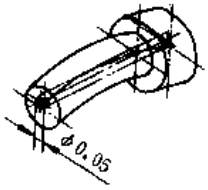
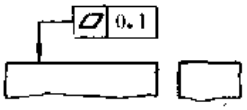
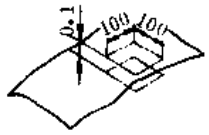
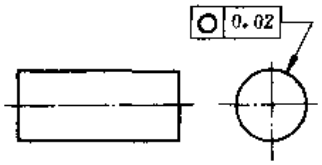
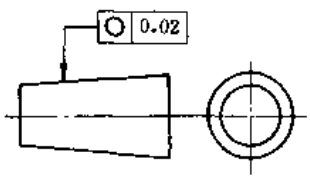
表 4.3-1

| 项　目 | 公差带定义 | 示　　例 | 说　　明 |
|---|---|---|---|
| 一、直线度 | 1. 在给定平面内<br>公差带是距离为公差值 $t$ 的两平行直线之间的区域 | a.<br>  | a. 每条刻线必须位于该表面上距离为公差值 0.015 的两平行直线之间<br>  |
| | | b.<br>  | b. 圆柱表面上任一素线必须位于轴向平面内，距离为公差值 0.02 的两平行直线之间<br> |
| | | c.<br>  | c. 圆柱表面上任一素线在任意 100 长度内必须位于轴向平面内距离为公差值 0.04 的两平行直线之间<br>  |

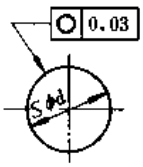
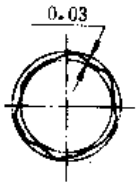
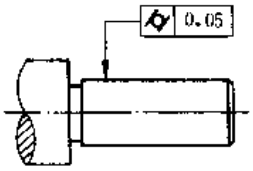
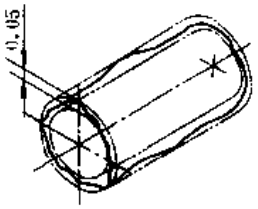
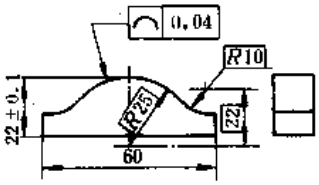
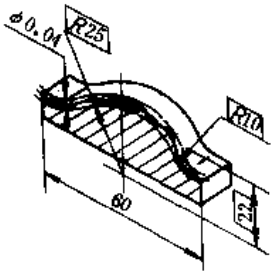
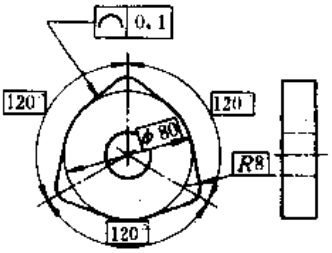
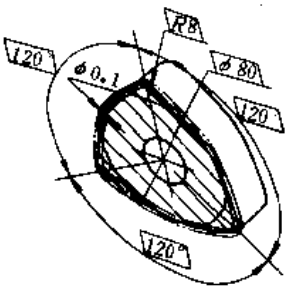
（续）

| 项　目 | 公差带定义 | 示　　例 | 说　　明 |
| --- | --- | --- | --- |
| 一、直线度 | 1. 在给定平面内<br>公差带是距离为公差值 $t$ 的两平行直线之间的区域 | d.<br>  | d. 当在同一表面的两个方向上给定不同的直线度公差时，在该表面两个方向上的任一素线必须分别位于距离为公差值 0.1 和 0.05 的两平行直线之间<br>  |
| | 2. 在给定方向上<br>当给定一个方向时，公差带是距离为公差值 $t$ 的两平行平面之间的区域；当给定互相垂直的两个方向时，公差带是正截面尺寸为公差值 $t_1 \times t_2$ 的四棱柱内的区域 | (1) 一个方向<br>  | (1) 棱线必须位于箭头所示方向距离为公差值 0.02 的两平行平面内<br>  |
| | | (2) 互相垂直的两个方向<br>  | (2) 棱线必须分别位于水平方向距离为公差值 0.2、垂直方向距离为公差值 0.1 的两平行平面内<br>  |
| | 3. 在任意方向上<br>公差带是直径为公差值 $t$ 的圆柱面内的区域 | a.<br>  | a. $\phi d$ 圆柱体的轴线必须位于直径为公差值 0.04 的圆柱面内<br>  |

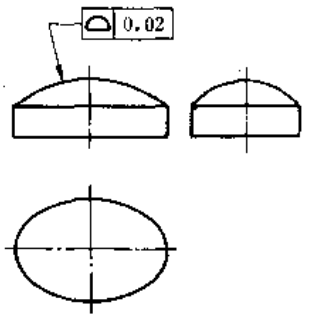
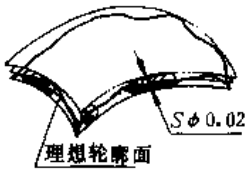
（续）

| 项　目 | 公差带定义 | 示　　例 | 说　　明 |
| --- | --- | --- | --- |
| 一、直线度 | 3. 在任意方向上<br>公差带是直径为公差值 $t$ 的圆柱面内的区域 | b.<br>  | b. 整个零件的轴线必须位于直径为公差值 0.05 的圆柱面内<br>  |
| 二、平面度 | 公差带是距离为公差值 $t$ 的两平行平面之间的区域 | a.<br>  | a. 上表面必须位于距离为公差值 0.1 的两平行平面内<br> |
| | | b.<br> | b. 表面上任意 100×100 的范围，必须位于距离为公差值 0.1 的两平行平面内<br>  |
| 三、圆度 | 公差带是在同一正截面上半径差为公差值 $t$ 的两同心圆之间的区域 | a.<br>  | a、b. 在垂直于轴线的任一正截面上，该圆必须位于半径差为公差值 0.02 的两同心圆之间<br> |
| | | b.<br>  | |

（续）

| 项　目 | 公差带定义 | 示　　例 | 说　　明 |
| --- | --- | --- | --- |
| 三、圆度 | 公差带是在同一正截面上半径差为公差值 $t$ 的两同心圆之间的区域 | c.<br>  | c. 在通过球心的任一截面上该圆必须位于相应截面上半径差为公差值 0.03 的两同心圆之间<br>  |
| 四、圆柱度 | 公差带是半径差为公差值 $t$ 的两同轴圆柱面之间的区域 |  | 圆柱面必须位于半径差为公差值 0.05 的两同轴圆柱面之间<br>  |
| 五、线轮廓度 | 公差带是包络一系列直径为公差值 $t$ 的圆的两包络线之间的区域，诸圆圆心应位于理想轮廓上<br>注：当被测轮廓线相对基准有位置要求时，其理想轮廓线系指相对于基准为理想位置的理想轮廓线 |  | 在平行于正投影面的任一截面上，实际轮廓线必须位于包络一系列直径为公差值 0.04，且圆心在理想轮廓线上的圆的两包络线之间<br>  |
| | |  | 在任一垂直于轴线的正截面上，实际轮廓线必须位于包络一系列圆的两包络线之间；诸圆的直径为公差值 0.1，且圆心在理想轮廓线上<br>  |

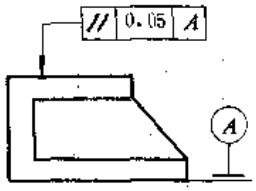
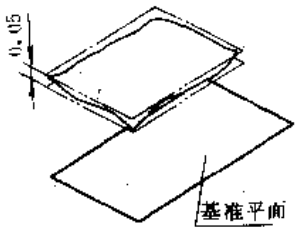
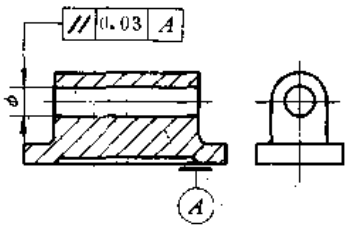
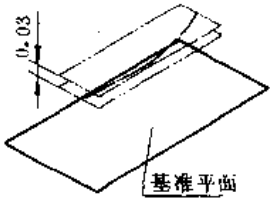
（续）

| 项　目 | 公差带定义 | 示　　例 | 说　　明 |
| --- | --- | --- | --- |
| 六、面轮廓度 | 公差带是包络一系列直径为公差值 $t$ 的球的两包络面之间的区域，诸球球心应位于理想轮廓面上<br>注：当被测轮廓面相对基准有位置要求时，其理想轮廓面系指相对于基准为理想位置的理想轮廓面 |  | 实际轮廓面必须位于包络一系列球的两包络面之间，诸球的直径为公差值0.02，且球心在理想轮廓面上<br>  |

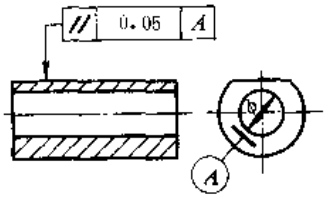
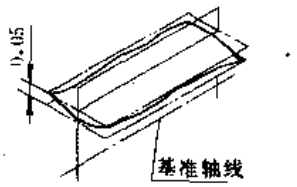
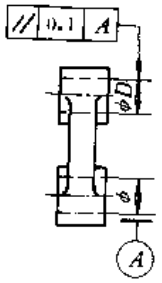
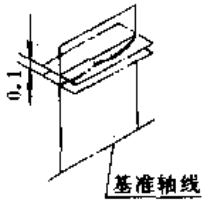
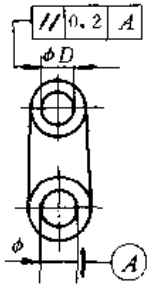
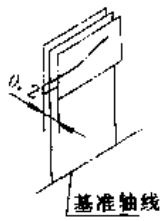
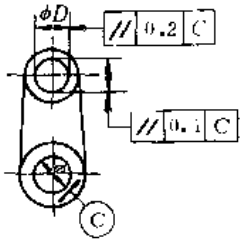
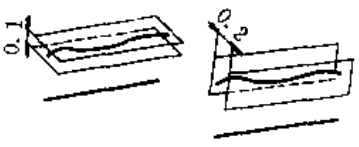
## 1.2　位置公差

位置公差包括平行度，垂直度，倾斜度，同轴度，对称度，位置度，圆跳动，全跳动共八项。其公差带定义、示例及说明见表4.3-2。

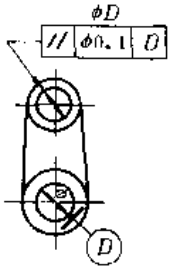
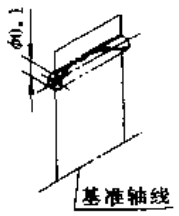
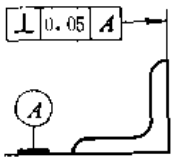
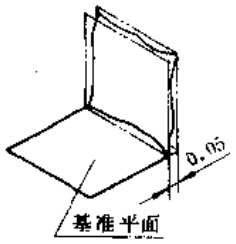
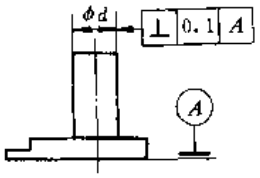
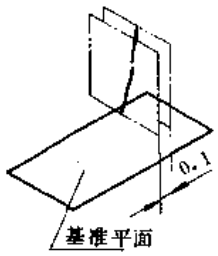
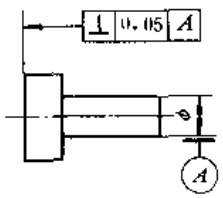
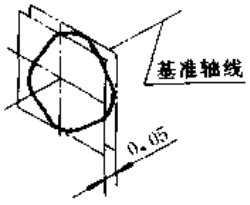
表　4.3-2

| 项　目 | 公差带定义 | 示　　例 | 说　　明 |
| --- | --- | --- | --- |
| 一、平行度 | 1. 在给定方向上<br>当给定一个方向时，公差带是距离为公差值 $t$、且平行于基准平面（或直线、轴线）的两平行平面之间的区域；当给定相互垂直的两个方向时，是正截面尺寸为公差值 $t_1 \times t_2$，且平行于基准轴线的四棱柱内的区域 | (1)　一个方向<br>a. 面对面<br>  | a. 上表面必须位于距离为公差值0.05，且平行于基准平面的两平行平面之间<br>  |
| | | b. 线对面<br>  | b. 孔的轴线必须位于距离为公差值0.03，且平行于基准平面的两平行平面之间<br>  |

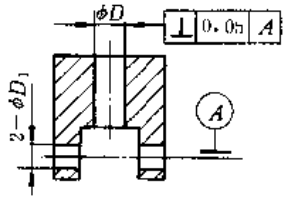
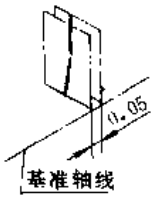
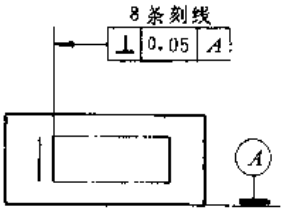
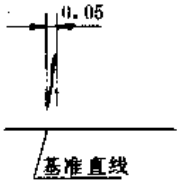
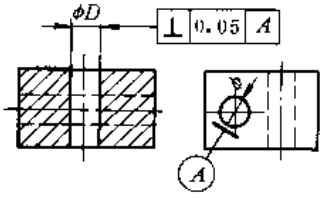
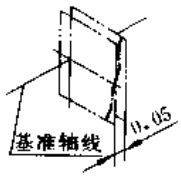
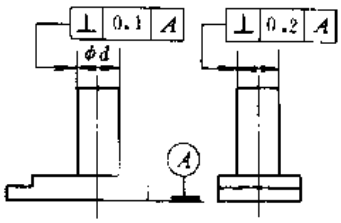
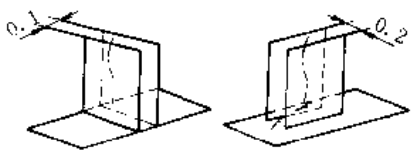
（续）

| 项 目 | 公差带定义 | 示 例 | 说 明 |
| --- | --- | --- | --- |
| 一、平行度 | 1. 在给定方向上<br>当给定一个方向时，公差带是距离为公差值 $t$、且平行于基准平面（或直线、轴线）的两平行平面之间的区域；当给定相互垂直的两个方向时，是正截面尺寸为公差值 $t_1 \times t_2$，且平行于基准轴线的四棱柱内的区域 | c. 面对线<br>  | c. 上表面必须位于距离为公差值 0.05，且平行于基准轴线的两平行平面之间<br>  |
| | | d. 线对线<br>(a)<br>  | d.<br>(a) $\phi D$ 的轴线必须位于距离为公差值 0.1，且在垂直方向平行于基准轴线的两平行平面之间<br>  |
| | | (b)<br>  | (b) $\phi D$ 的轴线必须位于距离为公差值 0.2，且在水平方向平行于基准轴线的两平行平面之间<br>  |
| | | (2) 互相垂直的两个方面<br>  | (2) $\phi D$ 的轴线必须位于正截面为公差值 0.1×0.2，且平行于基准轴线的四棱柱内<br>  |

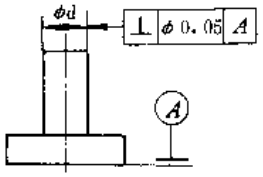
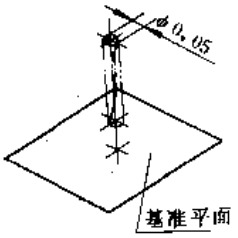
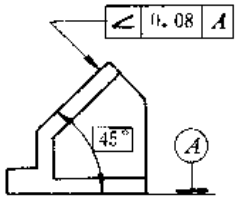
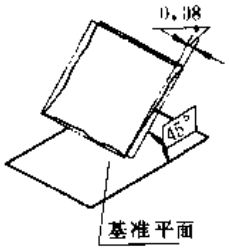
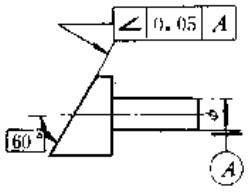
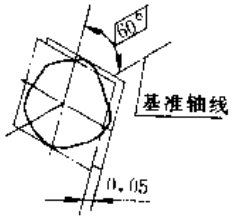
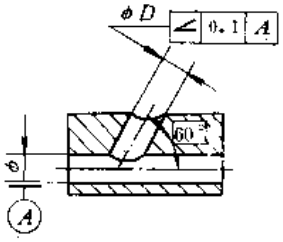
（续）

| 项　目 | 公差带定义 | 示　　例 | 说　　明 |
|---|---|---|---|
| 一、平行度 | 2. 在任意方向上<br>公差带是直径为公差值 $t$，且平行于基准轴线的圆柱面内的区域 |  | $\phi D$ 的轴线必须位于直径为公差值 0.1，且平行于基准轴线的圆柱面内<br>  |
| 二、垂直度 | 公差带是距离为公差值 $t$，且垂直于基准平面（或直线、轴线）的两平行平面（或直线）之间的区域；当给定两个相互垂直的方向时，是正截面为公差值 $t_1 \times t_2$，且垂直于基准平面的四棱柱内的区域 | (1) 一个方向<br>a. 面对面<br>  | a. 右侧表面必须位于距离为公差值 0.05，且垂直于基准平面的两平行平面之间<br>  |
| | | b. 线对面<br>  | b. $\phi d$ 的轴线必须在给定的投影方向上，位于距离为公差值 0.1，且垂直于基准平面的两平行平面之间<br>  |
| | | c. 面对线<br>  | c. 左侧端面必须位于距离为公差值 0.05，且垂直于基准轴线的两平行平面之间<br>  |

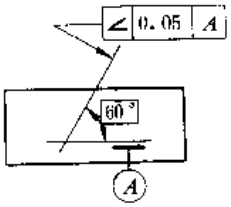
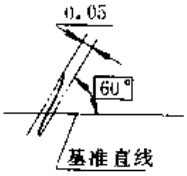
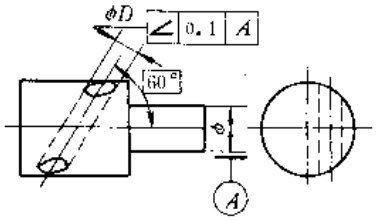
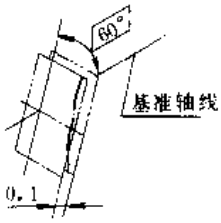
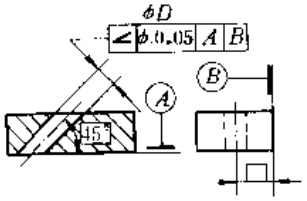
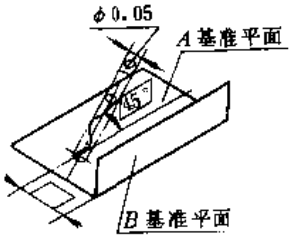
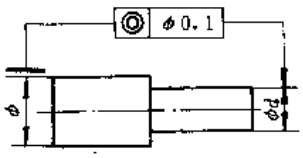
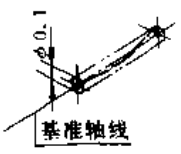
（续）

| 项　目 | 公差带定义 | 示　　例 | 说　　明 |
| --- | --- | --- | --- |
| 二、垂直度 | 1. 在给定方向上<br>当给定一个方向时，公差带是距离为公差值 $t$，且垂直于基准平面（或直线、轴线）的两平行平面（或直线）之间的区域；当给定两个相互垂直的方向时，是正截面为公差值 $t_1 \times t_2$，且垂直于基准平面的四棱柱内的区域 | d. 线对线<br>(a)<br>  | d.<br>(a) $\phi D$ 的轴线必须位于距离为公差值0.05，且垂直于两 $\phi D_1$ 孔公共轴线的两平行平面之间<br>  |
| | | (b)<br>  | (b)每条刻线必须分别位于距离为公差值0.05，且垂直于基准直线的两平行直线之间<br>  |
| | | (c)<br>  | (c) $\phi D$ 的轴线必须位于距离为公差值0.05，且与基准轴线垂直的两平行平面之间<br>  |
| | | (2) 互相垂直的两个方向线对面<br>  | (2) $\phi d$ 的轴线分别必须位于水平方向公差值0.1，与之垂直的方向公差值为0.2的两平行平面内。两组平行平面必须垂直于基准平面<br>  |

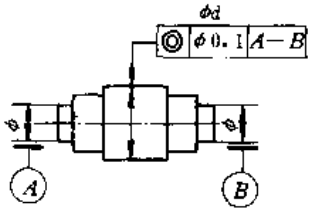
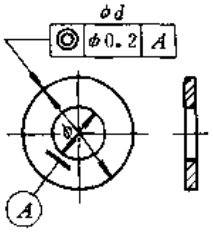
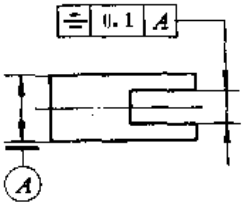
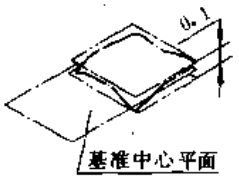
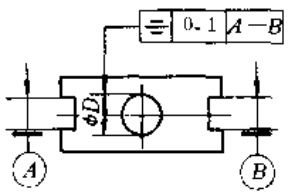
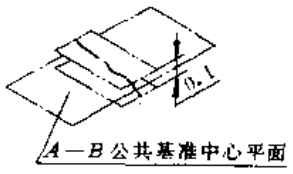
（续）

| 项　目 | 公差带定义 | 示　　例 | 说　　明 |
| --- | --- | --- | --- |
| 二、垂直度 | 2. 在任意方向上<br>公差带是直径为公差值 $t$，且垂直于基准平面的圆柱面内的区域 | 线对面<br>  | $\phi d$ 的轴线必须位于直径为公差值 0.05，且垂直于基准平面的圆柱面内<br>  |
| 三、倾斜度 | 1. 在给定方向上<br>公差带是距离为公差值 $t$，且与基准平面（或直线、轴线）成理论正确角度的两平行平面（或直线）之间的区域 | a. 面对面<br>  | a. 斜表面必须位于距离为公差值 0.08，且与基准平面成 45° 角的两平行平面之间<br>  |
| | | b. 面对线<br>  | b. 斜表面必须位于距离为公差值 0.05，且与基准轴线成 60° 角的两平行平面之间<br>  |
| | | c. 线对线<br>(a)<br>  | (a) $\phi D$ 的轴线必须位于距离为公差值 0.1，且与基准轴线成 60° 角的两平行平面之间<br> |

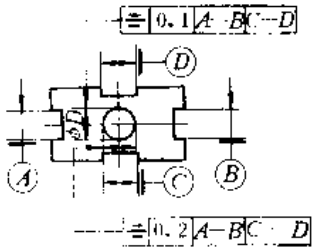
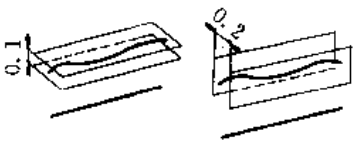
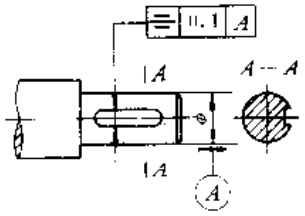
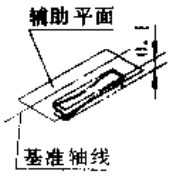
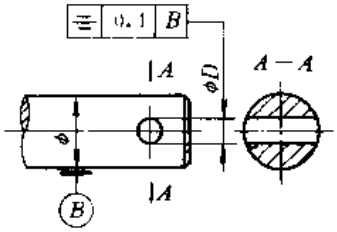
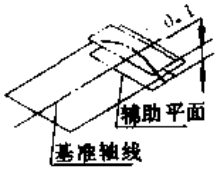
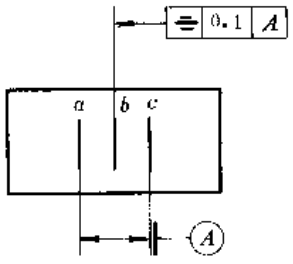
（续）

| 项　目 | 公差带定义 | 示　　例 | 说　　明 |
| --- | --- | --- | --- |
| 三、倾斜度 | 1. 在给定方向上<br>公差带是距离为公差值 $t$，且与基准平面（或直线、轴线）成理论正确角度的两平行平面（或直线）之间的区域 | (b)<br>  | (b) 斜刻线必须位于距离为公差值 0.05，且与基准直线成 60° 角的两平行直线之间<br>  |
| | | (c)<br>  | (c) $\phi D$ 的轴线必须位于距离为公差值 0.1，且与基准轴线成 60° 角的两平行平面之间<br>  |
| | 2. 在任意方向上<br>公差带是直径为公差值 $t$，且与基准平面成理论正确角度的圆柱面内的区域 | 线对面<br>  | $\phi D$ 的轴线必须位于直径为公差值 0.05，且与 $A$ 基准平面成 45° 角，平行于 $B$ 基准平面的圆柱面内<br>  |
| 四、同轴度 | 公差带是直径为公差值 $t$，且与基准轴线同轴的圆柱面内的区域 | a.<br>  | a. $\phi d$ 的轴线必须位于直径为公差值 0.1，且与基准轴线同轴的圆柱面内<br>  |

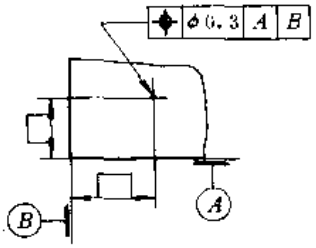
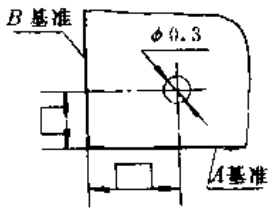
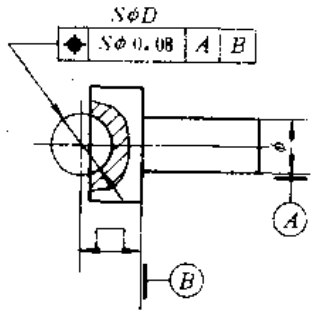
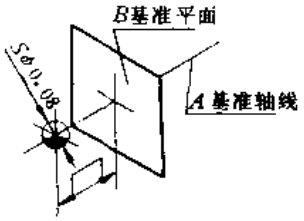
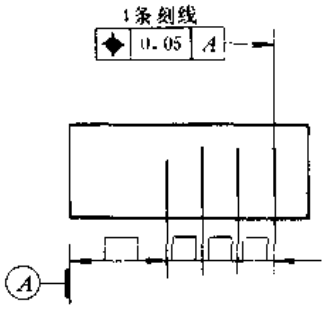
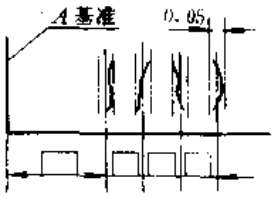
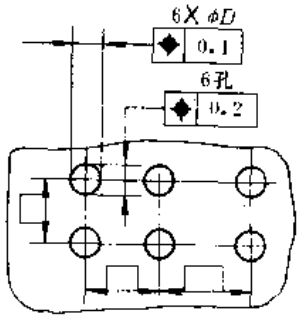
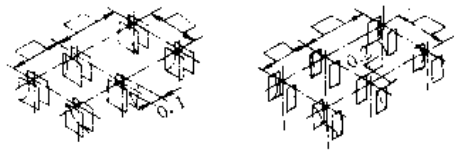
（续）

| 项　目 | 公差带定义 | 示　　例 | 说　　明 |
| --- | --- | --- | --- |
| 四、同轴度 | 公差带是直径为公差值 $t$，且与基准轴线同轴的圆柱面内的区域 | b.<br>  | b. $\phi d$ 的轴线必须位于直径为公差值 0.1，且与公共基准轴线 $A$-$B$ 同轴的圆柱面内<br> |
| | | c.<br>  | c. $\phi d$ 的圆心必须位于直径为公差值 0.2，且与基准圆心同心的圆内<br> |
| 五、对称度 | 公差带是距离为公差值 $t$，且相对基准中心平面（或中心线、轴线）对称配置的两平行平面（或直线）之间的区域，若给定互相垂直的两个方向，则是正截面为公差值 $t_1 \times t_2$ 的四棱柱内的区域 | a. 面对面<br>  | a. 槽的中心面必须位于距离为公差值 0.1，且相对基准中心平面对称配置的两平行平面之间<br>  |
| | | b. 线对面<br>(a)<br>  | b.<br>(a) $\phi D$ 的轴线必须位于距离为公差值 0.1，且相对 $A$-$B$ 公共基准中心平面对称配置的两平行平面之间<br>  |

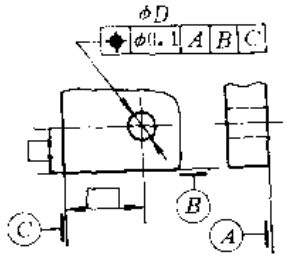
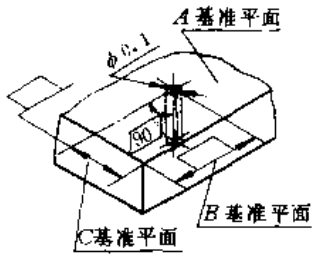
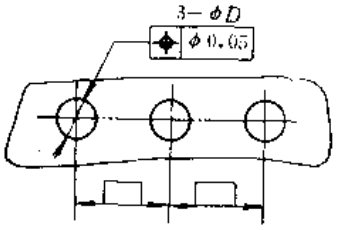
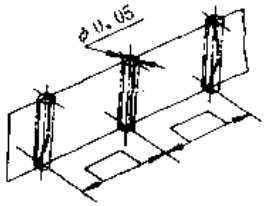
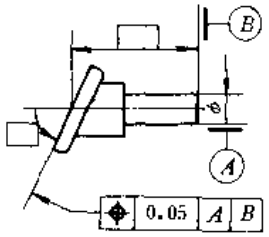
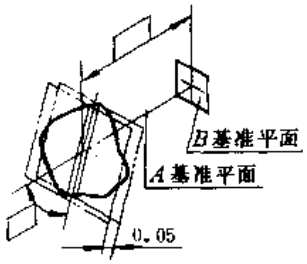
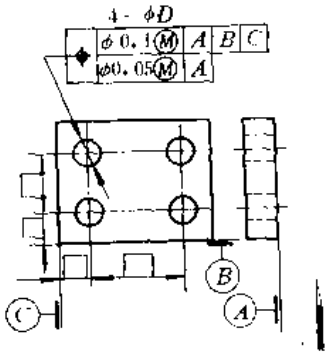
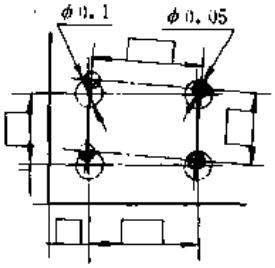
（续）

| 项　目 | 公差带定义 | 示　　例 | 说　　明 |
| --- | --- | --- | --- |
| 五、对称度 | 公差带是距离为公差值 $t$，且相对基准中心平面（或中心线、轴线）对称配置的两平行平面（或直线）之间的区域，若给定互相垂直的两个方向，则是正截面为公差值 $t_1 \times t_2$ 的四棱柱内的区域 | (b)<br>  | (b) $\phi D$ 的轴线必须分别位于在水平方向为公差值 0.2，在垂直方向公差值为 0.1 且相对公共中心平面 $A$-$B$ 和 $C$-$D$ 分别对称配置的两组平行平面内<br>  |
| | | c. 面对线<br>  | c. 键槽的中心面必须位于距离为公差值 0.1 的两平行平面之间，该两平面对称配置在通过基准轴线的辅助平面两侧<br>  |
| | | d. 线对线<br>(a)<br>  | d.<br>(a) $\phi D$ 的轴线必须位于距离为公差值 0.1，且相对通过基准轴线的辅助平面对称配置的两平行平面之间<br>  |
| | | (b)<br>  | (b)刻线 b 必须位于距离为公差值 0.1，且相对基准线对称配置的两平行直线之间<br> |

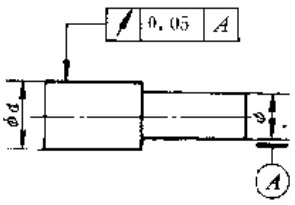
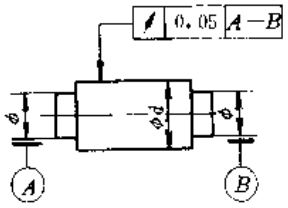
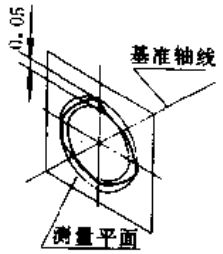
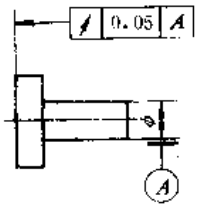
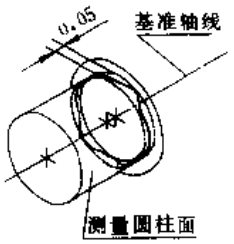
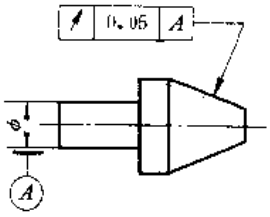
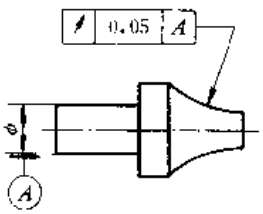
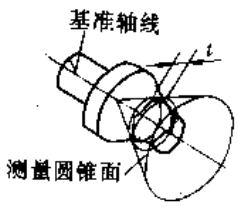
（续）

| 项　目 | 公差带定义 | 示　　例 | 说　　明 |
| --- | --- | --- | --- |
| 六、位置度 | 1. 点的位置度<br>公差带是直径为公差值 $t$，且以点的理想位置为中心的圆或球内的区域 | a.<br>  | a. 该点必须位于直径为公差值 0.3 的圆内，该圆的圆心位于相对基准 $A$、$B$ 所确定的点的理想位置上<br>  |
| | | b.<br>  | b. 球 $\phi D$ 的球心必须位于直径为公差值 0.08，并以相对基准 $A$、$B$ 所确定的理想位置为球心的球内<br>  |
| | 2. 线的位置度<br>（1）在给定方向上<br>当给定一个方向时，公差带是距离为公差值 $t$，且以线的理想位置为中心对称配置的两平行平面（或直线）之间的区域；当给定互相垂直的两个方向时，则是正截面为公差值 $t_1 \times t_2$，且以线的理想位置为轴线的四棱柱内的区域 | a. 一个方向<br>  | a. 每条刻线必须分别位于距离为公差值 0.05，且相对基准 $A$ 所确定的理想位置对称配置的诸两平行直线之间<br>  |
| | | b. 互相垂直的两个方向<br>  | b. 6 个孔的轴线必须分别位于水平方向公差值为 0.1，垂直方向公差值为 0.2 且以理想位置为轴线的两平行平面棱柱内<br>  |

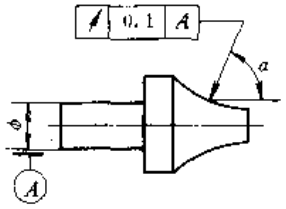
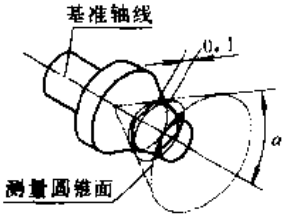
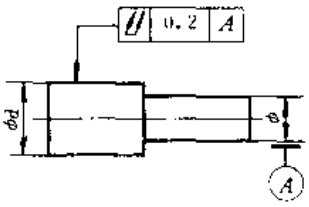
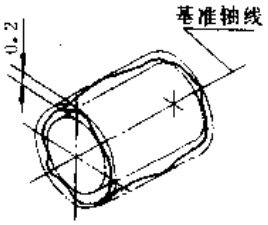
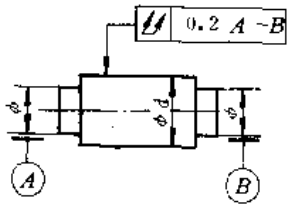
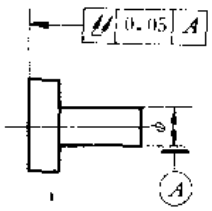
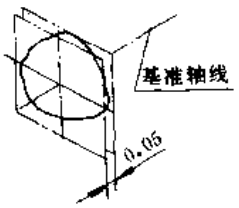
（续）

| 项　目 | 公差带定义 | 示　　例 | 说　　明 |
| --- | --- | --- | --- |
| 六、位置度 | （2）在任意方向上公差带是直径为公差值 $t$，且以线的理想位置为轴线的圆柱面内的区域 | a.<br>  | a. φD 的轴线必须位于直径为公差值 0.1，且以相对基准 A、B、C 所确定的理想位置为轴线的圆柱面内<br>  |
| | | b.<br>  | b. 3 个 φD 的轴线必须分别位于直径为公差值 0.05 且以理想位置为轴线的诸圆柱面内<br>  |
| | 3. 面的位置度<br>公差带是距离为公差值 $t$，且以面的理想位置为中心对称配置的两平行平面之间的区域 |  | 斜表面必须位于距离为公差值 0.05，且以相对 A、B 基准所确定的理想位置为中心对称配置的两平行平面之间<br>  |
| | 4. 复合位置度 |  | 4 个 φD 孔的轴线必须分别位于直径为公差值 0.1 和 0.05 的两圆柱的重叠部分内<br>4 个 φ0.1 的公差带，其几何图框相对于基准 A、B、C 而确定<br>4 个 φ0.05 的公差带，其几何图框仅相对于基准 A 定向<br>  <br>在最大实体状态下 |

（续）

| 项　目 | 公差带定义 | 示　例 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 七、圆跳动 | 1. 径向圆跳动<br>公差带是在垂直于基准轴线的任一测量平面内半径差为公差值 $t$，且圆心在基准轴线上的两个同心圆之间的区域 | a.<br>  <br>b.<br>  | a、b. $\phi d$ 圆柱面绕基准轴线作无轴向移动回转时，在任一测量平面内的径向跳动量均不得大于公差值 0.05<br>  |
| | 2. 端面圆跳动<br>公差带是在与基准轴线同轴的任一直径位置的测量圆柱面上沿母线方向宽度为 $t$ 的圆柱面区域 |  | 当零件绕基准轴线作无轴向移动回转时，在左端面上任一测量直径处的轴向跳动量均不得大于公差值 0.05<br>  |
| | 3. 斜向圆跳动<br>公差带是在与基准轴线同轴的任一测量圆锥面上，沿母线方向宽度为 $t$ 的圆锥面区域，除特殊规定外，其测量方向是被测面的法线方向 | a.<br>  <br>b.<br>  | a、b. 圆锥表面绕基准轴线作无轴向移动回转时，在任一测量圆锥面上的跳动量均不得大于公差值 0.05<br>  |

（续）

| 项　目 | 公差带定义 | 示　　例 | 说　　明 |
| --- | --- | --- | --- |
| 七、圆跳动 | 3. 斜向圆跳动<br>公差带是在与基准轴线同轴的任一测量圆锥面上，沿母线方向宽度为 $t$ 的圆锥面区域，除特殊规定外，其测量方向是被测面的法线方向 | c.<br>  | c. 圆锥表面绕基准轴线作无轴向移动回转时，在给定 $\alpha$ 角的任一测量圆锥面上的跳动量均不得大于公差值 0.1<br>  |
| 八、全跳动 | 1. 径向全跳动<br>公差带是半径差为公差值 $t$，且与基准轴线同轴的两圆柱面之间的区域 | a.<br>  | a、b. $\phi d$ 表面绕基准轴线作无轴向移动地连续回转，同时，指示器作平行于基准轴线的直线移动。在 $\phi d$ 整个表面上的跳动量不得大于公差值 0.2<br>  |
| | | b.<br>  | |
| | 2. 端面全跳动<br>公差带是距离为公差值 $t$，且与基准轴线垂直的两平行平面之间的区域 |  | 端面绕基准轴线作无轴向移动地连续回转，同时，指示器作垂直于基准轴线的直线移动。此时，在整个端面上的跳动量不得大于 0.05<br>  |

## 2　各项目公差带的特点和应用

### 2.1　基本要点

不论在图样中给出形状公差还是位置公差都应掌握以下几个基本要点。

(1) 必须给定确定形位公差带的各个要素。

形位公差的公差带是由公差带的形状、方向、位置和大小四个要素来确定的。缺少任一必要的要素，公差带就是不确定的，它就无法控制误差。而这些要素必须在图样中给定。

1) 标准中规定的九种形状[⊖]的公差带　这九种形式是常用的，实际在生产中还会用到九种以外的如圆锥形等，但这九种形式已能基本满足控制零件要素误差的需要。

公差带的形状主要取决于被测要素的特征和设计要求。如对于平面，限制实际要素变动范围的公差带只能是两个平行平面，对于点则只能是圆形和球形见表4.3-3。

表　4.3-3

| 要素 | | 公差带形状 | 公差值 | 设计要求 |
|---|---|---|---|---|
| 点 | 圆心 | 圆形 | $\phi t$ | 给定任意方向，数值均为 $t$ |
| | 球心 | 球形 | $\phi t$ | 给定任意方向，数值均为 $t$ |
| 线 | 素线或交线 | 两平行直线 | $t$ | 给定一个平面；数值为 $t$ |
| | | 两平行平面 | $t$ | 给定一个方向，数值为 $t$ |
| | 轴线 | 两平行直线 | $t$ | 给定一个平面，数值为 $t$ |
| | | 两平行平面 | $t$ | 给定一个方向，数值为 $t$ |
| | | 圆柱面 | $\phi t$ | 给定任意方向，数值均为 $t$ |
| | 对称中心线 | 两平行直线 | $t$ | 给定一个平面，数值为 $t$ |
| | | 两平行平面 | $t$ | 给定一个方向，数值为 $t$ |
| 平面 | 平面 | 两平行平面 | $t$ | 只需指向被测面，数值为 $t$ |
| | 对称中心面 | | | |
| 圆柱体 | 圆截面 | 两个同心圆 | $t$ | 指向被测圆柱面，数值为 $t$ |
| | 圆柱面 | 两个同轴圆柱面 | $t$ | 指向被测圆柱面，数值为 $t$ |
| 任意线 | | 两等距曲线 | $t$ | 垂直指向被测轮廓线，数值为 $t$ |
| 任意面 | | 两等距曲面 | $t$ | 垂直指向被测轮廓面，数值为 $t$ |

⊖ ISO1101—95中已取消四棱柱形公差带，而以两组互相垂直的平行平面取代。

2) 公差带的方向　在限定被测要素的变动范围时，形状公差带的放置方向应符合最小条件。放置方向不正确，会导致误废。

位置公差带的放置方向由被测要素和基准的关系(垂直，平行，任意角度，理论正确尺寸等)来确定。对于平行度，限制被测要素变动范围的公差带是与基准平行的两平行平面。对于垂直度是与基准垂直的两平行平面或圆柱面，而对于同轴度及对称度而言则是与基准同轴线的圆柱面与基准平面对称配置的两平行平面。对于位置度，其公差带的放置方向是由其理论正确尺寸来确定的。

3) 公差带的位置　主要对位置公差而言。各项目公差带的放置位置，由相对于基准的尺寸公差或理论正确尺寸来确定。详细情况见表4.3-4。

表　4.3-4

| 项目 | 影响因素 | 位置特征 |
|---|---|---|
| 平行度 | 平面或直线间的距离公差(尺寸公差) | 在距离公差内浮动 |
| 垂直度 | | |
| 倾斜度 | 确定倾斜要素的理论正确角度 | 固定 |
| 同轴度 | 基准本身的尺寸公差 | 在尺寸公差内浮动 |
| 对称度 | | |
| 位置度 | 理论正确尺寸 | 固定，不随实际尺寸变化 |
| 圆跳动 | 圆柱体的直径公差 | 在尺寸公差内浮动 |
| 全跳动 | | |

(2) 其他基本要点

1)设计人员应按零件功能要求给出形位公差的要求。如，减速箱上的孔，由于要支承同一根轴的两个轴颈，箱体上两个孔必需要求同轴，其误差不能超过一定的值，此时设计人员应给出同轴度及其公差值。又如机床的主轴必须和工作台或导轨保持一定的几何精度，此时设计人员应给出平行度或垂直度，以保证零件的加工精度。

2) 图样上给出的各个形位公差项目，如果不给定其特定关系（Ⓜ、Ⓔ等），都应视作独立控制，与其他项目包括尺寸公差无关。

3) 图样上的形位公差，通常是针对整个被测表面的，其公差带应包含整个被测要素。因功能要求只需控制其中一部分时，应在图样上标出。

4) 控制误差时通常不应包括毛刺、裂痕、刮痕和类似的其他表面缺陷，但采用Ⓔ或Ⓜ时，需用最大实体边界或最大实体实效边界控制实际要素，此时上述表面缺陷必然包括在内。

5) 控制形位误差时，一般应在尺寸合格的前提下进行。

6) 同一要素上可以有两个或多个形位公差要求，但不能产生矛盾。

## 2.2　各项目公差带的应用要点

### 2.2.1　直线度

直线度系指对要素特征为直线的误差控制。常见的有：零件表面（平面、圆柱面、圆锥面、任意曲面等）上的素线，棱面间的交线（简称棱线），表面上的刻线，圆柱体、圆锥体的轴线和表面的对称中心线等。

直线度控制了所测方向线的各种误差，如凹下，凸起，波形，弯曲等。

(1)对于一般情况来说，给出了表面上素线的直线度就能控制该整个表面在这个方向上的直线度，如图 4.3-1a 表示对一个长方形零件上表面直线度要求为 0.08，图 4.3-1b 表示在箭头方向该表面任一素线，其误差不得超过 0.08mm（图 4.3-1c），由于是对素线的要求，可视作给定平面内的直线度，公差带为两平行直线。

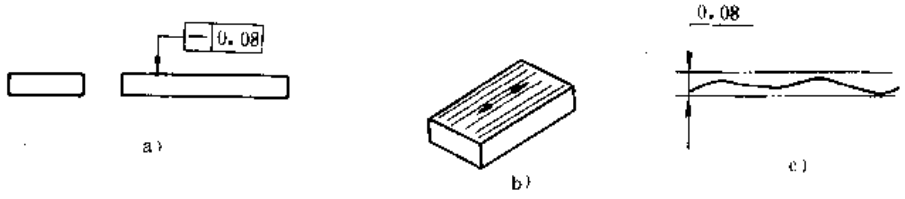



图　4.3-1

图 4.3-2a 表示曲面上素线的直线度要求，图 4.3-2b 表示被测素线的方向，图 4.3-2c 表示公差带为两个距离为 0.1 的平行直线。

(2)对于导轨、工作台等重要表面，可给出同一表面上两个方向上的直线度，见图 4.3-3a，以控制其运动精度。此时两个方向上的直线度必然是不同的，否则就应采用平面度。

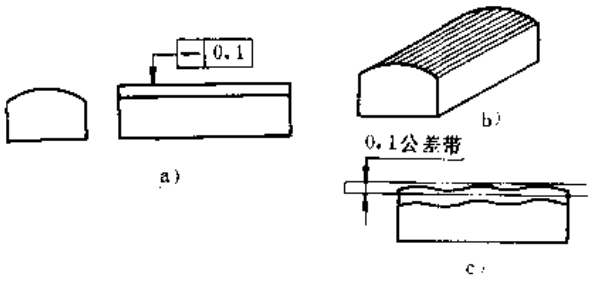



图　4.3-2

需要注意的是，此时的公差带是两组互相垂直的平行直线，分别位于互相垂直的两测量平面内，见图 4.3-3b。

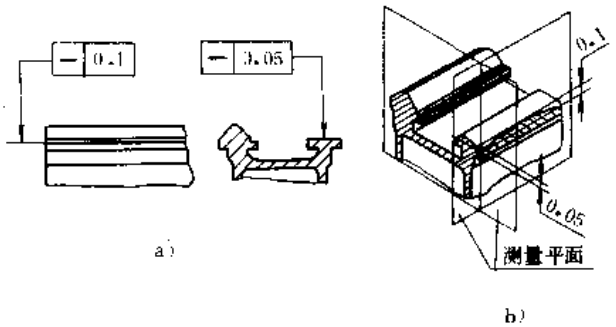


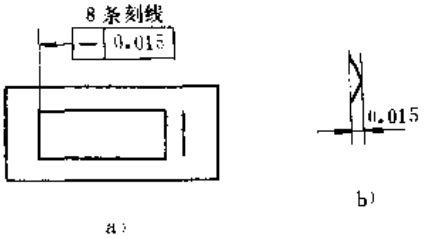

图　4.3-3

(3)对于刻线，可以给出在给定平面上的直线度，以控制在此平面内可能出现的变动量如图 4.3-4a，此时公差带为距离为 0.015mm 的两平行直线（图 4.3-4b）。

(4)对于棱线，可以给出一个方向的直线度，也可以给出二个方向的，如图 4.3-5a 和图 4.3-6a。其公差带为距离为 0.05mm 的两平行平面和由分别为 0.1mm 和 0.2mm 的两组互相垂直的平行平面控制、

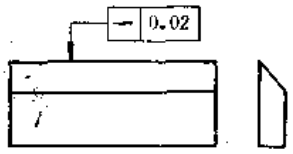
见图 4.3-5b 和图 4.3-6b。棱线没有必要给出任意方向直线度的要求，也即一般不用圆柱面公差带控制误差。

(5) 对于长零件有时给定全长上的直线度尚不能控制在局部长度上的要求，如一定量的弯曲，因有时误差在总长上是完全合格的，如较集中分布在一段长度上就不合格了。此时除了给出总长上直线度公差外，还应给出一定长度上的直线度公差，如图 4.3-7。需要注意的是，100/0.01 并不是指零件每隔 100mm 误差不得超过 0.01mm，而是在任意 100mm 上均不得超过 0.01。给出一定长度上的直线度公差并不要求一定同




a)　b)

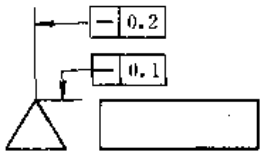
图 4.3-4



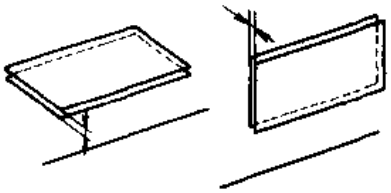

a)

b)

图 4.3-5




a)



b)

图 4.3-6

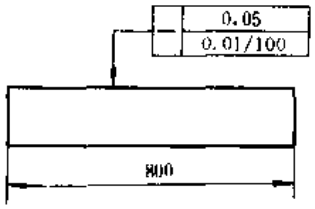
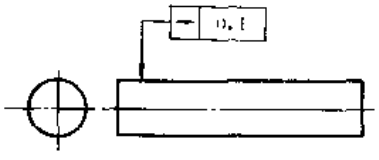
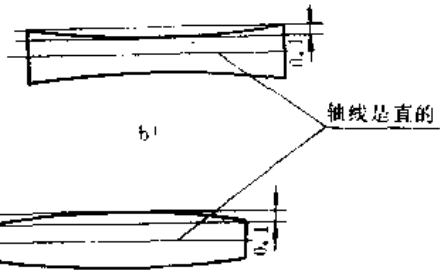


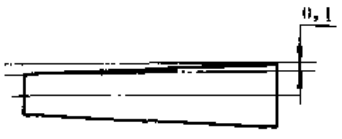

图 4.3-7




a)




b)




d)

c)

图 4.3-8

时给出全长上的公差，而是根据零件功能要求而定。如图所示零件全长为 800mm。每 100mm 不得超过 0.01mm。如误差均往一个方向发展，则在零件 800mm 处其累积误差可能是 0.08mm。如这个误差量是所允许的，则不必再给出全长上的公差值，如不允许，则应给以限制。总长的公差值必须小于其可能产生的累积误差值，一般来说，控制在最大累积误差值的 40%～60%是合理的。

(6)对于圆柱体和圆锥体，可以给出素线的直线度（图 4.3-8a、图 4.3-9），也可给出轴线的直线度（图 4.3-10a）。要注意的是素线误差不一定反应到轴线上，如素线出现中凹、中凸、锥形等误差，其轴线可能依然很直（见图 4.3-8b、c、d），但轴线的误差必然反应到素线上见图 4.3-10b。

控制素线的直线度误差同时也控制生轴线的误差。对于圆柱体或圆锥体表面要求较高时可采用这种方法。

对于轴线的直线度，可以控制一个方向，两个互相垂直的方向，也可以全方位的任意方向，表 4.3-1 中已示出例子。

控制轴线直线度主要是为了保证装配。应在全方位上控制，采用圆柱面公差带即给出 $\phi t$ 值（如图 4.3-11）。此时应采用最大实体要求，用量规检验，实际尺寸偏离其极限偏差时使直线度可得到补偿值。这样既保证了装配功能的要求又提高了加工的经济性。

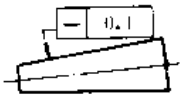
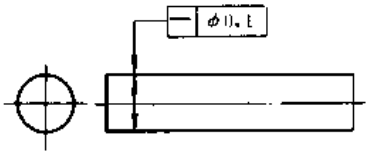
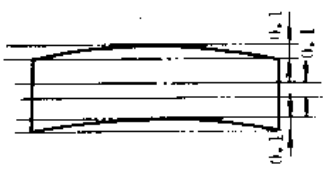



图　4.3-9




a)




b)

图　4.3-10

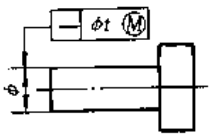



图　4.3-11

### 2.2.2　平面度

平面度系指对要素特征为平面的误差控制。常见的有零件的上下表面，工作台表面，导轨表面各种棱面，圆柱零件的端面、环面等。

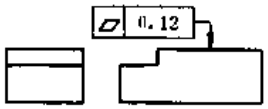
平面度可控制一个平面要素，也可同时控制 2 个或 2 个以上平面的共面要求。

平面要素一旦由平面度控制，该公差带也必然控制了该要素上各素线的直线度。

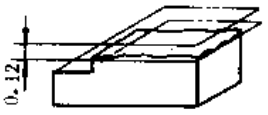
平面度的公差带，在任何情况下都是一组距离为公差值 $t$ 的两平行平面。

(1)一般情况下，给出平面要素的平面度公差（图 4.3-12a）就控制了整个被测表面，该表面上的素线不论什么方面，均受此公差带的控制。如图 4.3-12b。

(2) 对于某些环形零件，由于其两端面需要与齿轮，轴承等重要零件相配，对其平面度应有较高要求，




a)




b)

图　4.3-12

如两面要求的数值一样，可用图 4.3-13 的标注方法，但需分别测量，各端面均应在给定公差带内。

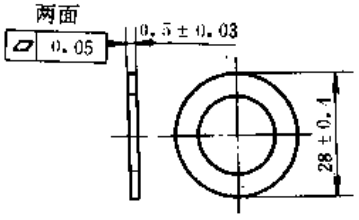



图　4.3-13

(3)对于多棱形零件，如给出平面度公差，一般来说各棱的公差值是相等的，见图 4.3-14 和图 4.3-15。

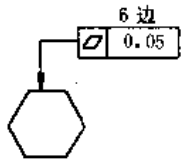



图 4.3-14

(4)对于零件上分散的单个平面，如有共面的要求时可用加标注的平面度来控制如图 4.3-16a。此时三个被测平面共有一个公差带区域，三个实际平面必需同时处于这一公差带内，这样就控制了它们之间共面的要求，见图 4.3-16b，应在框格下说明“共面”。也可采用三个平面之间用细线相连的方法，以表示三者应在一个平面内这一设计要求。

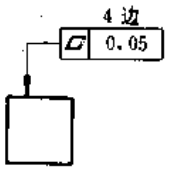



图 4.3-15

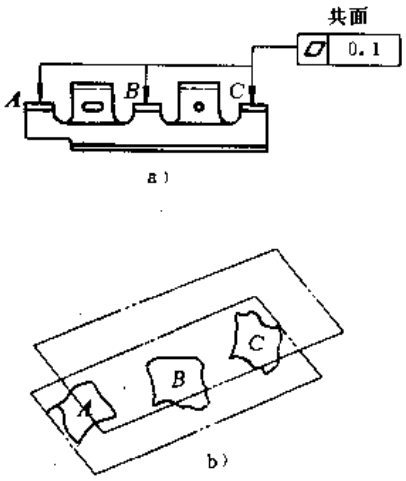



图 4.3-16

三个平面虽公差值相同，但没有共面要求（图 4.3-17a)，只需分别满足要求。三个平面的平面度误差分别由三个公差带控制，它们之间没有关系，见图 4.3-17b。

(5)对于较大的平面，需要局部控制平面度，或需同时控制整个表面和局部表面时，可根据功能要求按标注规定给出，如图 4.3-18a 和图 4.3-19。局部控制 100：0.1 表示在此被测平面上，任一 100mm×100mm的表面上均应满足平面度误差不大于0.1的

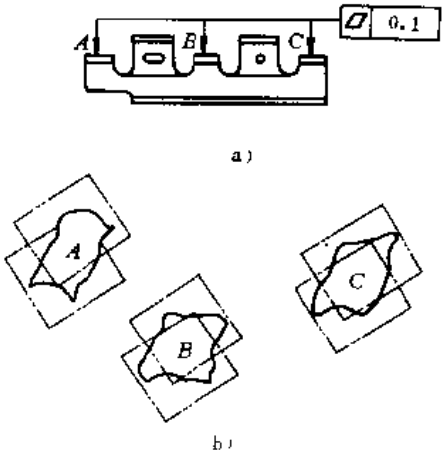



图 4.3-17

要求（图 4.3-18b)。全长上的数值不能用局部数值按比例折算，因误差的分布是随机的，经常出现可相互抵消的情况。一般全长上的数值可采取按比例折算后的40%~60%。

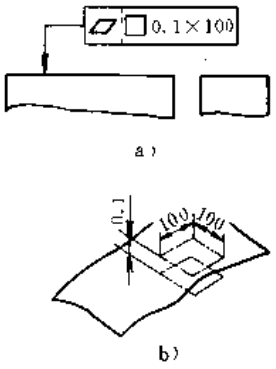



图 4.3-18

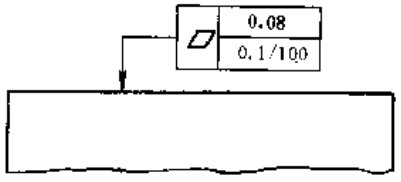



图 4.3-19

(6)有些平面要素除对平面度有要求外，还对其误差方向有要求。如对于精度较高的密封面，因需储存介质，轴承端面需要保证配合精度，均要求其误差呈中间

凹下状，则应在数值后面加注（－），(图 4.3-20)，对于有摩擦运动，精度较高的平面，如磨床工作台表面，要求其平面度误差呈中凸状，使其工作一段时间磨损后，仍能保持运动精度。这时，应在其公差值后加注（＋），见图 4.3-21。

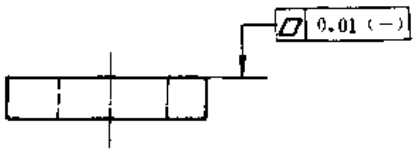



图　4.3-20

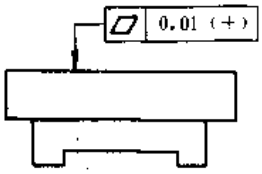



图　4.3-21

### 2.2.3　圆度

圆度系指圆线或圆形要素，在其线上或横截面上圆形的误差要求。

圆形要素包括圆柱体、圆锥体、圆盘、球体或其他非球形圆要素。

圆度公差带必须位于同一平面内，是一个由两个同心圆所限定的环形公差带。实际圆线或圆形位于其中就是合格的，两同心圆间的距离是公差值 $t$。

圆度公差带对误差的评定只取决于两同心圆间的距离（$t$ 值），与同心圆本身的直径无关。也即圆度与零件实际尺寸无关。在同一圆柱体上各横截面上的圆度公差带互相之间也无关系。各横截面上的圆度公差带只是对同一横截面内的实际圆形进行控制。

需要指出的是圆度与尺寸虽然无关，但零件的尺寸必需符合尺寸公差的要求，这也是评定圆度误差的前提条件。然而这并不意味着圆度公差带必须在尺寸的最大实体尺寸或最小实体尺寸所形成的理想边界内。图 4.3-22a 示出一个三棱形零件，假定其实际尺寸处处位于尺寸公差内，圆度也是合格的，但其实际边界超过了零件的最大实体尺寸边界。图 4.3-22b 取其合格状态下的极限情况。该圆的最大实体尺寸为 10.1mm，圆度为 0.02，在两者都处于极限的情况下，由于误差可以叠加，实际圆的直径为 $\phi$10.12 超过了 $\phi$10.1。

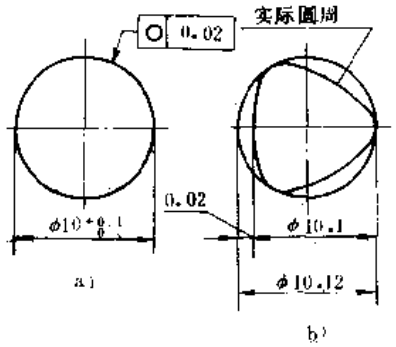



图　4.3-22

如必需控制任何误差状态，使其均在尺寸公差的最大实体边界内，应在尺寸公差后加注Ⓔ(详见本篇第 4 章 1.2)

(1)对于圆柱体类零件，圆度公差一般用于主轴、传动轴、凸轮轴的轴颈，箱体孔，轴承内外环，阀杆外圆，气缸体内径，活塞杆，阀套等。

(2)对于圆锥体零件，圆度公差一般用于锥销、锥形套筒、夹具模具中的锥形表面，此时，圆截面尺寸锥在变化，但圆度误差的要求是一致的，需注意的是公差框格的指示箭头应垂直于轴线而不是圆锥表面，如图 4.3-23 所示。

(3)对于球表面，其公差带是控制通过最大直径截面的任一个或所有的圆形。尽管球体任一截平面的圆周均是圆的，但圆度公差带控制的是通过球体中心的圆截面上的圆形误差，见图 4.3-24。

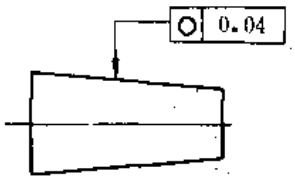



图　4.3-23

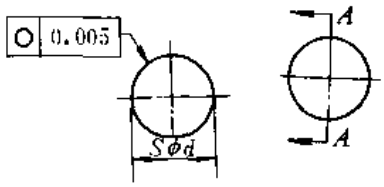



图　4.3-24

(4)对于非圆柱、非圆锥零件的圆度，其定义与圆

柱、圆锥是一致的。常见的这类零件，是由几段曲面组成，如仅是对某一段有圆度要求，则应标出其范围，见图 4.3-25。

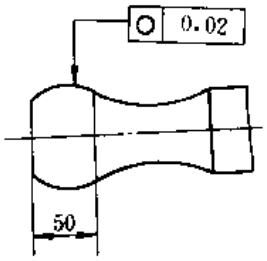



图　4.3-25

(5) 对于在无心磨床上加工或由夹持力形成奇数棱的零件的圆截面，用两点法测量不能反映其误差值。在给出圆度公差带时可同时规定其测量方法，如在框格下加注测量代号"3-1"(见 GB 1958—80)，见图 4.3-26。

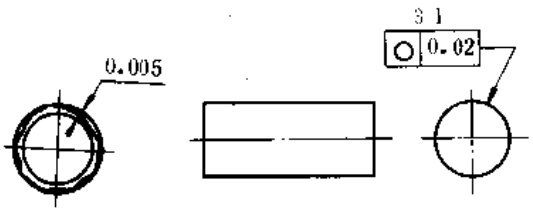



图　4.3-26

### 2.2.4　圆柱度

圆柱度系指对要素为圆柱面的零件的误差控制。它的控制范围为整个被测的圆柱面，包括纵截面的素线误差和横截面的圆线误差。因此圆柱度是一项既控制了圆度又控制了素线直线度及轴线直线度的综合性形状公差。

对圆柱体零件来讲，给出了圆柱度要求必然同时控制了圆度、素线和轴线直线度，因此不必再给出这些单项公差要求。如要进一步限制圆度或素线、轴线直线度，可再给出公差值，此时，一般应在圆柱度公差值的50%以下，否则就失去意义。

圆柱度仅对圆柱体而言，对圆锥体或其他形式的非圆柱面均不适用。

圆柱度公差带是由两同轴圆柱面组成的、两圆柱面之间的距离是公差值 $t$。

圆柱度一般用于精密量仪的主轴及轴系，高精度喷油嘴的针阀体，高压液压泵柱塞，活塞销，测杆等。由于它的公差带控制了整个被测圆柱面，尤其适用了一些配合高精度的关键性零件，由于目前测量圆柱度尚有一定的难度，一般企业尚缺乏专用仪器，所以只有在零件功能确实需要时才给出圆柱度要求。

(1) 圆柱度可用于外表面，图 4.3-27 也可用于内表面图 4.3-28。

(2)采用圆柱度时，可根据零件功能要求对其误差状态进行控制

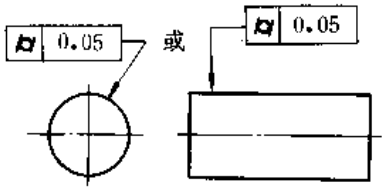



图　4.3-27

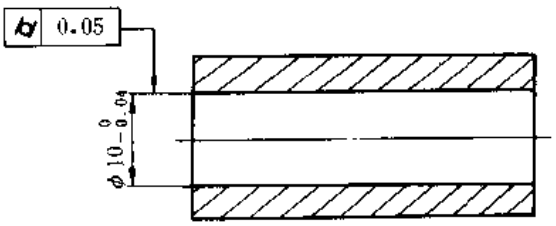



图　4.3-28

图 4.3-29 是要求其误差状态只许向中间凸起。

图 4.3-30 是要求其误差状态只许向中间凹下。

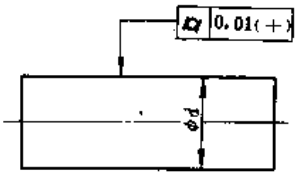



图　4.3-29

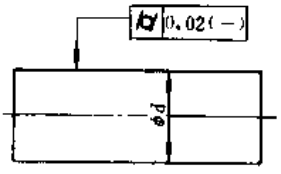



图　4.3-30

图 4.3-31 是要求误差由左端向右端增加，（图 4.3-31a）和由左端向右端减少（图 4.3-31b）。

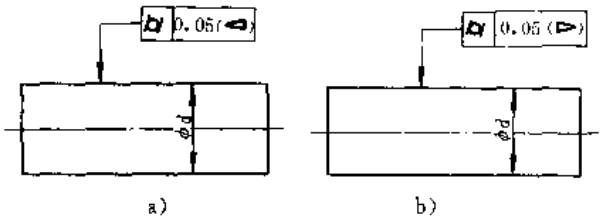



图 4.3-31

这些符号解决了对零件圆柱面鼓形、鞍形和锥形的要求。

美国，加拿大等国的产品图样中常出现对圆柱形零件的素线平行度要求，见图 4.3-32，这是对在垂直于轴线的平面内两根相对应的素线的平行要求，ISO 和我国均未采用此法，因圆柱度已控制了素线的平行度。图中的基准符号是美国标准 ANSI 规定的符号，右下角小圆锥符号是表示该图采用第三角画法。

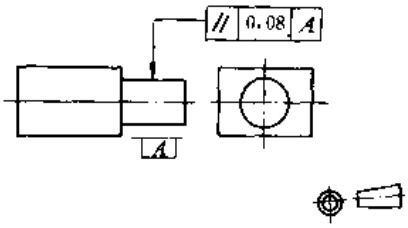



图 4.3-32

### 2.2.5 线轮廓度

线轮廓度系指对任意形状表面轮廓线的控制。它可以是轮廓表面一个方向上的素线或轮廓的界线，也可以是部分圆柱面或部分球面上的轮廓线。

线轮廓度主要是对非圆曲线和部分圆线段的控制。对于直线，圆线已有专门项目的公差带控制，一般不必采用线轮廓度。

线轮廓度是实际线对理想线的比较，理想线的形状由理论正确尺寸给出。其公差带是以理想轮廓线上的各点为圆心，以公差值 $t$ 为直径的一系列小圆所形成两包络线之间的区域。

线轮廓度可以相对基准有方向和位置要求，此时应标注基准，线轮廓度的公差带应按相对于基准的理想位置放置。

常见的几种线轮廓度示例如下

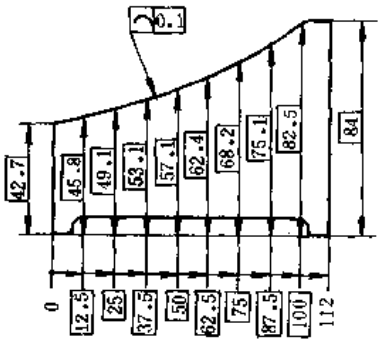
(1) 非圆曲线的线轮廓度 该零件的曲线是由一系列带框格的理论正确尺寸确定的，图 4.3-33a 示出了标注方法，图 4.3-33b 是它的公差带。

(2) 部分圆柱表面上的线轮廓度 该零件上曲面是圆柱面的一部分，它由理论正确尺寸 R38 确定了轮廓形状，但同时又受相对于底面的尺寸公差控制(见图 4.3-34a)。线轮廓度公差带是以 R38 确定的理想轮廓线和线轮廓度公差 0.15 组成。也即以 $\phi$0.15 为直径，圆心在理论轮廓上的一系列圆所组成的二根包络线，见图 4.3-34b。但此公差带在尺寸公差 22.5±0.2 内浮动。

(3) 综合形状的线轮廓度

图 4.3-35a 示出一个具有较复杂轮廓的零件，线轮廓度对表面的综合形状进行控制。此表面同时受到尺寸公差的控制。

由一系列理论正确尺寸和公差值 0.2mm 所确定的公差带可在尺寸公差 29±0.5mm 内浮动（见图 4.3-35b)。



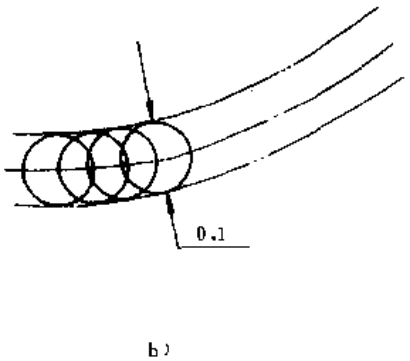




图 4.3-33

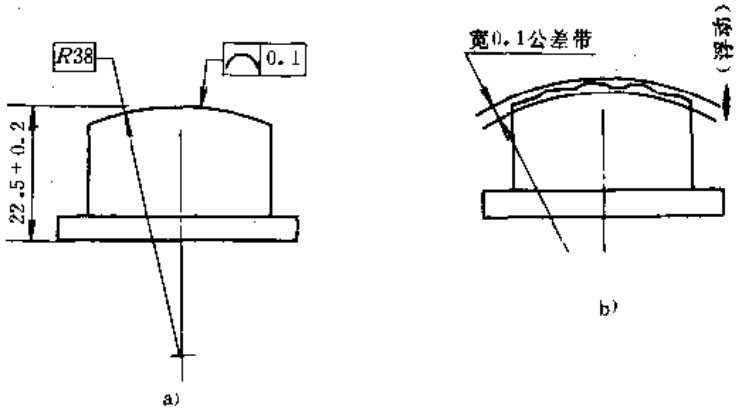



图　4.3-34

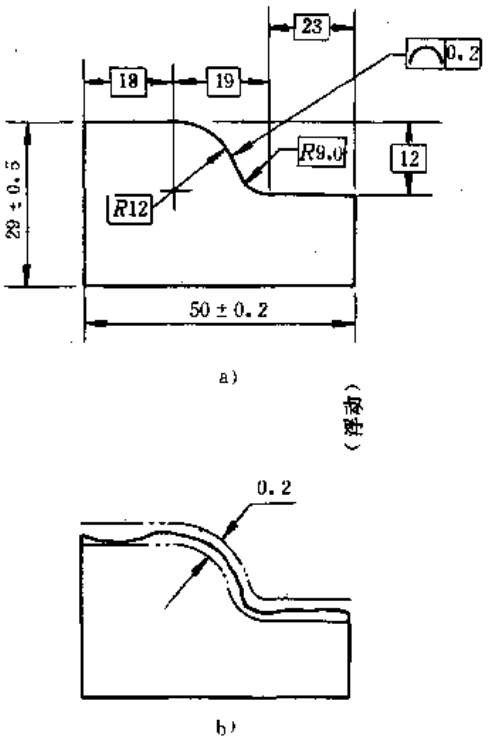



图　4.3-35

(4) 部分表面上的线轮廓度　有时并不需要对零件表面上的所有线段而只是对部分曲线段进行控制，可采用图 4.3-36 的方法，标出所需控制线段的尺寸和位置，并在公差框格下加注“$A\sim B$”，将公差框格的指示箭头指向被测的轮廓线段。

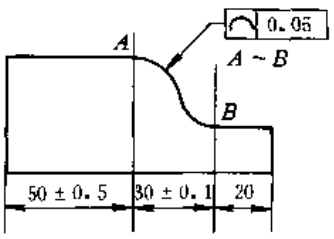



图　4.3-36

如果轮廓的不同部分采用不同的公差数值，可用图 4.3-37a 方法表示。其公差带见图 4.3-37b。

(5)零件周边的线轮廓度　一般来讲，线轮廓的控制范围通常指延伸到第一个突变点或尖角。如果需要对零件的全部轮廓进行控制，则应全部注上理论正确尺寸，并在框格指线转折处画上符号“小圆圈”见图 4.3-38。

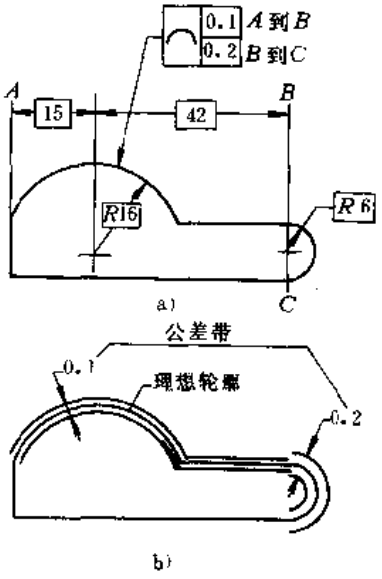



图　4.3-37

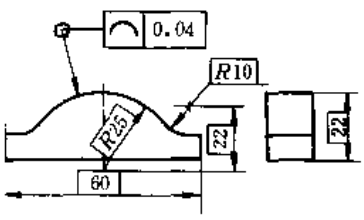
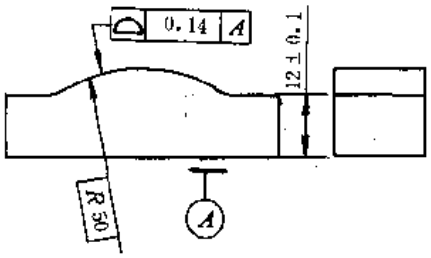
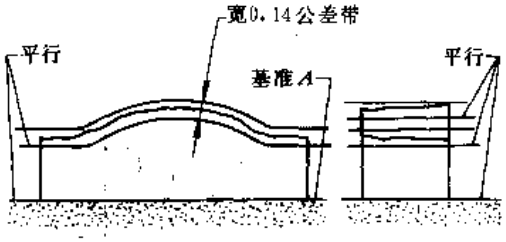



图　4.3-38




a)




b)

图　4.3-39

(6)有定向或定位要求的线轮廓度　上述例子，线轮廓度与基准无关，其公差带可以向任何方向移动以力求包容被测的线轮廓。如有定向要求则应加注对基准的要求，见图 4.3-39a，此时线轮廓度的公差带必须平行于基准 $A$，见图 4.3-39b。

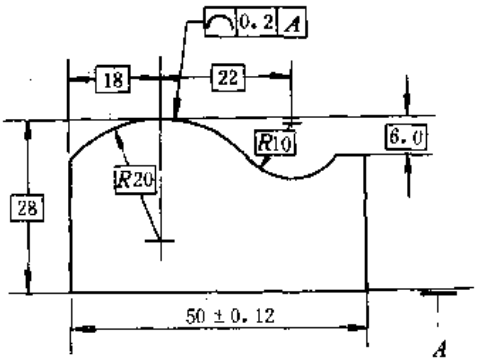



图　4.3-40

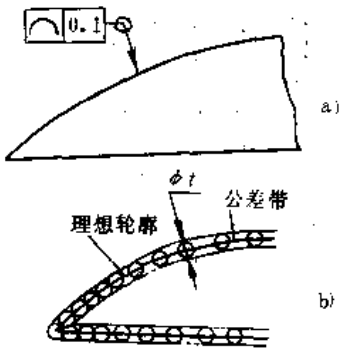



图　4.3-41

如有定位要求，定位尺寸必须是理论正确尺寸，见图 4.3-40。此时公差带的位置是固定的，不可浮动。

(7)具有尖角的线轮廓度　对具有尖角的轮廓，尖角边有线轮廓度的要求时（图 4.3-41a）其实际轮廓均应理解为允许存在圆角（图 4.3-41b）。若设计要求不允许有圆角或对圆度有特殊要求时，则应在图样中给出不允许超出的最大半径（图 4.3-42）。

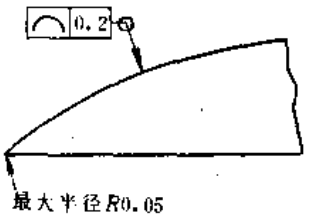



图　4.3-42

### 2.2.6　面轮廓度

面轮廓度系指对任意形状表面轮廓的控制。它可以是整个表面或部分表面。由于平面和圆柱面已有专项公差控制，因此面轮廓度主要是指非圆表面，综合形状表面或部分圆柱面，球面等。

面轮廓度是实际面对理想面的比较，理想面的形状由理论正确尺寸确定。其公差带是以理想轮廓面上的各点为圆心，以公差值 $t$ 为直径的一系列小圆的两包络面之间的区域。

面轮廓度可以有方向和位置的要求，应标出基准，此时，面轮廓度的公差带应相对于基准的理想位置放置。

常见的几种面轮廓度示例如下

(1) 非圆曲面的面轮廓度　该零件的曲面由理论正确角度和理论正确尺寸来确定见图 4.3-43。

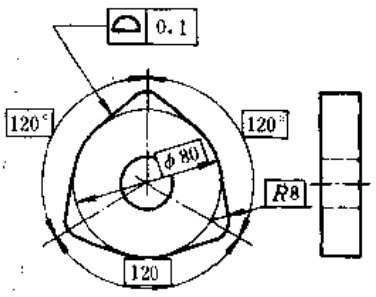



图　4.3-43

(2) 部分表面的面轮廓度　部分是球面的面轮廓

度，常见于一些零件的端面，如图 4.3-44。

部分是圆柱面的面轮廓度较常用到，图 4.3-45 示出了多个圆柱面所组成表面的面轮廓度要求。

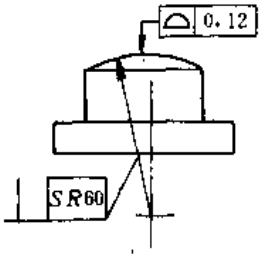



图　4.3-44

(3) 相对基准有方向或位置要求的面轮廓度　图 4.3-46 示出有方向要求的面轮廓度，即部分球面的公差带必需平行于 $A$ 基准。

图 4.3-47 示出有位置要求的面轮廓度，面轮廓度公差带必需处于正确位置上。

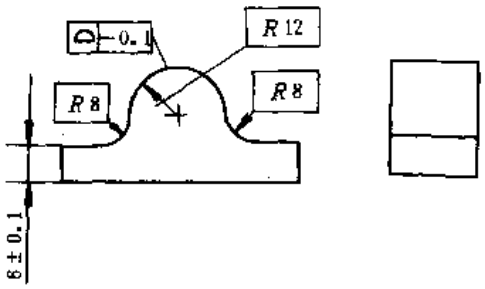



图　4.3-45

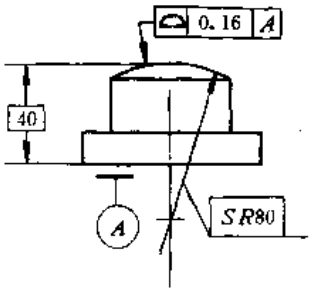



图　4.3-46

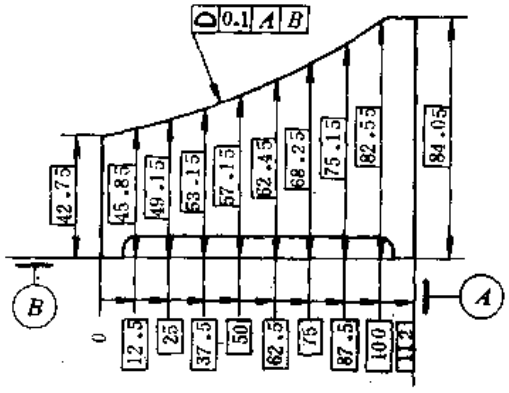



图　4.3-47

(4) 在同一零件表面上公差值要求不同的面轮廓度　这种情况常见于凸轮表面，因凸轮各段曲面可能有不同功能的要求，此时需给出不同的面轮廓度，图 4.3-48 给出了从 0°～270°和从 270°到 360°的不同公差值要求。

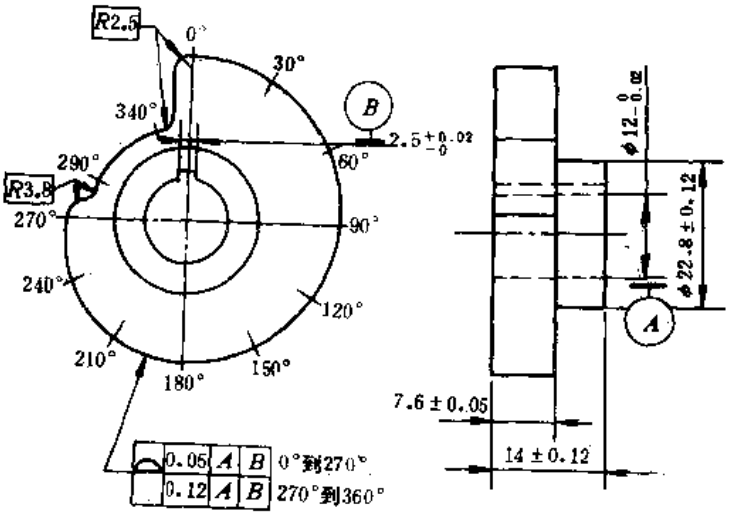



图　4.3-48

采用线、面轮廓度时应注意以下几点：

1）线、面轮廓度的理想形状是由理论正确尺寸（线性尺寸，角度）确定的，因此，与其他形状误差不同，轮廓度公差是带有尺寸要求的形状公差。

2）轮廓度公差虽属形状公差项目，但有时有方向及位置特性的要求，此时应给出基准，属位置公差。

3）不是所有非圆曲线、曲面及部分圆柱、球面有形状要求时，必需采用轮廓度公差。在有些情况下如检验方法的限制，表面本身要求不严格或对于单件小批生产的零件可采用标注尺寸公差的方式来控制其表面轮廓。

4）轮廓度公差带的宽度方向与尺寸公差的方向不同，前者永远垂直于理想轮廓，后者则是坐标方向，因此，这两者不存在确定的换算关系，它们之间的关系由该零件的曲线或曲面特征确定。

5）面轮廓度是对被测表面轮廓形状的控制，必然也控制了同一表面上线的轮廓形状。一般来说已有面轮廓度要求的表面不必再给出线轮廓度的要求，只有需进一步限制其数值时，才给出线轮廓度要求，其数值一般应是面轮廓度数值的 50% 以下。

### 2.2.7　平行度

在技术图样中要素间经常有方向上的要求，即对要素间平行、垂直或呈任意角度的定向。平行度，垂直度和倾斜度为位置公差中的定向公差。定向指的是两个或多个的线、表面或其他要素间所存在的角度关系。

平行度要求被测要素与基准呈 180°的平行关系。它可对零件的平面、端面轴线、素线、交线等面、线要素进行控制。

平行度的公差带是多种的，视要素的特征和设计要求而定。它包括两平行平面，圆柱面，两平行直线等。

轴线对轴线的平行度可采用最大实体要求。

（1）平面要素的平行度

1）平面要素的平行度多见于对基准平面（面对面）的平行要求。图 4.3-49～图 4.3-53 给出了各种不同要素面对面平行度的示例。

对于两形状相同，不易辨认为要素，其平行度要求应采用任选基准，如图 4.3-54。任选基准相对于指定基准来说要求是严格的。因这种标注意味着用任何一个面作基准或被测面都应合格。

不是整个平面，而是部分平面的平行度要求示例见图 4.3-55，部分平面必需在图样中明确指出。

给定被测长度的平行度要求见图 4.3-56，图中表示每 100mm 均要求平行度为 0.01mm，但总长度没有要求。

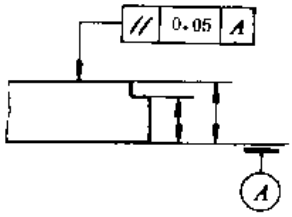



图　4.3-49

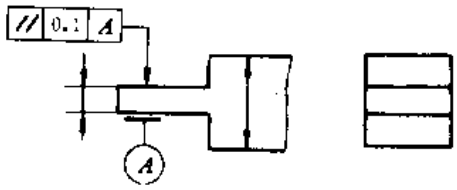



图　4.3-50

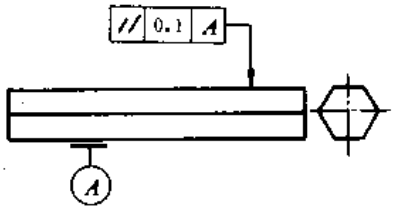



图　4.3-51

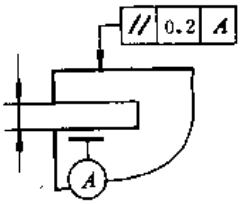



图　4.3-52

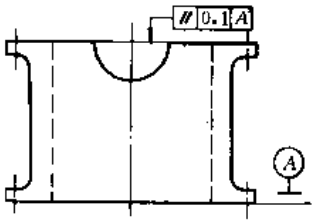



图　4.3-53

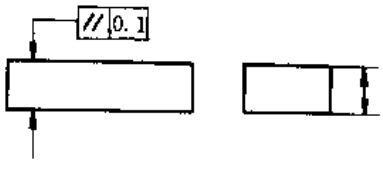



图　4.3-54

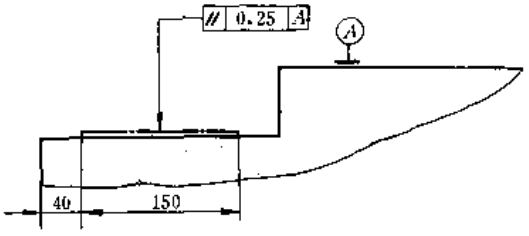



图 4.3-55

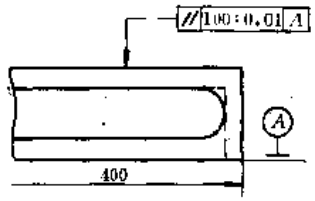



图 4.3-56

2）平面对线（面对线）的平行度要求，常见于平面对轴线的要求，如对削去平面的圆柱体，常要求其削平面相对于轴线平行，见图 4.3-57。

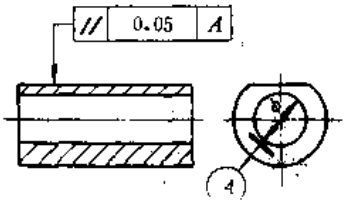



图 4.3-57

（2）对于线要素的平行度的公差带则视其相对的基准要素是线还是面及设计所给出的要求而定。

1）刻线间（线对线）的平行度见图 4.3-58a，其公差带是平行于基准线的两平行直线，平行线之间距离为公差值 0.015，见图 4.3-58b。8 条刻线必须分别满足此要求。

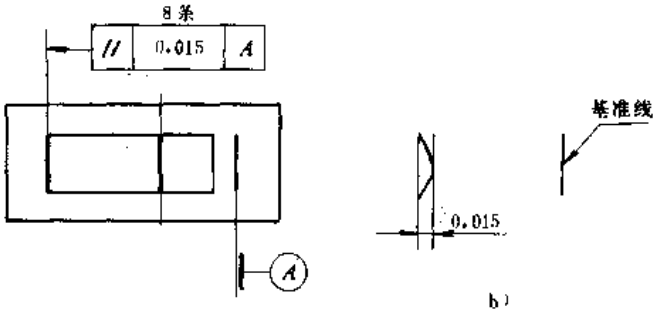



图 4.3-58

2）轴线之间（线对线）的平行度可以有多种情况

① 一个方向上的平行度，只需控制轴线在 $y$ 方向上的平行度。其公差带为平行于基准轴线的距离为 0.1 的一组平行平面。

② 互相垂直的两个方向，（图 4.3-60）除控制 $y$ 向外还需控制与之垂直的 $x$ 向，都是相对于基准的，公差带距离分别为公差值 0.1 和 0.2 的互相垂直的两平行平面。

③ 任意方向，图 4.3-61 为全方位的控制被测轴线，也即轴线的任意方向均为 0.1 数值控制，其公差带为直径 0.1 的圆柱面，对于轴、孔类零件经常采用这种方法。

对于全方位控制的轴线，如需保证其相互之间的配合精度，应采用独立原则，即尺寸不能补偿给平行度。实际轴线只能位于所给予的公差带内。

对于那些仅需保证其装配要求的轴线，采用最大实体要求Ⓜ是经济合理的，见图 4.3-62。

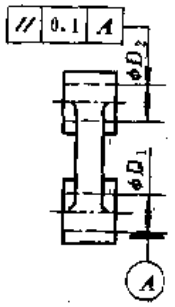



图 4.3-59

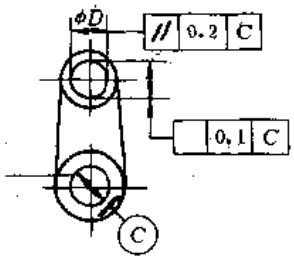



图 4.3-60

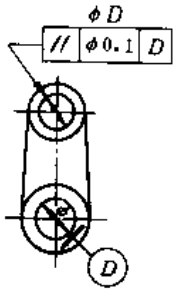



图 4.3-61

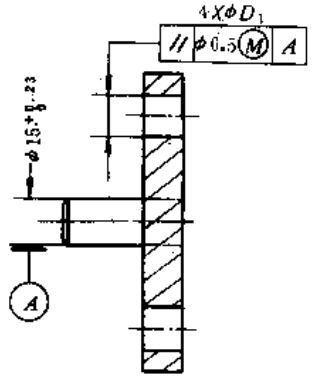



图 4.3-62

④ 被测轴线相对于公共轴线。图 4.3-63 示出了 $\phi D$ 轴的轴线相对于由两个 $\phi D_1$ 轴的轴线组成的公共轴线的平行度要求。

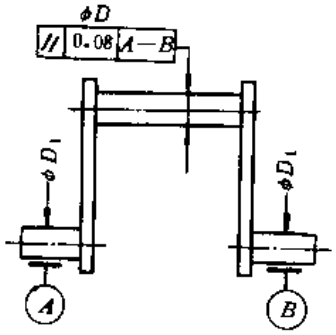



图 4.3-63

此外，还有圆柱面的素线相对于基准轴的素线的平行度。这种要求我国未列入标准，因可用圆柱度控制。

(3) 轴线或交线对平面（线对面）的平行度

① 轴线对基准平面的平行度示例见图 4.3-64，由于基准是平面，轴线对基准的平行度只可能有一个方向的要求，公差带也只能是距离为公差值 0.03mm 且平行于基准 $A$ 的两平行平面。

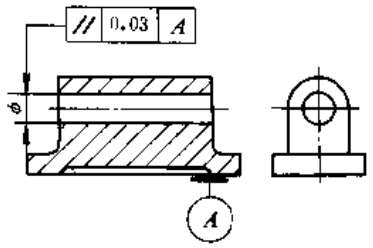



图 4.3-64

② 交线对平面的平行度示例见图 4.3-65，其公差只能是平行于基准的两平行平面。

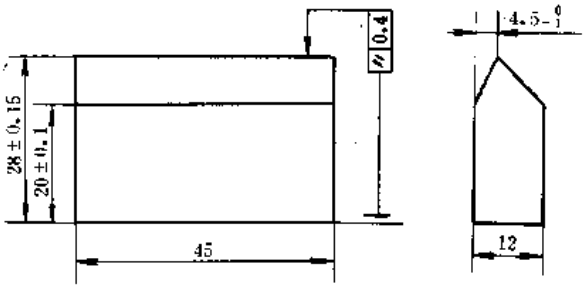



图 4.3-65

平行度公差带必然控制了被测表面上的各种误差如素线直线度、平面度。对于轴线平行度，则必然控制了轴线的直线度。因此，一般不再给出上述要求，必要时，为了进一步控制单项误差，可给出单项的形状公差，其公差值应在平行度公差值的 50%以下。

### 2.2.8　垂直度

垂直度属位置公差中的定向公差，要求被测要素与基准要素间呈 90°垂直关系。

垂直度可对零件的平面、端面、轴线、交线、刻线等线、面要素进行控制。

垂直度的公差带也有多种形式，可以是两平行直线，两平行平面或圆柱面。轴线对平面的垂直度可采用最大实体要求，示例如下。

(1) 平面要素的垂直度

1) 平面要素间（面对面）的垂直度见图 4.3-66～图 4.3-68，一般用于精密度较高的测量器具如角尺等，也常用于零件侧面对底面、端面对底面的垂直要求，面对面的垂直度公差带是距离为公差值 $t$ 的垂直于基准面的两平行平面。

当被测面与基准面不易分辨，以及两个面均要求较高时可采用任选基准，如图 4.3-69。

2) 平面相对于轴线（面对线）的垂直度见图 4.3-

70和图4.3-71。

此时的公差带仍然是两平行平面，它是垂直于基准线的。

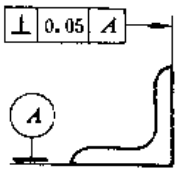



图　4.3-66

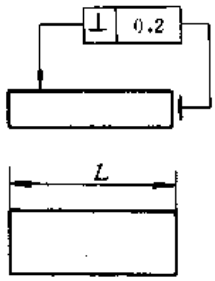



图　4.3-67

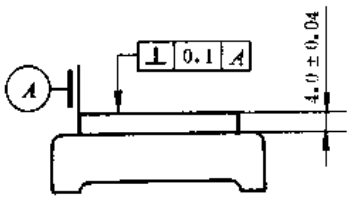



图　4.3-68

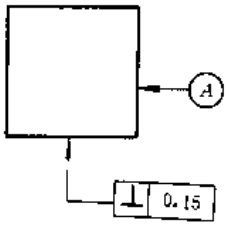



图　4.3-69

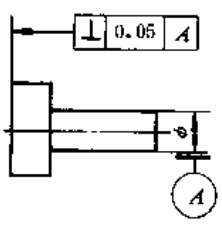



图　4.3-70

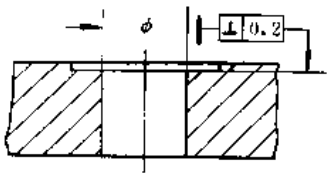



图　4.3-71

图 4.3-72示出了对称中心面对轴线的垂直度要求，采用最大实体要求。基准和被测要素的尺寸公差均可使被测面得到一补偿值。

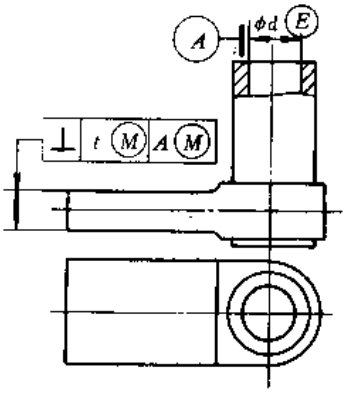



图　4.3-72

(2) 轴线要素的垂直度

1) 轴线之间(线对线)的垂直度要求是较常见的，图4.3-73～图4.3-77示出了线对线的垂直度例子。

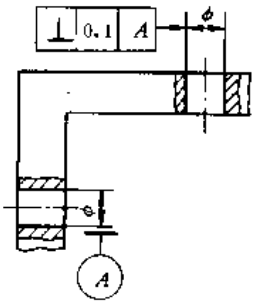



图　4.3-73

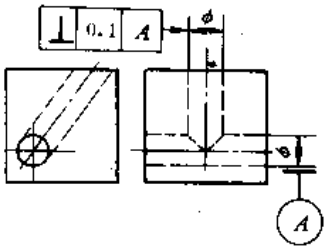



图　4.3-74

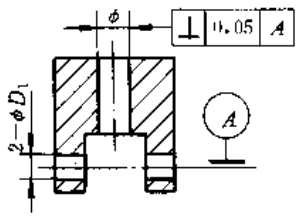



图 4.3-75

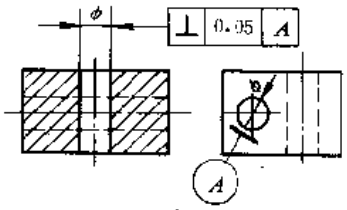



图 4.3-76

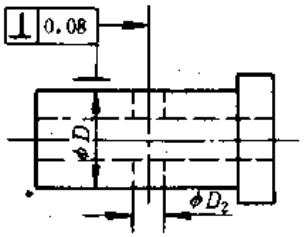



图 4.3-77

线对线垂直度的公差带，因是垂直要求，只可能在一个方向上，所以公差带只有一种型式——垂直于基准线距离为公差值 $t$ 的两平行平面。公差值前不能加注 $\phi$。

2）轴线对平面或端面（线对面）的垂直度

轴线对平面或端面的垂直度，按功能要求可给出一个方向，两个互相垂直方向及任意方向的垂直度。其公差带因此也有多种型式：垂直于基准面的距离为公差值 $t$ 的两平行平面，距离分别为公差值 $t_1$ 和 $t_2$ 的两组平行平面以及直径为公差值 $t$ 的圆柱体面。

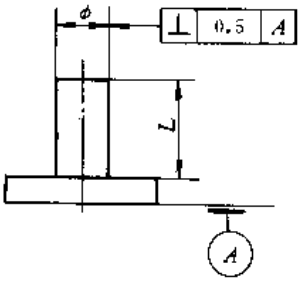



图 4.3-78

① 给定一个方向的垂直度见图 4.3-78。对于对称零件，由于只要求在一个方向上轴线垂直于底面，无论在零件的那一个位置上检测，其结果都应是一样的。

对于不对称零件，则只能按图示方向测量如图 4.3-79。

② 图 4.3-80 是给定两个方向的垂直度。$\phi d$ 的轴线除和图 4.3-79 一样要求外，还增加了另一与之垂直方向的垂直度要求。此时公差带为垂直于底面的由距离分别是 0.1mm 和 0.2mm 的两对互相垂直的平行平面组成的四棱柱面。

③ 给定任意方向的垂直度

轴线对面的垂直度，由于其基准是面，被测轴线垂直于面可以在各个方向产生误差，如需在任意方向控制其垂直度就应给出任意方向的垂直度，公差值前加注 $\phi$ 公差带是圆柱面。

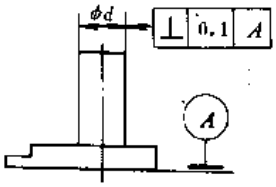



图 4.3-79

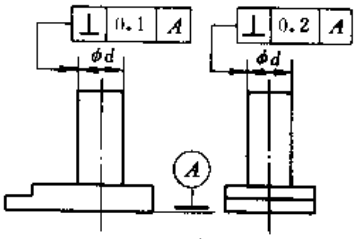



图 4.3-80

图 4.3-81 是一个带不通孔的零件，孔的轴线对底面的全方位垂直度要求。

对于在任意方向均控制的轴线，在不影响其功能的前提下最好采用最大实体要求，使加工精度要求低又便于检验如图 4.3-82 和图 4.3-83。

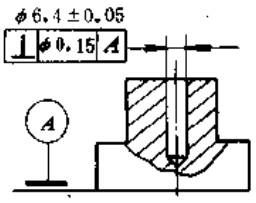



图 4.3-81

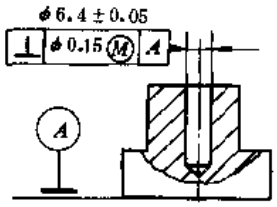



图 4.3-82

(3) 刻线的垂直度

刻线的垂直度示例见图 4.3-84a，由于刻线本身是在一个平面上的，因此其公差带为垂直于基准面 $A$，距离为 0.05mm 的两条平行直线，见图 4.3-84b。各条刻线必须分别满足这个要求。

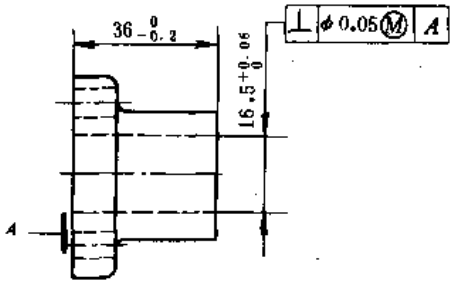



图 4.3-83

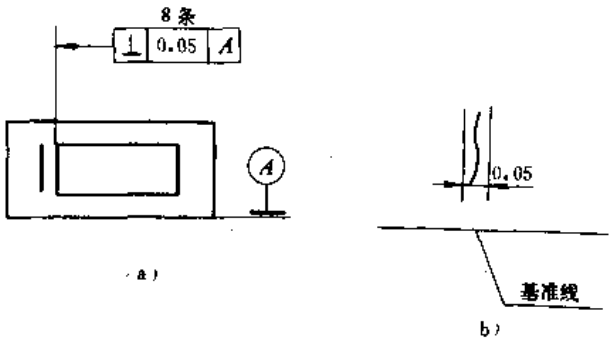



图 4.3-84

除此以外，在采用垂直度时还应注意以下几点：

1) 垂直度所控制的是整个被测要素，因此，该要素的形状误差必然控制在内，如平面的平面度，素线直线度，轴线的直线度等，在没有特殊要求的情况下，不应再重复给出这些要求，除需更严格的控制时，可提出要求，此时公差值应在垂直度公差值的 50%以下。

2) 垂直度不等于 90°的角度公差，前者属几何公差中的位置公差，包括整个被测要素，且是对基准而言。角度公差仅控制被测要素的理想要素之间的角度变动量，不控制被测要素的形状误差。

3) 垂直度只能对被测要素采用最大实体要求，用于线对面公差值为 $\phi t$ 时，此时基准是表面不能采用最大实体要求。

### 2.2.9 倾斜度

倾斜度也是位置公差中的定向公差，除平行度和垂直度外，其他角度的倾斜要素的方向误差均由倾斜度控制，倾斜要素需用理论正确角度标出。倾斜要素一般是指被测要素，也可以是基准要素。

倾斜度主要用于轴线、平面、端面、刻线等要素，其公差带是一个与基准成理想角度的距离为公差值 $t$ 的两平行直线或两平行平面，也可以是以 $\phi t$ 为直径的圆柱面。

具体示例如下

(1) 平面要素的倾斜度

1) 平面之间（面对面）的倾斜度，主要针对零件上的倾斜面而言，其公差带均是相对于基准平面呈一理论正确角度，距离为公差值 $t$ 的两平行平面。见图 4.3-85～图 4.3-88。其中图 4.3-87 被测面的基准是三基面体系中的两个基准，即不仅对 $A$ 面，同时也对 $B$ 面有正确的角度关系。这种要求也可以由位置度控制。

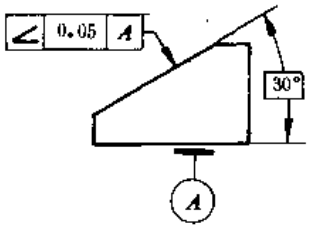



图 4.3-85

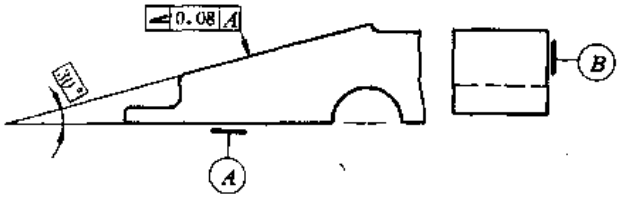



图 4.3-86

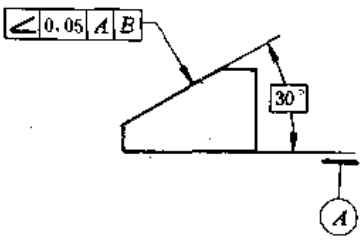



图 4.3-87

图 4.3-88 是被测面对由两个 $\phi5$ 孔的中心面组合起来的基准的示例。

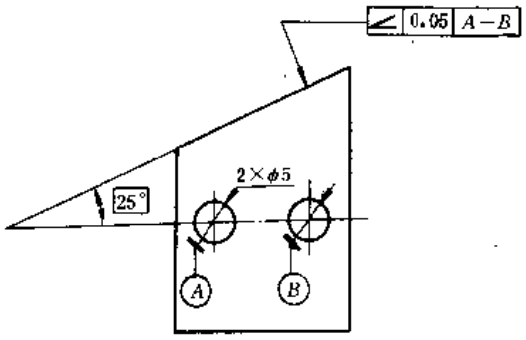



图　4.3-88

2）平面对轴线（面对线）的倾斜度

主要用于轴类零件的端面对轴线的倾斜度。端面可以是连续平面也可以是不连续的平面，如图 4.3-89 和图 4.3-90，它们的公差带都是相对于基准轴线有特定角度，距离为公差值 $t$ 的两相互平行的倾斜平面。

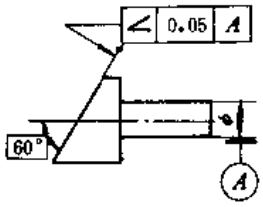



图　4.3-89

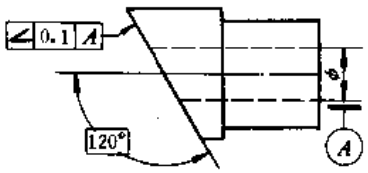



图　4.3-90

面对线的倾斜度也可采用组合基准，图 4.3-91 示出轴的斜端面对由 $\phi d_1$ 和 $\phi d_2$ 两轴颈轴线组成的公共基准的倾斜度。

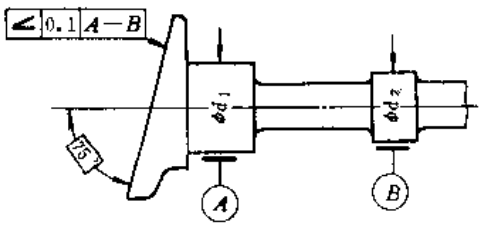



图　4.3-91

（2）轴线的倾斜度

1）轴线之间（线对线）的倾斜度　轴线对轴线的倾斜度常见于轴类零件和孔类零件的注油孔，见图 4.3-92 和图 4.3-93。

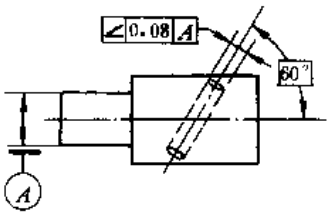



图　4.3-92

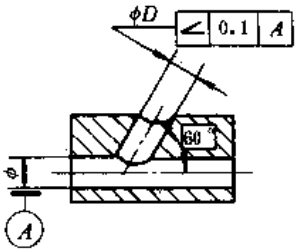



图　4.3-93

它们的公差带均是相对于基准轴线成一理论正确角度的距离为公差值 $t$ 的两平行平面。

由于是相对轴线成一理想角度，公差带不能采用圆柱面，只有在相对基准的角度方向才是有效的。

2）轴线对平面（对称中心面）的倾斜度

轴线对面的倾斜度常用于孔的轴线对底面（图 4.3-94），轴的轴线对斜端面（图 4.3-95）或轴线对孔（一孔、两孔或多孔）（图 4.3-96）的对称平面，如孔为 2 个以上则组成公共基准。

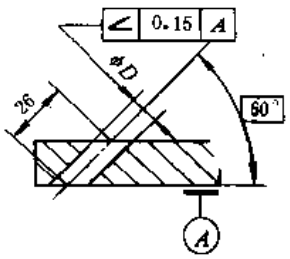



图　4.3-94

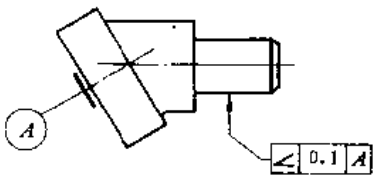



图　4.3-95

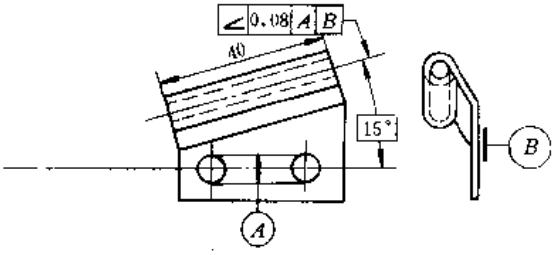



图　4.3-96

此时，公差带为相对于基准为一理想角度的距离为公差值 $t$ 的两平行平面。

轴线对面的倾斜度，一旦位置固定了，也即采用了二基面体系，就可对被测轴线进行全方位的控制，采用圆柱面公差带，见图 4.3-97。

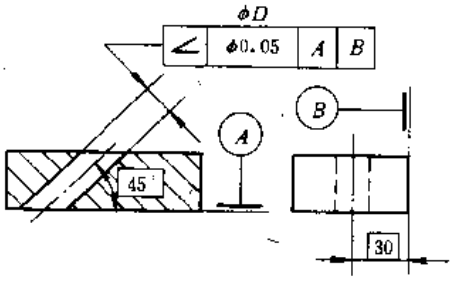



图　4.3-97

(3) 刻线的倾斜度

刻线间的倾斜度较少用到，主要是对零件表面上刻线的角度要求，可以是刻线对刻线（线对线）的倾斜度，也可以是刻线对基准面上素线的角度要求。其公差带实际上是在给定的平面上的。因此它是与基准线成理想角度的距离为理想角度的两平行直线，见图 4.3-98 和图 4.3-99。

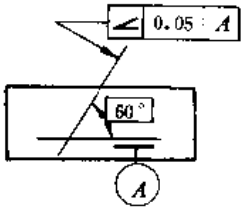



图　4.3-98

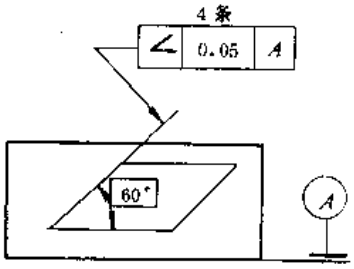



图　4.3-99

在采用倾斜度时还应注意的问题是：

① 倾斜度公差带实际上控制了被测表面和轴线、刻线上的形状误差，如平面或端面上的素线直线度，平面度，轴线的直线度，刻线的直线度等。如需进一步控制这些单项公差，可以给出单项要求，此时公差值应在倾斜度公差值的 50% 以下。

② 倾斜度一般不采用任选基准

③ 和垂直度一样，倾斜度与角度公差不一样，前者是形位公差中的定向公差，公差带控制整个被测要素，而角度误差是排除形状误差后两理想要素间的实际角度。

### 2.2.10　同轴度

在技术图样中要素间的相互位置关系是十分重要的。位置公差中的同轴度，对称度或位置度是保证要素间相互位置的定位公差。

同轴度是被测轴线对基准轴线的相互位置为 0 的理想状态的误差要求。由于是 0，在图上不予标注，图样本身已说明了此要求。因此同轴度也可看作是位置度的一种特殊情况。

同轴度要求被测轴线与基准轴线配置在同一轴线位置上，即同轴的要求。

当圆柱要素很薄、仅对圆柱面的一个横截面的轴心、对于球的中心等同轴要求实质上是同心的要求可称同心度。可视作同轴度的被测与基准要素以点代替线时的一种特殊情况，仍采用同轴度符号。

同轴度仅适用于轴线和中心点，其公差带是与基准轴线同轴的直径为公差值 $\phi t$ 的圆柱面。当用于中心点的同心要求时，公差带为圆形。

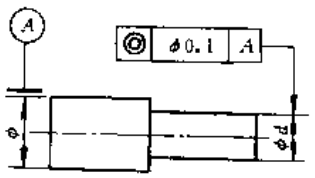



图　4.3-100

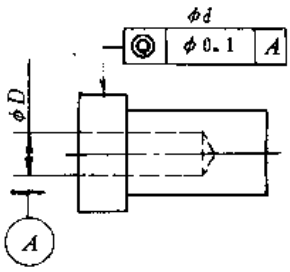



图　4.3-101

同轴度可采用单一基准，也可采用公共基准，具体示例如下。

(1) 轴线之间的同轴度

1) 两轴线之间要求同轴，采用独立原则，如图 4.3-100～图 4.3-103。其中图 4.3-103 采用任选基准，因两个 $\phi d$ 轴不易分辨。

2) 轴线之间要求同轴，采用最大实体要求。

在不影响功能的情况下，推荐采用最大实体要求。这时，可用量规测量，既方便，被测部分又可得到补偿，可降低制造精度。

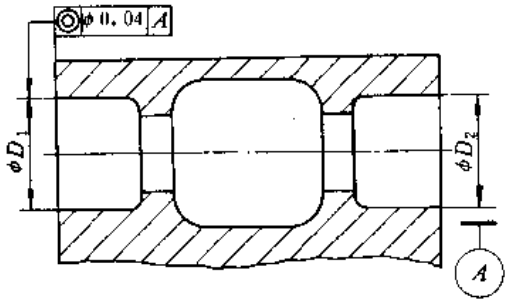



图　4.3-102

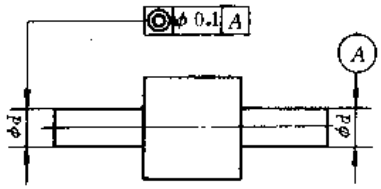



图　4.3-103

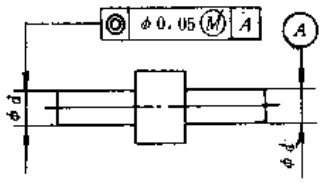



图　4.3-104

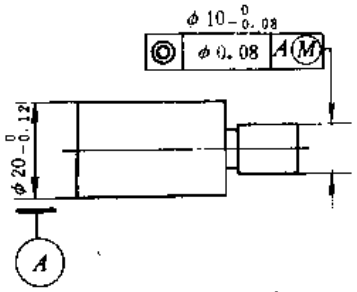



图　4.3-105

① 图 4.3-104 和图 4.3-105 分别示出了被测要素采用最大实体要求和基准要素采用最大实体要求的例子。

前者 $\phi d$ 轴的实际尺寸偏离其尺寸公差时可使同轴度得到相应的补偿。

后者当基准轴的实际尺寸偏离其尺寸公差时，可使被测轴的同轴度得到相应的补偿，但被测轴的实际尺寸不论如何偏离其极限偏差也不能补偿给同轴度。

② 被测要素和基准要素同时采用最大实体要求的示例见图 4.3-106～图 4.3-108，此时不论被测要素还是基准要素，当它们的实际尺寸偏离最大实体尺寸时，均可使被测要素的同轴度公差值得到补偿。

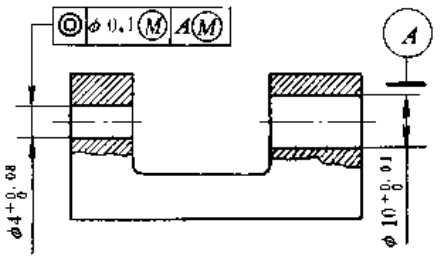



图　4.3-106

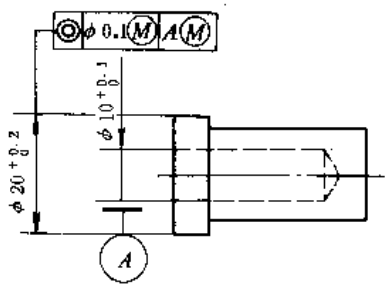



图　4.3-107

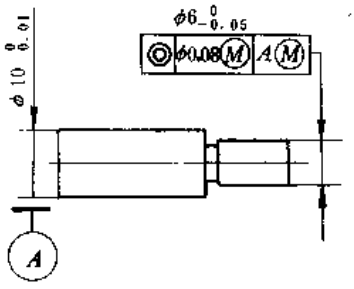



图　4.3-108

3) 采用公共基准时的同轴度

图 4.3-109 为采用独立原则，图 4.3-110 为采用最大实体要求。

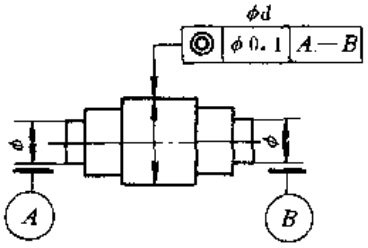



图 4.3-109

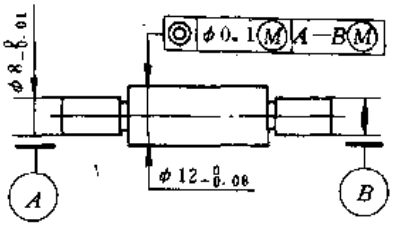



图 4.3-110

4）采用三基面体系的同轴度

图 4.3-111 示出了被测轴线不仅要求与基准同轴，并要求基准轴线必需垂直于底面的例子。此时公差带要求垂直于底面。

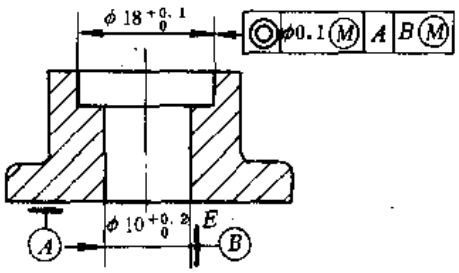



图 4.3-111

（2）圆心的同心度

当零件很薄时，轴线可视作在一个横截面上的圆心，其同轴度要求可视作同心度要求，仍采用同轴度符号。

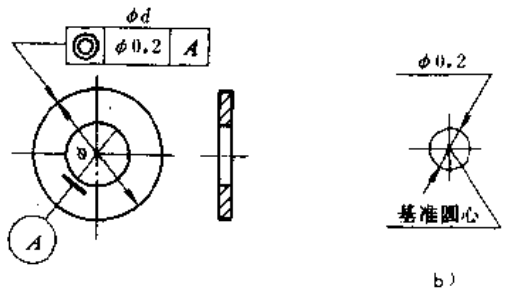



图 4.3-112

图 4.3-112a 为一薄环，外圆的圆心要求相对于内孔同心。公差带为与基准圆同心的直径为 φ0.2mm 的一个圆，图 4.3-112b。

图 4.3-113 示出一个带有 14 个开口小槽的弹性片，其外圆的圆心要求与内孔圆心同心。公差带为与基准圆同心的直径为 0.01mm 的一个圆。

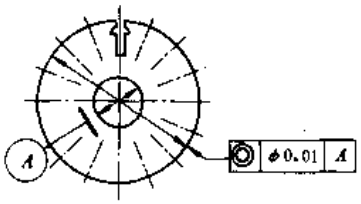



图 4.3-113

图 4.3-114 是球心与薄圆柱体轴线要求同轴度的示例。

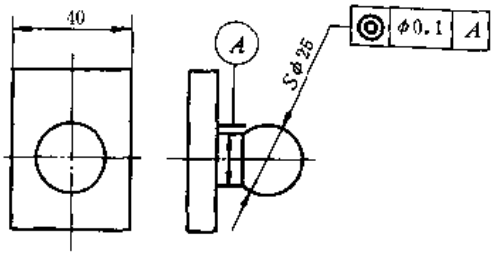



图 4.3-114

采用同轴度还应注意以下几点：

1）同轴度是指轴线（圆心）间的定位要求。其公差带仅控制被测轴线的误差，包括了轴线直线度的误差，但不控制该圆柱表面的形状误差。

2）在被测轴线误差相同的情况下，采用指定的单一基准还是公共基准，其测得误差差异很大，前者测得误差值大，后者误差值小，有时可相差十几倍甚至几十倍，视误差的方向和被测轴线距基准轴线的长度而定。现举例说明。

图 4.3-115 为指定单一基准的同轴度，图 4.3-116 将其改为公共基准。在被测轴线同样误差的情况下公共基准采用常用的中点连线法。因此，图 4.3-117a 的误差值 $f_1$ 大于图 4.3-117b 的误差值 $f_2$，即 $f_1>f_2$。

3）在实际生产中，为测量方便常用圆跳动代替同轴度。这种替代实质上是提高了对被测轴线的要求。这是因为同轴度仅指轴线误差，是排除了被测圆表面的形状误差的，而跳动则包含了圆柱面的形状误差。因此圆跳动不合格，同轴度则不一定不合格，如简单地替代

会造成误废。

4）在保证功能前提下，可采用最大实体要求的应尽量采用，以提高加工的经济性。

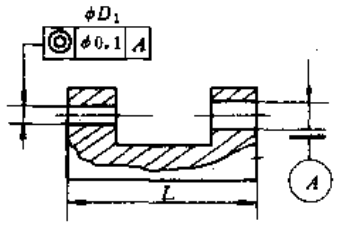



图　4.3-115

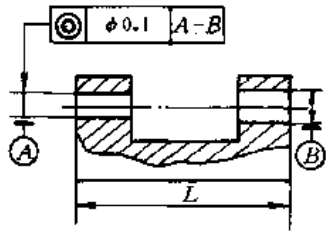



图　4.3-116

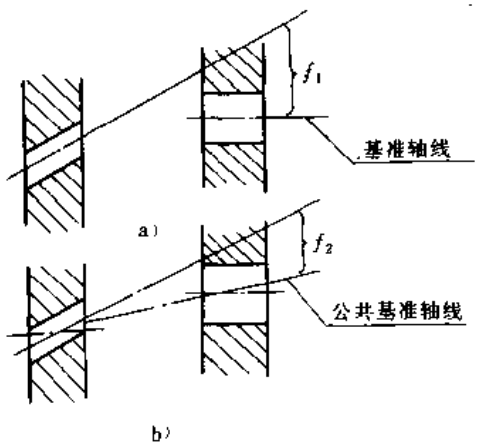



图　4.3-117

### 2.2.11　对称度

对称度是指被测要素和基准要素在同一对称中心面上的要求。被测要素或基准要素可以是对称中心面，圆柱体的轴线或中心线，要注意的是其中必须有一个要素是中心平面或要素的轴线相互垂直。

与同轴度一样，对称度也可看作是位置度的一种特例—被测要素与基准要素之间距离为 0。

对称度公差带形式只有一种，即相对于基准平面对称分布，距离为公差值 $t$ 的两平行平面之间的区域。

对称度可采用单一基准，公共基准或三基面体系，并可采用延伸公差带，具体示例如下：

（1）平面要素的对称度

1）平面要素对平面要素（面对面）

图 4.3-118 和图 4.3-119 示出了平面要素间相对于单一基准的情况。被测要素和基准要素均是对称平面。图 4.3 119 是为保证装配，需在零件外控制对称度，采用延伸公差带。

图 4.3-120 是被测要素与基准要素均采用最大实体要求的例子，可用量规测量。

2）平面要素对圆柱要素（面对线）

图 4.3-121 是个带键槽轴的例子，键槽的对称平面必须与 $\phi 20_{-0.02}^{0}$ 轴的轴线位于同一平面内，也即，键槽的两侧面须相对于轴线对称分布。被测要素和基准要素均采用最大实体要求。

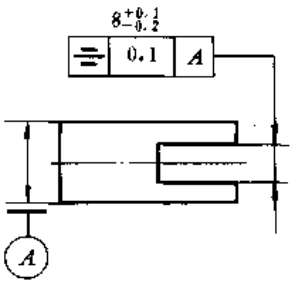



图　4.3-118

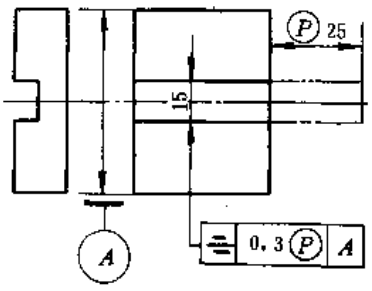



图　4.3-119

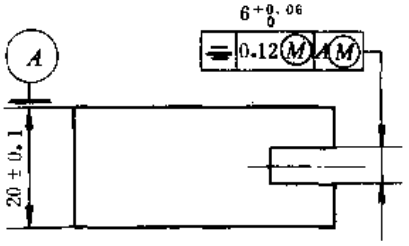



图　4.3-120

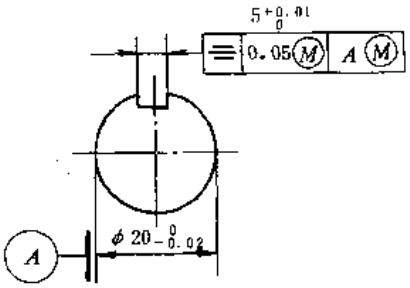



图　4.3-121

(2) 圆柱要素的对称度

1) 圆柱要素对圆柱要素（线对线）　图 4.3-122 是一带通孔的轴，要求 $\phi D$ 的轴线与轴的法向平面在同一平面内，其误差不得超过 0.1，即 $\phi D$ 的轴线必须位于对称度为 0.1 的公差带内，此公差带的两平行平面相对于通过基准轴的辅助平面而对称配置（见表 4.3-2 中五、d）

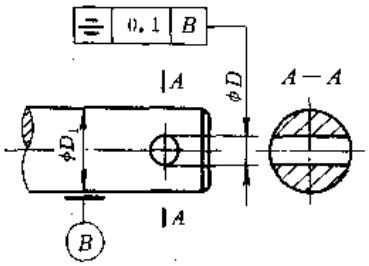



图　4.3-122

图 4.3-123 的两小孔 $\phi 4^{+0.05}_{0}$，是一次加工而成的，可把它们看成一个要素，要求它们的轴线与 $\phi 16$ 孔的法向平面在同一平面内，也即两孔的轴心位于孔 $\phi 16$ 的中心位置。

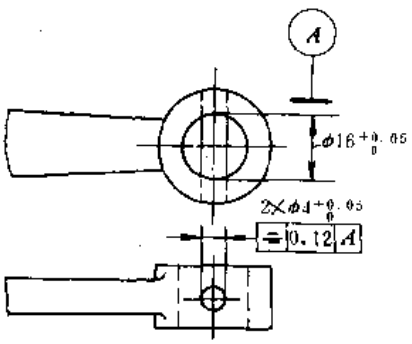



图　4.3-123

图 4.3-124 是 $\phi 5$ 小孔的轴线相对于 $\phi 14$ 孔的对称度要求，被测要素和基准要素均采用最大实体要求。

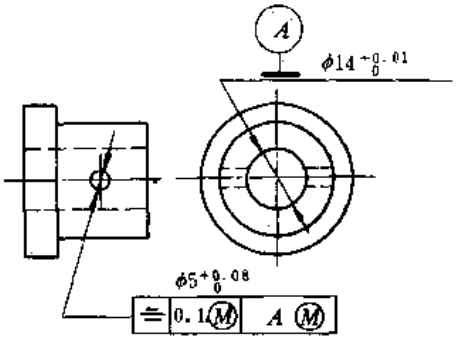



图　4.3-124

2) 圆柱要素对平面要素　圆柱要素对平面要素的对称度视其要求来确定其所选用的基准形式。

图 4.3-125 是采用公共基准的示例。

图 4.3-126 是两个孔的中心平面要求对称于零件上宽 20mm 的两侧面的对称中心面的示例。此时被测要素是两小孔之间的对称中心面。

图 4.3-127 表示孔 $\phi 6$ 的轴线不仅应位于零件的对称中心面上，还应垂直于零件的底面并采用了三基面体系的示例。

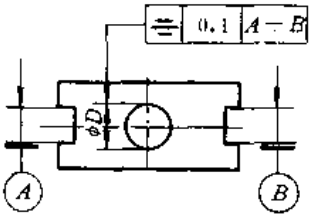



图　4.3-125

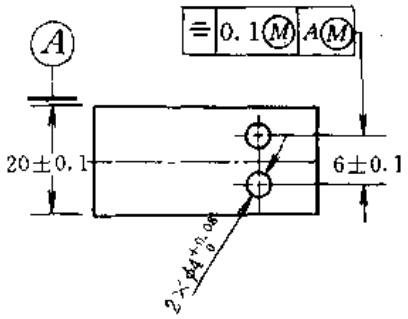



图　4.3-126

图 4.3-128 是既采用公共基准，又采用三基面的例子。

$\phi D$ 孔的轴线既要求与 $A$，$B$ 公共基准对称也要求对 $C$、$D$ 公共基准对称，并且在两个方向上要求的公差

值不等。

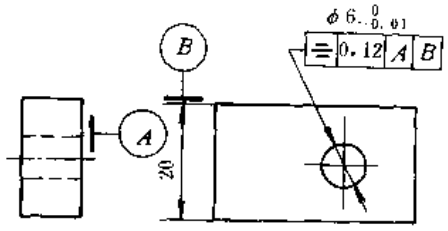



图 4.3-127

A、B 和 C、D 中心平面的交线即基准线，以此基准线为理想线，分别以 0.1mm 和 0.2mm 为距离的两对相互垂直的平行平面就是控制被测轴线的公差带，见表 4.3-2 中五、b (b)

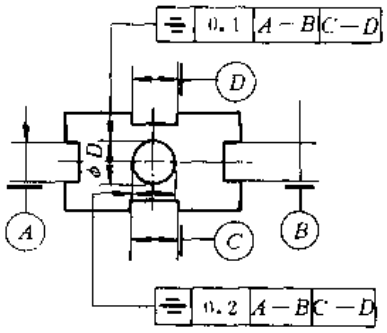



图 4.3-128

3) 刻线间的对称度

对于单根刻线，要求其位于相邻两刻线间的对称位置时，可给出刻线的对称度，见图 4.3-129b 刻线需位于 a、c 两刻线的中心平面位置上，其误差不大于 0.1。

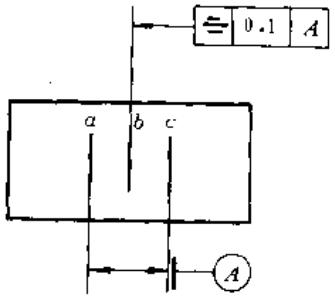



图 4.3-129

采用对称度时应掌握以下几点：

(1) 对称度要求被测要素与基准要素在同一对称平面上。当要素是圆柱面时，要求的不仅是一根轴线，而是通过轴线的平面。

(2)对称度的被测要素或基准要素，均是对称中心面（或轴线），以表面来体现时，应排除其表面的形状误差。如不排除，则所得误差值包括了该表面的形状误差。

(3)在保证功能的情况下，尽可能采用最大实体要求，以提高加工经济性。

### 2.2 12 位置度

位置度公差是定位公差中最常用的一种。是由理论正确尺寸（直角坐标尺寸，极坐标尺寸）确定被测要素的理想位置以控制被测要素的形状和位置的一项综合性公差。

位置度的被测要素不仅限于规则类要素（直线、平面、圆、圆柱等）也可用于各种非规则要素。

位置度的公差带形式视被测要素特征和设计要求来定。可以是两平行直线，两平行平面或圆柱面。

对于绝大部分的小尺寸要素和孔组要素的位置度采用最大实体要求是经济合理的。

对于孔组（多个孔组成），由给定的理论正确尺寸构成几何图框，以确定一组要素间的理想位置及成组要素相对于基准的位置。

位置度公差可采用单一基准和三基面体系。有时仅孔组或成组要素间有正确位置要求而没有相对于基准的要求，此时位置度没有基准。当零件较大或基准面加工困难时可采用基准目标以体现三个基面。

根据功能需要，可在零件外控制位置度，采用延伸公差带。

(1) 点要素的位置度

对于薄形零件孔的圆心及球心的位置度是点的位置度。图 4.3-130～图 4.3-133 示出了点的位置度的各种要求。

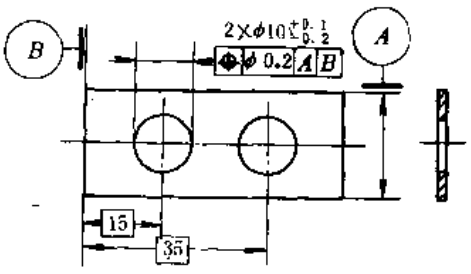



图 4.3-130

图 4.3-130 是两孔中心点相对于两侧面（基准 A

和 $B$）要求有正确位置，其误差在各个方向上均不大于 0.2。

图 4.3-131 示出球心相对于圆锥端面和其轴线的正确位置，其误差在空间各个方向上不大于 0.3mm。

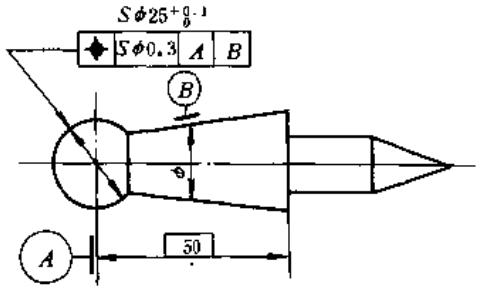



图 4.3-131

图 4.3-132 是圆心相对于基准 $A$ 和 $B$ 有正确位置要求并采用最大实体要求。需注意的是 $A$ 和 $B$ 基准是轮廓要素不能采用最大实体要求，被测要素是中心要素，可以采用最大实体要求。

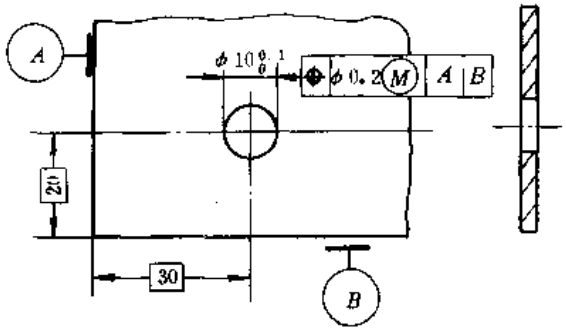



图 4.3-132

图 4.3-133 是一孔组，由于零件很薄，可看成是 4 个圆点。此 4 个圆点只要求相互之间保持 50mm 的正确位置，对于零件的侧面和底面没有要求，因此只是孔组内 4 孔自身距离的位置度，没有基准的要求，此孔组可以在零件上变化，但不能超出其尺寸公差。

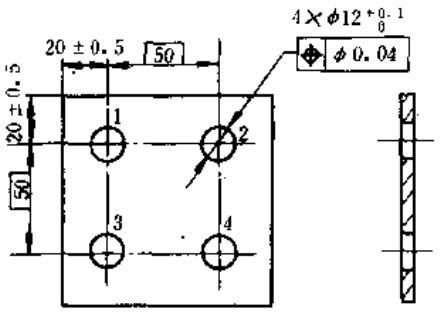



图 4.3-133

（2）线的位置度

1）采用独立原则　为了保证孔组等要素的位置精度，不允许其位置度公差得到尺寸公差的补偿时，采用独立原则。

①　相对于单一基准　图 4.3-134～图 4.3-136

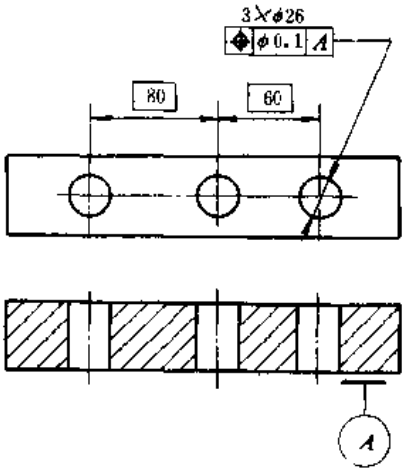



图 4.3-134

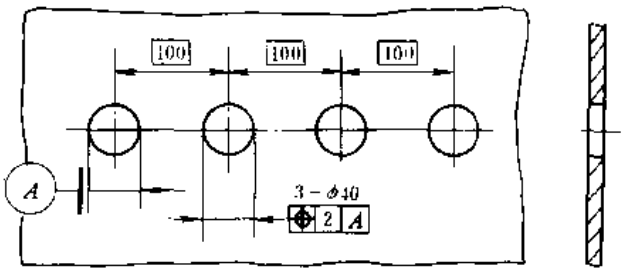



图 4.3-135

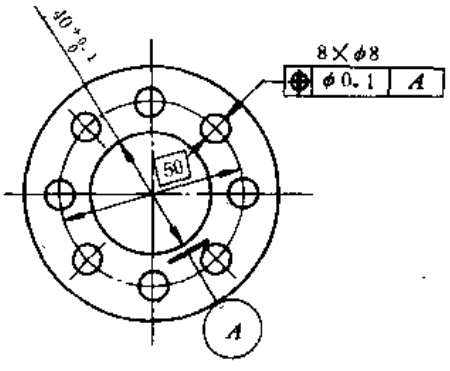



图 4.3-136

是相对于单一基准的示例，单一基准可以是底面，侧面或轴线，图 4.3-135 仅在图示方向有要求，其公差带为两平行平面。

② 相对于三基面体系　图 4.3-137 是多孔组相对于三基面体系的任意方向均需控制的位置度。一般以底面为第一基准。其公差带为圆柱面。

图 4.3-138 也为多孔组相对于三基面体系的任意方向位置度。为保证配合，要求在零件外控制位置度，即在距离端面 40mm 内采用延伸公差带。

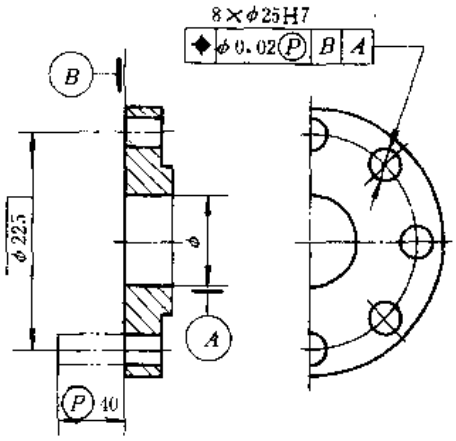



图　4.3-138

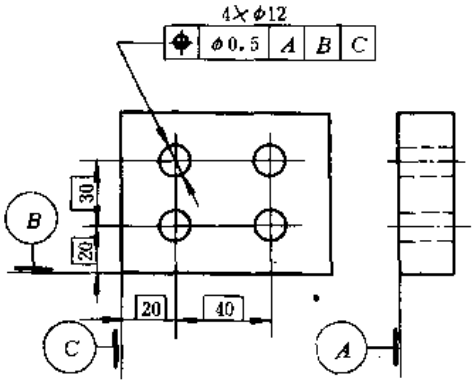



图　4.3-137

图 4.3-139 是多孔组在相互垂直的两个方向上相对于三基面体系的位置度要求。公差带为两组相互垂直且距离分别为 0.5mm 和 0.2mm 的平行平面。

③ 无基准　图 4.3-140～图 4.3-147 示出了各种情况下的无基准要求位置度。各孔之间按理论正确尺寸要求形成几何图框。

图 4.3-140 是 4 个 φ32 的孔轴线之间要求位置度，仅在图样所示方向控制，没有相对于任何基准的要求，其公差带为 4 组以轴线为中心，对称分布的距离为公差值 2mm 的平行平面，四根轴线之间的距离为理论正确尺寸 100mm。

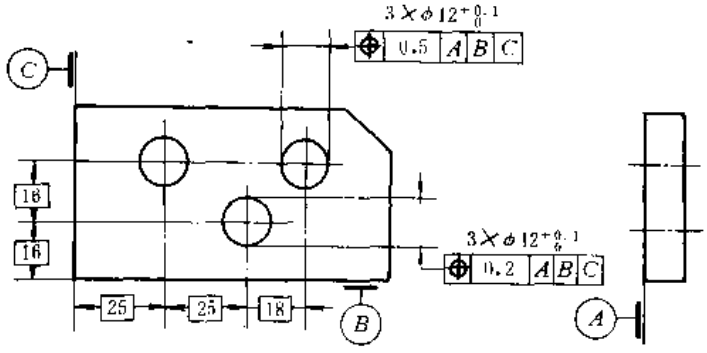



图　4.3-139

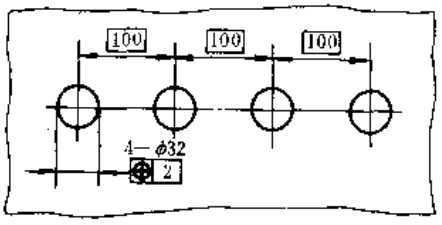



图　4.3-140

图 4.3-141 是一个单排三孔组，要求相互之间任意方向的位置度。其公差带为 3 个圆柱面，其轴线间距

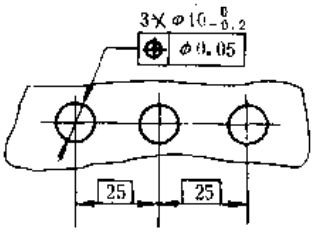



图　4.3-141

离为理论正确尺寸 25mm。

图 4.3-142 为一双排 8 孔组，对各孔轴线要求任意方向位置度，其轴线间的正确位置不仅在 $x$ 方向，而且在 $y$ 方向同时有要求。其公差带为 8 个以理论正确尺寸 $x$、$y$ 方向各为 30mm 的轴线且直径为 $\phi$0.1mm 的圆柱面。

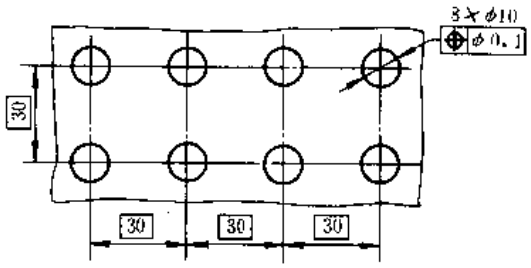



图　4.3-142

图 4.3-143 为单孔 $\phi$12 的轴线相对于零件的两个侧面有位置度要求的示例。它们之间仅存在理论正确尺寸关系，此时，孔的轴线的位置是从零件实际表面出发的尺寸来确定的，这些表面并不是基准。因此，轴线的正确位置是靠每个实际表面上的素线作为起点来确定的。如果这些面互相之间不垂直，则轴线的正确位置也不会垂直，夸大了的示例如图 4.3-144。因此，对于一些相互之间位置要求较高的孔组来说应采用基准。

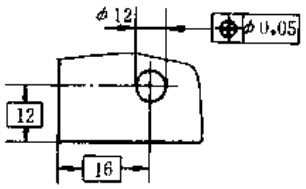



图　4.3-143

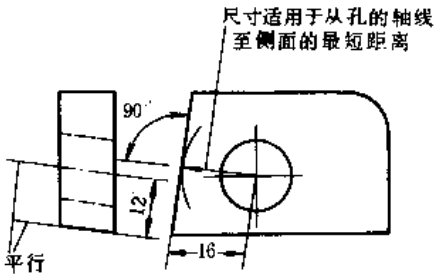



图　4.3-144

图 4.3-145 是单孔 $\phi$14 对零件的顶面和侧面仅有正确尺寸要求的位置度，同样存在着图 4.3-144 的问题。

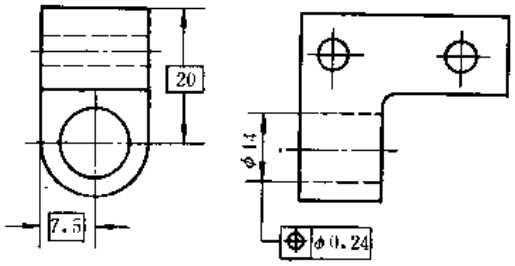



图　4.3-145

图 4.3-146 是一个四孔组，孔组之间有理论正确尺寸的要求，但相对于零件侧面则只用尺寸公差控制。

此时，四孔组之间形成几何图框，但此图框在尺寸公差内浮动或转动。

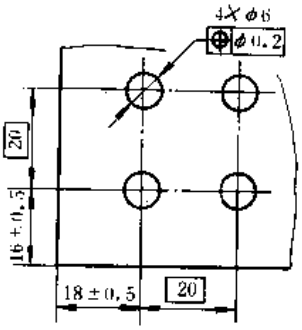



图　4.3-146

图 4.3-147 是一个双排 6 孔组，各孔轴线之间在 $x$、$y$ 坐标方向均有理论正确尺寸要求，其位置度也在 $x$、$y$ 两个方向有不同要求 0.1mm 和 0.2mm。

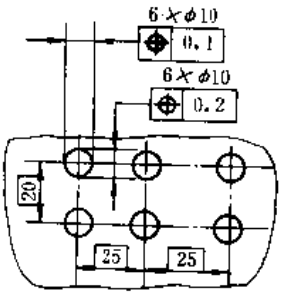



图　4.3-147

图 4.3-148 为一个四孔组，孔之间和孔组对零件两侧面均有理论正确尺寸要求，其位置度要求在 $x$ 和 $y$ 方向分别以 0.5mm 和 0.2mm 控制。

与图 4.3-144 一样，虽然孔组对两侧面注出了理论正确尺寸，但只与两侧面实际表面上的素线有关。

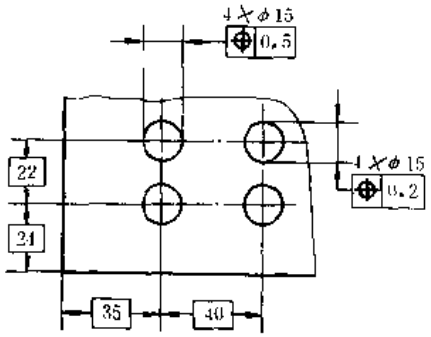



图　4.3-148

④　刻线的位置度　图 4.3-149 中 6 条刻线相互间需由理论正确尺寸控制，其位置度为相对于中心线对称分布的距离为 0.1mm 的 6 组相互平行的直线。中心线之间距离由理论正确尺寸 10mm 控制。刻线距侧面的距离由尺寸公差控制。

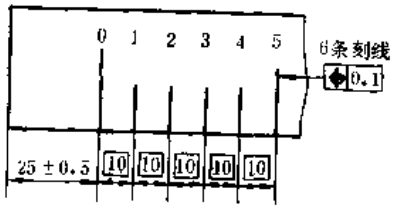



图　4.3-149

图 4.3-150 中 4 条刻线除相互之间由理论正确尺寸控制外，并需平行于 $A$ 基准面。此时，其公差带为平行于 $A$ 基面，相对于中心线对称分布的距离为 0.05mm 的 4 组相互平行的直线。中心线之间距离由理论正确尺寸 50mm 和 20mm 确定。

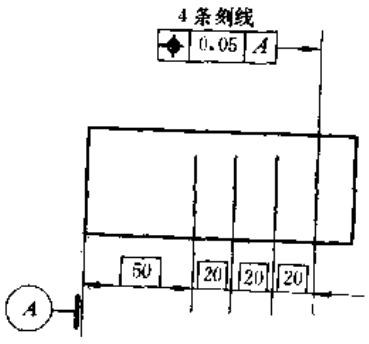



图　4.3-150

2）采用最大实体要求

①　最大实体要求应用于被测轴线　被测轴线是中心要素，可采用最大实体要求，此时被测轴线的实际尺寸偏离最大实体尺寸的量可对位置度进行补偿。

图 4.3-151 是单孔以底面为基准的例子。底面不是中心要素，不存在应用最大实体要求的可能。

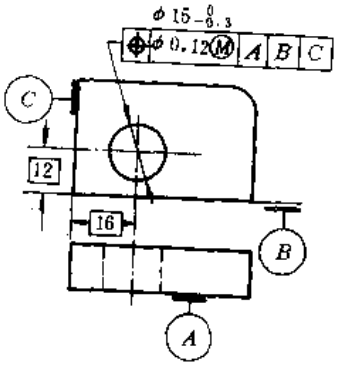



图　4.3-151

图 4.3-152 是一个 2 孔组相对于中间孔轴线的位置度要求。2 孔本身可得到尺寸公差的补偿，但基准孔的实际尺寸如偏离其最大实体尺寸时，就不能对被测孔进行补偿。

图 4.3-153 和图 4.3-154 是多孔组采用三基准的示例，由于三基面均不是中心要素，根本不存在基准采用最大实体要求的问题。对于这样的零件，一般均以

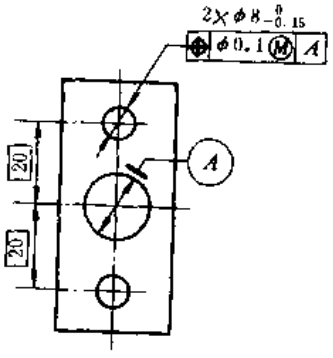



图　4.3-152

底面为第一基准，较长的侧面为第 2 基准，较短的侧面为第三基准，以求较稳定的空间定位。

图 4.3-155 是一个长形零件，长孔 $\phi7$ 平行于长边比垂直于侧边有时在功能上更为重要，此时并不需要第三基准，因此 $\phi7$ 孔用最大实体要求时，应以长边为第一基准。

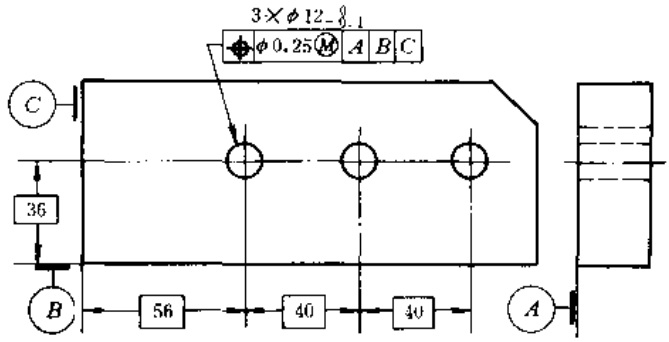



图 4.3-153

② 最大实体要求同时应用于被测要素和基准要素　图4.3-156～图4.3-160示出单孔与多孔组基准与被测要素同时采用最大实体要求的例子。

图4.3-156小孔φ5.6的位置度采用三基面体系，B基准为φ12孔轴线是中心要素，可采用最大实体要求起到了第二基准和第三基准的作用。

基准孔的实际直径偏离其最大实体尺寸的量可给予φ5.6孔一补偿量，而φ5.6孔本身也可得到另一补偿量，此时φ5.6孔的位置度公差可得到两个补偿量。使其公差值最大增加至0.2+0.3+0.1=0.6。

图4.3-157是个两孔组零件相对于孔φ15轴线的位置度要求，两个被测孔本身可得到一个补偿量，由于基准孔也采用最大实体要求，其实际直径偏离最大实体尺寸的量不是分别给予两个被测孔，而是给予由两个孔所组成的几何图框。

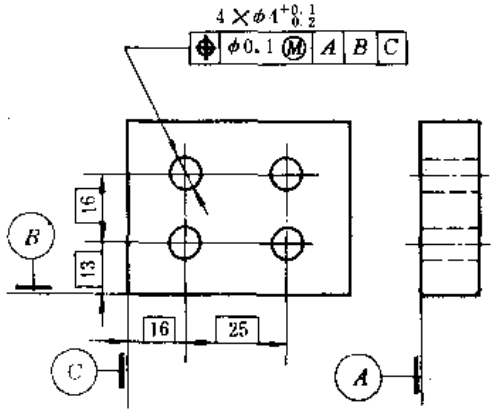



图 4.3-154

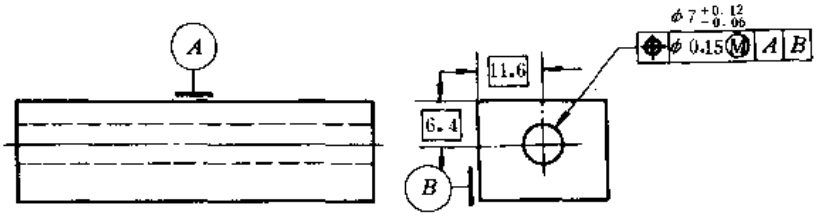



图 4.3-155

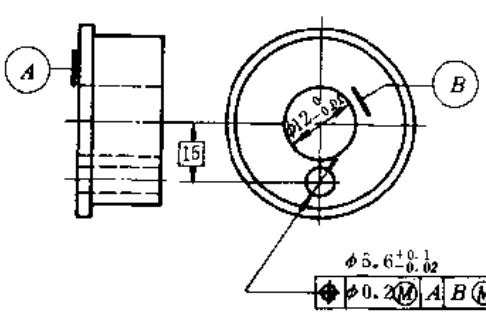



图 4.3-156

图4.3-158是一四孔组零件，采用最大实体要求，第一基准为底面，第二基准为φ10mm的孔并采用最大实体要求，由于φ12mm孔的对称中心线已在x和y两

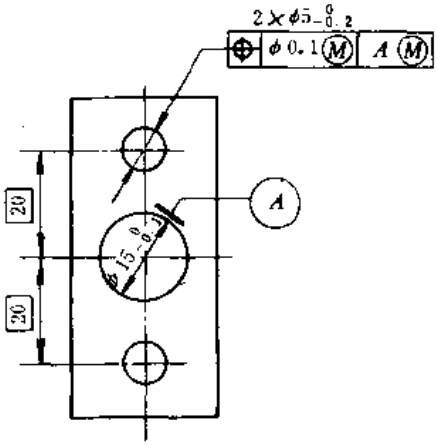



图 4.3-157

个方向上起到基准作用，不需要再有第三基准。被测孔和基准孔对其最大实体尺寸的偏离量均可补偿给位置度公差。A 基准面起到的作用是公差带的轴线必须垂直于它。

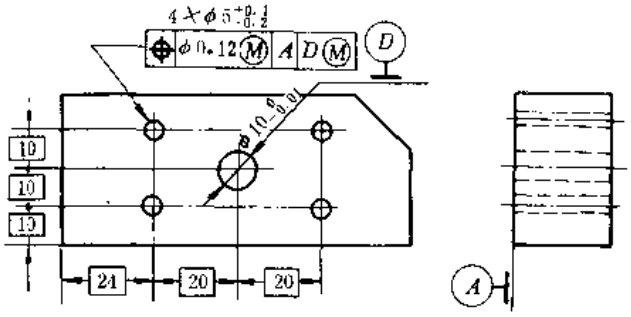



图 4.3-158

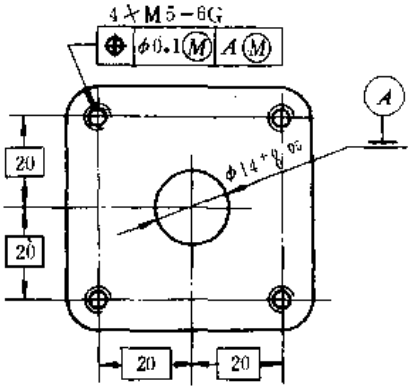



图 4.3-159

图 4.3-159 是 4 个螺纹孔组相对于 φ14 孔轴线的位置度要求，基准孔的尺寸偏离量可补偿给四螺孔组的几何图框，对于螺纹来讲，实质上是对中径轴线的补偿。

图 4.3-160 是 6 孔组零件相对于上平面及孔 φ14 为基准的位置度要求。6 个孔及 φ14 孔均采用最大实体要求，孔之间是均布即各孔之间为 60、孔的中心距基准圆的中心为 R18。

③ 要素本身有位置度要求又作为单一基准　这种情况不一定仅在位置度公差中出现，但较常用于多孔组的位置度。

图 4.3-161 中 φ12 孔的轴线相对于零件底面与侧面有位置度要求，同时又作为另一两孔组位置度的基准，两孔组轴线除要求与底面垂直外，还与 φ12 孔的轴线有理论正确尺寸的要求。

图 4.3-162 中，4 个 φ6 的孔组成的孔组对上平面有位置度要求，即孔相互之间要求理论正确尺寸为 32，其轴线应垂直于上平面，这 4 孔组同时又是两个定位销孔 φ4 的基准。即 φ4 孔应与 φ6 孔之间要求理论正确尺寸 16mm。同时又要求其轴线垂直于上平面。

(3) 面要素的位置度

平面、端面、斜面、槽面、曲面，对称中心面等要素的位置度要求是面要素的位置度，其公差带均为相对于给定基准对称配置的两平行平面。

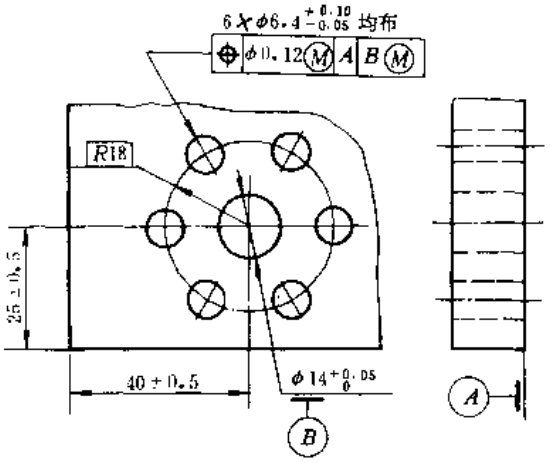



图 4.3-160

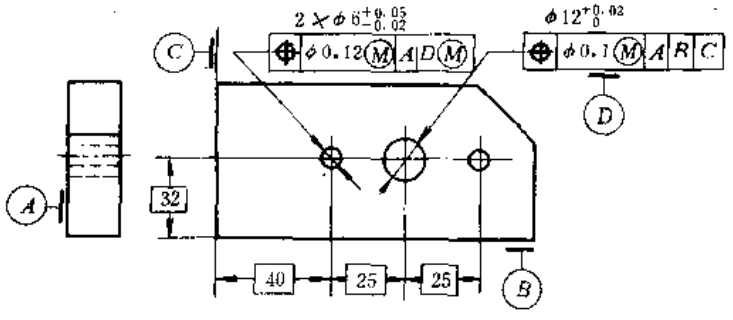



图 4.3-161

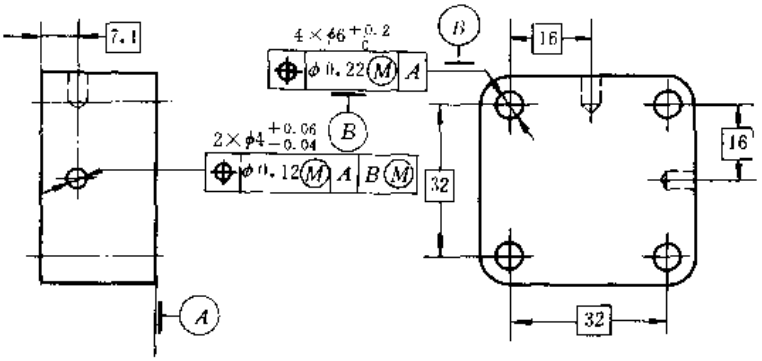



图 4.3-162

1）采用独立原则

① 相对于单一基准　图 4.3-163 中三个直面要求相互之间由理论正确尺寸 20 控制，并平行于基准面。

图 4.3-164 为轴的七个环面（末端除外）相互之间由理论正确尺寸控制并要求平行于 $\phi$35 轴的端面。

② 相对于三基面体系　图 4.3-165 是一斜面相对于 $\phi$10 轴线有正确角度要求，其基准为由 $\phi$10 轴线与端面组成的三基面体系，斜面不是中心要素，不能采用最大实体要求。

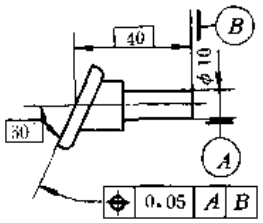



图 4.3-165

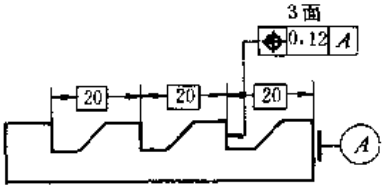



图 4.3-163

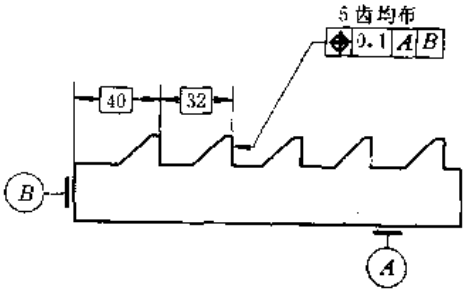



图 4.3-166

③ 无基准　面要素位置度有时也存在无基准要求。图 4.3-167 是要求 8 个凸起的对称中心平面的位置度，这 8 个凸起的中心平面组成一几何图框，与零件各表面无基准关系。

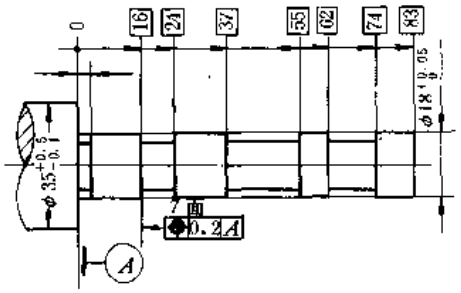



图 4.3-164

图 4.3-166 是 5 个齿的直面相互之间要求有理论正确位置，并相对于由底面和侧面组成的三基面体系。此时不需要第三基准已可在三维空间准确定位。

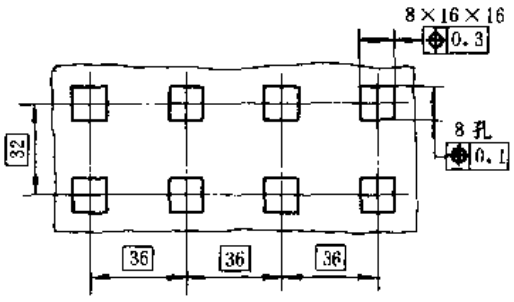



图 4.3-167

2）采用最大实体要求

① 最大实体要求应用于被测要素　图 4.3-168 是两槽的对称中心面相对于基准 $A$ 的位置度要求。被测的对称中心面是中心要素，可采用最大实体要求，其自身的尺寸公差可给予中心面一定量的补偿。

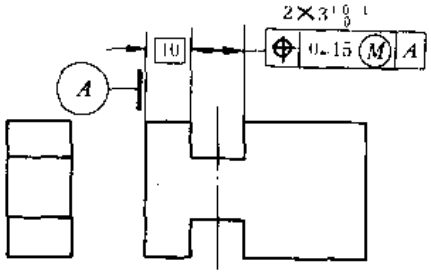



图 4.3-168

图 4.3-169 是 4 个六角形孔对称中心平面间自身的位置度要求，孔的尺寸公差可给予一定量的补偿，无基准要求。

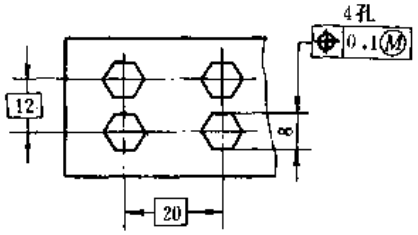



图 4.3-169

图 4.3-170 是三个凸起对称中心面要求自身位置度的要求，没有基准。

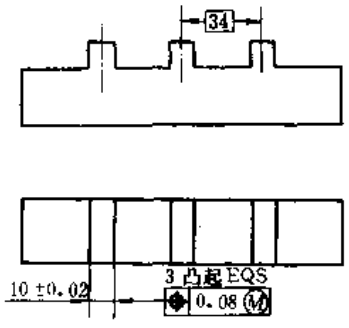



图 4.3-170

图 4.3-171 示出三个长圆孔孔组，由于长圆孔两个方向上的位置度公差要求总是不同的，因此应分别给出其位置度要求，长圆孔对称中心面是中心要素，可采用最大实体要求，三个基准均是轮廓要素，不能采用该要求。（$A$ 基准本应注在侧视图上，在不致混淆情况下，可用图示方法标注以节省一个视图）。

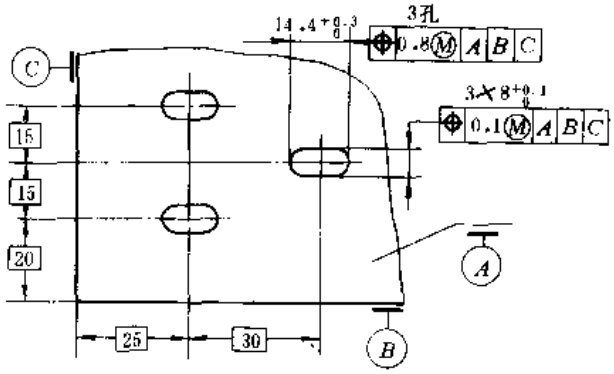



图 4.3-171

② 最大实体要求同时应用于被测要素和基准要素　图 4.3-172 示出带六个凹槽的零件，槽的对称平面要求均布，即理论正确角度为 60°，对称平面应垂直于 $A$ 基准，并相对于 $\phi35$ 的 $B$ 基准轴线分布。此时除凹槽的实际尺寸偏离最大实体尺寸时可使位置度得到补偿外，$B$ 基准轴线的实际位置偏离其最大实体尺寸时也可使整个凹槽组得到补偿。

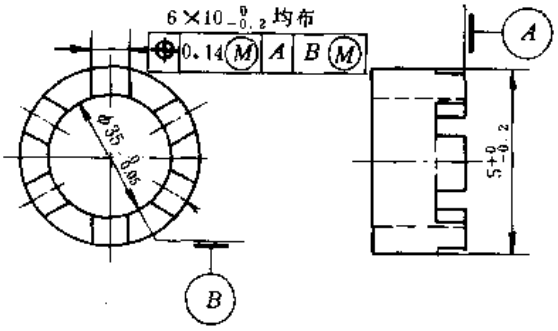



图 4.3-172

图 4.3-173 是个带齿零件，由于 $B$ 基准是基准轴线，$C$ 基准是对称中心面，均可采用最大实体要求。此时齿本身的实际宽度及 $B$、$C$ 基准的实际尺寸均能给位置度以补偿。

图 4.3-174 是两个位置度相对同一基准体系的示例，两凹槽之间及相对于键槽的对称中心面均有理论正确角度的要求，两槽的对称中心平面还应通过基准孔的轴线，凸起块的对称平面应与键槽对称中心面垂直，并通过孔的轴线，由于 $A$、$B$ 基准均为中心要素，被测要素与基准要素均采用最大实体要求。

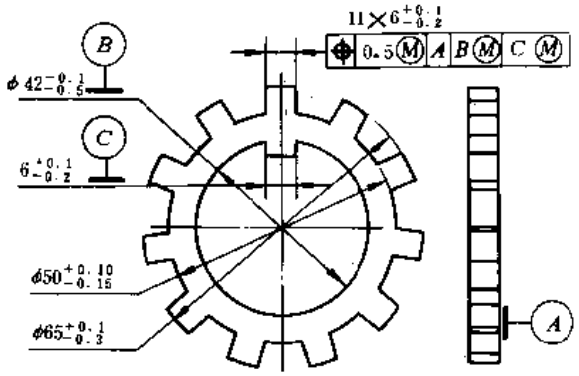



图 4.3-173

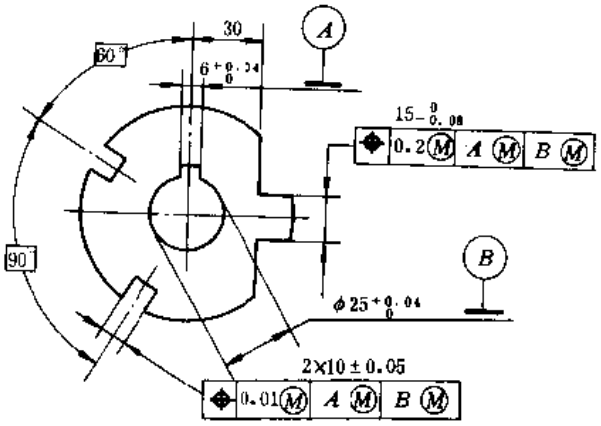



图 4.3-174

(4) 复合位置度

复合位置度又称双重位置度，主要应用于多孔组，是对同一组孔的两项位置度的要求，即对各孔之间的位置度要求和孔组对零件各基准面的定位要求。两个位置度标注在一起相对于同一被测要素，表示必须同时满足要求。而各孔之间的位置度要求应严于孔组对基准面的要求。仅两个公差带的重合部分有效。其公差带解释见表 4.3-2 中六、4。

图 4.3-175 是一个 3 孔组零件，孔组对零件的三个面有方向和位置的要求为 $\phi0.5$，采用三基面体系。但每个孔轴线相对于 $A$ 基准面有更严格的垂直要求为 $\phi0.1$。对孔组和每个孔来说均应同时满足这两个要求。

图 4.3-176 为一四孔组零件，除各孔之间的理论正确尺寸外，孔组仅对零件的两侧面有基准要求为 $\phi0.2$，但各孔对底面的垂直度要求较高为 $\phi0.01$，两个位置度必需同时满足。

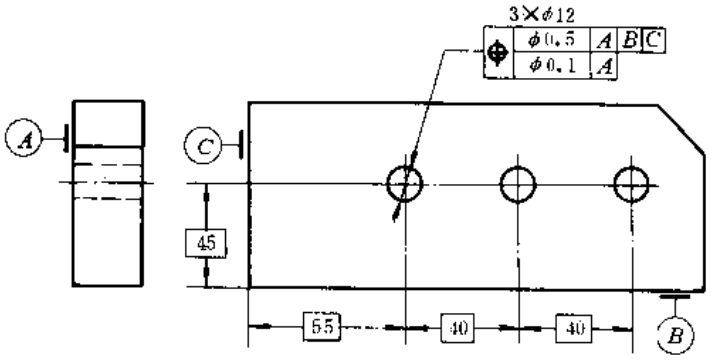



图 4.3-175

图 4.3-177 为四个不同直径的孔，如它们的位置度要求相同，可用同一框格标出，上面写明“4 孔”，但不注直径，直径需分别标出或用表列出。

同样，此图也是对零件三个面位置度要求较低而对上平面垂直度要求较高的示例。

图 4.3-178 为四孔组采用最大实体要求的复合位置度示例，孔本身的尺寸偏离可以使位置度得到相应的补偿值。

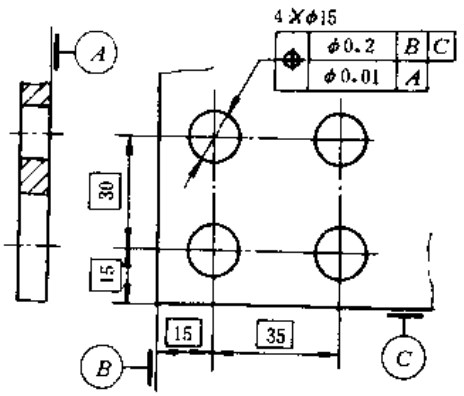



图 4.3-176

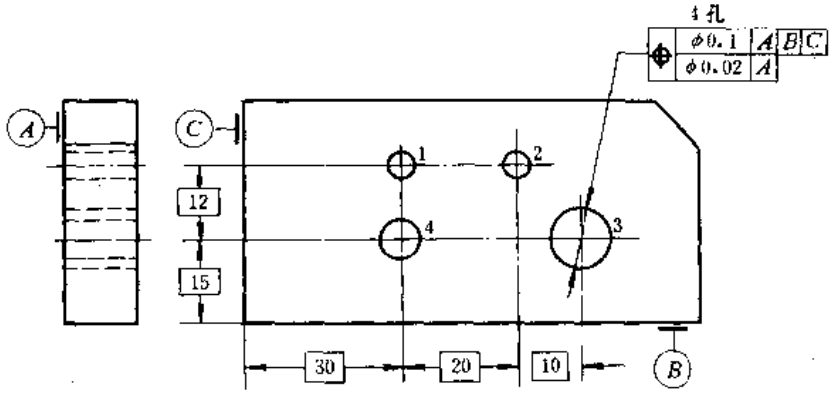



图 4.3-177

图 4.3-179 和图 4.3-180 都是对称中心面的复合位置度示例，并采用最大实体要求。

图 4.3-179 的三槽对称中心面的几何图框，除理论正确尺寸的要求外并要求平行于 $A$ 基面，但各槽中心面之间的位置度要求为 0.08mm，显然更为严格。

图 4.3-180 为圆盘形零件，上面三个凹槽除按理论正确角度 120°分布外还要求其中心平面垂直于 $A$ 面，并通过 $\phi$30mm 孔的轴心。但三槽对称中心面对底面 $A$ 的位置度要求更高为 0.02mm。

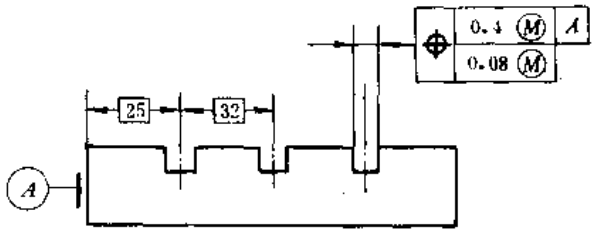



图 4.3-179

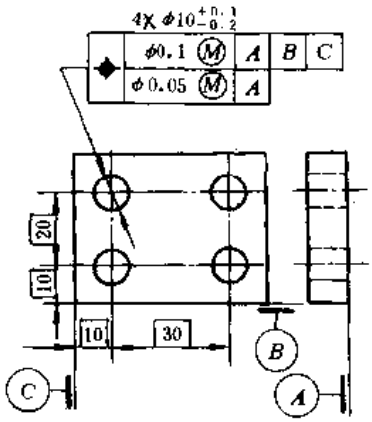



图 4.3-178

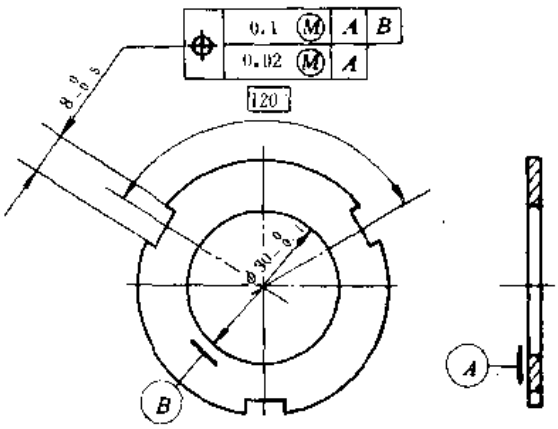



图 4.3-180

图 4.3-179 和图 4.3-180 都是复合位置度采用 0　　Ⓜ的示例。

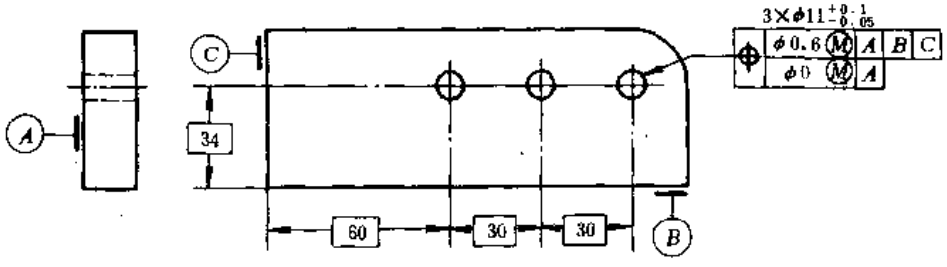



图 4.3-181

图 4.3-181 是一个 3 孔组零件，3 孔的轴心相对于　　零件三个面有三基面要求并采用最大实体要求为

$\phi$0.6Ⓜ。但3个孔轴线之间则要求相对于$A$基面为0Ⓜ，即当孔的尺寸处于最大实体尺寸时，不允许再有任何误差，也就是位置度为0。此时孔的轴线的位置变化范围为尺寸公差的范围，即0.1+0.05=0.15mm。

图4.3-182为一较复杂的多孔组零件，有一个$\phi$12mm的2孔组和一个$\phi$6mm的4孔组。2孔组有复合位置度要求，2孔轴线相对于$A$基面采面0Ⓜ。此2孔组同时又作为4孔组的基准$D$。4孔组的轴线相对于基准面$A$和$D$的三基面体系要求位置度为$\phi$0.24mm。被测轴线和基准轴线都采用最大实体要求。

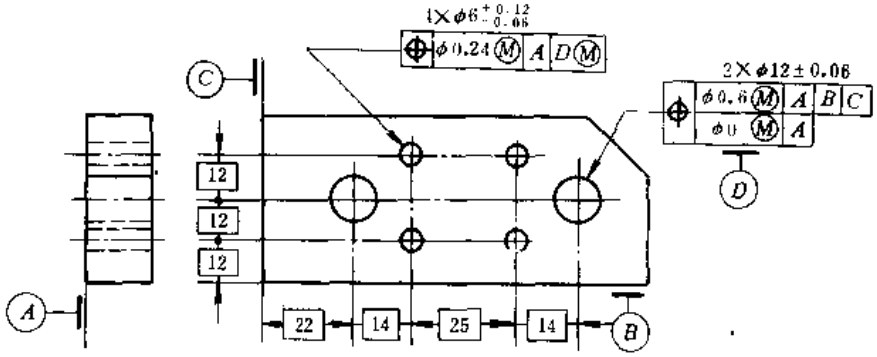



图　4.3-182

(5) 位置度采用基准目标示例

在大型零件中，位置度采用三基面体系时可用基准目标来代替基准面。

图4.3-183是一个5孔组采用三基面体系的位置度。由于$B$基面与$C$基面较大，不论在加工还是测量时都会带来困难，用基准目标$B1$、$B2$来代替$B$基面，用基准目标C1来代替C基面是经济合理的。基准目标必需由理论正确尺寸确定。

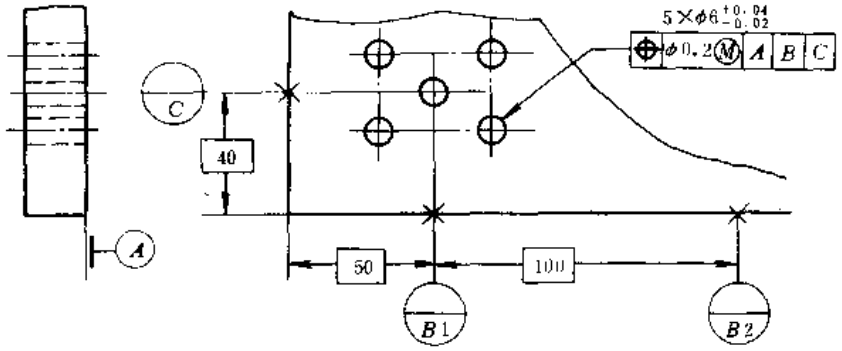



图　4.3-183

在大多数情况下，组成单一基准的基准目标位于同一平面上。但并不完全是这样的，有时，按功能要求，基准目标可位于不同的表面，也可位于空间，也就是实际上并不接触零件。基准目标距离基准的尺寸必需用理论正确尺寸给出。被测要素也必须从给定基准处（不同表面或空间某一部位）标注理论正确尺寸。

图4.3-184的$A$基面是以不是可一平面的三个基准目标点来体现。$A1$点在距离底面为理论正确尺寸10的那个面上，$A2$和$A3$两个点在底面上。

图4.3-185的$B$基面是在空间体现的，即距两凹面分别为理论正确尺寸9和12并相距为理论正确尺寸28来定位的，被测孔再以$B$基面为基准，以理论正

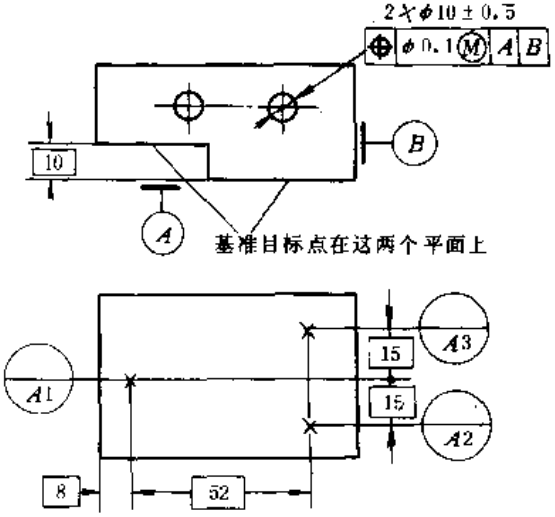



图　4.3-184

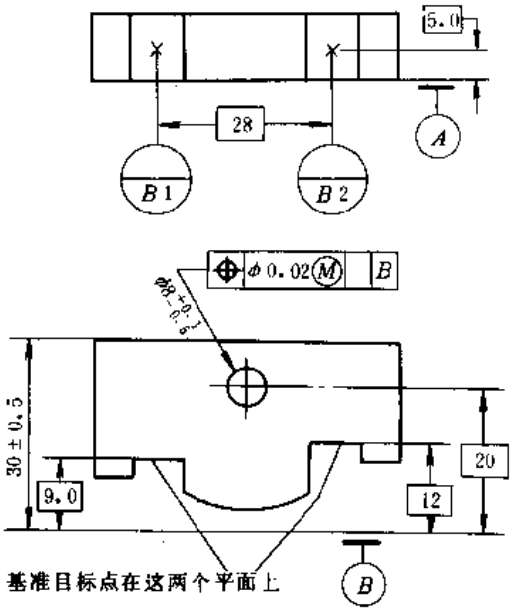



图　4.3-185

确尺寸 20 来定位，以此来要求孔 $\phi$8mm 轴线的位置度公差。

(6) 用位置度控制和用尺寸公差控制零件要素位置的比较。

用尺寸公差也可以控制零件要素点、线、面的位置，但存在不少问题。最大的问题是用尺寸公差控制所产生的解释不唯一性和误差积累的不可避免，而位置度正是可以避免这些缺陷。为便于读者掌握，正确选用现将尺寸公差标注和位置度标注作一比较，见表 4.3-5。

表　4.3-5

| 对比内容 | 尺寸公差 | 位　置　度 |
|---|---|---|
| 读图与计算 | 方便，易懂 | 较难 |
| 公差带解释 | 多义性 | 唯一性 |
| 公差带形状 | 方形、矩形、两平行直线 | 方形、矩形、四棱柱形，两平行直线、两平行平面、圆形、圆柱面形 |
| 公差带容量 | 对于方形，仅对角线处为 $1.414t_1$（两平行直线或平面间距离） | 采用图形，处处为 $1.414t_1$<br>即 $t=1.414t_1$ |
| 误差控制 | 当涉及 2 个或多个要素时，特别是链式尺寸标注时，会产生不合理的误差积累 | 不会产生误差积累 |

(续)

| 对比内容 | | 尺寸公差 | 位　置　度 |
|---|---|---|---|
| 对配合要素的间隙 | | 评定困难特别涉及到成组要素时 | 评定方便 |
| 控制功能 | | 最多只能在两个坐标方向控制，不能满足零件功能要求 | 可根据不同功能要求和要素特征给出不同方向，不同公差带形式的要求，并可采用Ⓜ充分满足零件的功能要求，并能使加工制造经济合理 |
| 检验 | 单件生产 | 只需用通用量仪，方便。 | 需设计专用量规，不经济 |
| | 大量生产 | 检验困难，需对每个零件要素一一检查，并需从两个方向进行测量 | 可采用Ⓜ，使用功能量规，每个零件只需进行一次操作就可检查所有的孔组 |

### 2.2.13　圆跳动

圆跳动是指零件绕基准轴线无轴向运动的旋转时，在任一垂直于圆柱面轴线的测量平面（圆柱面、圆锥面）内允许测量示值的最大变动量。为确保零件符合圆跳动公差的要求，必须沿着被测表面在足够数量的不同位置上进行测量。

圆跳动是被测要素的综合公差，在测量跳动时，被测要素的形状误差和位置误差都反映在指示器的变动上，因此圆跳动实际上是以测量方法命名的项目。

圆跳动分径向圆跳动，端面圆跳动和斜向圆跳动三种，公差框格的指引线箭头必须垂直于被测表面。

采用圆跳动公差控制的零件一般是回转零件的圆柱面，圆锥面和端面，也常见于大型箱体，机壳等非回转零件的端面和内表面。

具体示例分述如下

(1) 径向圆跳动

1) 采用单一基准　图 4.3-186～图 4.3-191 是径向圆跳动采用单一基准的示例。

图 4.3-186 是常见的阶梯轴类零件 $\phi d_1$ 的圆表面绕 $\phi d_2$ 轴线旋转一周时其跳动量的最大与最小之差值，在不同截面处测 3～5 次，取最大值，需注意的是圆跳动所取的最大值是指对各截面所得到的最大值的比较，取其中最大者。

圆跳动不一定在整个圆表面上测量，可以是部分

圆周面（扇面、半圆面等）或圆周面上的一部分。

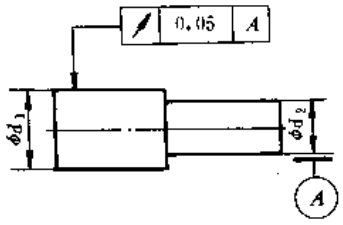



图　4.3-186

图 4.3-187 是扇面径向圆跳动的示例。

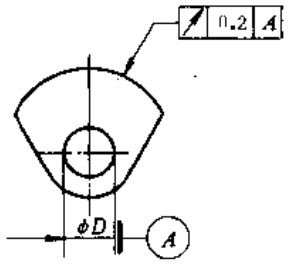



图　4.3-187

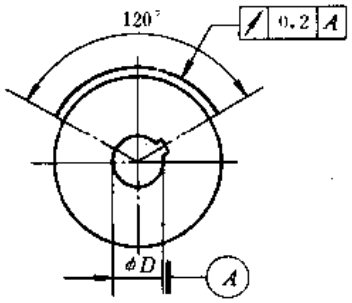



图　4.3-188

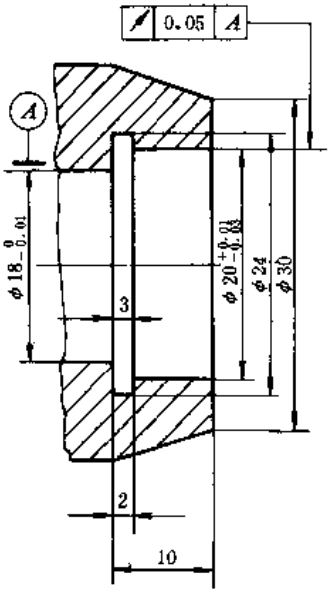



图　4.3-189

图 4.3-188 是圆周面上某一特定部分的圆跳动要求，这一特定部分需用粗点划线标出并标明尺寸或角度。

图 4.3-189 是内表面圆跳动的示例。

图 4.3-190 是球表面跳动的示例，箭头指向通过球心以锥体轴线为基准旋转一周时，球表面的跳动变动量不大于 0.01mm。

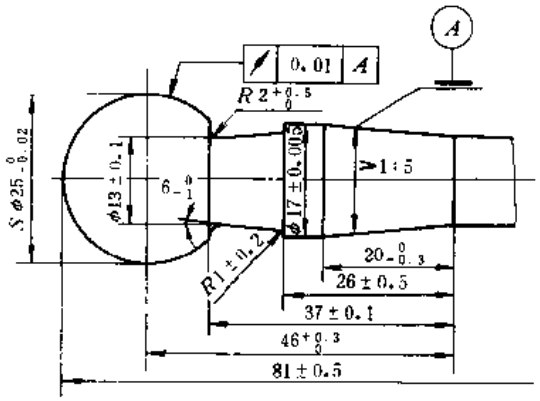



图　4.3-190

图 4.3-191 为 $\phi d_1$ 的圆表面上除有跳动要求外，还需进一步对其圆度进行控制的示例。

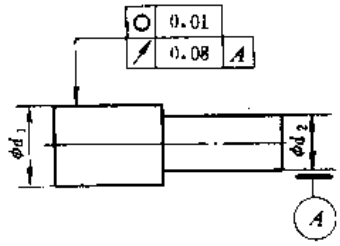



图　4.3-191

2）采用公共基准

图 4.3-192～图 4.3-196 为采用公共基准的圆跳动示例。

图 4.3-192 为常见的相对于两个轴颈为公共基准的圆跳动。

图 4.3-193 为内孔采用公共基准的圆跳动示例。

图 4.3-194 是以内孔为公共基准测外圆的跳动。

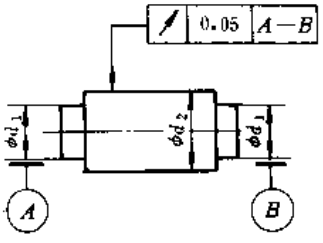



图　4.3-192

图 4.3-195 为以两中心孔为公共基准的示例，由于中心孔精度较高，以中心孔为基准可以获得较好的效果。

图 4.3-196 为外圆表面虽已由径向圆跳动 0.05mm 控制，但其素线直线度还有进一步要求的示例。

图 4.3-197 为多个圆表面相对于同一公共基准圆跳动要求的示例。

图 4.3-198 是蜗杆的节线相对于公共基准的圆跳动示例。

3）采用三基面体系　必要时，圆跳动可以与三基面体系有关，通常由两个互相垂直的基准要素组成。

图 4.3-199 的外圆表面的圆跳动相对于端面 A 基

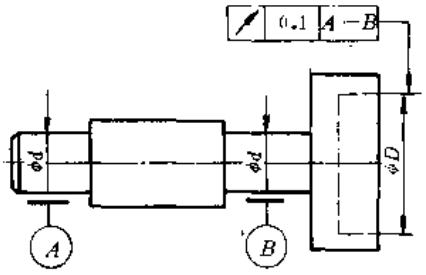



图　4.3-193

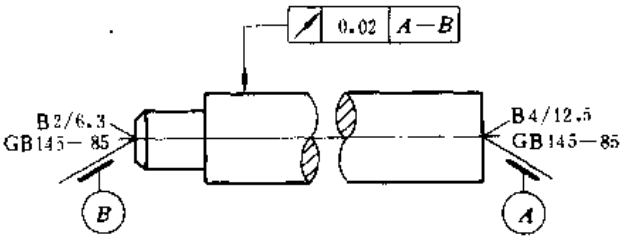



图　4.3-195

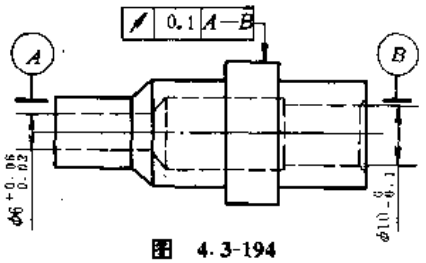



图　4.3-194

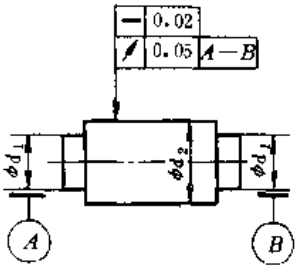



图　4.3-196

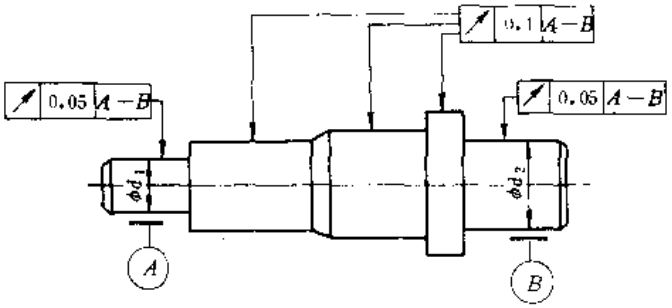



图　4.3-197

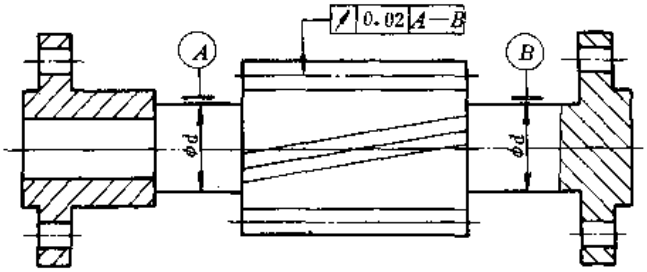



图　4.3-198

准和大孔 $\phi$18mm$B$ 基准的三基面体系，测量时，零件应安装在能够旋转的平表面上，如以 $B$ 基准定心，则需要设计定心装置。

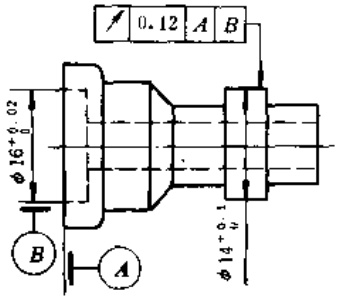



图 4.3-199

图 4.3-200 是另一圆跳动采用三基面体系的例子，测量时需要设计专用的检具，零件装在检具上（与底平面接触同时与 $B$ 基准的圆周接触），以检具旋转测量其圆跳动。

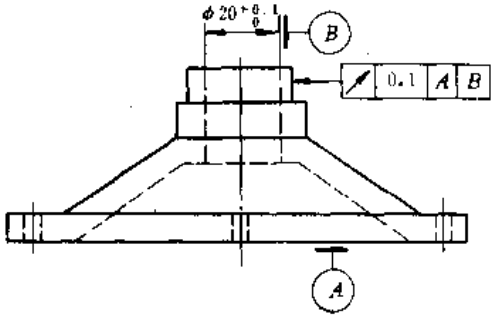



图 4.3-200

三基面体系还用于当以旋转轴线为基准时，由于圆柱太短造成不稳定接触时的辅助基准，见图 4.3-201。

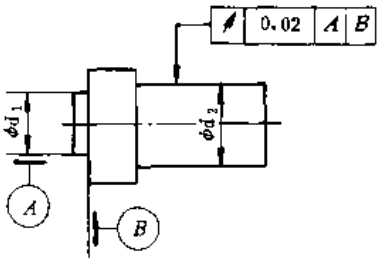



图 4.3-201

还需要注意的是：如用径向圆跳动代替同轴度进行测量时，由于前者包含了被测要素的形状误差，所测出误差值必然大于实际的同轴度误差，易造成误废情况。

(2) 端面圆跳动

1) 采用单一基准

图 4.3-202 是采用单一基准的端面圆跳动典型示意图。

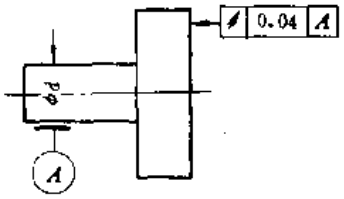



图 4.3-202

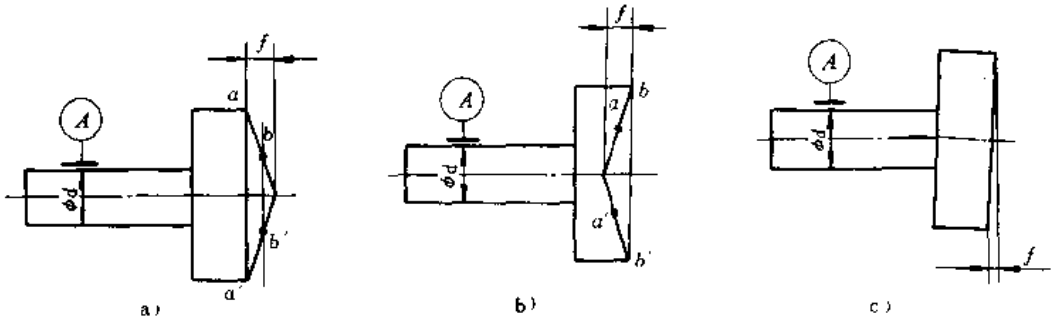



图 4.3-203

端面圆跳动是端面要素以基准轴线为旋转中心，在无轴向移动旋转一周时，在某一直径处的跳动变动量。如不特殊指出被测范围，就应理解为包括最大直径在内的整个端面上。为保证测试的可靠性，应视端面的大小在 3～5 或更多的不同直径处测量，取其最大值。

需要特别注意的是，由于端跳是测某一直径处，并以此直径为一圆周的跳动量，如该端面产生了误差，但在某一直径处为相同时，端跳为 0，不能反映其误差

值，图 4.3-203 示出了三种情况：

图 4.3-203a 为一中凸形误差的端面。当围绕基准轴线旋转一周时，在 $aa'$ 和 $bb'$ 圆周上误差为 0，实际误差 $f$ 反映不出。

图 4.3-203b 为一中凹形误差的端面。同理，$aa'$ 和 $bb'$ 圆周上测端跳时，均反映不出其误差值 $f$。

只有在图 4.3-203c 所示单向误差情况下，才能将其误差 $f$ 测出。

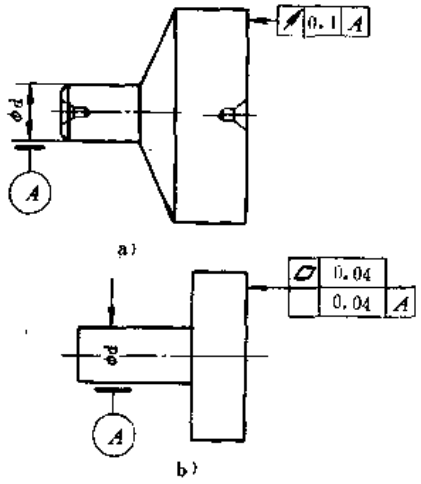



图　4.3-204

在端跳不能保证要求的情况下（图 4.3-204a），就应在此端面上加注平面度要求，以控制该端面的形状和位置精度，见图 4.3-204b。平面度的数值不一定要比跳动数值小。根据功能要求而定。

当不需要在整个端面只需要在某个范围内要求端跳，可用粗点划线标出其范围，框格指引线的箭头应指在被测范围内，如图 4.3-205 所示。

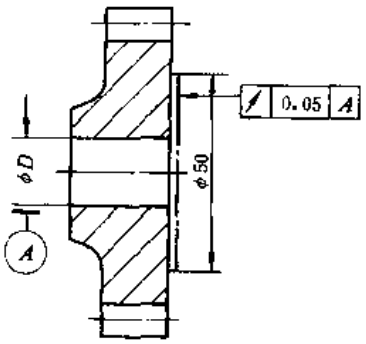



图　4.3-205

2）采用公共基准　图 4.3-206 是端跳采用公共基准的示例，虽两端面要求相同，但两处结构不尽相同，还需分别标出。

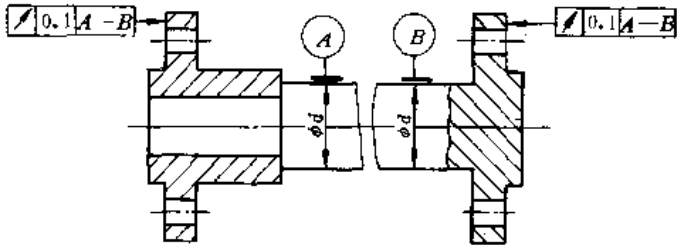



图　4.3-206

图 4.3-207 是端跳采用公共基准，同时又有平面度要求的示例。

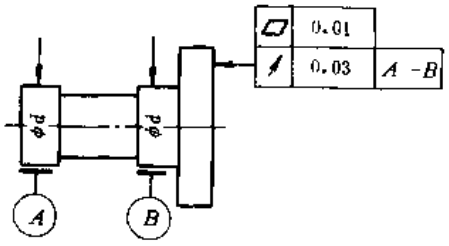



图　4.3-207

3）采用三基面体系　图 4.3-208 示出采用三基面的端跳要求，由于 $B$ 基准太短，不稳定，必需以端面 $A$ 基准为第一基准以 $B$ 基准为第二基准采用三基面体系。此时也应设计专用检具检测两个端面的跳动。

（3）斜向圆跳动

1）采用单一基准　图 4.3-209～图 4.3-214 示出采用单一基准的斜向跳动的示例。

斜向圆跳动是圆锥表面或曲面绕基准轴线作无轴向移动的回转时，在任一被测圆锥面上的跳动变动量，视圆锥表面上斜向的长短作多次测量，取其最大变动量为斜向圆跳动误差值。

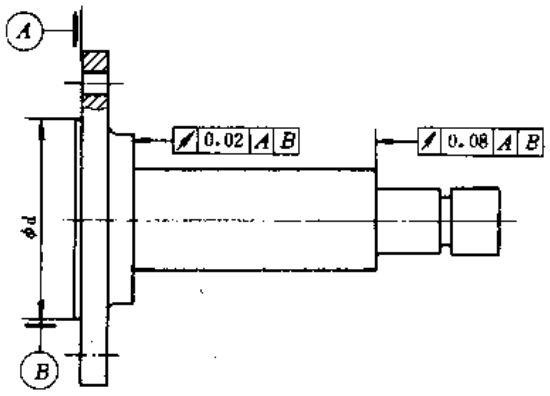



图 4.3-208

斜向圆跳动一般是指垂直于被测表面的法向误差，框格箭头垂直于圆锥表面，如需在非法向控制，则应标出角度。

图 4.3-209 是圆锥表面相对于轴 $\phi d$ 的轴线的斜向圆跳动示例。

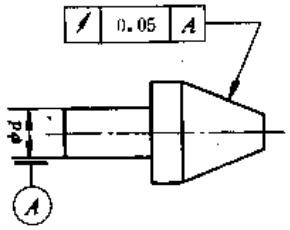



图 4.3-209

图 4.3-210 和图 4.3-211 是曲面的斜向圆跳动示例。图 4.3-210 是曲面相对于 $\phi d$ 轴的轴线，图 4.3-211 是以 $\phi D$ 孔的轴线为基准。

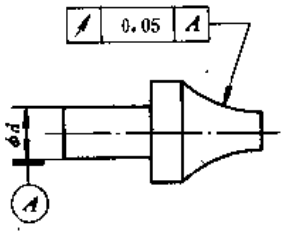



图 4.3-210

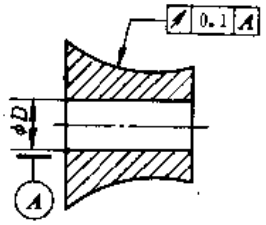



图 4.3-211

图 4.3-212 和图 4.3-213 是在非法向上要求斜向圆跳动的示例，此时必需注出所要求的角度 $\alpha$。前者相对于轴 $\phi d$ 的轴线，后者相对于 $\phi D$ 孔的轴线。

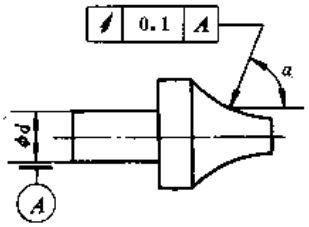



图 4.3-212

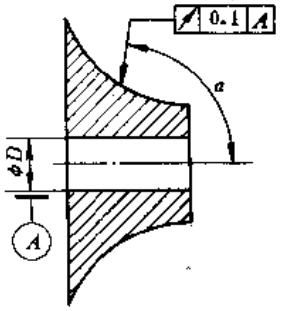



图 4.3-213

图 4.3-214 是圆锥表面上有素线直线度和圆度进一步严格要求的斜向圆跳动示例。

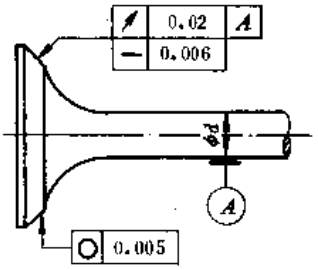



图 4.3-214

2）采用公共基准　图 4.3-215 是圆锥表面以两个中心孔为公共基准的斜跳动，此时，按标准规定可简化标注，以 $A$ 基准并加旁注（中心孔的规格和数量）表示 $A$ 和 $B$ 的公共基准。

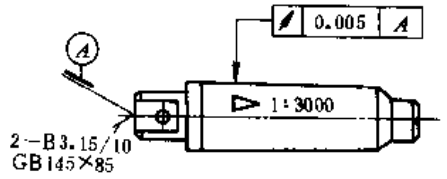



图 4.3-215

图 4.3-216 为以两个轴颈轴线 $\phi d_1$ 和 $\phi d_2$ 为公共基准的示例。

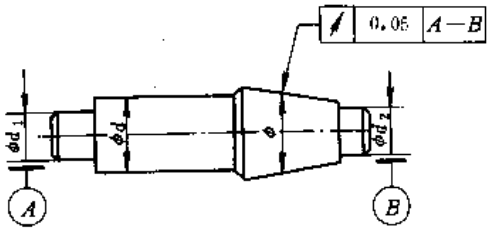



图　4.3-216

3）采用三基面体系　需要时，可按零件功能要求采用三基面体系图 4.3-217 和图 4.3-218 示出圆锥表面相对于三基面体系的斜向圆跳动要求。在这种情况下需要设计专用检具。

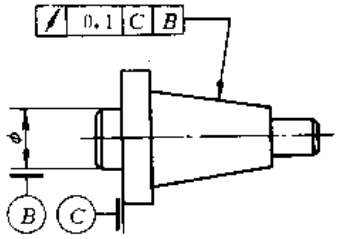



图　4.3-217

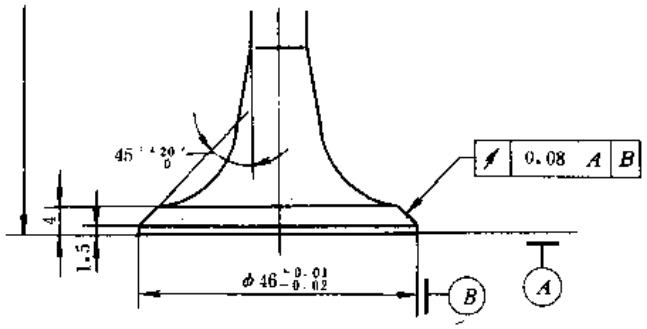



图　4.3 218

### 2.2.14　全跳动

全跳动是形位公差中一项综合性能最强的控制零件要素误差的项目，系指零件要素绕基准轴线作无轴向移动的连续回转时，指示器在平行或垂直于基准轴线的被测表面上作直线的连续移动时，所测得的跳动最大变动量。

与圆跳动一样，它也是以测量方法命名的项目。

全跳动分径向全跳动和端面全跳动两类。

全跳动是在同一被测表面上，任一位置的指示器最小读数与任一位置的指示器最大读数之差。

需要注意的是，在整个测量过程中指示器不能重新调整。

径向全跳动误差是反映了被测圆表面的圆度，圆柱度，素线和轴线的直线度，同轴度及径向圆跳动的综合误差，在生产中常因圆柱度或同轴度不便测量而用圆跳动来代替，这种代替实质上是加严了要求，会造成误废情况。

端面全跳动是反映了被测端面上直线度，平面度和端面圆跳动的综合误差。它的公差带是垂直于基准轴线的两平行平面，由于垂直度公差带也是包括整个被测表面且垂直于基准轴线的两平行平面，它也控制了该端面的直线度，平面度和端面圆跳动，因此以端面全跳动来代替垂直度是可行的，合理的。

零件要素由全跳动控制时，也可对单项公差提出进一步要求。

（1）径向全跳动

1）采用单一基准　图 4.3-219 是 $\phi d_2$ 的圆表面相对于 $\phi d_1$ 轴线的全跳动。

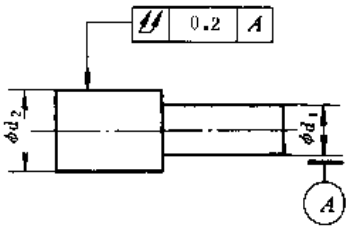



图　4.3-219

2）采用公共基准　图 4.3-220 是 $\phi d_1$ 的圆表面以两个 $\phi d$ 轴颈的轴线为公共基准的全跳动。

图 4.3-221 是以两个中心孔轴线为公共基准的全跳动。这种方法是工厂中常用的方法。

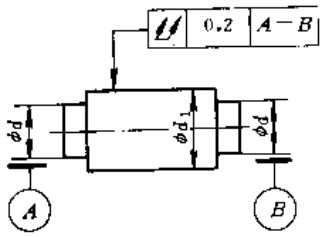



图　4.3-220

图 4.3-222 是较复杂的表面采用公共基准的全跳动示例，要注意的是测量时测头必须垂直被测表面。

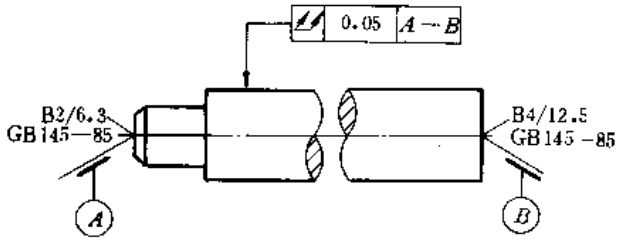



图　4.3-221

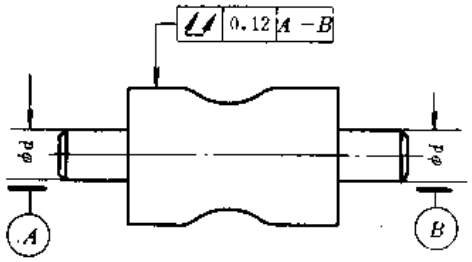



图　4.3-222

3）采用三基面体系　全跳动和圆跳动一样，同样可以采用三基面体系。

（2）端面全跳动

图 4.3-223 是零件端面以 $\phi d$ 轴的轴线为基准的端面全跳动。

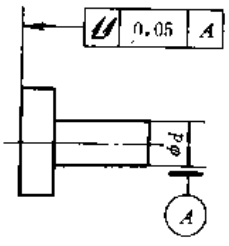



图　4.3-223

图 4.3-224 是零件端面以 $\phi D$ 孔的轴线为基准的端面全跳动，此时必需配以心轴来测量。

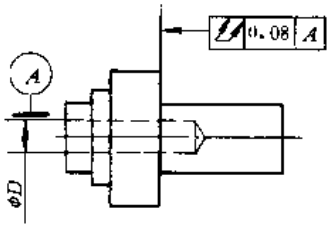



图　4.3-224

端面全跳动和圆跳动一样可以采用公共基准，必要时还可采用三基面体系，由于零件结构特征上没有什么差异就不一一举例了。

全跳动是控制整个被测要素跳动量的项目，但限于条件、测量时很难完全按定义进行。一般情况下可用指示器缓慢移动，零件连续旋转来体现。测量时移动量越小，测出结果越接近定义。

## 3　各项目之间的关系及新旧标准对照

### 3.1　各项目之间的关系

由于形位公差以公差带控制误差是在整个被测要素上的变动量，而不仅仅是控制误差值。因而在同一被测要素上，综合的形状公差必然包含了一定量的单项的形状公差，位置公差必然包含了一定量的形状公差，也就是说综合的形状误差反映了单项形状误差值，单项的位置误差反映了单项和综合的形状误差值。综合的位置误差则是综合的反应了单项位置误差和形状误差。它们之间的关系，见表 4.3-6。

表　4.3-6

| 类别 | 项　目 | 单项或综合 | 控制的项目 |
|---|---|---|---|
| 形状公差 | 直线度 | 单项 | 被测要素的直线度 |
| | 平面度 | 综合 | 被测要素的直线度、平面度 |
| | 圆度 | 单项 | 被测要素的圆度 |
| | 圆柱度 | 综合 | 被测要素的素线直线度、轴线直线度、圆度、圆柱度 |
| | 线轮廓度 | 单项 | 被测要素的线轮廓度 |
| | 面轮廓度 | 综合 | 被测要素的线轮廓度、面轮廓度 |

（续）

| 类别 | 项目 | | 单项或综合 | 控制的项目 |
|---|---|---|---|---|
| 位置公差 | 平行度 | | 单项 | 线要素—直线度、平行度<br>面要素—平面度、平行度 |
| | 垂直度 | | 单项 | 线要素—直线度、垂直度<br>面要素—平面度、垂直度 |
| 位置公差 | 同轴度 | | 单项 | 被测轴线的直线度，同轴度 |
| | 对称度 | | 单项 | 线要素—直线度、对称度<br>面要素—平面度、对称度 |
| | 位置度 | | 综合 | 根据设计要求及要素特征可控制要素的直线度，平面度、平行度、垂直度、同轴度、对称度、位置度 |
| | 圆跳动 | 径向 | 综合 | 圆表面的圆度，轴线直线度，素线直线度，同轴度及跳动 |
| | | 端面 | 综合 | 端面的平面度、直线度、垂直度跳动（在中凹、中凸情况下无法控制） |
| | | 斜向 | 综合 | 锥面的圆度、轴线直线度、素线直线度，同轴度及跳动 |
| | 全跳动 | 径向 | 综合 | 径向圆跳动所控制的项目，圆柱度，径向圆跳动及全跳动 |
| | | 端面 | 综合 | 端面任何形状的平面度，直线度，垂直度，端面圆跳动及全跳动 |

## 3.2　新旧标准对照

1996 年发布的标准在项目特征名称方面与 1980 年标准相同，均与 ISO 和各国标准一致，但在我国一些图样中还能见到贯彻 74 年标准的陈旧情况，现将 1996 年发布的标准 GB/T 1182 与 1974 年旧的标准 GB 1182 进行对照见表 4.3-7。希望不再应用旧标准的称呼和概念。

**表　4.3-7**

| 分类 | 项目及代号 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 现行标准 | | 旧标准 | |
| 形状公差 | 直线度 — | | 不直度 — | |
| | 平面度 ▱ | | 不平度 ▱ | |
| | 圆度 ○ | | 不圆度 ○ | |
| | 圆柱度 ⌭ | | 椭圆度 ⊕ | |
| | | | 不圆柱度 ⌭ | |
| | | | 不柱度 ⌯ | |
| | 线轮廓度 ⌒ | | 无 | |
| | 面轮廓度 ⌓ | | 无 | |
| 位置公差 | 平行度 // | | 不平行度 // | |
| | 垂直度 ⊥ | | 不垂直度 ⊥ | |
| | 倾斜度 ∠ | | 无 | |
| | 同轴度（同心度） ◎（全值 φ） | | 不同轴度 ◎（半值 $R$） | |
| | 对称度 ⌯（全值） | | 不对称度 ⌯（半值） | |
| | 位置度 ⌖ | | 位移度 ⌖（半值） | |
| | 圆跳动 ↗ | 径向圆跳动 | 跳动 ↗ | 径向跳动 |
| | | 端面圆跳动 | | 端面跳动 |
| | | 斜向圆跳动 | | 无 |
| | 全跳动 ↗↗ | 径向全跳动 | 无 | |
| | | 端面全跳动 | | |

# 第4章　形位公差和尺寸公差的相关要求

为满足零件的功能要求，准确的判断零件合格与否，必须在图样中进一步明确形状公差、位置公差和尺寸公差之间的相互关系，这三者关系是基于形状误差、位置误差和实际尺寸之间的内在规律。

ISO/TC10/SC5 早在 70 年代初期就开始了对这三者关系的研究与探讨，不断解决生产中出现的问题，并组织原西德和加拿大等国提出国际标准草案。经过多次国际会议讨论和审议，于 1977 年 11 月通过了将“独立原则”作为图样设计的基本公差原则这一提案，并于 1985 年发布了国际标准 ISO8015—1985《基本公差原则表示法》。各主要工业国家均依此制订了本国标准。有的国家标准如 DIN 则等同采用了这个标准。

我国自 75 年开始就开展了三者关系的研究并与 ISO 同步进行标准的制订工作，于 1984 年发布了我国标准 GB4249—84《公差原则》，1996 年发布了修订标准 GB/T 4249—1996《公差原则》和新标准 GB/T 16676—1996《形状和位置公差　最大实体要求，最小实体要求和可逆要求》

本章主要介绍上述两个标准的内容和它们的应用原则及示例。

## 1　标准规定(GB/T 4249—1996、GB×××××—1996)

### 1.1　独立原则

独立原则　定义见第一章 1.1　(23)

(1) 尺寸公差

1) 线性尺寸公差　定义见第 1 章 1.1 (45)

示例见图 4.4-1

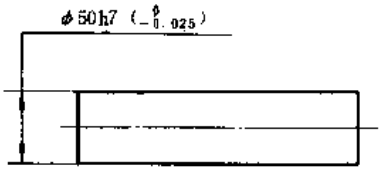



图　4.4-1

标注说明：

实际轴的局部实际尺寸必须位于 49.975 至 50 之间；线性尺寸公差 (0.025) 不控制要素本身的形状误差。图 4.4-2 所示零件的直线度和圆度（包括奇数棱圆）误差由相应的未注形状公差控制。

2) 角度公差　定义见第一章 1.1 (46)

示例见图 4.4-3。

$A_1$、$A_2$、$A_3$……$A_n$局部实际尺寸：在49.975至50之间

图　4.4-2

标注说明：

A、B 两被测实际要素分别按最小条件确定其理想要素，该两理想要素间的夹角应在给定的两极限角度之间，角度公差不控制实际要素的形状误差（图 4.4-4）。实际要素的形状误差由相应的未注形状公差控制。

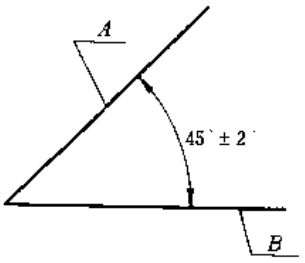



图　4.4-3

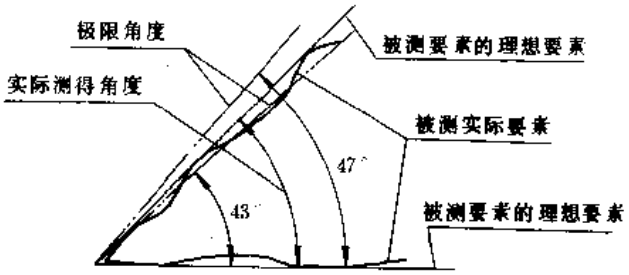



图　4.4-4

(2) 形状和位置公差

采用独立原则时，图样上给定的形状、位置公差与被测要素的局部实际尺寸无关。不论要素的局部实际尺寸大小如何，被测要素均应在给定的形位公差带内，并且其形位误差允许达到最大值。示例见图 4.4-5。

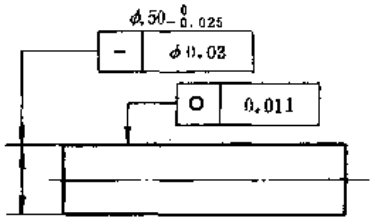



图　4.4-5

标注说明：

轴的局部实际尺寸应在最大极限尺寸与最小极限尺寸之间；轴的形状误差应在给定的相应形状公差之内。不论轴的局部实际尺寸如何，其形状误差（轴线直线度误差和横截面奇数棱圆误差）允许达到给定的最大值（图 4.4-6）。

（解释　图 4.4-6a 是零件最大极限尺寸为 50 时，其最大轴线直线度误差为 $\phi 0.03$，当处于最小极限尺寸时（图 4.4-6b）时，由于采用独立原则，与实际尺寸无关，因此所允许的最大轴线直线度误差仍然是给定值 $\phi 0.03$。）

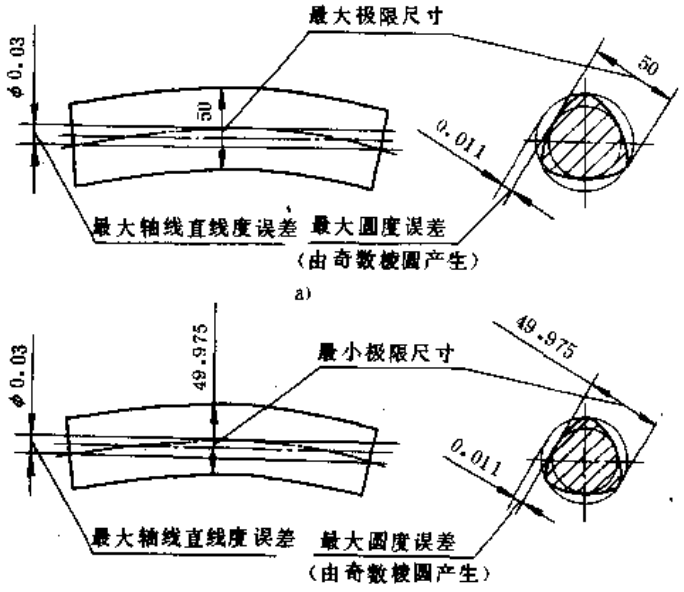



图　4.4-6

## 1.2　相关要求

**1.2.1　包容要求**〔包容要求的定义见第 1 章 1.1 (44)〕

(1)单一要素遵守包容要求时，要求实际单一要素处处不得超越其最大实体边界。实际要素的局部实际尺寸不得超越最小实体尺寸。

对遵守包容要求的单一要素，应在其尺寸极限偏差或公差带代号之后加注符号“Ⓔ”

单一要素要求遵守包容要求时，可按下列方法之一进行检测：

①用符合 GB 1957—81《光滑极限量规》规定的量规进行检验。

②按 GB 3177—82《光滑工件尺寸的检验》的规定进行测量，但应注意奇数棱圆误差的影响和长度与直径之比较大时轴线直线度误差的影响。

③采用能够保证包容要求的其他检测方法进行检测。

示例见图 4.4-7。

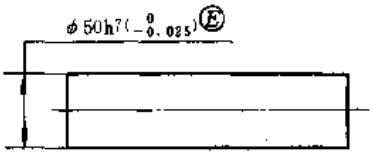



图　4.4-7

标注说明：

圆柱表面必须在最大实体边界内，该边界的尺寸为最大实体尺寸 $\phi 50$。其局部实际尺寸不得小于 49.975mm（图 4.4-8）

(2)关联要素遵守包容要求时，此种情况应属于最大实体要求下的零形位公差要求其实际轮廓处处不得

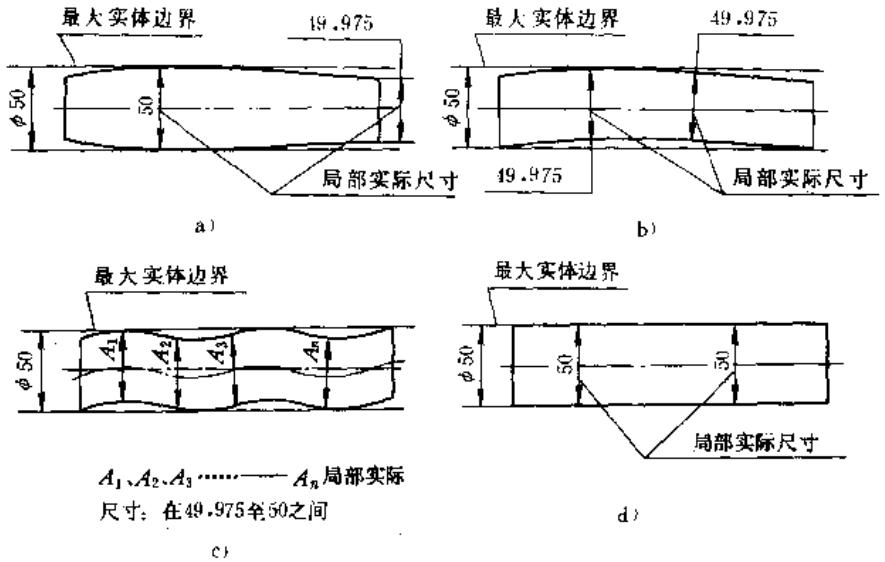



图　4.4-8

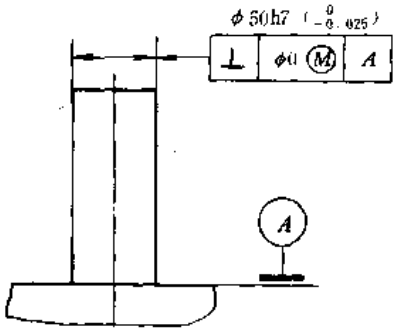



图　4.4-9

超越最大实体边界，而该边界应与基准保持图样上给定的几何关系。

要素实际轮廓的局部实际尺寸不得超越最小实体尺寸。

示例见图 4.4-9。

标注说明：

圆柱表面必须在最大实体边界内，该边界的尺寸为最大实体尺寸 $\phi50$，且与基准平面 $A$ 垂直。

实际圆柱的局部实际尺寸不得小于 49.975mm（图 4.4-10）。

（解释：图 4.4-10a，b，c，d，e 是五种典型的误差情况，图 a 轴线与底面歪斜，其歪斜量为 50--49.975=0.025。

图 b 为轴线虽直但素线中凸的情况，中凸量在直径方向为 50—49.975=0.025

图 c 为中凹情况，中凹量为 50--49.975=0.025

图 d 为任意形误差其误差量在 50—49.975=0.025 之间

图 e 为处处都是最大实体尺寸状态此时已做到极限、轴线、素线均不得有任何一点误差。）

### 1.2.2　最大实体要求

最大实体要求　定义见第 1 章 1.1（40）。

(1)单一要素或关联要素遵守最大实体要求时，要求其实际轮廓处处不得超越具有最大实体实效尺寸的理想形状包容面（最大实体实效边界）。

要素实际轮廓的局部实际尺寸不得超越最大实体尺寸和最小实体尺寸。

应用最大实体要求的最大实体实效尺寸对轴是最大实体尺寸，即其体外作用尺寸不应超出最大实体实效尺寸。加上其相应的形状或位置公差值，图 4.4-11。对孔是最大实体尺寸减去其相应的形状或位置公差值（图 4.4-12）。

对遵守最大实体要求的被测要素，应根据 GB 1182 的规定，在相应的形位公差框格中加注符号“Ⓜ”。

实际要素由最大实体实效边界和给定的形状公差控制，不再受未注形位公差的限制。

(2) 最大实体要求应用于基准要素

最大实体要求应用于基准要素时，基准要素应遵守相应的边界。若基准要素的实际轮廓偏离其相应的边界，即其体外作用尺寸偏离其相应的边界尺寸，则允许基准要素在一定范围内浮动，其浮动范围等于基准要素的体外作用尺寸与其相应的边界尺寸之差。

a. 基准要素本身采用最大实体要求时，其相应的边界为最大实体实效边界。此时，基准代号应直接标注在形成最大实体实效边界的形位公差框格下面（图 4.4-13）。

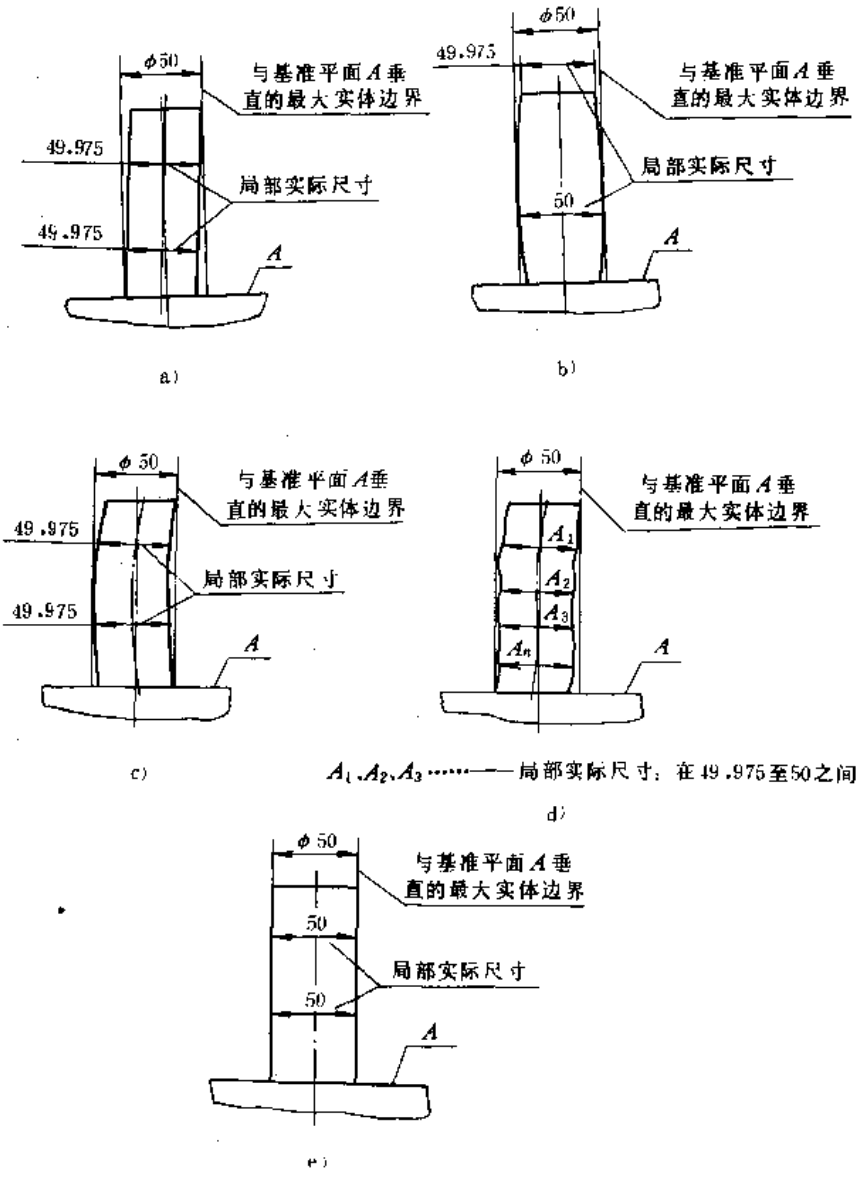



图　4.4-10

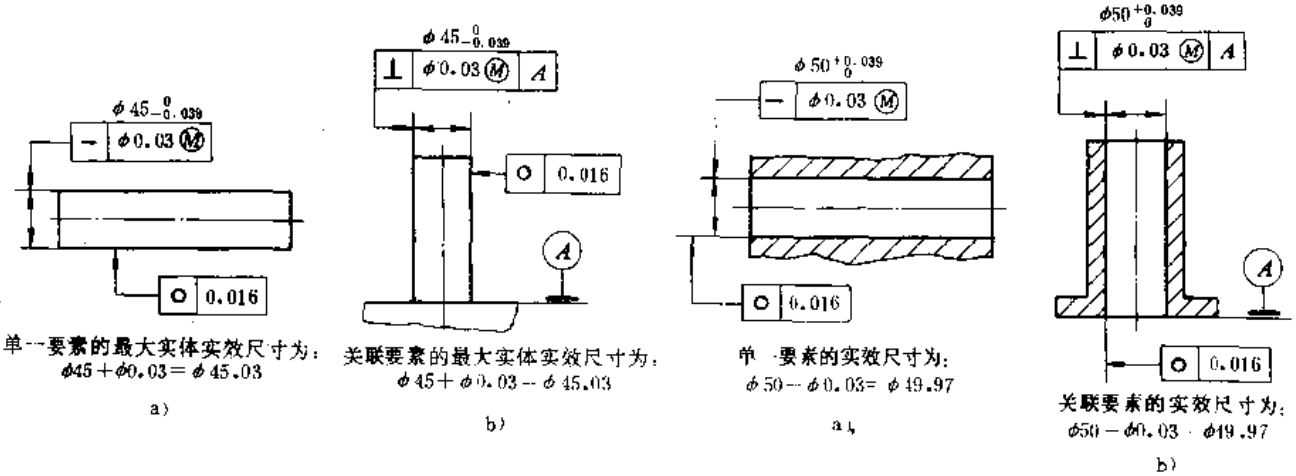
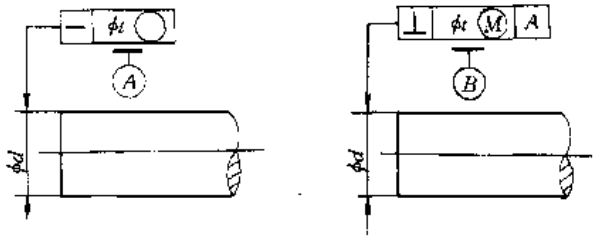


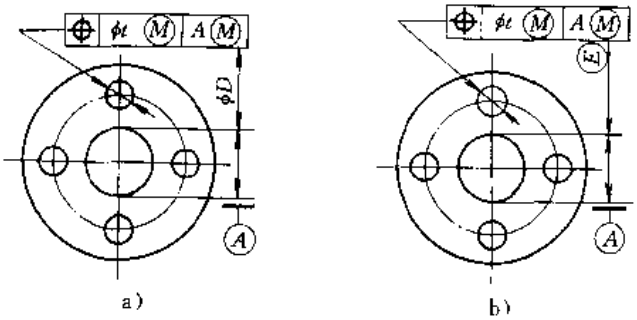

图　4.4-11　　图　4.4-12



B基准的边界为最大实体边界　　A基准的边界为最大实体边界

图　4.4-13

b. 基准要素本身不采用最大实体要求时，其相应的边界为最大实体边界。（图 4.4-14a）为采用独立原则的示例，（图 4.4-14b）为采用包容要求的示例。



a)　　b)

图　4.4-14

### 1.2.3　最小实体要求

最小实体要求的定义见第1章1.1（41）

（1）最小实体要求应用于被测要素

最小实体要求应用于被测要素时，被测要素的实际轮廓在给定的长度上处处不得超出其最小实体实效边界，即其体内作用尺寸不应超出最小实体实效尺寸，且其实际尺寸不得超出最大实体尺寸和最小实体尺寸。

最小实体要求应用于被测要素时，被测要素的形位公差值是在该要求处于最小实体状态时给出的，当被测要素的实际轮廓偏离其最小实体状态，即其实际尺寸偏离其最小实体尺寸时，形位误差值可超出在最小实体状态下给出的形位公差值。

当给出的形位公差值为零时，则为零形位公差。此时，被测要素的最小实体实效边界等于最小实体边界，最小实体实效尺寸等于最小实体尺寸。

（2）最小实体要求应用于基准要素

最小实体要求应用于基准要素时，基准要素应遵守相应的边界。若基准要素的实际轮廓偏离其相应的边界，即其体内作用尺寸偏离其相应的边界尺寸，则允许基准要素在一定范围内浮动，其浮动范围等于基准要素的体内作用尺寸与其相应边界尺寸之差。

a. 基准要素本身采用最小实体要求时，则其相应的边界为最小实体实效边界。此时，基准代号应直接标注在形成该最小实体实效边界的形位公差框格下面（图 4.4-15）。

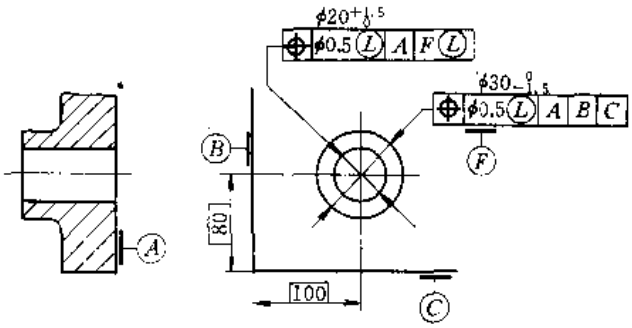


图　4.4-15

b. 基准要素本身不采用最小实体要求时，其相应的边界为最小实体边界（图 4.4-16）。

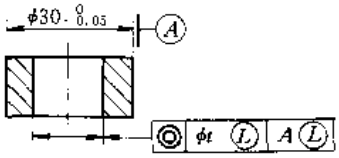


图　4.4-16

### 1.2.4　可逆要求

在不影响零件功能的前提下，当被测轴线或中心平面的形位误差值小于给出的形位公差值时允许相应的尺寸公差增大。它通常与最大实体要求或最小实体要求一起应用。用 0Ⓜ 或 0Ⓛ 也可表达相同的设计意图。

可逆要求的标注在图样上将表示可逆要求的称号Ⓡ置于被测要素的形位公差值后的符号Ⓜ或Ⓛ的后面。此时不应破坏要素的最大实体实效状态（MMVC）或最小实体实效状态（LMVC）。

框格内加注ⓂⓇ表示。

被测要素的实际尺寸可在 LMS 和 MMVS 之间变动。

框格内加注ⓁⓇ表示：

被测要素的实际尺寸可在 MMS 和 MMVS 之间变动。

当可逆要求用于最大实体要求或最小实体要求时并不改变它们原有的含义（MMVC 或 LMVC 的极限边界），但在形位误差小于图样给出的形位公差时允许尺寸公差增大，这样可为加工时根据零件功能分配尺

寸公差和形位公差提供方便。

(1) 可逆要求用于最大实体要求

图 4.4-17a 中的被测要素不得超出其最大实体实效状态，即其体外作用尺寸不超出最大实体实效尺寸 $\phi$20.2mm。所有局部实际尺寸应在 $\phi$19.9～20.2mm 之间，中心线或轴线的直线度误差和垂直度误差应根据其局部实际尺寸在 0～0.3mm 之间变化。如果所有局部实际尺寸都是 $\phi$20mm，则中心线或轴线的直线度误差和垂直度误差为 $\phi$0.2mm（见图 4.4-17b）。如果所有局部实际尺寸都是 $\phi$19.9mm，则中心线或轴线的直线度误差和垂直度误差为 $\phi$0.3mm（见图 4.4-17c）。如果中心线或轴线的直线度误差和垂直度误差为零，则局部实际尺寸可为 20.2mm（见图 4.4-17d）。图 4.4-17e 给出了表达上述关系的动态公差图。

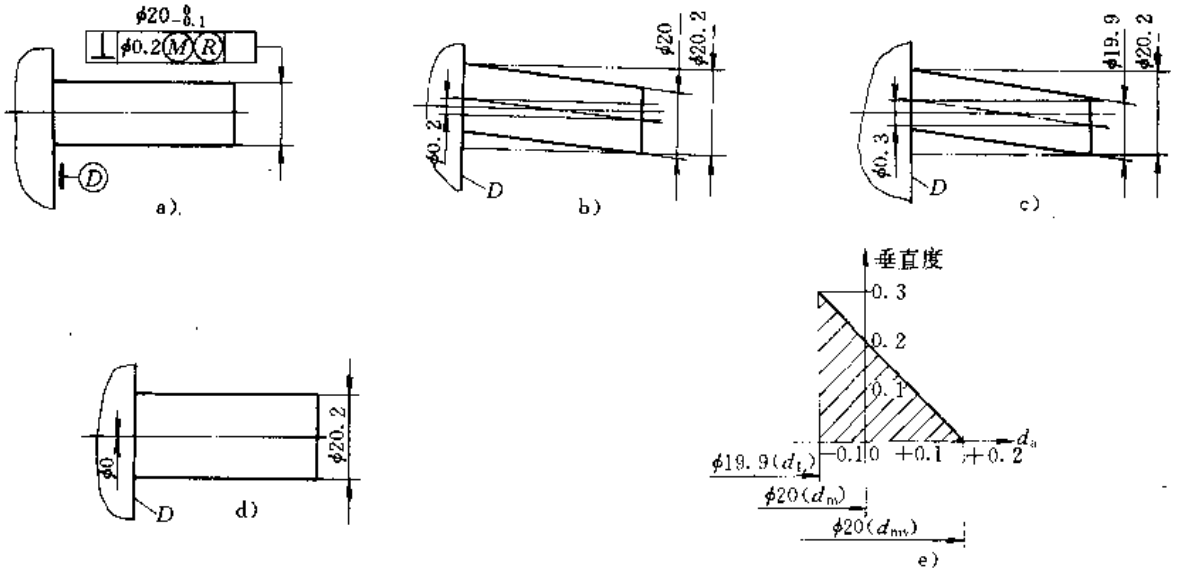



图 4.4-17

(2) 可逆要求用于最小实体要求

图 4.4-18a 中的被测要素（孔）应遵循下列要求：

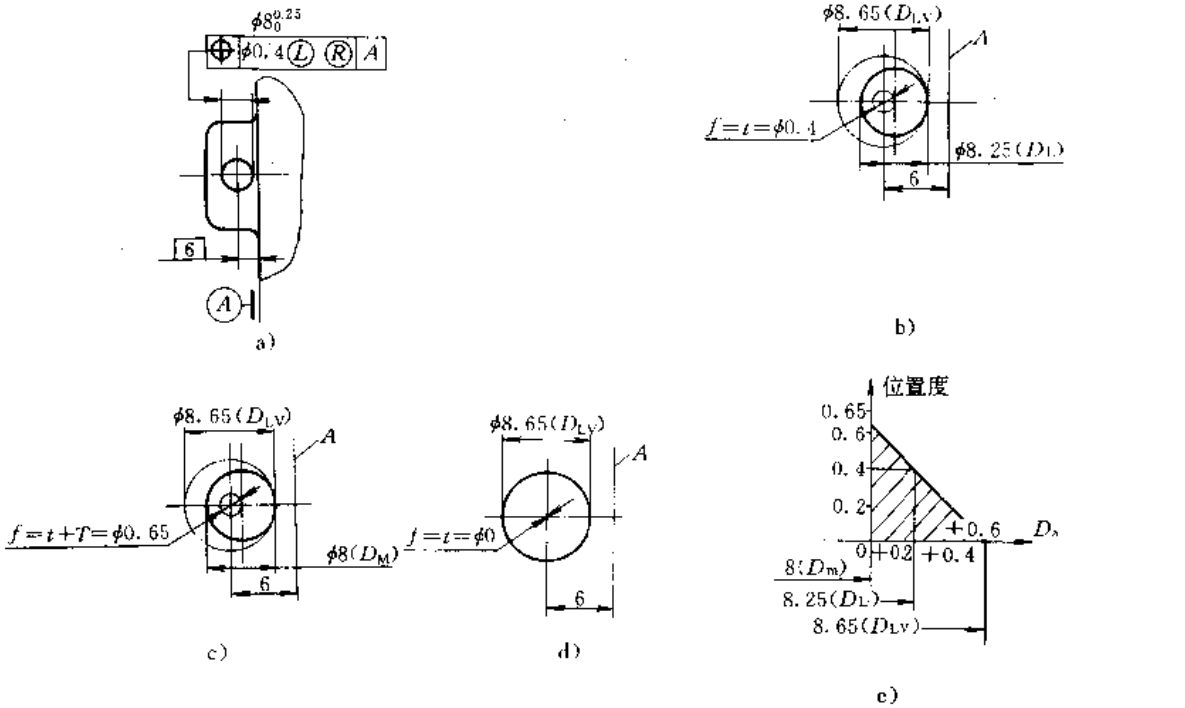



图 4.4-18

——被测要素不得超出其最小实体实效边界，即其关联体内作用对不超出最小实体实效尺寸 LMVS$\phi$8.65mm（$\phi$8+0.25+0.4）；

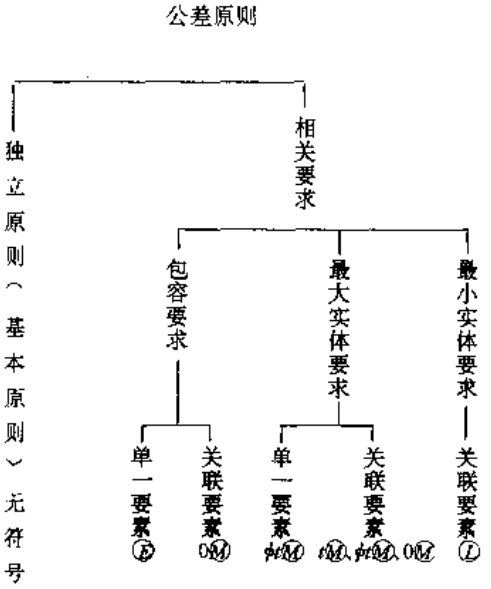
——所有局部实际尺寸应在 $\phi$8～8.65mm 之间；

——如果所有局部实际尺寸为 $\phi$8.25mm，，则其轴线的位置度公差在 $\phi$0.4mm 的公差带内（见图 4.4-18b），如果局部实际尺寸为 $\phi$8mm，则其轴线的位置度误差在 $\phi$0.65mm（见图 4.4-18c）。

如果位置度误差为零，则局部实际尺寸可为 $\phi$8.65mm（见图 4.4-18d）。在这种情况中孔的表面不允许有形状误差。图 4.4-18e 给出了表达上述关系的动态公差图。

## 2　公差原则的应用

依据形状公差和尺寸公差的关系，公差法则包括独立原则与相关要求的各项要求，其关系是：




### 2.1　独立原则的应用

（1）应用要点

1）独立原则按其定义是图样上给出的形状、位置公差与尺寸公差相互没有关系，检测时分别进行各自满足本身的要求。被测要素不存在尺寸与形位的综合要求，独立原则没有控制边界，只有各自的控制极限。

2）独立原则是产品设计中处理尺寸与形位关系的主要原则和基本原则，因此 ISO 标准和各国标准对于绝大多数情况下采用的原则不加以任何符号，以方便设计和制造者。我国标准与世界各国标准是一致的，独立原则无符号。也即图样上除了采用相关原则时需标出Ⓔ、Ⓜ和Ⓛ外，其他各要素均采用独立原则，不加注任何符号。

3）采用独立原则时，零件实际尺寸应符合尺寸公差要求，不论实际尺寸如何，被测要素的形位误差始终受给定的形位公差值控制。

图例解释

图 4.4-19 是一个在尺寸公差和形位公差后面均无公差原则符号的图样，应按独立原则解释，尺寸和形位应分别控制。

$\phi$20 孔的尺寸公差为上偏差 0.1，下偏差 0.2，轴线垂直于底面 $A$ 基准的垂直度为 $\phi$0.5。

尺寸与垂直度分别控制的数值见表 4.4-1。

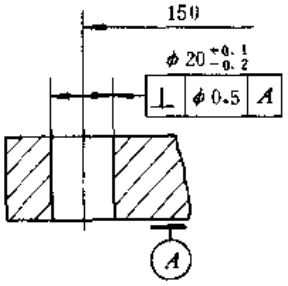



图　4.4-19

表　4.4-1　　(mm)

| 孔实际直径 $\phi$ | 轴线所允许的垂直度误差值 |
|---|---|
| 19.80 | $\phi$0.5 |
| ⋮ | ⋮ |
| 19.85 | $\phi$0.5 |
| ⋮ | ⋮ |
| 20.00 | $\phi$0.5 |
| ⋮ | ⋮ |
| 20.05 | $\phi$0.5 |
| ⋮ | ⋮ |
| 20.10 | $\phi$0.5 |

当孔做到最大实体尺寸 19.80 时，其轴线还允许倾斜 $\phi$0.5，此时装配条件为最坏的状态

4）独立原则的应用场合

① 对形位精度要求严格，需单独加以控制而不允许受尺寸影响的要素。

② 形位精度要求较高，尺寸精度要求低的要素。

③ 尺寸精度要求较高，形位精度要求低的要素。

④ 形位与尺寸本身无必然联系的要素。

⑤ 形位与尺寸均要求较低的非配合要素。

⑥ 未注形位公差与注出尺寸公差的要素。

⑦ 可与尺寸发生关系，但要求互相不影响。

（2）遵循独立原则的示例及解释

1）形位要求严格，不允许尺寸给以补偿

图 4.4-20 为一连杆，$\phi$12.5 的孔需与活塞销配合，内圆表面要求较高，并不允许尺寸公差给以补偿，采用独立原则，给出圆柱度公差。在满足功能要求的情况下，还可较大尺寸公差，使加工经济。

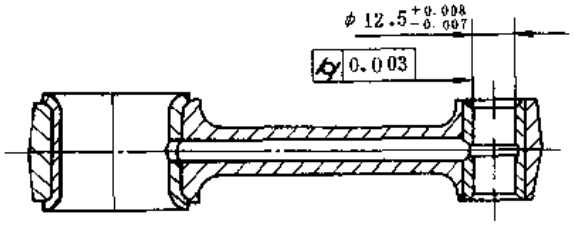



图　4.4-20

图 4.4-21 为一圆盘，三槽间的位置要求较严格，其对称中心面成 120°分布，误差不得大于 0.1。不允许槽的尺寸公差给予补偿。

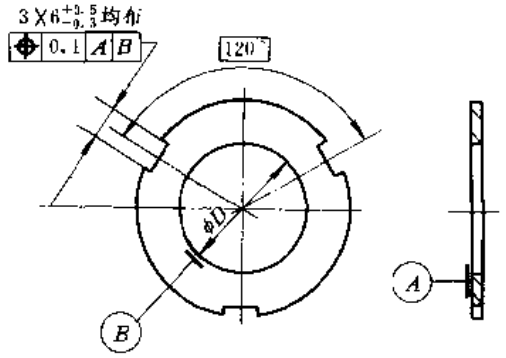



图　4.4-21

图 4.4-22 为一圆柱体 $\phi$30 及其公差值 0.021 在一般情况下可以控制其圆度和素线直线度。但此零件圆度不允许大于 0.005，素线直线度不允许大于 0.017 必须采用独立原则，分别检验。

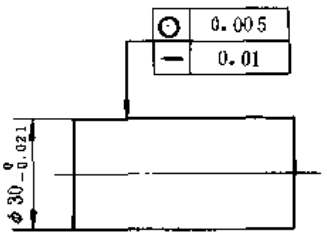



图　4.4-22

2）形位要求高，尺寸要求低

图 4.4-23～图 4.4-27 示出了形位要求较高而尺寸要求较低的例子。

图 4.4-27 是一测量平板。上平面是一模拟零件基准的平面，平面度要求高，而平板的厚度尺寸则对功能没什么影响，采用未注公差。

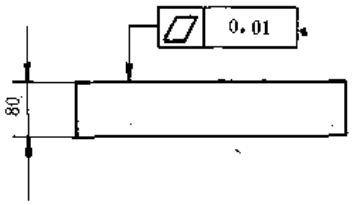



图　4.4-23

图 4.4-23 为一印刷滚筒，对其外圆表面的圆柱形及均匀一致性要求很高，以保证其在印制过程中接触均匀，重合性好应给予较高的圆柱度要求，而尺寸则要求很低，只用未注公差就足够了。

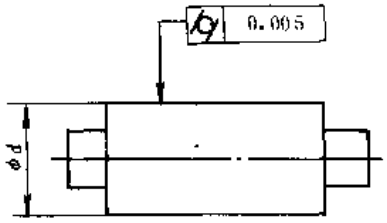



图　4.4-24

图 4.4-24 为冲模架的下模座，要求其上下平面平行，以保证冲压件的质量，其厚度尺寸主要保证有足够的强度，对尺寸则要求不高。采用独立原则给出上平面对下平面的平行度，用未注尺寸公差来控制尺寸。

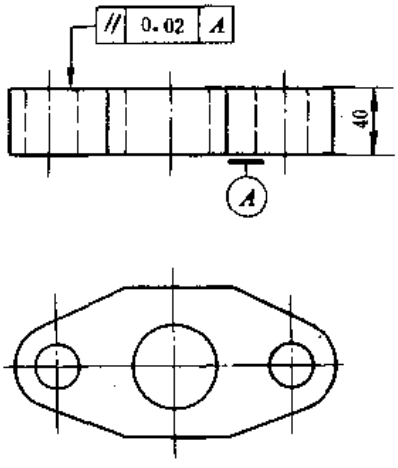



图　4.4-25

图 4.4-26 为 A 型无支承面蝶形弹簧，其实际支承处为上下的两个圆周线，各自要求在一个平面内。上下圆线间的距离要求不高。分别用平面度和平行度控制。

图 4.4-27 为一调距齿条，为保证运动精度除齿形的精度外，还要求齿条顶面平行于底面。两面之间的距离则不重要，采用独立原则，给出较高的平行度公差，而尺寸为未注公差。

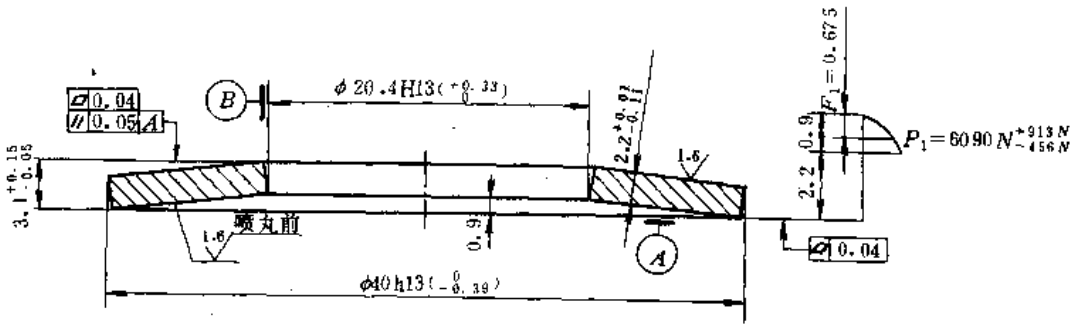



图　4.4-26

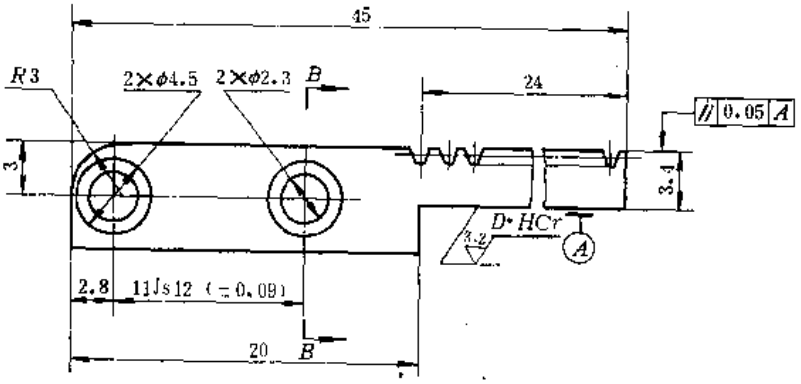



图　4.4-27

3）尺寸要求高、形位要求低

按GB/T 1182的规定，如图样中不注出形位公差要求，则按GB/T 1184中所规定的未注公差控制。

图4.4-28为一圆柱体，尺寸公差要求较高，但未注出形状公差，其圆度、素线直线度和轴线直线度均按未注公差控制（一般不需要检测）。

图　4.4-28

图4.4-29示出零件上的通油孔，不需要配合，但需保证一定的尺寸以控制油的流量。此时孔的形状公差要求较低，其轴线直线度，圆度等均按未注公差处理。

图4.4-30示出零件上的一个椭圆孔，该孔没有配合功能，如按未注公差要求则需由角度公差（90°）和直线度未注公差控制，对此孔来说仍是过严的和没有必要的要求。此时注出较低要求的垂直度使加经济是必要的。

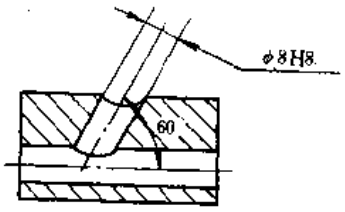



图　4.4-29

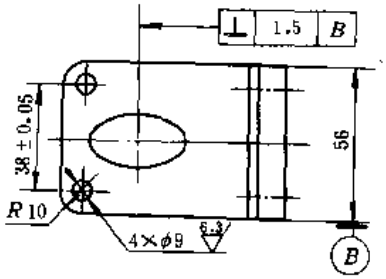



图　4.4-30

4）形位公差与尺寸公差之间无必然联系

图4.4-31～图4.4-37示出的图例均是被测要素是轮廓要素且与尺寸无必然联系，必须采用独立原则的图例。

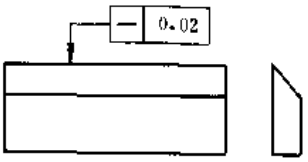



图 4.4-31

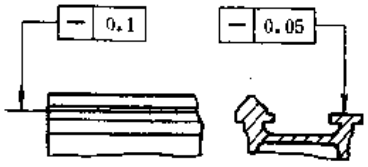



图 4.4-32

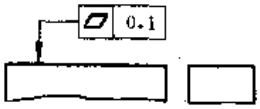



图 4.4-33

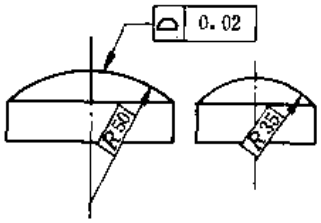



图 4.4-34

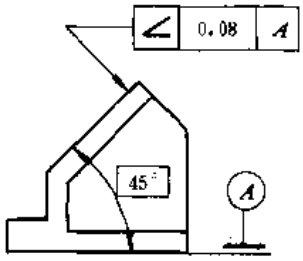



图 4.4-35

图 4.4-38～图 4.4-40 为被测要素是中心要素，与本身尺寸无必然联系，即不论轴孔的直径或槽的宽度的大小如何，其轴线或对称中心面的位置即同轴情况，对称情况或正确位置情况都不会随之改变。但与上述示例不同的是，对于这些中心要素，如其自身尺寸偏离最大实体尺寸或最小实体尺寸，在装配时，可允许位置公差有一增量。这就是采用了相关原则。但也可不允许上述情况发生，采用独立原则，这些示例均是采用独立原则的示例。

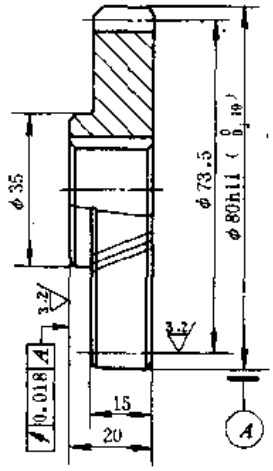



图 4.4-36

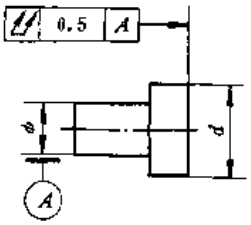



图 4.4-37

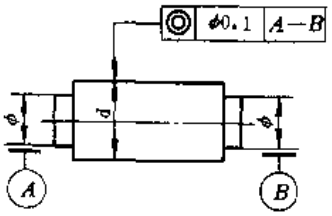



图 4.4-38

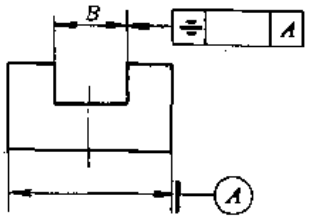



图 4.4-39

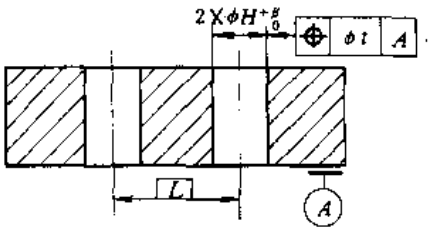



图 4.4-40

图 4.4-41～图 4.4-44 为形状公差和位置公差全部采用独立原则的综合示例。

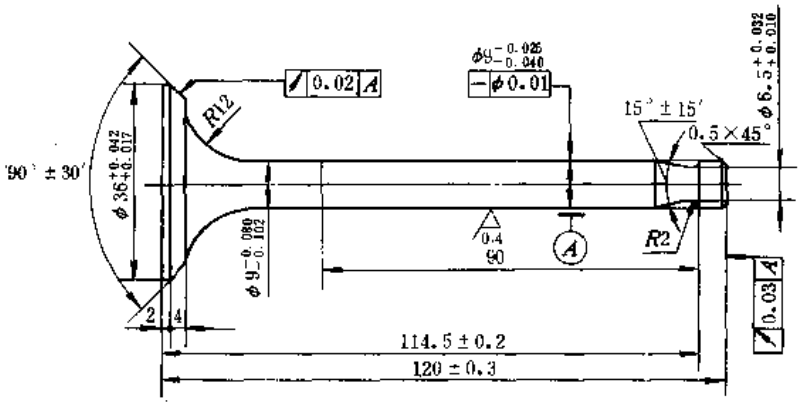



图 4.4-41

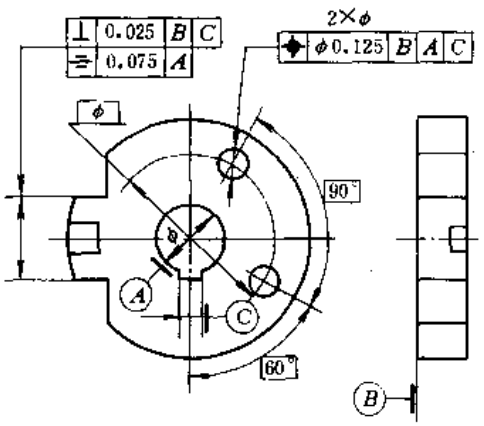



图 4.4-42

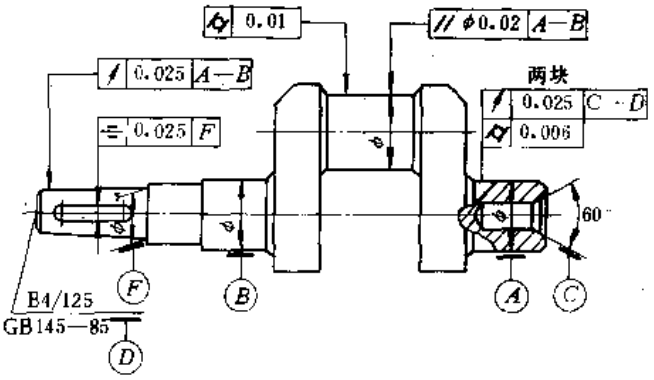



图 4.4-43

## 2.2　包容要求的应用

### 2.2.1　应用要点

(1) 包容要求即实际要素处处位于以最大实体尺寸形成的，具有理想形状的包容面内的一种公差原则，也就是以零件的最大实体尺寸形成的最大实体边界(这边界是理想形状不带任何误差的)来控制被测要素的实际尺寸和形位误差。被测要素不得超过这个边界，其实体尺寸不能超越最小实际尺寸。

包容要求对于单一要素，适用于圆柱面和两平行平面，对于关联要素，适用于轴线和中心平面，因此包容要求所允许的形位公差值是随机的，随着实际尺寸而变化的。

(2)单一要素采用包容要求时，必须在其尺寸及公差带代号或数值后面加注符号Ⓔ。

关联要素采用包容要求标出 0Ⓜ 时，与采用最大实体要求时给出位置公差值为 0 时的含义是一样的，控制效果也相同。只是前者是从尺寸控制位置的角度解释，而后者是从尺寸补偿给位置这一角度理解，在 GB/T 4249 中将 0Ⓜ 列入最大实体要求下的零形位公差、0Ⓛ列入最小实体要求的零形位公差。0Ⓜ 和 0Ⓛ的 0Ⓜ 示例将在 2.3 中介绍。

(3) 采用包容要求时的图例解释

图 4.4-45a 为单一要素采用包容要求的图例，图 4.4-45b 为实际直径与所允许的最大形状误差值的关系图解，具体数值关系见表 4.4-2。

表 4.4-2　(mm)

| 实际直径 φ | 所允许的最大形状误差 |
|---|---|
| 19.80 | 0.20 |
| ⋮ | ⋮ |
| 19.85 | 0.15 |
| ⋮ | ⋮ |
| 19.90 | 0.10 |
| ⋮ | ⋮ |
| 19.95 | 0.05 |
| ⋮ | ⋮ |
| 20.00 | 0.00 |

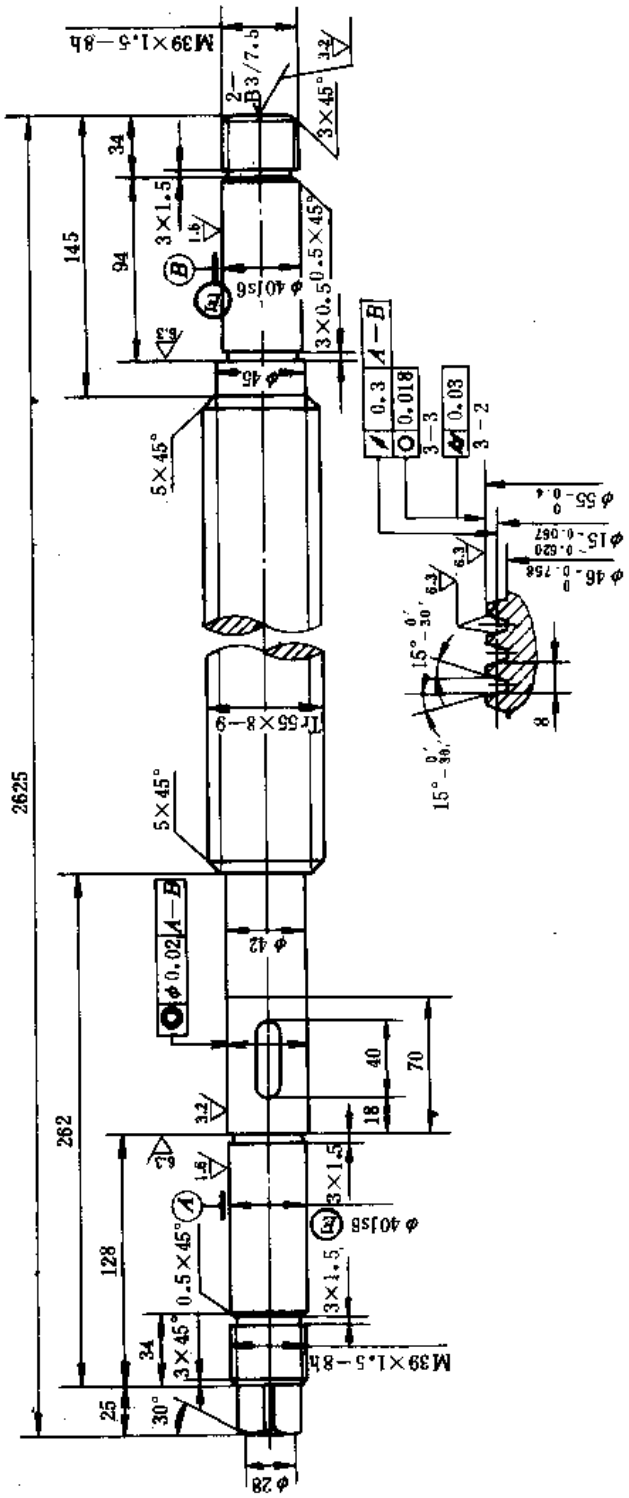

M39×1.5—8h
2—B3/7.5
3×45°
3×1.5
0.5×45°
φ40js6
3×0.5
A—B
0.3
0.018
3—3
0.03
3—2
φ45
5×45°
Tr55×8—9
φ42
φ0.02 A—B
40
70
18
3×1.5
φ40js8
0.5×45°
3×1.5
3×45°
M39×1.5—8h
30°
φ28
145
94
34
2625
262
128
25
8

图 4.4-44

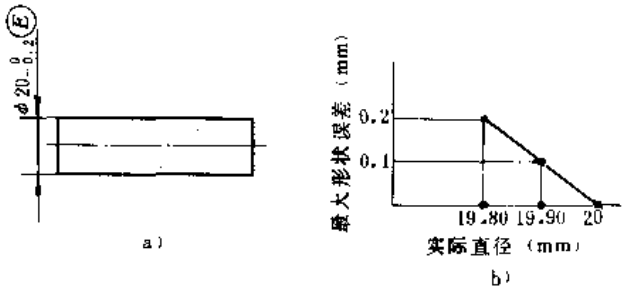



图　4.4-45

图 4.4-45a 为单一要素既采用包容要求，对圆度公差又有进一步要求的示例，$\phi$50 孔遵守包容要求，其形状误差与实际尺寸均不允许超过最大实体边界（$\phi$50 的理想圆柱面），但特别对圆度有严格要求，其值为 0.005，即不论实际直径如何其圆度总不能超过 0.005，它们的相互关系见图 4.4-46b，具体数值关系见表 4.4-3。

表　4.4-3　　(mm)

| 实际直径 $\phi$ | 所允许的最大圆度误差 |
|---|---|
| 50 | 0.000 |
| ⋮ | ⋮ |
| 50.001 | 0.001 |
| ⋮ | ⋮ |
| 50.002 | 0.002 |
| ⋮ | ⋮ |
| 50.005 | 0.005 |
| ⋮ | ⋮ |
| 50.006 | 0.005 |
| ⋮ | ⋮ |
| 50.010 | 0.005 |
| ⋮ | ⋮ |
| 50.062 | 0.005 |

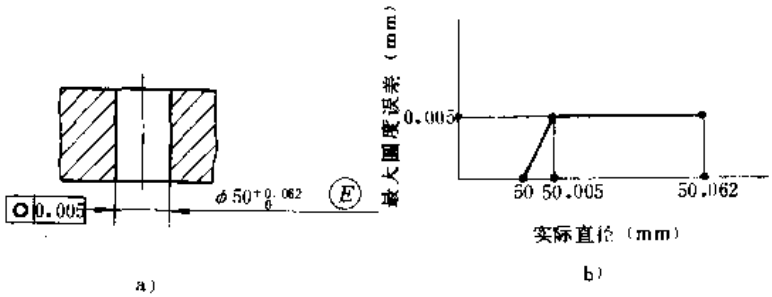



图　4.4-46

(4) 包容要求的应用场合

单一要素的包容要求主要用于保证零件的配合性质和公差带配置要求。用最大实体边界对尺寸和形位的控制来保证所需要的最小间隙或最大过盈。对于较精密配合的孔轴系统和严格要求过盈量的配合部位应采用包容要求。

### 2.2.2　应用示例

图 4.4-47 为一顶杆帽，为保证配合，内孔 $\phi$10H8 及外圆柱 $\phi$19f7 均采用包容要求。

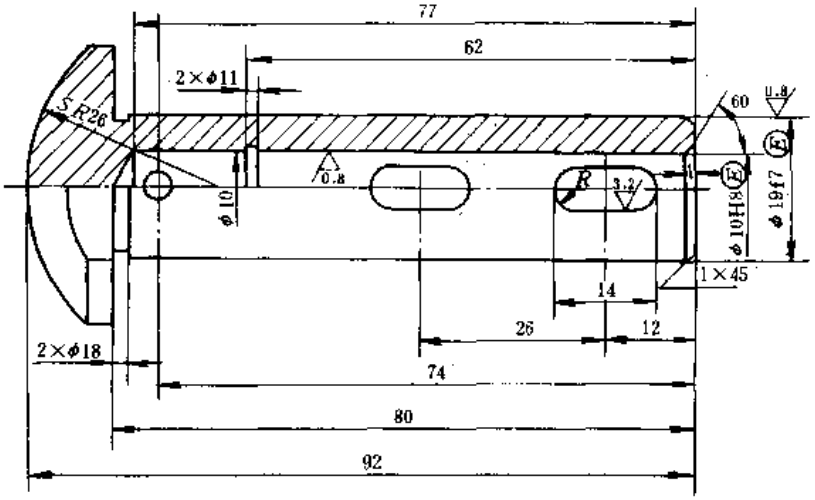



图　4.4-47

图 4.4-48 为一棘轮，其方孔有较严格的配合要求，相对应的两平行平面采用包容要求。

图 4.4-49 为铣床丝杆，为保证配合，轴颈 $\phi$40js6 部分采用包容要求。

图 4.4-50 花键轴，齿外圆采用包容要求，以保证与花键孔的配合。

图 4.4-51～图 4.4-53 为一组综合量规采用包容要求，以保证测量精度的示例。

图 4.4-51 为塞规的测杆外圆采用包容要求。

图 4.4-52 为一同轴度量规，两孔均采用包容要求。

图 4.4-53 为一位置综合量规，四个 $\phi DM$ 孔的内圆采用包容要求。通端螺纹量规也采用Ⓔ，以保证间隙配合。与零件孔相配的测杆外圆 $\phi d_P$ 也采用包容要求，以保证间隙配合。

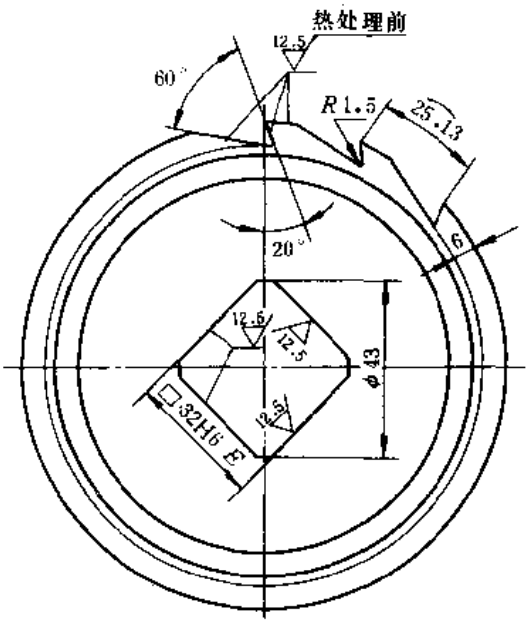



图　4.4-48

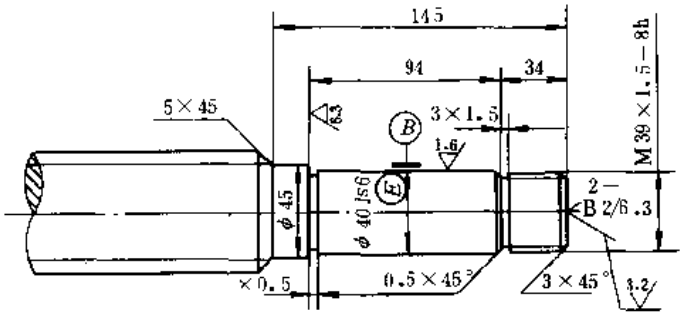



图　4.4-49

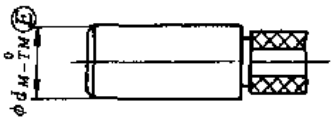



图　4.4-51

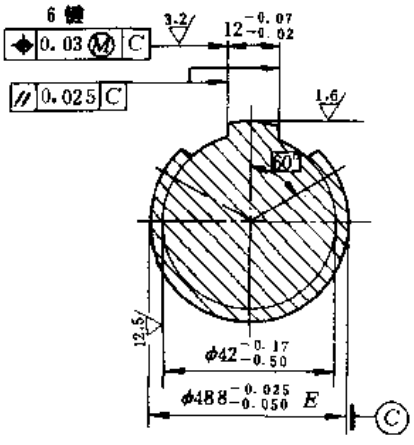



图　4.4-50

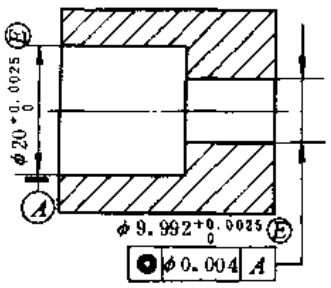



图　4.4-52

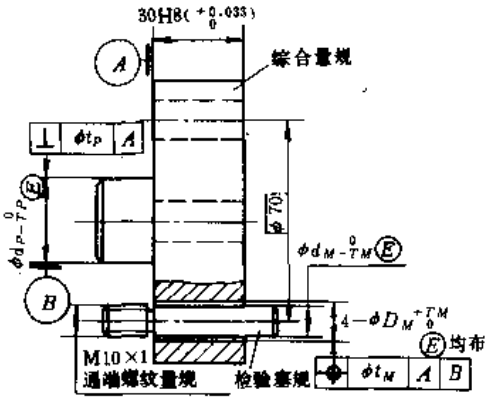



图　4.4-53

## 2.3　最大实体要求的应用

### 2.3.1　应用要点

(1) 最大实体要求是当被测要素或基准要素偏离最大实体状态时，形状公差或位置公差可获得补偿值的一种相关。

被测要素可以与基准要素同时采用最大实体要求，此时形状公差或位置公差可得到来自两方面的补偿值。

(2) 采用最大实体要求时，必须了解以下几点：

1) 所给出的形状或位置公差值，是在被测要素处于最大实体状态，或基准要素处于最大实体状态的前提下给定的，所以它的符号Ⓜ紧接在公差值的后面，这是基本的概念。

2)被测要素的实际状态是受由最大实体尺寸和形位公差值综合形成的最大实体实效边界控制的。当被测要素处于该实效状态时，装配间隙为最小。被测要素的实际尺寸偏离其最大实体尺寸时，可使形状或位置公差值超过所允许的值，但必须位于该实效边界内。在一般情况下被测要素处于最小实体状态时，形位公差所得到的补偿量为最大。

3) 当基准要素采用最大实体要求时，要看基准要素本身的要求而定。如采用包容要求，则基准要素受其最大实体边界的控制。当实际尺寸偏离最大实体尺寸时，可使被测要素得到补偿量。如不采用包容要求，则其边界除考虑基准要素的最大实体尺寸外，还应考虑未注形位公差的影响。此时，基准要素受由其最大实体尺寸和未注形位公差值综合形成的实效边界控制。当实际尺寸偏离最大实体实效边界时就可使被测要素得到补偿值。

4) 需要特别注意的是：①基准要素是以它的体外作用尺寸而不是实际尺寸对控制边界的偏离来考虑其偏离量的。②如被测要素是成组要素，则从基准要素作用尺寸对控制边界偏离所得到的补偿量只能补偿给成组要素即几何图框，而不是补偿给每一个被测要素。③基准采用最大实体要求时，其偏离量并不一定100%地补偿给被测要素。受零件结构的影响，有时只能部分补偿于被测要素。

(3) 采用最大实体要求时的图样解释

图4.4-54为单一要素轴线直线度采用最大实体要求的示例。

轴直径为$\phi12_{-0.2}^{0}$，最大实体尺寸为$\phi12$，最小实体尺寸为$\phi11.8$，轴线直线度为当轴为$\phi12$时为0.4采用最大实体要求。

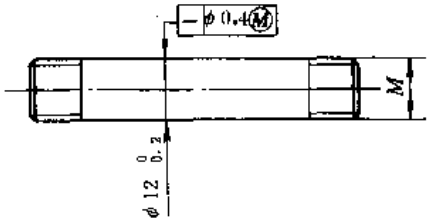



图　4.4-54

控制该轴线直线度的最大实体实效边界的尺寸为最大实体实效尺寸 $\phi12+0.4=\phi12.4$ 的理想边界图4.4-55为其公差带解释：

当轴直径为$\phi12$时，轴线可弯曲（也可呈任意形）0.4mm。见图4.4-55a。

当轴直径为$\phi11.8$时，轴线的弯曲可以加大，加大量为轴实际直径偏离最大实体尺寸的量 $12-11.8=0.2$mm。因此轴线直线度可达 $0.4+0.2=0.6$mm，见图4.4-55b，其数值具体变化情况见表4.4-4。

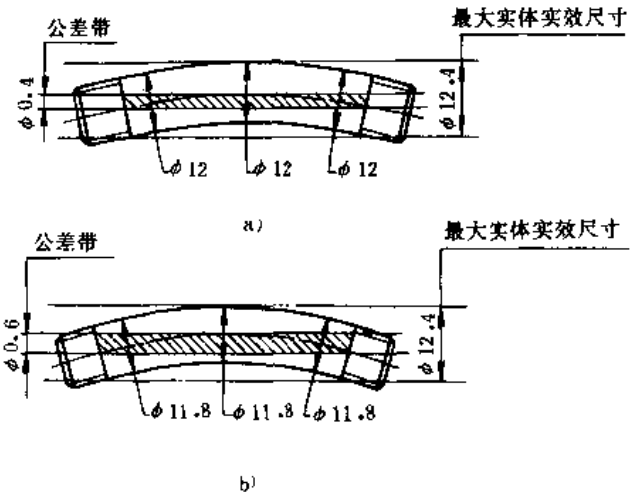



图　4.4-55

图4.4-56为关联要素采用最大实体要求的示例。

轴 $\phi$6.5 的轴线要求平行于 $A$ 基准，并采用最大实体要求。轴直径采用包容要求。轴的最大实体尺寸为 $\phi$6.5，最小实体尺寸为 $\phi$6.4，平行度 0.06mm 是在轴径为 $\phi$6.5 时给定的。

表　4.4-4　　(mm)

| 实际直径 $\phi$ | 所允许的最大轴线直线度 | 增　量 |
|---|---|---|
| 12.00 | 0.40 | 0 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 11.95 | 0.45 | 0.05 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 11.90 | 0.50 | 0.10 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 11.85 | 0.55 | 0.15 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 11.80 | 0.60 | 0.20 |

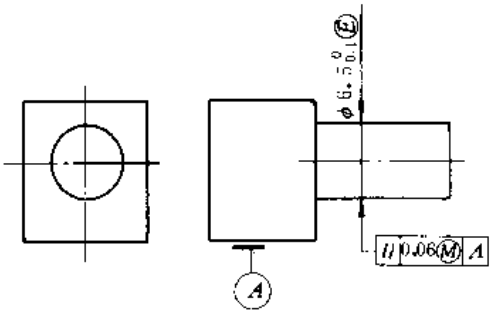



图　4.4-56

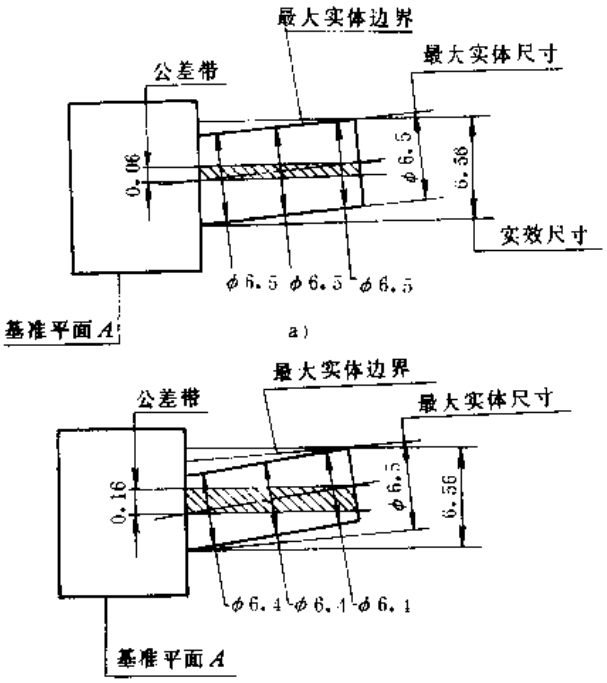



图　4.4-57

控制该轴线的实效边界是一实效尺寸为 $\phi$6.5＋0.06＝$\phi$6.56 的理想边界。

控制该轴直径的是最大实体边界一个 $\phi$6.5 的理想边界。

图 4.4-57 为图 4.4-56 的公差带解释。

当轴径为 $\phi$6.5 时，轴本身受最大实体边界控制，轴线相对于基准的最大歪斜量（不平行）为 0.06mm。此时仍在 $\phi$6.56 的实效边界内，见图 4.4-60a。

当轴径为 $\phi$6.4 时，轴线可增加其歪斜量，其增加量为尺寸的偏离量 6.5－6.4＝0.1mm。因此，此时轴线可歪斜 0.06＋0.1＝0.16mm，但仍然在实效边界内，见图 4.4-57b。轴的直径也仍然在最大实体边界内。其数值具体变化情况见表 4.4-5。

表　4.4-5　　(mm)

| 实际直径 $\phi$ | 所允许的最大平行度 | 增　量 |
|---|---|---|
| 6.50 | 0.06 | 0 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 6.49 | 0.07 | 0.01 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 6.45 | 0.11 | 0.05 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 6.44 | 0.12 | 0.06 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 6.40 | 0.16 | 0.10 |

图 4.4-58 为被测要素和基准要素均采用最大实体要求的示例。

被测为一个四孔组，其直径为 $\phi 8^{+0.2}_{+0.1}$，当孔处于最大实体尺寸 $\phi$8.1 时，可允许位置度误差为 $\phi$0.1（相对于基准轴线 $A$）。基准直径为 $\phi 10^{+0.2}_{0}$，采用最大实体要求，意味着当孔尺寸为 $\phi$10 时是最大实体状态，大于 $\phi$10 时，其相对于 $\phi$10 的偏离量可给孔组一个补偿量。

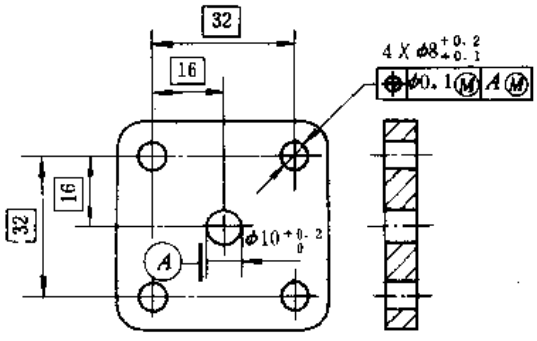



图　4.4-58

图 4.4-59 是图 4.4-61 的公差带解释。

当基准孔为 $\phi$10，被测孔均为 $\phi$8.1 时：被测孔的位置度公差带为 $\phi$0.1，实效边界为实效尺寸是 $\phi$8.1－

0.1=ϕ8的理想边界，见图4.4-59a，此时几何图框不能浮动。

当基准孔为极限情况ϕ10.2，被测孔为ϕ8.2时：被测孔的位置度可从本身的尺寸偏离量中得到补偿值ϕ0.1，此时位置度公差为ϕ0.2，最大实体实效边界仍是ϕ8的理想边界。由于基准孔为ϕ10.2，允许整个几何图框(相对于基准轴线A)在ϕ0.2公差带内浮动。但无论几何图框如何浮动，各孔之间的位置度误差最大仍不能超过ϕ0.2，见图4.4-59b。

具体数值变化见表4.4-6。

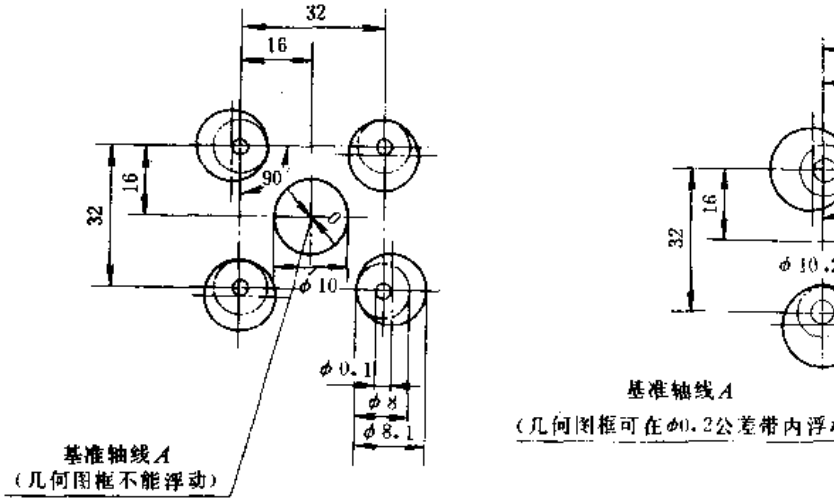



图　4.4-59

表　4.4-6　　(mm)

| 被测孔实际直径ϕ | 所允许的位置度公差ϕ | 基准孔的实际直径ϕ | 所允许的几何图框变动量 |
|---|---|---|---|
| 8.1 | 0.10 | 10 | 0.00 |
| 8.11 | 0.11 | 10.05 | 0.05 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 8.15 | 0.15 | 10.10 | 0.10 |
| 8.16 | 0.16 | 10.15 | 0.15 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 8.20 | 0.20 | 10.20 | 0.20 |

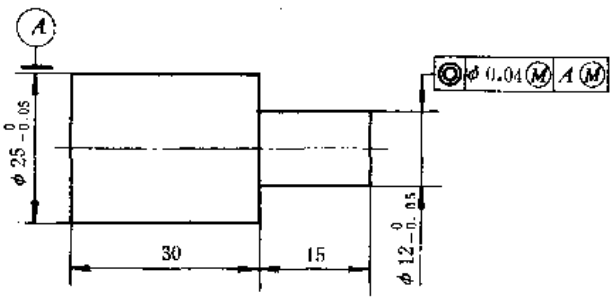



图　4.4-60

图4.4-60为被测要素与基准要素均采用最大实体要求，但被测要素不是成组要素的示例。

ϕ12轴的轴线相对于ϕ25轴线的同轴度为ϕ0.04。采用最大实体要求。基准轴也采用最大实体要求。

轴的最大实体尺寸为ϕ12。当轴为ϕ12时，还允许轴线与基准轴线A的不同轴为ϕ0.04，实效边界为ϕ12+0.04=ϕ12.04的理想边界。

表　4.4-7　　(mm)

| 被测轴实际直径ϕ | 基准孔的实际直径ϕ | 所允许的同轴度误差 | 增　量 |
|---|---|---|---|
| 12.00 | | 0.04 | 0.00 |
| ⋮ | | ⋮ | ⋮ |
| 11.99 | 25.00 | 0.05 | 0.01 |
| ⋮ | | ⋮ | ⋮ |
| 11.98 | | 0.06 | 0.02 |
| ⋮ | | ⋮ | ⋮ |
| 11.95 | | 0.09 | 0.05 |
| | 24.99 | 0.10 | 0.06 |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 11.95 | 24.98 | 0.11 | 0.07 |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| | 24.97 | 0.12 | 0.08 |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| | 24.95 | 0.14 | 0.10 |

图4.4-61为图4.4-63的公差带解释。

当被测轴为ϕ12时，其轴线可相对基准产生同轴度误差ϕ0.04。此时仍在ϕ12.04的实效边界内，见图

4.4-61a。当被测轴为 $\phi$11.95 时，允许的同轴度误差增加到 0.04+0.05=0.09mm，见图 4.4-61b。此时，基准轴均为 $\phi$25（最大实体尺寸）。如基准轴为 $\phi$24.95。基准轴线可在 $\phi$0.05 公差带内变化，此时可使两轴线间的同轴度公差值获得一增量，其增量的大小视两轴线的实际状态而定。最大同轴度误差可达 0.04+0.05+0.05=0.14mm。

具体数值变化见表 4.4-9。

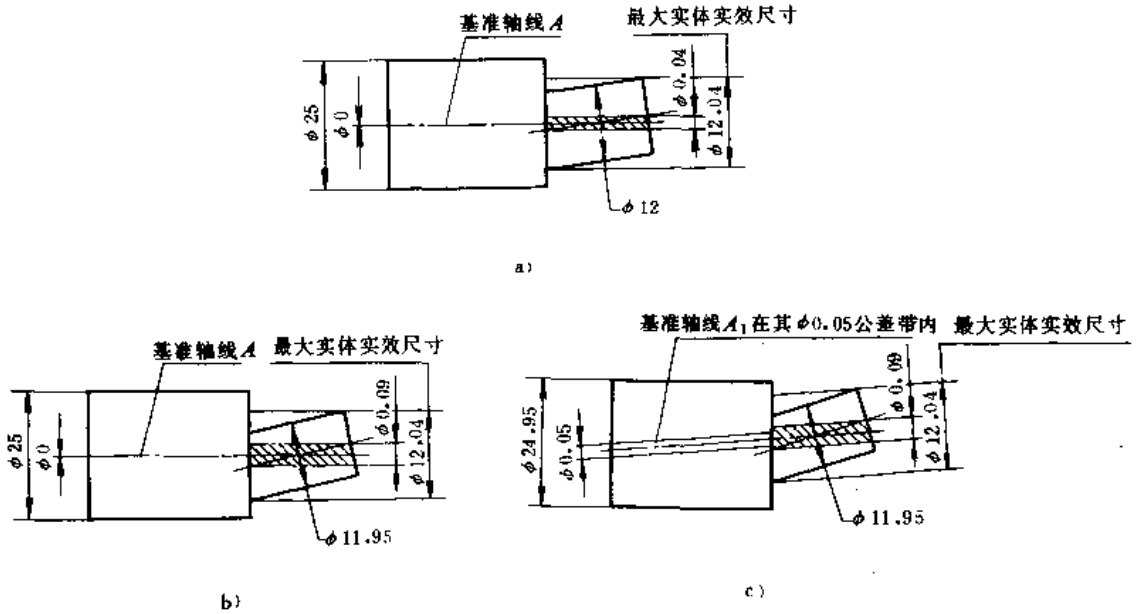



图　4.4-61

（4）最大实体要求的应用场合

最大实体原则主要用于保证装配的部位，应在成批生产的零件上使用，以便于用量规检验。

最大实体要求必需用于中心要素，既可用于被测要素，也可用于基准要素，并可同时采用。当采用三基面体系时，其中的中心要素可采用最大实体要求。

最大实体要求主要用于位置公差。常见用于同轴度，对称度，位置度等。

对于形状公差只有轴线直线度才能采用。加拿大，美国等国也用于素线直线度，圆柱度等，这些会造成理解上的不一致，ISO 及我国均不采用。

### 2.3.2　应用示例

图 4.4-62 为一带两个销的零件，此两销另需装配进去，没有其他功能要用，其直线度采用Ⓜ。

图 4.4-63～图 4.4-65 为垂直度采用Ⓜ的示例。这些都是孔轴线对底面的垂直度，以保证以 A 面为基准时，孔对轴的装配互换。

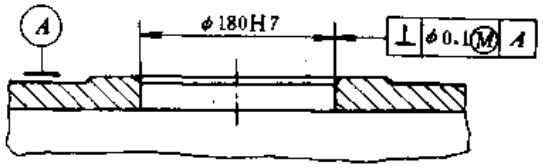



图　4.4-63

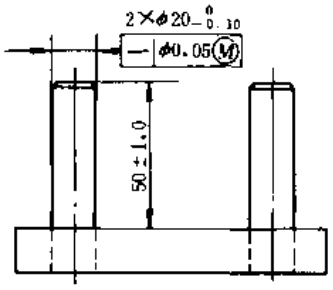



图　4.4-62

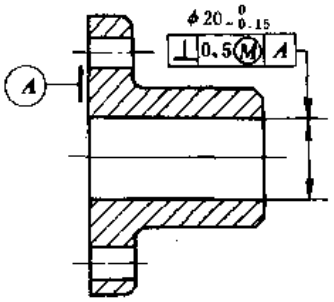



图　4.4-64

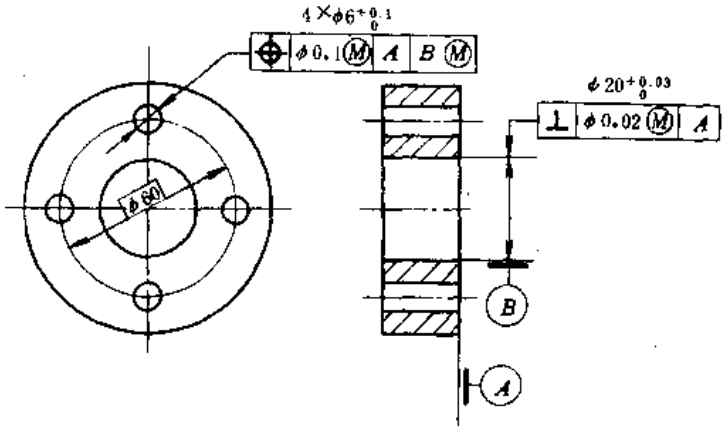



图 4.4-65

图 4.4-66 为一倾斜孔轴线采用Ⓜ的示例，此孔是注油孔，只需保证油量通过，没有配合要求，允许尺寸给予补偿。

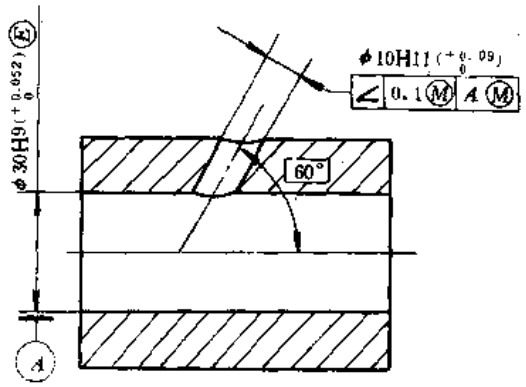



图 4.4-66

图 4.4-67～4.4-70 为对称度采用Ⓜ的示例。图 4.4-67 为常见的键槽对称度采用Ⓜ的示例。由于被测和基准均是中心要素，在功能要求允许的情况下可同时采用Ⓜ。

图 4.4-68 小孔不作配合用，只要求其中心平面和基准轴 $A$ 的轴线在同一平面内，被测和基准要素均采用Ⓜ。

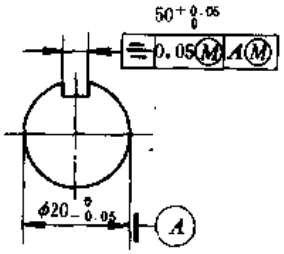



图 4.4-67

图 4.4-69 为要求两小孔的对称平面，对称于基准平面 $A$ 分布，以保证装配，由于被测与基准要素均是中心要素，同时采用Ⓜ，给加工带来方便。

图 4.4-70 要求宽度为 6mm 的槽的对称平面与基准平面 $A$ 在同一平面上，以保证装配，被测和基准要素均采用Ⓜ。

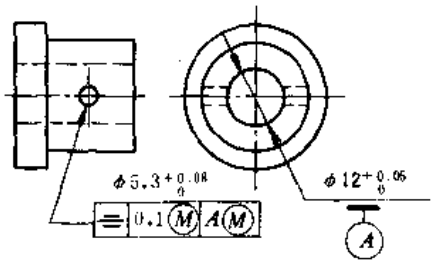



图 4.4-68

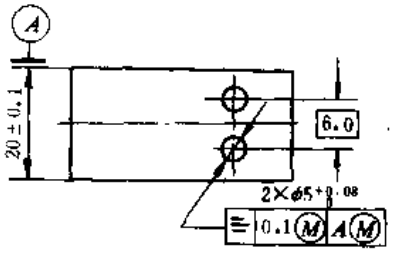



图 4.4-69

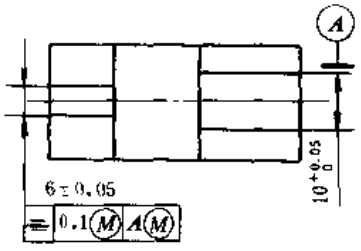



图 4.4-70

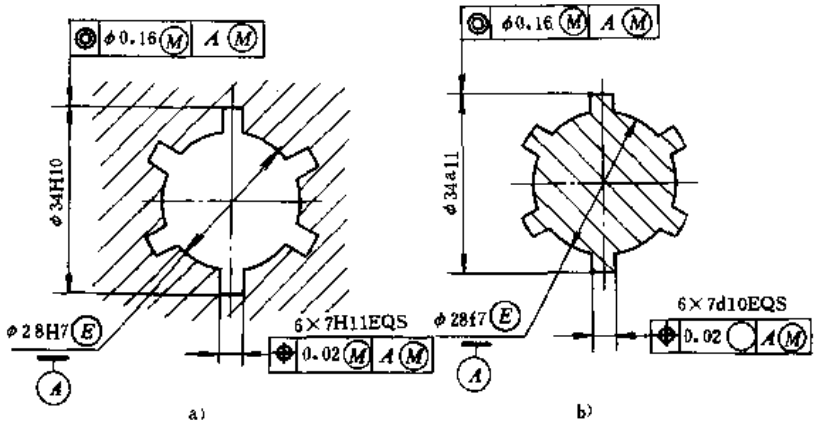



图　4.4-71

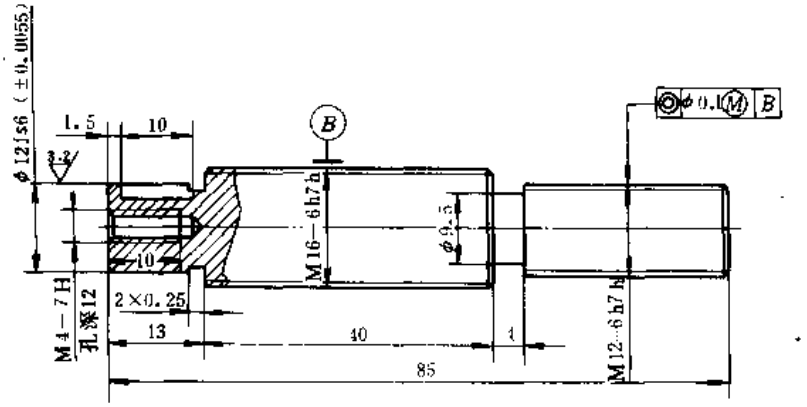



图　4.4-72

图 4.4-71～图 4.4-74 均为同轴度采用Ⓜ的示例。同轴度要求被测与基准均为中心要素，在功能允许的情况下，尽可能同时采用Ⓜ，提高加工的经济性。

图 4.4-71 为内、外花键同轴度采用Ⓜ，采用小径定心。图 4.4-71a 为内花键，其小径要求严格，采用Ⓔ，以保证最小间隙。大径为非定心表面可采用Ⓜ。

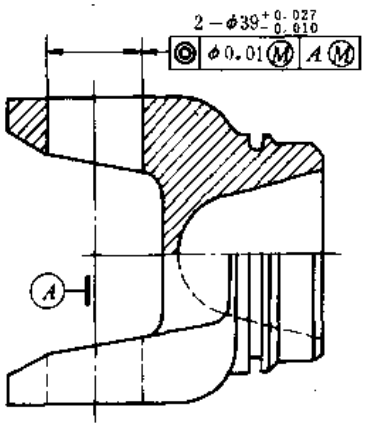



图　4.4-73

图 4.4-71b 为外花键，由于采用小径定心，小径公差采用Ⓔ，大径采用Ⓜ。

内、外花键的基准也采用Ⓜ。

图 4.4-72 为一带螺纹的轴，M12 螺纹的中径㊀轴线与 M16 的中径轴线要求同轴，并采用Ⓜ。但基准不采用Ⓜ，以避免过大的同轴度误差，影响螺纹的旋合精度。

图 4.4-73 为万向联轴节。零件是对称的，不需辨认上下叉，因此两孔分别相对于由该两孔组成的公共轴线提出同轴度要求，并同时采用Ⓜ是合适的。

图 4.4-74 为箱座。其中两对箱体孔 φ100 和 φ80 分别安装带滚动轴承的主动轴和从动轴，需提出同轴度要求。既允许尺寸公差补偿给同轴度，但在最大实体状态下又要求保证其配合，采用 0Ⓜ。这里，由于孔壁较薄，进一步提出了圆柱度要求，以保证装配和配合。此例也可看作是关联要素采用包容要求的示例。

图 4.4-75～图 4.4-85 为位置度采用Ⓜ的示例。图 4.4-75 为要求能自由装配的两个零件，只需给出三个凸起（图 4.4-75a）和三个槽（图 4.4-75b）之间的位

㊀ 不特别标明，均为中径。

置度，并采用最大实体要求，以保证装配。

图 4.4-76 为两个轴孔要求自由装配的零件，图 4.4-79a，阶梯轴的 $\phi10h9$ 小轴需与图 4.4-79b 的 $\phi10D9$ 的孔装配。$\phi20$ 孔和轴为基准采用包容要求，$\phi10$ 孔和轴采用Ⓜ。

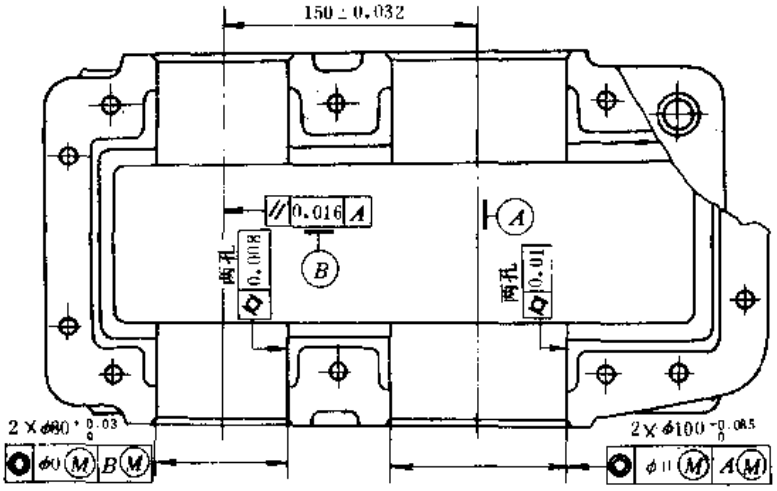



图 4.4-74

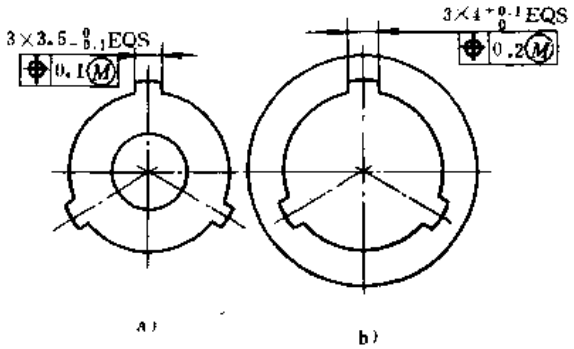



图 4.4-75

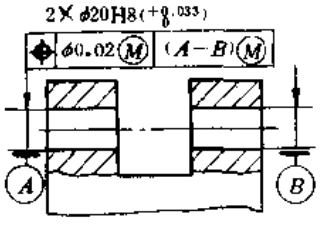



图 4.4-76

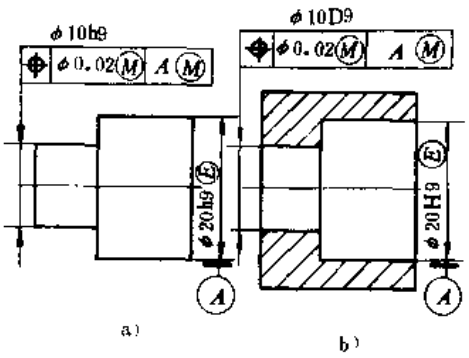



图 4.4-77

图 4.4-77 为支架要求与轴自由装配的示例，由于所配的轴要自由穿入 2 个 $\phi$20 的孔，采用公共基准。被测和基准要素均采用Ⓜ。

图 4.4-78～图 4.4-81 均为螺栓孔采用最大实体要求的示例。螺栓孔保证螺栓自由通过，其位置度采用Ⓜ基准的中心要素，如图 4.4-81 的 $B$ 基准，图 4.4-82 的 $A$ 基准，图 4.4-83 的 $B$ 基准，图 4.4-84 的 $A$，$B$ 基准均采用Ⓜ。

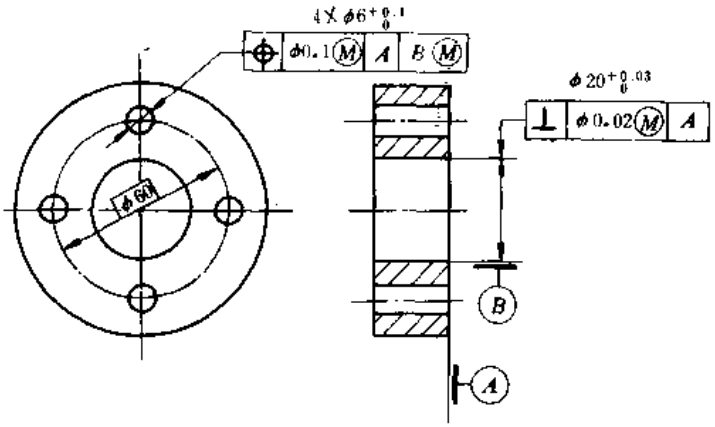



图 4.4-78

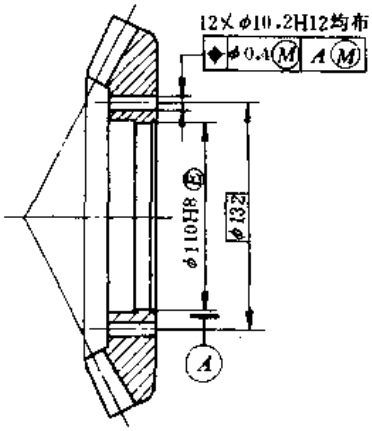



图 4.4-79

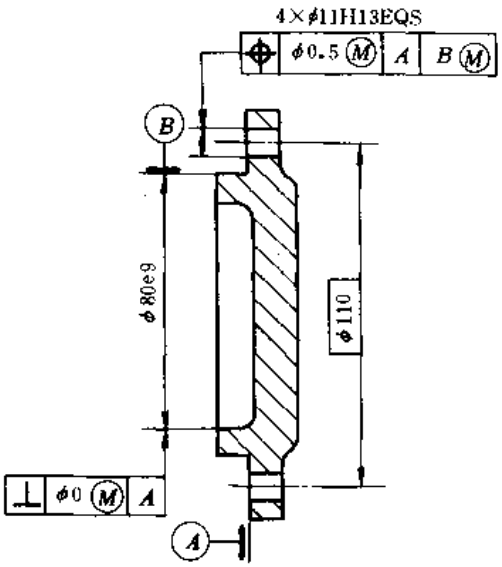



图 4.4-80

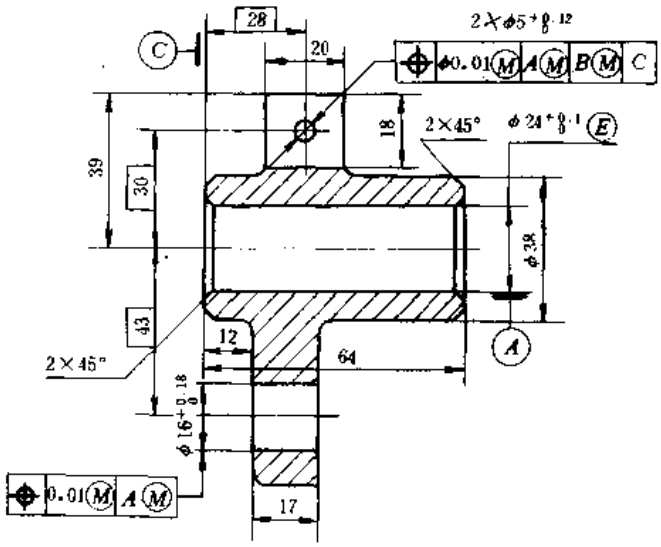



图 4.4-81

图 4.4-82 为针齿圈，螺栓孔 $\phi$11 与针齿孔 $\phi$11H7　　均采用Ⓜ，但基准 $G$ 和 $F$ 是轮廓要素，不能采用Ⓜ。

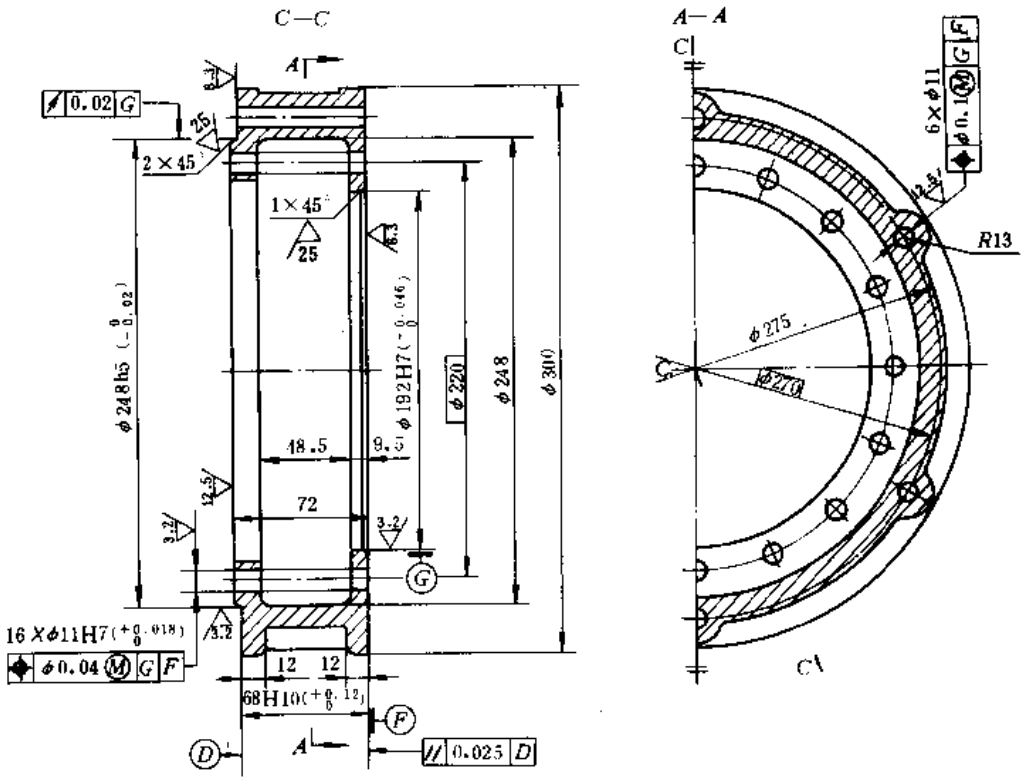



图　4.4-82

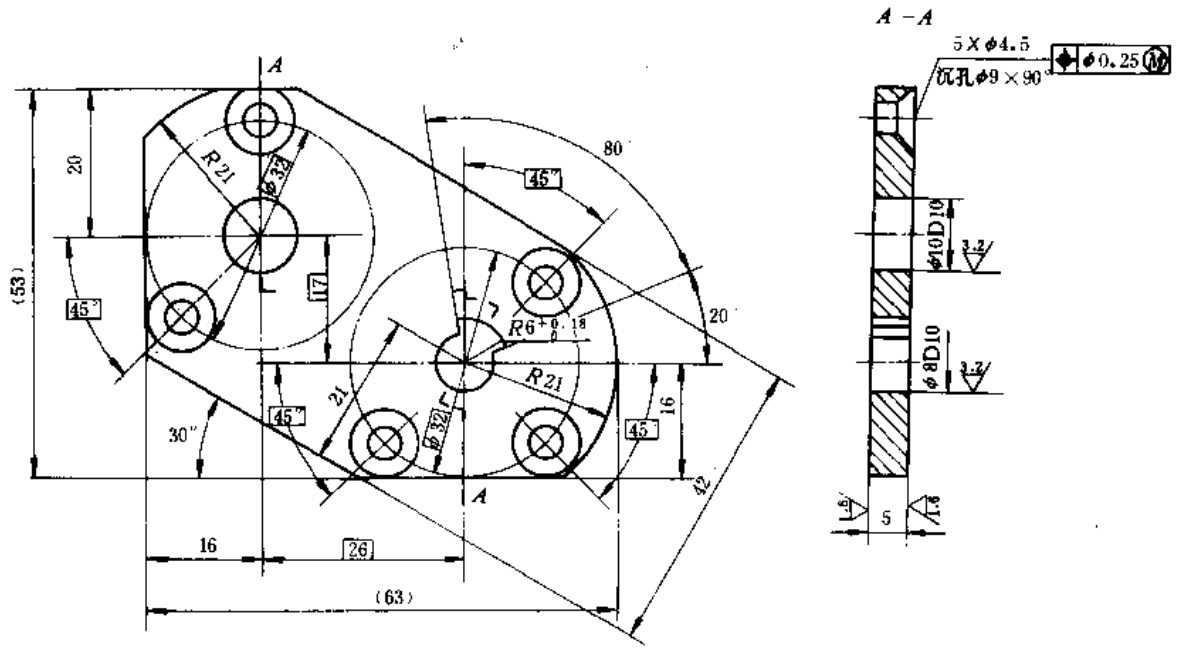



图　4.4-83

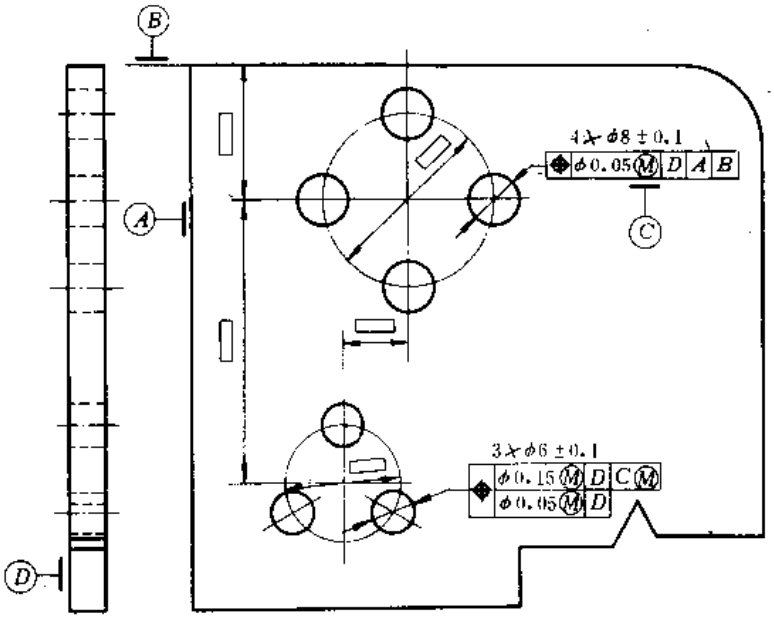



图 4.4-84

图 4.4-83 为右阀盖板，5 个现孔只需自由通过，采用Ⓜ是合适的。

图 4.4-84 为一面板，4 孔组相对于 $D$、$A$、$B$ 三个基准面的位置度采用Ⓜ，但基准是轮廓要素不能采用Ⓜ，3 孔组采用Ⓜ，其中基准 $C$ 指的是 4 孔组的中心平面，可采用Ⓜ，其进一步位置度要求，实质是轴线对底面的垂直要求，采用Ⓜ。

图 4.4-85 为一带螺孔的盘，4 螺孔控制其延伸公差带，不能采用Ⓜ，但其基准 $\phi16$ 孔的轴线可采用Ⓜ，其作用尺寸偏离实效边界的量可补偿给孔组而不是孔。

图 4.4-85～图 4.4-92 为一组关联要素采用包容要求，以保证装配要求的示例。

图 4.4-86 的上孔 $\phi D_1$ 轴线相对基准 $A$ 有准确方向要求采用 0Ⓜ，下孔 $\phi D_2$ 要求有严格的配合，采用Ⓔ。

如对 $\phi D_1$ 轴线的直线度有进一步要求，可给出具体数值 $\phi t$。

图 4.4-88 是孔轴线要求相对于基准 $A$ 有准确方向要求，但所控制的轴线会有形状和方向的误差，如对其方向误差有进一步要求时，可给出具体数值 $\phi t$。

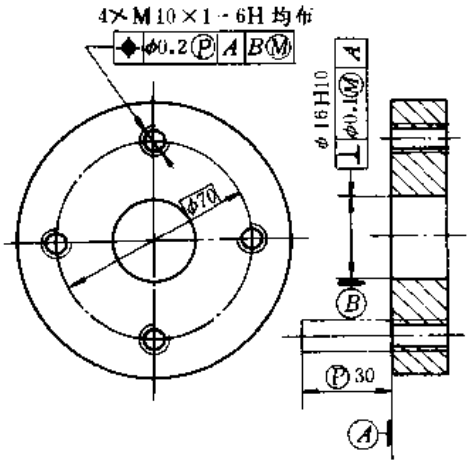



图 4.4-85

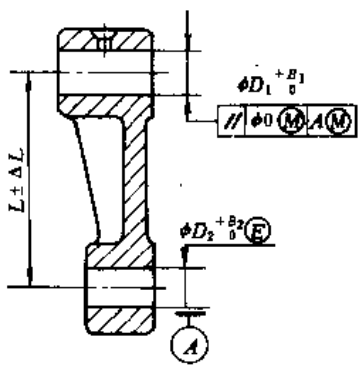



图 4.4-86

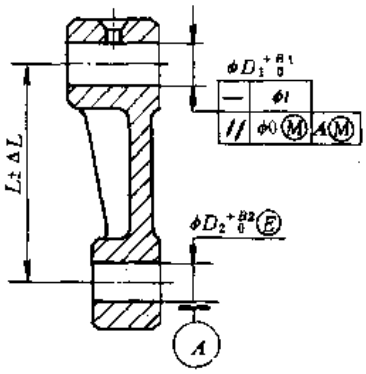


图　4.4-87

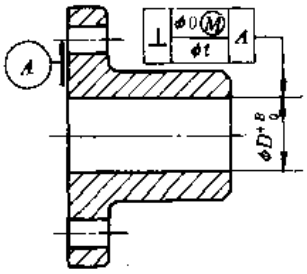


图　4.4-88

图 4.4-89 为圆柱销采用包容要求，以保证其装配互换的性能。

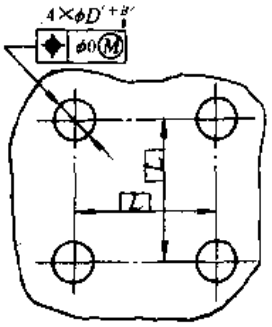


图　4.4-89

图 4.4-90 为一圆盘，凹槽的中心平面及 $\phi$50 外圆轴线的位置公差均采用包容要求。

图 4.4-91 支座的两支脚的中心平面对公共基准的对称度采用包容要求，$\phi$16 孔轴线在 $y$ 方向上的平行度采用零形位公差。

图 4.4-92 为同轴度采用零形位公差的示例基准孔也采用零形位公差。

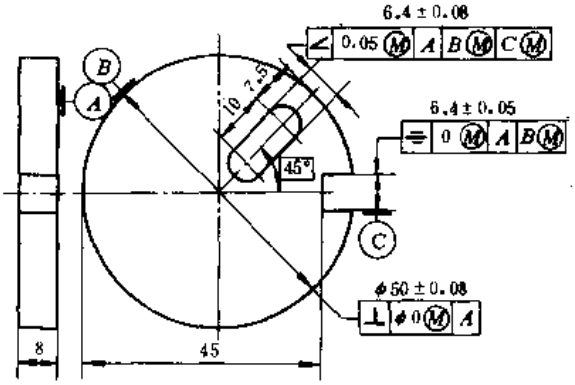


图　4.4-90

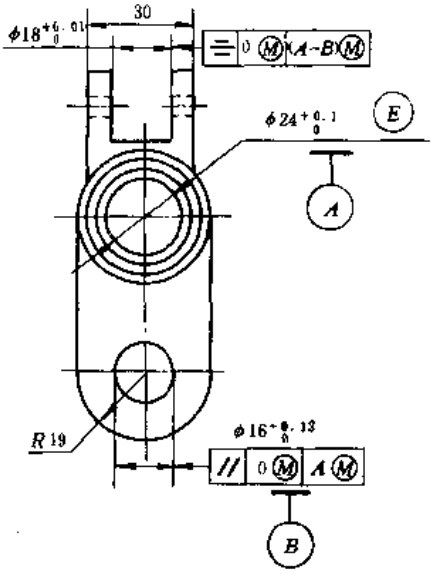


图　4.4-91

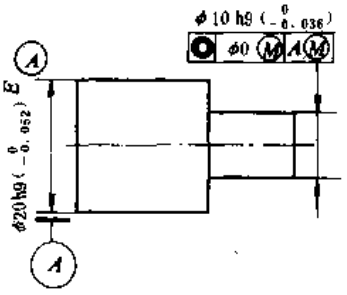


图　4.4-92

## 2.4　独立原则各种相关要求的应用

独立原则及各种相关要求的应用场合、边界、极限尺寸及应用的测量手段列于表 4.4-10。

表 4.4-10

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 相关要求 | 包容要求 | 单一要素 | 圆柱面，两平行平面 | 形状公差。可控制圆柱面和两平行平面上的任何形状误差 | Ⓔ | | 最大实体边界 | 最大实体边界尺寸 | 局部实际尺寸 | 通端极限量规控制其作用尺寸不超过其最大实体边界尺寸 | 通端极限量规控制最大实体尺寸，止端极限量规控制最小实体尺寸 |
| | 最大实体要求 | 中心要素 | | — ∠ // ⊥ ⌒ ÷ ⌖ | Ⓜ | 满足装配要求但无严格的配合要求时采用。如螺栓孔轴线的位置度，两轴线的平行度等 | 最大实体实效边界 | 局部实际尺寸 | 局部实际尺寸 | 综合量规控制其最大实体实效边界 | 两点测量 |
| | | | | | 0Ⓜ | 满足装配要求。由 $t$Ⓜ 或 $\phi$Ⓜ 转换成 0Ⓜ 可增大尺寸公差扩大零件合格率，提高加工经济性 | 最大实体边界 | 最大实体边界尺寸 | 局部实际尺寸 | 综合量规或专用检具控制其体外作用尺寸不超过其最大实体边界 | 综合量规已控制其最大实体尺寸，两点法测量其最小实体尺寸 |
| | 最小实体要求 | 中心要素 | | ⌒ ⌖ | Ⓛ | 满足临界设计值的要求，以控制最小壁厚，提高对中度 | 最小实体实效边界 | 局部实际尺寸 | 局部实际尺寸 | 三座标测量机等测量及经数据处理后最小实体实效边界 | 综合通用量仪控制最小实体实效尺寸，两点法测量最大实体尺寸 |
| | | | | | 0Ⓛ | 同Ⓛ，可扩大零件合格率 | | 局部实际尺寸 | 最小实体边界尺寸 | 三座标测量机等测量仪经数据处理后最小实体边界 | 综合通用量仪控制最小实体尺寸，两点法测量最大实体尺寸 |
| | 可逆要求 | 中心要素 | | 适用于Ⓜ和Ⓛ的各项目 | Ⓜ Ⓡ | 对最大实体尺寸没有严格要求的场合 | 最大实体实效边界 | 最大实体实效尺寸 | 最小实体尺寸 | 综合量规控制其最大实体实效边界 | 两点测量其最小实体尺寸 |
| | | | | | Ⓛ Ⓡ | 对最小实体尺寸没有严格要求的场合 | 最小实体实效边界 | 最大实体尺寸 | 最小实体实效尺寸 | 三座标测量机控制其最小实体实效边界 | 通用量仪控制其最小实体尺寸 两点法测量其最大实体尺寸 |

# 第5章 公差值

形位公差的公差值是控制产品精度的直接指标，它决定了控制误差大小的公差带宽度或直径。经济合理地给出公差值对设计人员来说是十分重要的，过高的精度会不必要的提高制造成本。

形位公差公差值的表示方法有两种：在图样上注出和不在图样上注出。无论注出还是不注出对形位公差均是有要求的。不注出的形位公差值应按 GB/T 1184《形状和位置公差 未注公差值》来控制，但不需要一一检查，只在必要时作仲裁依据。注出的值主要根据功能需要，尽可能采用标准化、系列化了的数值，

GB/T 1184 中的附录给出了各项目的公差值。

形位误差是在加工过程中产生的，也是不可避免的。影响形位误差值的最主要因素是加工方法，特别是机床的精度和零件的尺寸、结构。未注公差值反映了一般加工方法能保证的精度，因此零件图样上的大部分要素均应遵守未注公差的要求，不必特别注出形位公差的要求。只有在特殊要求时，包括特别精确和比未注公差的精度低时才需要注出，后者视其是否给工厂带来经济效益而定。

## 1　标准规定（GB/T 1184—1996）

### 1.1　未注公差值的规定

（1）直线度和平面度

直线度和平面度的未注公差值见表 4.5-1。表中"基本长度"对于直线度是指其被测长度，对于平面度如是平面则指较长一边的长度，对于圆平面则指其直径。H. K. L 为未注公差的三个等级。

表　4.5-1

| 公差等级 | 直线度和平面度基本长度的范围 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ≤10 | >10～30 | >30～100 | >100～300 | >300～1000 | >1000～3000 |
| H | 0.02 | 0.05 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 |
| K | 0.05 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 |
| L | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 1.6 |

（2）圆度

圆度的未注公差值等于给出的尺寸公差值。由于圆度误差仅是径向圆跳动误差的一部分，因此它不能大于表 5.1-4 中规定的径向圆跳动值。

（3）圆柱度

对于圆柱度未注公差值标准中未作规定，原因是：

(a) 圆柱度误差由三部分组成，即圆度误差、素线直线度误差（包括轴线直线度误差）和素线平行度误差，而其中每一项误差均可由它们的注出形位公差值或未注形位公差值控制。

(b) 可用包容要求Ⓔ来控制。

(c) 上述两种方法不能满足要求时可注出圆柱度公差要求。

（4）平行度

平行度未注公差值等于给出的尺寸公差值，即两要素间的距离尺寸的公差值。也可采用表 4.5-1 中规定的直线度和平面度未注公差值。

取两要素中较长者作为基准要素，较短者作为被测要素。如两要素长度相等，则可取任一要素作为基准要素。

（5）垂直度

垂直度的未注公差值见表 4.5-2。形成直角的两要素中的较长者作为基准要素，较短者为被测要素。如两者相等则可取任一要素为基准要素。

表　4.5-2

| 公差等级 | 垂直度公差短边基本长度的范围 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ≤100 | >100～300 | >300～1000 | >1000～3000 |
| H | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |
| K | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1 |
| L | 0.6 | 1 | 1.5 | 2 |

（6）对称度

对称度的未注公差值见表 4.5-3。两要素中较长者作为基准要素。如两要素长度相等，可取任一要素作为基准要素。

对称度的未注公差值用于至少两个要素中有一个是中心平面，或者是轴线互相垂直的两要素。

表　4.5-3

| 公差等级 | 对称度公差基本长度的范围 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ≤100 | >100～300 | >300～1000 | >1000～3000 |
| H | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| K | 0.6 | 0.6 | 0.8 | 1 |
| L | 0.6 | 1 | 1.5 | 2 |

（7）同轴度

同轴度误差会直接反映到径向圆跳动值中。但径向圆跳动除包括同轴度误差外还包括圆度误差。因此，在极限情况下，同轴度误差值可取表 4.5-4 中的径向圆跳动值。

（8）圆跳动

圆跳动，包括径向、端面和斜向圆跳动的未注公差值见表 4.5-4。

对于圆跳动未注公差值，应选择设计给出的支承表面作为基准要素。如无法选择支承面，则对于径向圆跳动应取两要素中较长者为基准要素。如两要素相等，则取任一要素即可。对于端面和斜向圆跳动其基准必然是支承它的轴线。

表　4.5-4

| 公差等级 | 圆跳动公差值 |
|---|---|
| H | 0.1 |
| K | 0.2 |
| L | 0.5 |

(9) 其它各项形位公差的未注公差值

线轮廓度、面轮廓度、倾斜度与位置度的未注公差值在标准中均未作具体规定。因为线、面轮廓度误差直接与该线、面轮廓的尺寸公差有关，受尺寸公差控制。位置度误差是一项综合误差，是各项目的综合反映，不需另规定位置度的未注公差值。倾斜度则由其角度公差控制。

(10) 未注公差值的标注

采用未注公差值必须在图样的标题栏附近或技术要求中标注其标准号及采用等级如

GB/T 1184—H。

也可由本企业的企业标准或技术文件作统一规定。

(11) 关于“拒收”

标准中规定，当形位误差值超出未注公差值时，要视其是否损害零件的功能而定。如不损害，则不应拒收。

1.2 注出公差值的规定 (GB/T 1184—附录)

(1) 直线度、平面度公差值见表 4.5-5。

(2) 圆度、圆柱度公差值见表 4.5-6。

(3) 平行度、垂直度、倾斜度公差值见表 4.5-7。

(4) 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动公差值见表 4.5-8。

(5) 位置度数系见表 4.5-9。

**表 4.5-5**

| 主参数 $L$ (mm) | 公差等级 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | 公差值 (μm) | | | | | | | | | | | |
| ≤10 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 60 |
| >10～16 | 0.25 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 10 | 15 | 25 | 40 | 80 |
| >16～25 | 0.3 | 0.6 | 1.2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 100 |
| >25～40 | 0.4 | 0.8 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 10 | 15 | 25 | 40 | 60 | 120 |
| >40～63 | 0.5 | 1 | 2 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 150 |
| >63～100 | 0.6 | 1.2 | 2.5 | 4 | 6 | 10 | 15 | 25 | 40 | 60 | 100 | 200 |
| >100～160 | 0.8 | 1.5 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 250 |
| >160～250 | 1 | 2 | 4 | 6 | 10 | 15 | 25 | 40 | 60 | 100 | 150 | 300 |
| >250～400 | 1.2 | 2.5 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 | 400 |
| >400～630 | 1.5 | 3 | 6 | 10 | 15 | 25 | 40 | 60 | 100 | 150 | 250 | 500 |
| >630～1000 | 2 | 4 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 | 300 | 600 |
| >1000～1600 | 2.5 | 5 | 10 | 15 | 25 | 40 | 60 | 100 | 150 | 250 | 400 | 800 |
| >1600～2500 | 3 | 6 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 | 300 | 500 | 1000 |
| >2500～4000 | 4 | 8 | 15 | 25 | 40 | 60 | 100 | 150 | 250 | 400 | 600 | 1200 |
| >4000～6300 | 5 | 10 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 | 300 | 500 | 800 | 1500 |
| >6300～10000 | 6 | 12 | 25 | 40 | 60 | 100 | 150 | 250 | 400 | 600 | 1000 | 2000 |

注：“$L$”图例见图 4.5-1。

**表 4.5-6**

| 主参数 $d$ ($D$) (mm) | 公差等级 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | 公差值 (μm) | | | | | | | | | | | | |
| ≤3 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 2 | 3 | 4 | 6 | 10 | 14 | 25 |
| >3～6 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 5 | 8 | 12 | 18 | 30 |
| >6～10 | 0.12 | 0.25 | 0.4 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 9 | 15 | 22 | 36 |
| >10～18 | 0.15 | 0.25 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 11 | 18 | 27 | 43 |
| >18～30 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 9 | 13 | 21 | 33 | 52 |
| >30～50 | 0.25 | 0.4 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 7 | 11 | 16 | 25 | 39 | 62 |
| >50～80 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 13 | 19 | 30 | 46 | 74 |
| >80～120 | 0.4 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 10 | 15 | 22 | 35 | 54 | 87 |
| >120～180 | 0.6 | 1 | 1.2 | 2 | 3.5 | 5 | 8 | 12 | 18 | 25 | 40 | 63 | 100 |
| >180～250 | 0.8 | 1.2 | 2 | 3 | 4.5 | 7 | 10 | 14 | 20 | 29 | 46 | 72 | 115 |
| >250～315 | 1.0 | 1.6 | 2.5 | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | 23 | 32 | 52 | 81 | 130 |
| >315～400 | 1.2 | 2 | 3 | 5 | 7 | 9 | 13 | 18 | 25 | 36 | 57 | 89 | 140 |
| >400～500 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 8 | 10 | 15 | 20 | 27 | 40 | 63 | 97 | 155 |

注：“$d$ 和 $D$”的图例见图 4.5-2。

表 4.5-7

| 主参数 $L$，$d$ ($D$) (mm) | 公差等级 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | 公差值 (μm) | | | | | | | | | | | |
| ≤10 | 0.4 | 0.8 | 1.5 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 |
| >10～16 | 0.5 | 1 | 2 | 4 | 6 | 10 | 15 | 25 | 40 | 60 | 100 | 150 |
| >16～25 | 0.6 | 1.2 | 2.5 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 |
| >25～40 | 0.8 | 1.5 | 3 | 6 | 10 | 15 | 25 | 40 | 60 | 100 | 150 | 250 |
| >40～63 | 1 | 2 | 4 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 | 300 |
| >63～100 | 1.2 | 2.5 | 5 | 10 | 15 | 25 | 40 | 60 | 100 | 150 | 250 | 400 |
| >100～160 | 1.5 | 3 | 6 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 | 300 | 500 |
| >160～250 | 2 | 4 | 8 | 15 | 25 | 40 | 60 | 100 | 150 | 250 | 400 | 600 |
| >250～400 | 2.5 | 5 | 10 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 | 300 | 500 | 800 |
| >400～630 | 3 | 6 | 12 | 25 | 40 | 60 | 100 | 150 | 250 | 400 | 600 | 1000 |
| >630～1000 | 4 | 8 | 15 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 | 300 | 500 | 800 | 1200 |
| >1000～1600 | 5 | 10 | 20 | 40 | 60 | 100 | 150 | 250 | 400 | 600 | 1000 | 1500 |
| >1600～2500 | 6 | 12 | 25 | 50 | 80 | 120 | 200 | 300 | 500 | 800 | 1200 | 2000 |
| >2500～4000 | 8 | 15 | 30 | 60 | 100 | 150 | 250 | 400 | 600 | 1000 | 1500 | 2500 |
| >4000～6300 | 10 | 20 | 40 | 80 | 120 | 200 | 300 | 500 | 800 | 1200 | 2000 | 3000 |
| >6300～10000 | 12 | 25 | 50 | 100 | 150 | 250 | 400 | 600 | 1000 | 1500 | 2500 | 4000 |

注："$L$，$d$" 图例见图 4.5-3。

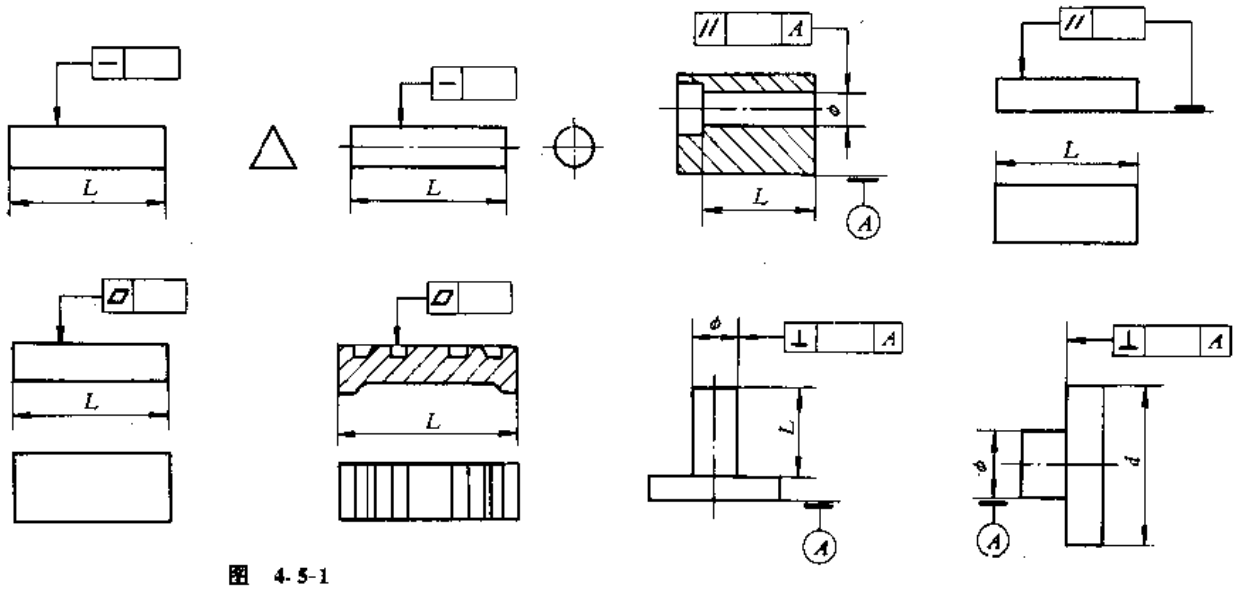



图 4.5-1

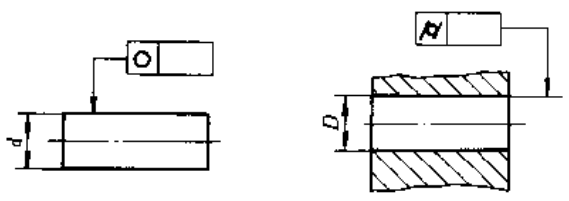



图 4.5-2

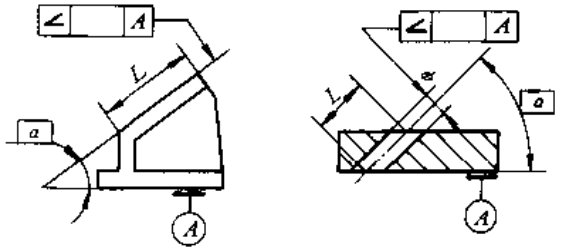



图 4.5-3

表 4.5-8

| 主参数 $d$, $B$, $L$ (mm) | 公差等级 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | 公差值 (μm) | | | | | | | | | | | |
| ≤1 | 0.4 | 0.6 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 10 | 15 | 25 | 40 | 60 |
| >1～3 | 0.4 | 0.6 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 10 | 20 | 40 | 60 | 120 |
| >3～6 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 12 | 25 | 50 | 80 | 150 |
| >6～10 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 10 | 15 | 30 | 60 | 100 | 200 |
| >10～18 | 0.8 | 1.2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 40 | 80 | 120 | 250 |
| >18～30 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 10 | 15 | 25 | 50 | 100 | 150 | 300 |
| >30～50 | 1.2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 60 | 120 | 200 | 400 |
| >50～120 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 10 | 15 | 25 | 40 | 80 | 150 | 250 | 500 |
| >120～250 | 2 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 100 | 200 | 300 | 600 |
| >250～500 | 2.5 | 4 | 6 | 10 | 15 | 25 | 40 | 60 | 120 | 250 | 400 | 800 |
| >500～800 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 150 | 300 | 500 | 1000 |
| >800～1250 | 4 | 6 | 10 | 15 | 25 | 40 | 60 | 100 | 200 | 400 | 600 | 1200 |
| >1250～2000 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 250 | 500 | 800 | 1500 |
| >2000～3150 | 6 | 10 | 15 | 25 | 40 | 60 | 100 | 150 | 300 | 600 | 1000 | 2000 |
| >3150～5000 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 | 400 | 800 | 1200 | 2500 |
| >5000～8000 | 10 | 15 | 25 | 40 | 60 | 100 | 150 | 250 | 500 | 1000 | 1500 | 3000 |
| >8000～10000 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 | 300 | 600 | 1200 | 2000 | 4000 |

注："$d$、$B$、$L$" 图例见图 4.5-4。当被测要素为圆锥面时，$d=\frac{d_1+d_2}{2}$（见图 4.5-4h）。

表 4.5-9 (μm)

| 1 | 1.2 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $1\times10^n$ | $1.2\times10^n$ | $1.5\times10^n$ | $2\times10^n$ | $2.5\times10^n$ | $3\times10^n$ | $4\times10^n$ | $5\times10^n$ | $6\times10^n$ | $8\times10^n$ |

注：n 为正整数。

(6) 公差值的选用原则

1) 根据零件的功能要求，并考虑加工的经济性和零件的结构、刚性等情况，按表中数系确定要素的公差值。并考虑下列情况：

① 在同一要素上给出的形状公差值应小于位置公差值。如要求平行的两个表面，其平面度公差值应小于平行度公差值。

② 圆柱形零件的形状公差值（轴线的直线度除外）一般情况下应小于其尺寸公差值。

③ 平行度公差值应小于其相应的距离公差值。

2) 对于下列情况，考虑到加工的难易程度和除主参数外其他参数的影响，在满足零件功能的要求下，适当降低 1～2 级选用。

① 孔相对于轴。

② 细长比较大的轴或孔。

③ 距离较大的轴或孔。

④ 宽度较大（一般大于 1/2 长度）的零件表面。

⑤ 线对线和线对面相对于面对面的平行度。

⑥ 线对线和线对面相对于面对面的垂直度。

⑦ 综合项目相对于单一项目。

## 1.3 位置度公差值的计算

(1) 下述计算公式适用于采用螺栓联接和螺钉联接（或其他类似情况）的孔的位置度公差，这些孔的分布可以呈任何形式。

(2) 符号

$T$——位置度公差值（公差带的直径或宽度）。

$Z$——孔与紧固件轴之间的间隙。

$D_{min}$——最小孔径（光孔的最小直径）。

$d_{max}$——最大轴径（螺栓或螺钉的最大直径）。

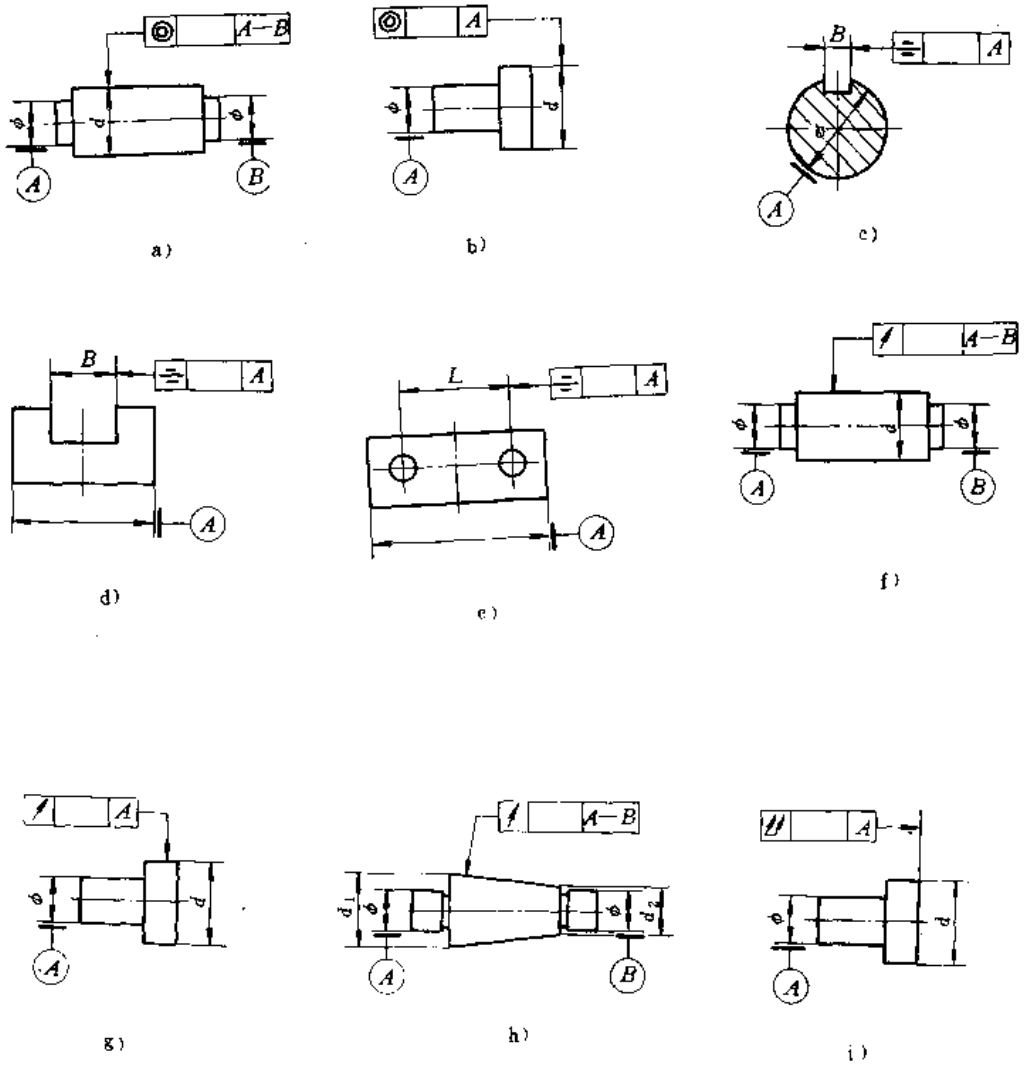



图 4.5-4

$K$——间隙利用系数。

(3) 螺栓联接的计算公式

1) 用螺栓联接两个或两个以上的零件，且被联接零件均为光孔，其孔径大于螺栓直径，如图 4.5-5。

$$T \leqslant KZ \qquad Z = D_{min} - d_{max} \qquad (4.4\text{-}1)$$

$K$ 的推荐值

$K=1$　不需调整的固定联接

$K=0.8$、$K=0.6$　需要调整的固定联接

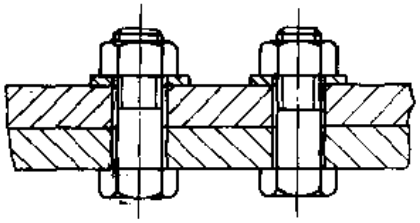


图 4.5-5

2) 若考虑结构、加工等因素，被联接零件采用不相等的位置度公差 $T_a$、$T_b$ 时，必须满足：$T_a+T_b \leqslant 2T$

若联接三个或更多零件而采用不相等的位置度公差时，则任意两个零件的位置度公差组合必需满足：

$$T_a+T_b \leqslant 2T$$

(4) 螺钉联接的计算公式

1) 被螺钉联接的零件中有一个是螺孔（或其他不带间隙的过盈配合孔），而其他均为光孔，其孔径大于螺钉直径，如图 4.5-6。

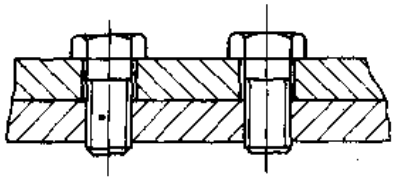


图 4.5-6

$$T \leqslant 0.5KZ$$

$$Z = D_{min} - d_{max} \qquad (4.4\text{-}2)$$

$K$ 的推荐值

$K=1$ 不需调整的固定联接

$K=0.8$ 或 $K=0.6$ 需要调整的固定联接

2）若考虑结构，加工等因素，被联接零件采用不相等的位置度公差 $T_a$、$T_b$ 时，螺孔（或过盈配合孔）与任一零件的位置度公差的组合必须满足：

$$T_a+T_b\leqslant 2T$$

(5) 按式（4.4-2）计算确定的位置度公差，经圆整后按表 4.5-7 选择公差值。

(6) 当采用螺钉联接时，如螺孔（或过盈配合孔）的垂直度误差影响较大，则以上公式不能保证自由地装配。此时，为了保证自由装配的要求，螺孔（或过盈配合孔）的位置度公差可采用延伸公差带。

## 2 公差值的应用

### 2.1 未注公差值的应用

图样上大部分要素没有注出形位公差框格或有关这方面的文字说明，意味着这些要素的形位公差由一般的加工方法已能保证，不必再说明或提出多余的要求。这些要素一般不需要检测，只有在调整机床刀具时作首检或产生争执时作仲裁用。

对于形状和位置公差 14 个项目的未注公差，标准中均根据它们各自的特征作了规定，在应用时应掌握以下几点。

(1) 对于直线度、平面度和对称度这 4 个项目，其本身的定形尺寸（直线的长度，平面的长×宽，圆柱体的直径和对称平面的轮廓要素）不能对上述误差进行控制。如没有其他规定的限制它们的未注形位公差按 GB/T 1184 中的规定（见表 4.5-1～表 4.5-3）。

(2) 对于上述项目和同轴度，如图样中的规定已能控制，则不必再用未注公差控制。

图 4.5-7a 中的 $\phi20$ 轴采用Ⓔ，该轴的形状公差和尺寸公差均由它的最大实体边界控制，因此 $\phi20$ 轴素线和轴线的直线度、圆度、圆柱度等已在此边界控制之中，不必再用未注公差来限制。

图 4.5-7b 上下两平面的距离采用Ⓔ，这两个平面的平面度、直线度已受最大实体边界控制，不必再考虑其未注公差。

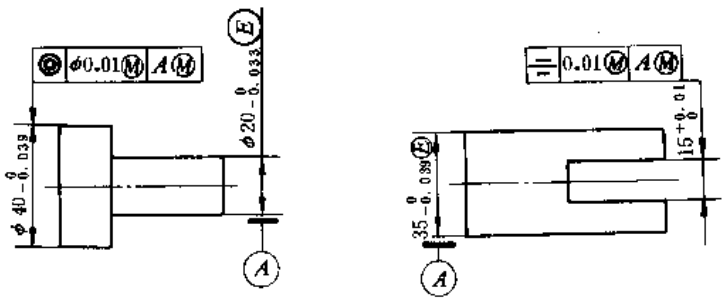



图 4.5-7

图 4.5-8a 中两圆孔的中心已由尺寸 $L_1$、$L_2$、$L_3$、$L_4$ 控制，因此两孔轴线的同轴度、两轴线的位置度及轴线的形状公差均已被控制，此时这些项目的未注公差已不起作用。

图 4.5-8b 中的 $L_0$、$L$ 已对槽的中心平面进行控制，槽的中心平面相对于上、下两平面的对称度已不需要再用未注公差来控制。

图 4.5-8c 中 $\phi A$ 和 $\phi B$ 孔均采用Ⓔ，这两个孔的圆度、圆柱度、轴线、素线直线度等已被控制，不需再采用未注公差，但两孔轴线的同轴度仍需用未注公差控制。

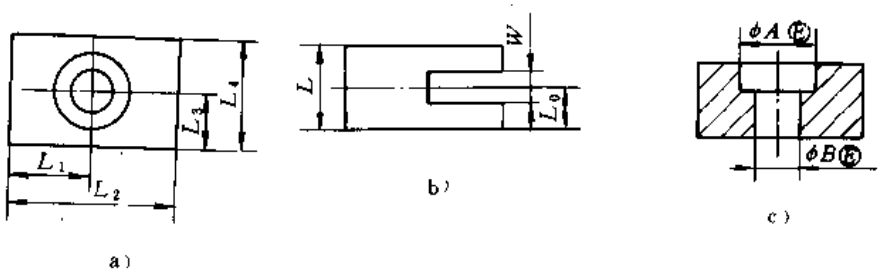



图 4.5-8

(3) 在确定平面度未注公差时，应以被测表面上的长边作为主参数查取平面度未注公差值。

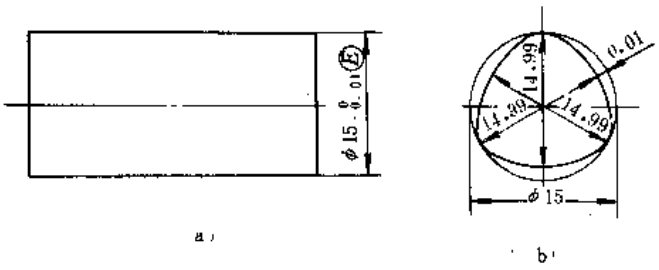
(4)直线度未注公差应用于圆柱要素时，只需限制素线直线度的未注公差，因为与此同时，也必然限制住轴线直线度的误差。

(5) 需要检测同轴度、对称度的未注公差时，应注意选择较大、较稳定的支承面作基准，也可以根据零件的功能确定基准。当遇到阶梯轴或孔时，应选择起支承，定位作用的轴或孔的公共轴线作基准。

(6) 直线度、平面度、对称度的未注公差值表中所列数值仅适用于机械加工零件，对于那些非机械加工的零件要素不宜采用。

(7)“对于圆度公差值应不大于尺寸公差值”这一规定，是考虑了棱圆情况而作出的。一般的圆度误差如椭圆、任意波浪形等可控制在$\frac{1}{2}$尺寸公差内。

1) 圆柱零件其直径尺寸后面若标Ⓔ(图 4.5-9a)，其圆度误差受最大实体边界控制，一般的圆度误差不会超过尺寸公差值的一半，但棱圆误差最大可达尺寸公差值 (图 4.5-9b)。




a)　　b)

图 4.5-9

2) 圆柱零件的直径尺寸如采用独立原则，其直径尺寸用两点法测量，此时只能控制椭圆等偶数棱圆的误差，而三棱等奇数棱圆误差则无法如实反映。图 4.5-10 说明了这个问题。因此标准中对于不标Ⓔ的圆柱表面应由圆度未注公差值来控制的规定：即其奇数棱的误差也不能超过尺寸公差值。

由图 4.5-10 中可见，某一圆柱形零件，如其直径的局部实际尺寸均是 25，其圆度误差在三棱时可达 3.9，五棱时 1.35，七棱时 0.6。因此，对于圆度的未注公差值，需仲裁时，应采用两点、三点法测量或直接用圆度仪测量。

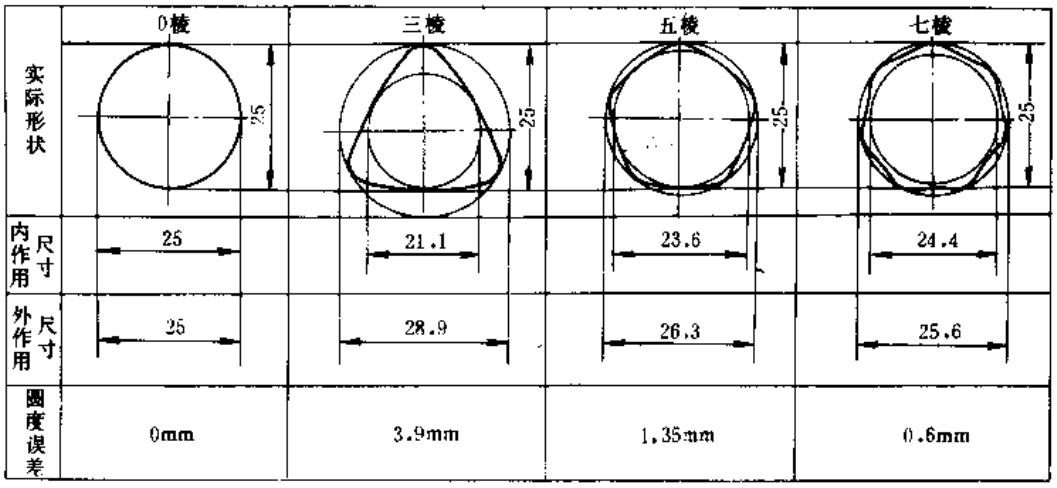



图 4.5-10

(8) 标准中未给出圆柱度的未注公差，是鉴于对于一个标有Ⓔ的圆柱表面，其圆柱度必然受其最大实体边界控制。如不标Ⓔ，为独立原则，此时考虑零件的圆度和素线直线度的未注公差值已能间接控制了圆柱度。

(9)平行要素的平行度未注公差，如两平行要素之间的距离公差采用Ⓔ，则两个要素的直线度，平面度和平行度误差均由最大实体边界控制。如不采用Ⓔ，则用两点法测量其尺寸，如两个要素在同方向弯曲或呈波浪形，尺寸依然很好，则其平行度误差反映不到尺寸上

去。此时，该两平行要素的平行度只能由两平行要素的形状公差（直线度，平面度）的未注公差和尺寸公差来控制。

（10）垂直、倾斜要素的未注公差，其定形尺寸控制不了垂直度和倾斜度误差，如图 4.5-11a 所示，当垂直时该零件尺寸为 $A$、$B$，不垂直时其尺寸仍然可以是 $A$、$B$，其不垂直的误差反映不到局部尺寸上来，但反映到角度上。因此，垂直和倾斜要素应由角度公差（注出的和未注的）控制。

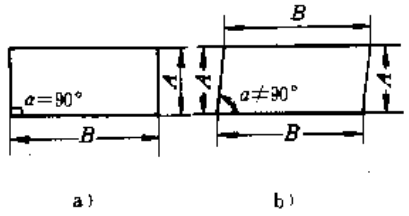



图 4.5-11

由于角度的大小是在排除了形状误差之后得出的，如图 4.5-12a、b 所示。因此，角度的大小控制不了垂直和倾斜要素自身的形状误差。为此标准中规定在用角度公差控制的同时还应由直线度或平面度的未注公差来限制。

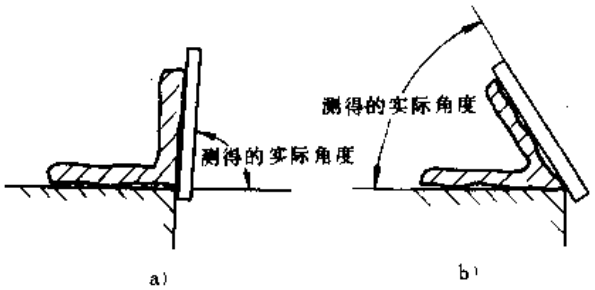



图 4.5-12

（11）关于圆跳动和全跳动的未注公差值，标准中没有专门给出。对于一个没有注出形位公差的零件（图 4.5-13）首先应考虑的是它的单项形状和位置的未注公差，在它的单项形状和位置的误差均已被控制的情况下，就不必再专项考虑其跳动的未注公差。

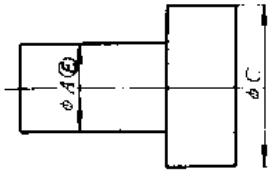



图 4.5-13

$\phi A$ 标Ⓔ，该圆柱面的形状误差已由最大实体边界控制，$\phi C$ 不标Ⓔ，它的形状误差分别由圆度和素线直线度的未注公差控制，$\phi A$ 和 $\phi C$ 之间的同轴度要求，可选择稳定性较好的 $\phi A$ 轴线为基准，$\phi C$ 的轴线为被测要素，按同轴度未注公差的要求来控制。此时形状和位置误差又全被控制，不需要再用跳动来控制了。

（12）对于线、面轮廓度和位置度的未注公差，由于这三个项目如不专门给出形位公差要求，必然由尺寸公差来控制，如图 4.5-14a，三孔的中心线均由尺寸未注公差控制住了。而图 4.5-14b 其球面轮廓也已由 $SR20$ 尺寸控制，不必要专门考虑它们的未注公差。

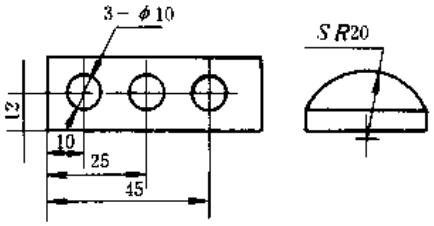



图 4.5-14

## 2.2 注出公差值的选用

GB/T 1184 中给出了各项目的公差值系列。是按照工艺规律提出的。除了给出不同的主参数尺寸段外，还给出 12 个级别。如何正确的选用是每个设计工作者需要特别注意的。

总的要求是根据零件的功能要求并考虑加工的经济性与可能性。

根据各项目的关系（见第 3 章表 4.3-4）按下列原则给出公差值：同一要素上形状公差值小于位置公差值，单项公差值小于综合公差值，在一般情况下形状公差值小于尺寸公差值（薄型零件除外），大于表面粗糙度值。

除此以外还应参照加工方法所能达到的各项目精度等级及应用示例确定具体数值。对于一些关键性零件应根据要求进行计算，经圆整后确定。表 4.5 10～表 4.5-13 给出常用加工方法能达到的各项目公差值。形状公差与粗糙度的关系，以及一些应用示例，由于产品性能和工艺水平在不断提高，受收集资料时间和范围的限制，在参考选用时应予注意。

（1）常用的加工方法所能达到的各项目公差值。

常用的加工方法所能达到的直线度、平面度公差等级见表 4.5-10。

常用的加工方法所能达到的圆度、圆柱度公差等级见表 4.5-11。

常用的加工方法所能达到的平行度、垂直度公差等级见表 4.5-12。

表4.5-11常用加工方法所能达到的同轴度、圆跳　　动的公差等级。

**表　4.5-10**

| 加工方法 | | 直线度、平面度、公差等级 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 车 | 粗 | | | | | | | | | | | ○ | ○ |
| | 细 | | | | | | | | | ○ | ○ | | |
| | 精 | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 铣 | 粗 | | | | | | | | | | | ○ | ○ |
| | 细 | | | | | | | | | | ○ | ○ | |
| | 精 | | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | | |
| 刨 | 粗 | | | | | | | | | | | ○ | ○ |
| | 细 | | | | | | | | | ○ | ○ | | |
| | 精 | | | | | | | ○ | ○ | ○ | | | |
| 磨 | 粗 | | | | | | | | | ○ | ○ | ○ | |
| | 细 | | | | | | | ○ | ○ | ○ | | | |
| | 精 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | |
| 研磨 | 粗 | | | | ○ | ○ | | | | | | | |
| | 细 | | | ○ | | | | | | | | | |
| | 精 | ○ | ○ | | | | | | | | | | |
| 刮研 | 粗 | | | | | | ○ | ○ | | | | | |
| | 细 | | | | ○ | ○ | | | | | | | |
| | 精 | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | | |

**表　4.5-11**

| 表面 | 加工方法 | | 圆度，圆柱度，公差等级 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 轴 | 精密车削 | | | | ○ | ○ | ○ | | | | | | | |
| | 普通车削 | | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | 普通立车 | 粗 | | | | | ○ | ○ | ○ | | | | | |
| | | 细 | | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | 自动、半自动车 | 粗 | | | | | | | | ○ | ○ | | | |
| | | 细 | | | | | | | ○ | ○ | | | | |
| | | 精 | | | | | | ○ | ○ | | | | | |
| | 外圆磨 | 粗 | | | | | ○ | ○ | ○ | | | | | |
| | | 细 | | | ○ | ○ | ○ | | | | | | | |
| | | 精 | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | | |
| | 无心磨 | 粗 | | | | | | ○ | ○ | | | | | |
| | | 细 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | | | |
| | 研磨 | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | | | |
| | 精磨 | | ○ | ○ | | | | | | | | | | |

（续）

| 表面 | 加工方法 | | | 圆度，圆柱度，公差等级 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 孔 | 钻 | | | | | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 镗 | 普通镗 | 粗 | | | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | | | 细 | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| | | | 精 | | | | ○ | ○ | | | | | | | |
| | | 金刚石镗 | 细 | | | ○ | ○ | | | | | | | | |
| | | | 精 | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | | |
| | 铰孔 | | | | | | | ○ | ○ | ○ | | | | | |
| | 扩孔 | | | | | | | ○ | ○ | ○ | | | | | |
| | 内圆磨 | 细 | | | | | ○ | ○ | | | | | | | |
| | | 精 | | | | ○ | ○ | | | | | | | | |
| | 研磨 | 细 | | | | | ○ | ○ | ○ | | | | | | |
| | | 精 | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | | |
| | 珩磨 | | | | | | | ○ | ○ | ○ | | | | | |

**表 4.5-12**

| 加工方法 | | 平行度、垂直度、精度等级 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 面对面 | | | | | | | | | | | | | |
| 研磨 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | |
| 刮 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | | |
| 磨 | 粗 | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| | 细 | | | | ○ | ○ | ○ | | | | | | |
| | 精 | | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | |
| 铣 | | | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 刨 | | | | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 拉 | | | | | | | | ○ | ○ | ○ | | | |
| 插 | | | | | | | | ○ | ○ | | | | |
| 轴线对轴线（或平面） | | | | | | | | | | | | | |
| 磨 | 粗 | | | | | | | ○ | ○ | | | | |
| | 细 | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | |
| 镗 | 粗 | | | | | | | | ○ | ○ | ○ | | |
| | 细 | | | | | | | ○ | ○ | | | | |
| | 精 | | | | | | ○ | ○ | | | | | |
| 金刚石镗 | | | | | ○ | ○ | ○ | | | | | | |
| 车 | 粗 | | | | | | | | | | ○ | ○ | |
| | 细 | | | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 铣 | | | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 钻 | | | | | | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ |

表 4.5-13

| 加工方法 | | 同轴度、圆跳动公差等级 | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 车、镗 | (加工孔) | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | (加工轴) | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | |
| 铰 | | | | | | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 磨 | 孔 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| | 轴 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | |
| 珩磨 | | | ○ | ○ | ○ | | | | | | | |
| 研磨 | | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | |

(2) 形位公差值和尺寸公差值的关系

除了与尺寸公差不产生联系(直线度、平面度等)或直接由尺寸(角度)控制，其误差表现为形位误差(轮廓度、平行度位置度等)以及与本身尺寸没直接关系的中心要素的误差(对称度，同轴度等)外，与尺寸公差有明显关系的是圆度和圆柱度。根据实测数据，大部分零件的圆度、圆柱度仅占尺寸公差的30%以下，极少数达50%，因此用一般的工艺方法，在保证尺寸公差的同时，也必然能保证相应的形状精度。

表4.5-14给出了圆度和圆柱度公差值占各级尺寸公差的百分比。

表 4.5-14

| 尺寸公差公差等级 | 圆度、圆柱度公差等级 | 公差带占尺寸公差的百分比 | 尺寸公差公差等级 | 圆度、圆柱度公差等级 | 公差带占尺寸公差的百分比 | 尺寸公差公差等级 | 圆度、圆柱度公差等级 | 公差带占尺寸公差的百分比 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IT01 | 0 | 66 | IT5 | 4 | 40 | IT9 | 10 | 80 |
| IT0 | 0 | 40 | | 5 | 60 | IT10 | 7 | 15 |
| | 1 | 80 | | 6 | 95 | | 8 | 20 |
| IT1 | 0 | 25 | IT6 | 3 | 16 | | 9 | 30 |
| | 1 | 50 | | 4 | 26 | | 10 | 50 |
| | 2 | 75 | | 5 | 40 | | 11 | 70 |
| IT2 | 0 | 16 | | 6 | 66 | IT11 | 8 | 13 |
| | 1 | 33 | | 7 | 95 | | 9 | 20 |
| | 2 | 50 | IT7 | 4 | 16 | | 10 | 33 |
| | 3 | 85 | | 5 | 24 | | 11 | 46 |
| IT3 | 0 | 10 | | 6 | 40 | | 12 | 83 |
| | 1 | 20 | | 7 | 60 | IT12 | 9 | 12 |
| | 2 | 30 | | 8 | 80 | | 10 | 20 |
| | 3 | 50 | IT8 | 5 | 17 | | 11 | 28 |
| | 4 | 80 | | 6 | 28 | | 12 | 50 |
| IT4 | 1 | 13 | | 7 | 43 | IT13 | 10 | 14 |
| | 2 | 20 | | 8 | 57 | | 11 | 20 |
| | 3 | 33 | | 9 | 85 | | 12 | 35 |
| | 4 | 53 | IT9 | 6 | 16 | IT14 | 11 | 11 |
| | 5 | 80 | | 7 | 24 | | 12 | 20 |
| IT5 | 2 | 15 | | 8 | 32 | IT15 | 12 | 12 |
| | 3 | 25 | | 9 | 48 | | | |

(3) 形位公差与表面粗糙度的关系

在测量零件表面时，一般是在表面的波峰（高点）处进行。如能用接触足够若干波峰的测头直径的测头，并选用恰当的测头形状、测量力或滤波方法等，绝大多数情况下都能排除表面粗糙度的影响。在测量表面粗糙度时，由于受到取样长度的限制，在相当程度上也排除了形状误差的影响，因此，在一般情况下，互相之间影响不大，但在一定的加工条件下，形状误差与表面粗糙度存在客观的比例关系，根据实测及统计资料提出下述关系，见表 4.5-15，仅供设计时参考。

**表 4.5-15 直线度、平面度公差等级所要求的最高表面粗糙度 $R_a$ 值** (μm)

| 主参数 (mm) | 公差等级 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| ≤25 | 0.025 | 0.05 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.6 | 1.6 | 3.2 | 6.3 |
| >25～160 | 0.05 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 0.8 | 1.6 | 3.2 | 6.3 | 12.5 |
| >160～1000 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.8 | 1.6 | 1.6 | 3.2 | 3.2 | 6.3 | 12.5 | 12.5 |
| >1000～10000 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.6 | 1.6 | 3.2 | 6.3 | 6.3 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |

(4) 各项目公差等级的应用示例

给定公差值常采用计算法和类比法。计算法是运用极限边界的概念，根据功能要求计算确定公差值，这种方法较科学可靠，随着计算机设计的普及，必将广泛采用；类比法是参考同类产品并根据设计和制造者的经验来选定。这种方法简便，但带有一定的盲目性。

公差值的给定涉及各类产品的结构条件、功能要求，还应适当考虑工艺条件，综合各种情况给出最佳值。

为了供设计人员在上述前提下准确的给出公差值。现将在制订标准过程中统计整理的一些资料及国外资料综合后列于表 4.5-16～表 4.5-19，供参考。

直线度、平面度各等级应用示例见表 4.5-16。

圆度、圆柱度各公差等级应用示例见表 4.5-17。

平行度、垂直度、倾斜度各公差等级应用示例见表 4.5-18。

同轴度、对称度、圆跳动和全跳动各公差等级应用示例见表 4.5-19。

**表 4.5-16**

| 公差等级 | 直线度、平面度各公差等级应用示例 |
|---|---|
| 1、2 | 用于精密量仪和精度要求极高的精密机械零件，如高精度量规、样板平尺、工具显微镜等精密测量仪器的工作面，导轨面，喷油嘴针阀体端面，油泵柱塞套端面等高精度零件 |
| 3 | 用于0级及1级宽平尺的工作面，1级样板平尺的工作面，测量仪器圆弧导轨，测量仪器测杆等 |
| 4 | 用于量具、测量仪器和高精度机床的导轨，如0级平板、测量仪器的V形导轨、高精度平面磨床的V形和滚动导轨、轴承磨床床身导轨、液压阀芯等 |
| 5 | 用于1级平板，2级宽平尺，平面磨床的纵导轨、垂直导轨、立柱导轨及工作台，液压龙门刨床和六角车床床身的导轨，柴油机进、排气门导杆等 |
| 6 | 用于普通机床导轨面，如普通车床、龙门刨床、滚齿机、自动车床等的床身导轨面、立柱导轨面，滚齿机、卧式镗床、铣床的工作台面及机床主轴箱导轨，柴油机体结合面等 |
| 7 | 用于2级平板，0.02游标卡尺尺身，机床床头箱体，摇臂钻床底座工作台，镗床工作台，液压泵盖等 |
| 8 | 用于机床传动箱体，挂轮箱体，车床溜板箱体，主轴箱体，柴油机气缸体，连杆分离面，缸盖结合面，汽车发动机缸盖，曲轴箱体，减速器壳体等 |
| 9、10 | 用于3级平板，车床挂轮架，缸盖结合面，阀体表面等 |
| 11、12 | 用于易变形的薄片、薄壳零件表面，支架等要求不高的结合面 |

**表 4.5-17**

| 公差等级 | 圆度、圆柱度各公差等级应用示例 |
|---|---|
| 1 | 高精度量仪主轴，高精度机床主轴，滚动轴承的滚珠、滚柱等 |
| 2 | 精密量仪主轴、外套、阀套，高压液压泵柱塞及套，高速柴油机汽门，精密机床主轴轴颈，高精度微型轴承内、外圈等 |

（续）

| 公差等级 | 圆度、圆柱度各公差等级应用示例 |
|---|---|
| 3 | 小工具显微镜套管外圈，高精度外圆磨床主轴，喷油嘴针阀体，高精度微型轴承内、外圈等 |
| 4 | 精密机床主轴轴孔，较精密机床主轴，高压阀门活塞、活塞销、阀体孔；小工具显微镜顶尖，高压液压泵柱塞，与较高精度滚动轴承配合的轴等 |
| 5 | 一般量仪主轴、测杆外圆，陀螺仪轴颈，一般机床主轴，较精密机床主轴箱孔，柴油机、汽油机活塞及活塞销孔，铣床动力头，轴承箱座孔等 |
| 6 | 仪表端盖外圈，一般机床主轴及箱孔，汽车发动机凸轮轴，纺机锭子，通用减速器轴颈，高速船用柴油机曲轴，拖拉机曲轴轴颈等 |
| 7 | 大功率低速柴油机曲轴、活塞、活塞销、连杆、气缸，高速柴油机箱体孔，千斤顶液压缸活塞，液压传动系统分配机构，机车传动轴，水泵轴颈等 |
| 8 | 低速发动机、减速器，大功率曲轴轴颈，压汽机连杆，拖拉机气缸体、活塞，炼胶机、印刷机传动系统，内燃机曲轴，柴油机机体、凸轮轴等 |
| 9 | 空气压缩机缸体，液压传动系统，通用机械杠杆与拉杆用套筒销子，拖拉机活塞环、套筒孔等 |
| 10 | 印染机布辊，铰车、吊车、起重机滑动轴承轴颈等 |

表　4.5-18

| 公差等级 | 平行度、垂直度、倾斜度各公差等级应用示例 | |
|---|---|---|
| | 平　行　度 | 垂直度和倾斜度 |
| 1 | 高精度机床、测量仪器以及量具等主要基准面和工作面 | |
| 2 | 精密机床、测量仪器、量具、模具的基准面和工作面<br>精密机床重要箱体主轴孔对基准面的要求 | 精密机床导轨，普通机床主要导轨，机床主轴轴向定位面，精密机床主轴肩端面，滚动轴承座圈端面，齿轮测量仪的心轴，光学分度头的心轴，涡轮轴端面，精密刀具、量具的基准面和工作面 |
| 3 | | |

（续）

| 公差等级 | 平行度、垂直度、倾斜度各公差等级应用示例 | |
|---|---|---|
| | 平　行　度 | 垂直度和倾斜度 |
| 4 | 普通机床、测量仪器、量具、模具的基准面和工作面，高精度轴承座圈、端盖、挡圈的端面<br>机床主轴孔对基准面的要求，重要轴承孔对基准面的要求，床头箱体重要孔间要求，一般减速器壳体孔，齿轮泵的轴孔端面等 | 普通机床导轨，精密机床重要零件，机床重要支承面，发动机轴和离合器的凸缘，气缸的支承端面，装C、D级轴承的箱体的凸肩，液压传动轴瓦的端面量具量仪的重要端面 |
| 5 | | |
| 6 | 一般机床零件的工作面或基准面，压力机和锻锤的工作面，中等精度钻模的工作面，一般刀、量、模具，机床一般轴承孔对基准面的要求，床头箱一般孔间要求，变速器箱孔，主轴花键对定心直径，重型机械轴承盖的端面，卷扬机、手动传动装置中的传动轴，气缸轴线等 | 低精度机床主要基准面和工作面，回转工作台端面，一般导轨，主轴箱体孔，刀架、砂轮架及工作台回转中心，机床轴肩，气缸配合面对其轴线，活塞销孔对活塞中心线，装F、G级轴承端面对轴承壳体孔的轴线等 |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | 低精度零件，重型机械滚动轴承端盖，柴油发动机和煤气发动机的曲轴孔、轴颈等 | 花键轴轴肩端面，皮带运输机法兰盘等端面对轴心线，手动卷扬机及传动装置中轴承端面，减速器壳体平面等 |
| 10 | | |
| 11 | 零件的非工作面，卷扬机、运输机上用以装减速器的平面等 | 农业机械齿轮端面等 |
| 12 | | |

表　4.5-19

| 公差等级 | 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动各公差等级应用示例 |
|---|---|
| 1 | 用于同轴度或旋转精度要求很高，一般需按尺寸公差IT5或高于IT5级制造的零件。如1、2级用于精密测量仪器的主轴和顶尖，柴油机喷油嘴针阀等；3、4级用于机床主轴轴颈，砂轮轴轴颈，汽轮机主轴，测量仪器的小齿轮轴，高精度滚动轴承内、外圈等 |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |

（续）

| 公差等级 | 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动各公差等级应用示例 |
|---|---|
| 5 | 用于精度要求比较高，一般需按尺寸公差IT6或IT7级制造的零件。如5级精度常用在机床轴颈，测量仪器的测量杆，汽轮机主轴，柱塞泵转子，高精度滚动轴承外圈，一般精度滚动轴承内圈；7级精度用于内燃机曲轴，凸轮轴轴颈，水泵轴，齿轮轴，汽车后桥输出轴，电机转子，G级精度滚动轴承内圈等 |
| 6 | |
| 7 | |
| 8 | 用于一般精度要求，按尺寸公差IT9或IT10级制造的零件。如8级精度用于拖拉机发动机分配轴轴颈；9级精度用于齿轮轴的配合面，水泵叶轮，离心泵，精梳机；10级精度用于摩托车活塞，印染机吊布辊，内燃机活塞环底径对活塞中心等 |
| 9 | |
| 10 | |

（续）

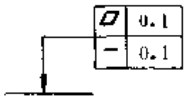
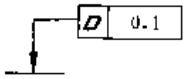
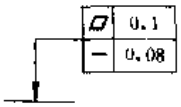
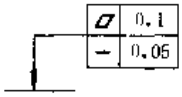
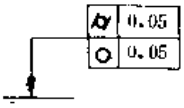
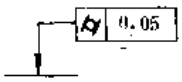
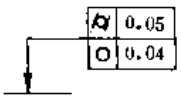
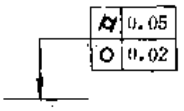
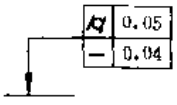
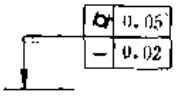
| 公差等级 | 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动各公差等级应用示例 |
|---|---|
| 11 | 用于无特殊要求，一般按尺寸公差IT12级制造的零件 |
| 12 | |

## 2.3 常见错误示例

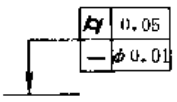
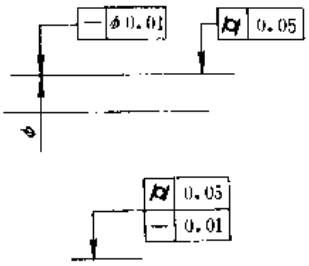
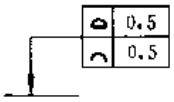
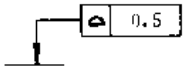
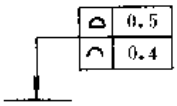
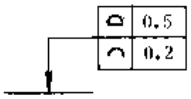
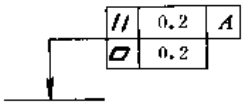
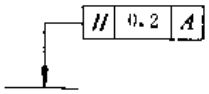
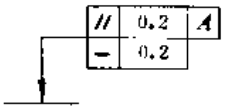
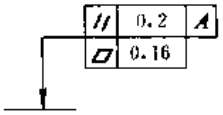
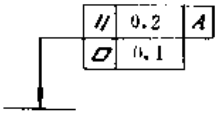
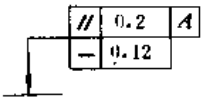
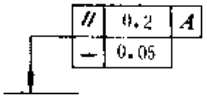
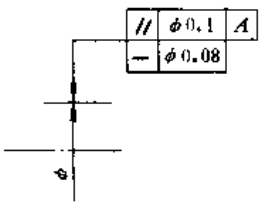
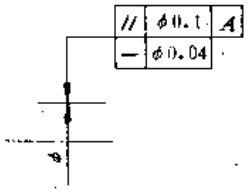
在图样设计中，有时会出现一些给定公差值或给出项目重复的错误，这些错误会导致生产的混乱，应尽量避免。

表4.5-20仅是示例“正确标注”中的数值不是绝对的，而是从概念上说明它们之间的关系，仅供参考。

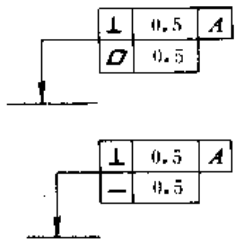
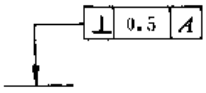
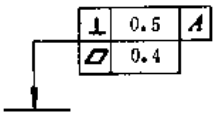
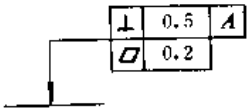
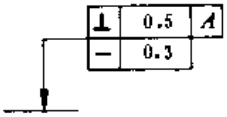
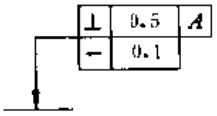
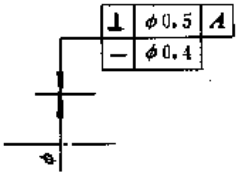
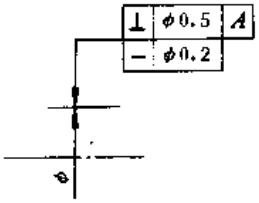
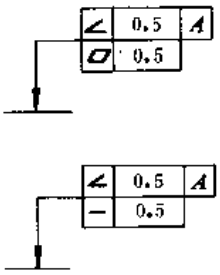
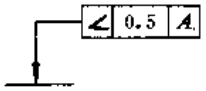
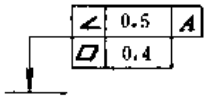
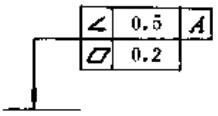
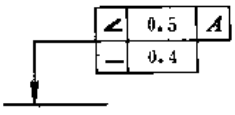
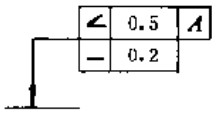
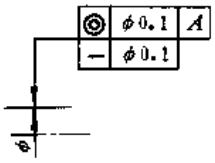
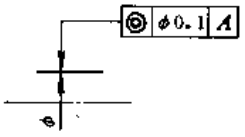
**表 4.5-20**

| 错误标注 | 正确标注 | 说 明 |
|---|---|---|
|  |  | 错误，⌭“0.1”必然控制—“0.1” |
|  |  | 不合理，控制了⌭“0.1”，“—”一般在0.05以下，只有比0.05有更严格要求时才有必要标出，如0.05或更小 |
|  |  | 错误，⌓“0.05”，必然控制○“0.05” |
|  |  | 不合理，只有○在占⌓$\frac{1}{2}$值以下时，才有必要提出，否则没有意义 |
|  |  | 不合理，⌓“0.05”已必然控制了素线直线度，只有在进一步要求（$\frac{1}{2}$值以下）时才有必要注出 |

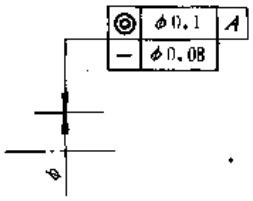
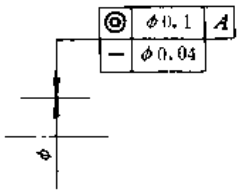
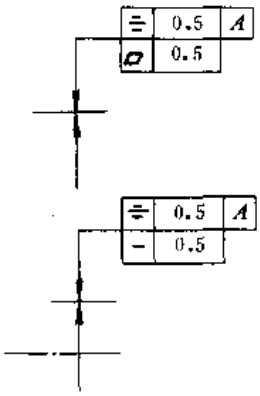
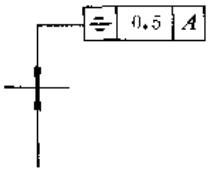
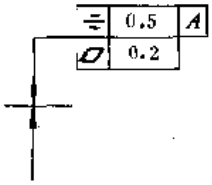
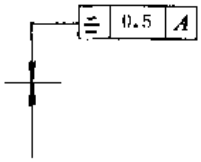
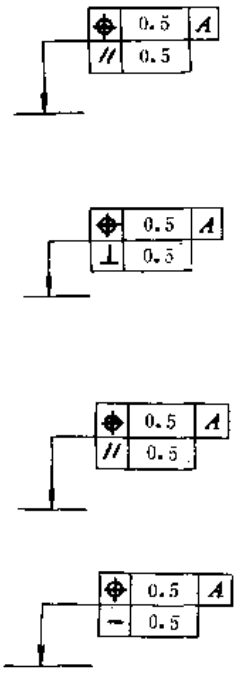
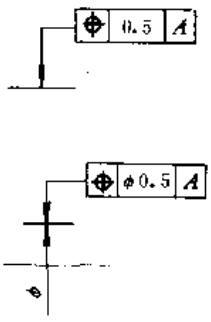
（续）

| 错误标注 | 正确标注 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
|  |  | 标注错误，如是素线直线度不能有φ公差值，是轴线直线度应标注在轴线上，不能与 合用一个指引线，数值合理 |
|  |  | 错误。○“0.5”必然控制⌒“0.5” |
|  |  | 不合理，只有在占○的$\frac{1}{2}$以下数值时，才有必要提出⌒。否则无意义 |
|  |  | 错误，// “0.2”，必然控制了“□”和“—”的0.2 |
|  | | |
|  |  | 不合理，只有在占//的$\frac{1}{2}$以下数值时，才有必要提出□ |
|  |  | 不合理，一般进一步提出□即可，如必需提出—，则数值应更小，一般占□的$\frac{1}{2}$以下 |
|  |  | 不合理。只有在占// $\frac{1}{2}$及以下数值时，才有必要提出轴线直线度的要求 |

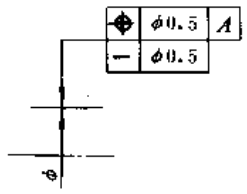
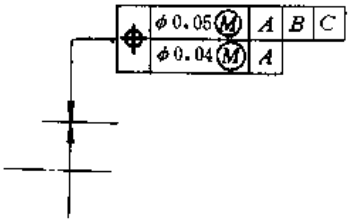
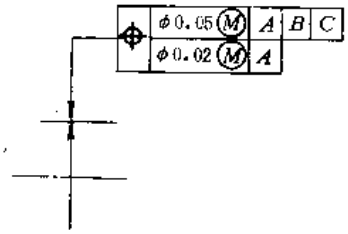
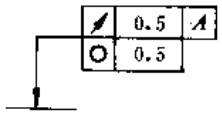
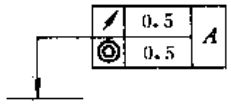
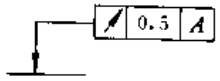
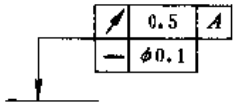
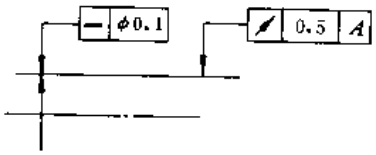
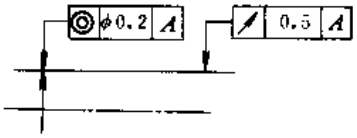
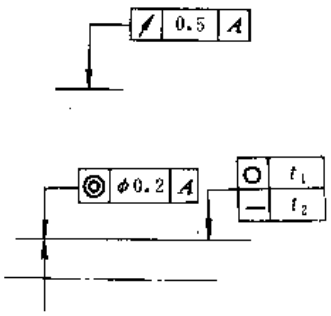
（续）

| 错误标注 | 正确标注 | 说 明 |
| --- | --- | --- |
|  |  | 错误。⊥“0.5”必然控制□0.5和—0.5 |
|  |  | 不合理。只有在占⊥数值$\frac{1}{2}$或以下时，才有必要提出“□” |
|  |  | 不合理。一般只需进一步提出□，如必需提出一时，其数值应更小，一般一占□的$\frac{1}{2}$或以下 |
|  |  | 不合理。只有在占⊥$\frac{1}{2}$或以下数值时，才有必要提出轴线直线度的要求 |
|  |  | 错误，∠“0.5”，必然控制了□和—0.5 |
|  |  | 不合理。只有在占∠$\frac{1}{2}$或以下数值时，才有必要提出□ |
|  |  | 不合理。只有在占∠$\frac{1}{2}$或以下数值时，才有必要提出轴线直线度 |
|  |  | 错误◎“ϕ0.1”必然控制了轴线直线度ϕ0.1 |

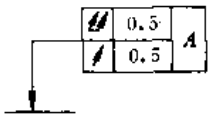
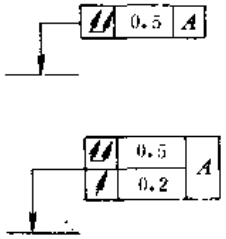
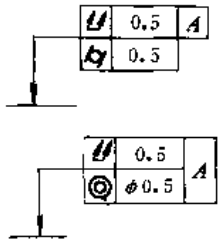
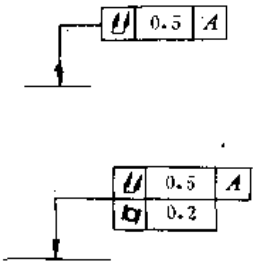
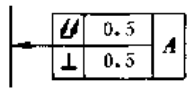
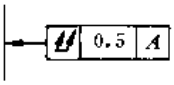
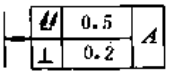
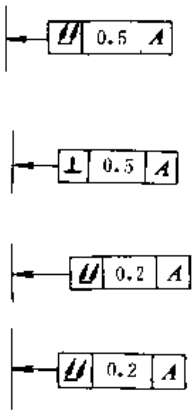
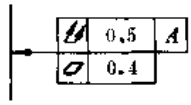
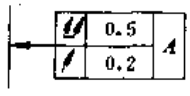
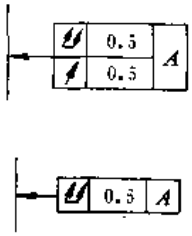
（续）

| 错误标注 | 正确标注 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
|  |  | 不合理。只有在占◎$\frac{1}{2}$或以下数值时，才有必要提出轴线直线度 |
|  |  | 错误。⫨ "0.5"必然控制了被测中心面"⌓0.5"和被测中心线"—0.5" |
|  |  | 错误，中心平面无法测其平面度 |
|  |  | 错误，ϕ"0.5"必然控制了各个单项公差的0.5。只有在占⌖$\frac{1}{2}$或以下值时，才有必要提出各个单项公差 |

（续）

| 错误标注 | 正确标注 | 说 明 |
| --- | --- | --- |
|  | | |
|  |  | 不合理，对于复合位置度，其进一步要求应是成组要素相对于三基准位置度公差的$\frac{1}{2}$或更小 |
| 径向圆跳动<br>  <br>  |  | 错误。径向圆跳动0.5必然控制该圆柱表面的圆度和相对于基准轴线的同轴度的0.5，只有在占其数值$\frac{1}{2}$或以下时才有必要提出 |
|  |  | 标注错误，数值合理。轴线直线度是对轴线，而径向圆跳动是对圆表面 |
|  |  | 标注正确，但一般不应同时提出径向圆跳动和同轴度要求，如必须对同轴度提出要求，并还要满足径跳的要求，还需对其形状公差提出要求 |

（续）

| 错误标注 | 正确标注 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
|  |  | 错误。不论是径向还是端面全跳动，必然控制了它的圆跳动，一般不需再给出。必要时可给出，但数值应是全跳动的$\frac{1}{2}$或更小 |
| 径向全跳动<br>  |  | 错误。径向全跳动0.5，必然控制了该圆柱表面的圆柱度和轴线与基准的同轴度，只有当圆柱度占其数值$\frac{1}{2}$或以下时才有必要提出。◎标注错误，应与尺寸相连 |
| 端面全跳动<br>  |  | 错误。端面全跳动0.5，必然控制了垂直度0.5 |
|  |  | 错误。两个项目公差带是一样的，只需给定其中之一。且两个数值不一样说明给出数值时有问题 |
|  | | 不合理。▱数值应等于或小于⌰的$\frac{1}{2}$ |
|  |  | 错误。⌰必然包含了对刀的控制，一般不需要再给出。必要时可给出，但其数值应是⌰的$\frac{1}{2}$或更小 |

# 第 6 章　形状和位置误差检测

形状和位置误差(简称形位误差)与形位公差一一对应共有 14 个项目，见表 4.6-1。

**表　4.6-1**

| 被测要素 | 误差分类 | | 误差项目 |
|---|---|---|---|
| 单一要素 | 形状误差 | | 直线度误差 |
| | | | 平面度误差 |
| | | | 圆度误差 |
| | | | 圆柱度误差 |
| 单一要素或关联要素 | | | 线轮廓度误差 |
| | | | 面轮廓度误差 |
| 关联要素 | 位置误差 | 定向误差 | 平行度误差 |
| | | | 垂直度误差 |
| | | | 倾斜度误差 |
| | | 定位误差 | 同轴度误差 |
| | | | 对称度误差 |
| | | | 位置度误差 |
| | | 跳　动 | 圆　跳　动 |
| | | | 全　跳　动 |

现行形位误差检测国家标准共计 7 个，均是在 80 年代首次颁布实施的，无替代标准。这些标准分别是：

① GB 1958—80《形状和位置公差　检测规定》

② GB 4380—84《确定圆度误差的方法　两点、三点法》

③ GB 7234-87《圆度测量　术语、定义及参数》

④ GB 7235—87《评定圆度误差的方法　半径变化量测量》

⑤ GB 8069—87《位置量规》

⑥ GB 11336—89《直线度误差检测》

⑦ GB 11337-89《平面度误差检测》

在上述 7 项标准中，GB1958 是形位误差检测的总规定，是其他分项检测标准的基础。而其余分项检测标准则是 GB1958 的具体规定和进一步补充。

GB1958《形状和位置公差　检测规定》国家标准包括：一般规定、形状误差及其评定、位置误差及其评定、基准的建立和体现、仲裁等 5 个部分并附有检测方案、最小区域与定向最小区域判别法两个附录。

## 1　检测规定 (GB1958)

### 1.1　一般规定

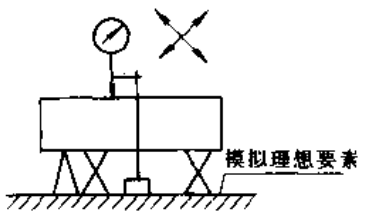
(1) 测量形位误差时，表面粗糙度、划痕、擦伤以及塌边等其他外观缺陷，应排除在外。

测量时的标准条件：温度为 20℃，测量力为零。

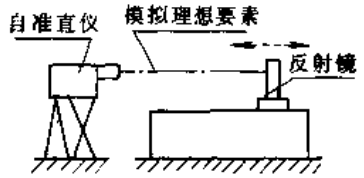
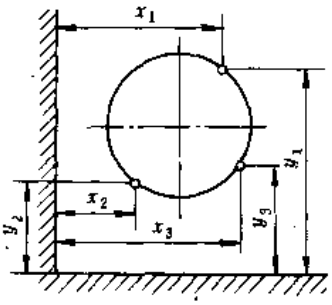
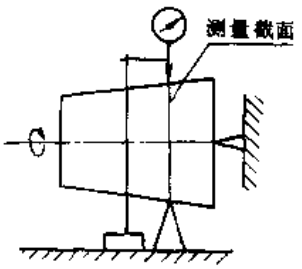
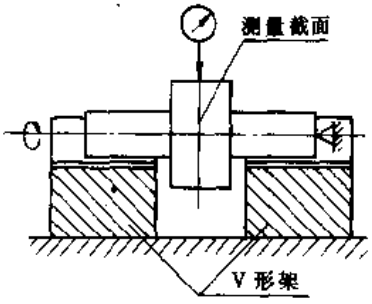
测量截面的布置、测量点数目及其布置方法，应根据被测要素的结构特征、功能要求和加工工艺等因素决定。

(2) 标准规定的 5 种检测原则，见表 4.6-2。

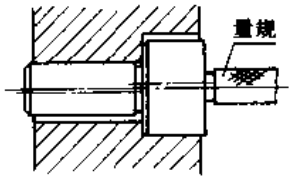
**表 4.6-2　形位误差检测原则**

| 编号 | 检测原则名称 | 说　明 | 示　例 |
|---|---|---|---|
| 1 | 与理想要素比较原则 | 将被测实际要素与其理想要素相比较，量值由直接法或间接法获得<br>理想要素用模拟方法获得 | 1. 量值由直接法获得<br>  |

（续）

| 编号 | 检测原则名称 | 说　　明 | 示　　例 |
|---|---|---|---|
| 1 | | | 2. 量值由间接法获得<br>  |
| 2 | 测量坐标值原则 | 测量被测实际要素的坐标值（如直角坐标值、极坐标值、圆柱面坐标值），并经过数据处理获得形位误差值 | 测量直角坐标值<br>  |
| 3 | 测量特征参数原则 | 测量被测实际要素上具有代表性的参数（即特征参数）来表示形位误差值 | 两点法测量圆度特征参数<br>  |
| 4 | 测量跳动原则 | 被测实际要素绕基准轴线回转过程中，沿给定方向测量其对某参考点或线的变动量<br>变动量是指指示器最大与最小读数之差 | 测量径向圆跳动<br>  |

（续）

| 编号 | 检测原则名称 | 说　　明 | 示　　例 |
|---|---|---|---|
| 5 | 控制实效边界原则 | 检验被测实际要素是否超过实效边界，以判断合格与否 | 用综合量规检验同轴度误差<br>  |

(3)极限测量总误差允许占给定公差值的 10%～33%，见表 4.6-3。

**表 4.6-3　允许的极限测量总误差**

| 被测要素的公差等级 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 极限测量总误差占形位公差的百分比（%） | 33 | | | 25 | | 20 | | 16 | | 12.5 | | 10 | |

## 1.2　形状误差及其评定

形状误差　其定义见第 1 章 1.2 (2)。

最小条件　其定义见第 1 章第 1.2 (3)。

最小条件是评定形状误差的基本原则，在满足零件功能要求的前提下，允许采用近似方法来评定形状误差。

## 1.3　位置误差及其评定

(1) 定向误差　定义见第 1 章第 1.2 (4)。

1) 定向误差值定义见第 1 章 1.2 (4)。

2) 定向最小区域定义见第 1 章 1.2 (4)。

(2) 定位误差　定义见第 1 章 1.2 (4)。

1) 定位误差值定义见第 1 章第 1.2 (4)。

2) 定位最小区域定义见第 1 章第 1.2 (4)。

## 1.4　基准的建立和体现

(1)基准的建立　由基准实际要素建立基准时，基准为该基准实际要素的理想要素。理想要素的位置应符合最小条件。

1) 基准点　由实际球心或实际圆心建立基准点时，该实际球心或实际圆心即为基准点。实际球心为该实际球的理想球面的球心，即实际球心与其理想球心重合；实际圆心为该实际圆的理想圆的圆心，即实际圆心与其理想圆心重合。

2) 基准直线　由实际线或其投影建立基准直线时，基准直线为包容实际线，且包容最紧的两平行直线外接触直线，如图 4.6-1 所示。

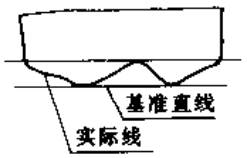



图 4.6-1　基准直线

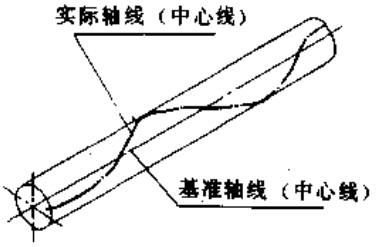



图 4.6-2　基准轴线

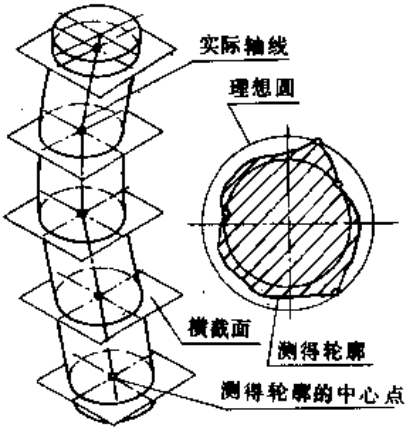



图 4.6-3　实际轴线

3) 基准轴线（基准中心线）　由实际轴线（中心线）建立基准轴线（中心线）时，基准轴线（中心线）

为包容实际轴线（中心线），且包容最小的圆轴体（两平行直线）的轴线（中心线），如图 4.6-2 所示。实际轴线为实际回转体各横截面测得轮廓的中心点的连线，如图 4.6-3 所示。测得轮廓的中心点是指该轮廓理想圆的圆心；实际中心线为在给定平面内从两对应实际线上测得的各对应点连线中点所连成的线（图 4.6-4a），或两实际中心面的交线（图 4.6-4b）。

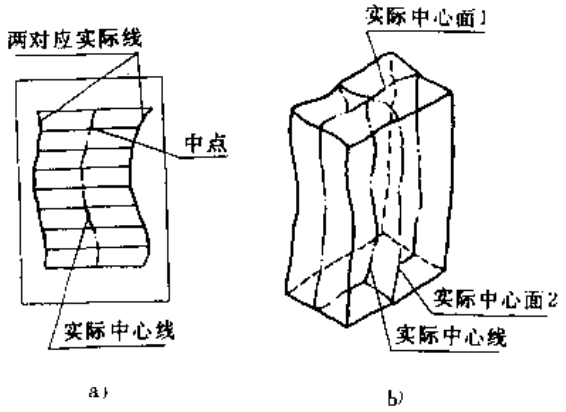



图 4.6-4　实际中心线和面

4）公共基准轴线　由两条或两条以上实际轴线建立公共基准轴线（组合基准轴线）时，公共基准轴线为包容各实际轴线，且包容直径为最小的圆柱体轴线（图 4.6-5）。

5）基准平面　由实际表面建立基准平面时，基准平面为包容实际表面，且包容最小的两平行平面的外接触平面（图 4.6-6）。

6）公共基准平面　由两个或两个以上实际表面建立公共基准平面（组合基准要素）时，公共基准平面为包容各实际平面，且包容最小的两平行平面的外接触平面（图 4.6-7）。

7）基准中心平面　由实际中心面建立基准中心平面时，基准中心平面为包容实际中心面，且包容最小的两平行平面的外接触平面（图 4.6-8）。

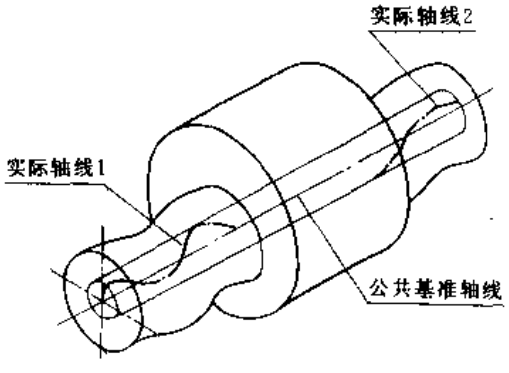



图 4.6-5　公共基准轴线

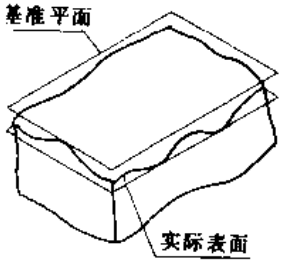



图 4.6-6　基准平面

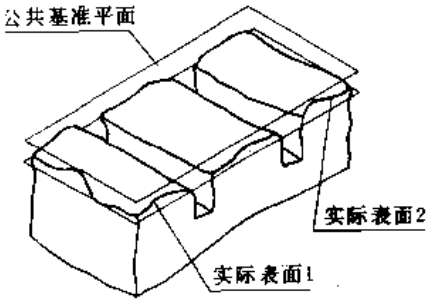



图 4.6-7　公共基准平面

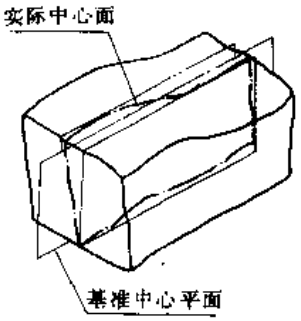



图 4.6-8　基准中心平面

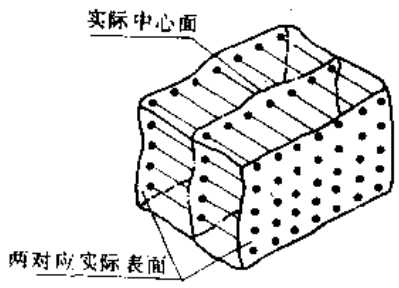



图 4.6-9　实际中心平面

面，如图 4.6-9 所示。

8)公共基准中心平面　由两个或两个以上实际中心面建立公共基准中心平面(组合基准要素)时，公共基准中心平面为包容各实际中心面，且包容最小的两平行平面的中心平面（图 4.6-10)。

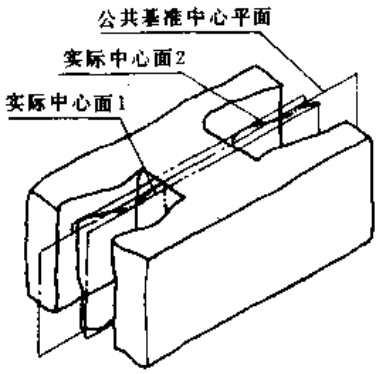



图 4.6-10　公共基准中心平面

9）三基面体系的建立

①　由实际表面建立基准体系：第一基准平面由包容第一实际基准表面，且包容最小的两平行平面的外接触平面建立；第二基准平面由垂直第一基准平面，包容第二基准实际表面，且包容最小的两平行平面的外接触平面建立；第三基准平面由垂直第一、第二基准平面，包容第三基准实际表面，且包容最小的两平行平面的外接触平面建立（图 4.6-11)。

②　由实际轴线建立基准体系：实际轴线建立的基准轴线构成两个基准平面的交线。当基准轴线为第一基准时，该轴线构成第一和第二基准平面的交线(图 4.6-12a)。当基准轴线为第二基准时，基准轴线为垂直于第一基准平面，包容第二基准实际轴线，且包容直径最小的圆柱面的轴线，它构成第二和第三基准平面的交线（图 4.6-12b)。

③　由实际中心面建立基准体系时，由实际中心面的理想平面构成某一基准平面。

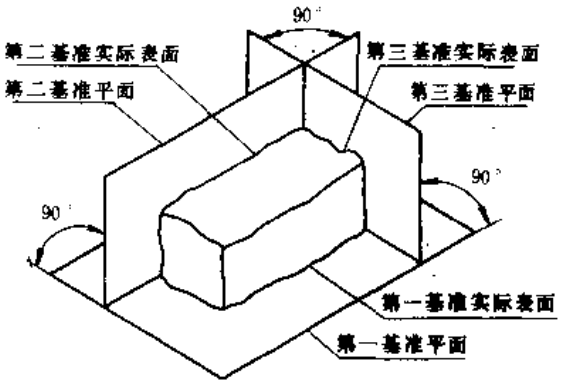
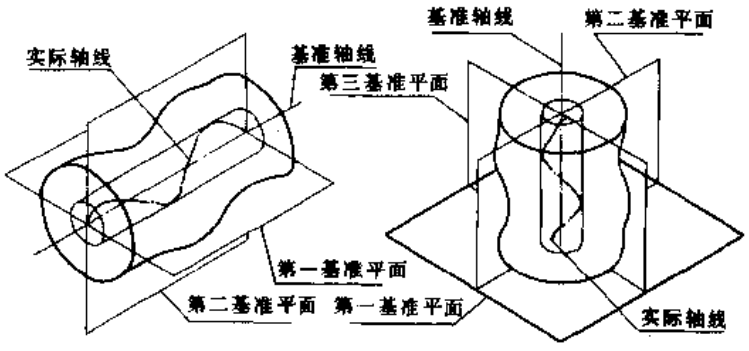



图 4.6-11　由实际表面建立基准体系




a)　　b)

图 4.6-12　由实际轴线建立基准体系

a）基准轴线为第一基准　b）基准轴线为第二基准

最小条件是建立基准的基本原则，但在测量时，基准和三基面体系也可采用近似方法来体现。

(2)基准的体现　基准的体现方法有：模拟法、直接法、分析法和目标法。

1)模拟法　通常采用具有足够精确形状的表面来体现基准平面、基准轴线、基准点等。基准实际要素与模拟基准接触时，可能形成“稳定接触”，也可能形成“非稳定接触”。

稳定接触：基准实际要素与模拟基准之间自然形成符合最小条件的相对位置关系，如图 4.6-13a 所示。

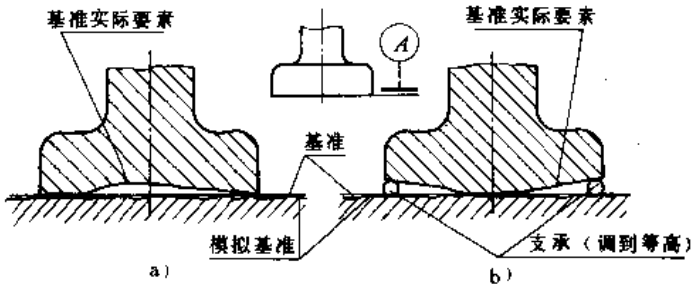



**图 4.6-13　模拟基准**

a）稳定接触　b）非稳定接触

非稳定接触：可能有多种位置状态。测量时应作调整，使基准实际要素与模拟基准之间尽可能达到符合最小条件的相对位置关系，如图 4.6-13b 和图 4.6-14 所示。

当基准实际要素的形状误差对测量结果的影响可忽略不计时，可不考虑非稳定接触的影响。

用模拟法体现基准的示例详见表 4.6-4。

2）直接法　当基准实际要素具有足够的形状精度时，可直接作为基准（图 4.6-15）。

3）分析法　对基准实际要素进行测量后，根据测得的数据，用图解或计算法确定基准的位置。

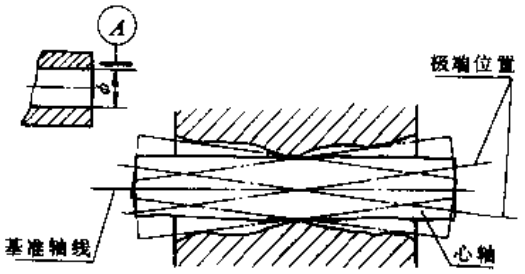
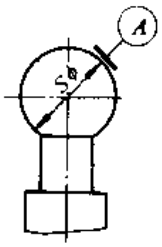
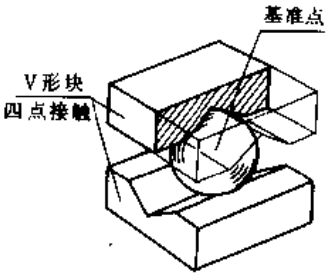
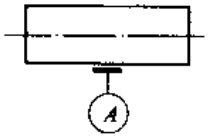
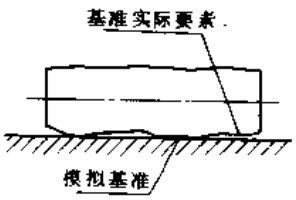
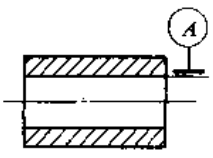
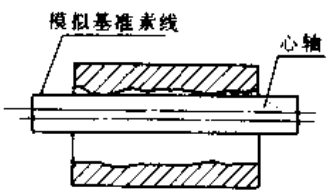
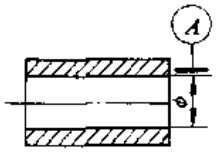
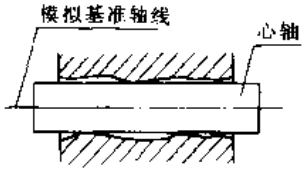
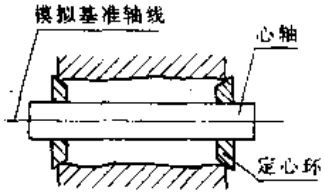
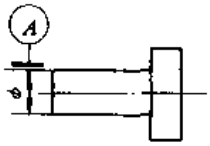
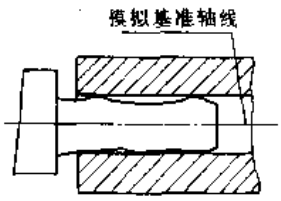
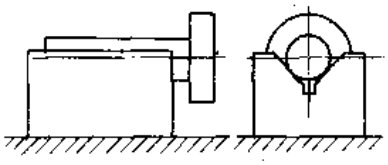
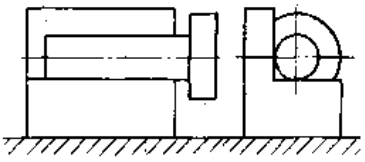
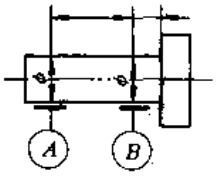
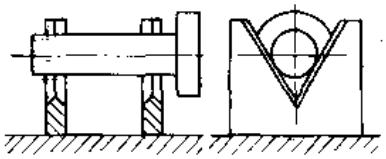
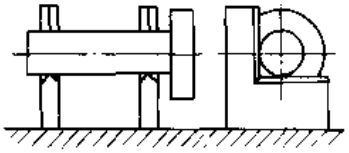



**图 4.6-14　非稳定接触**

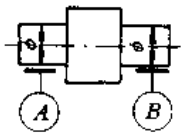
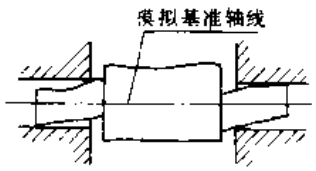
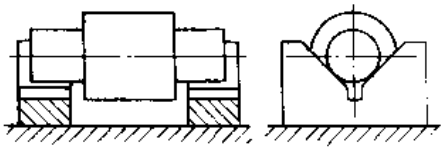
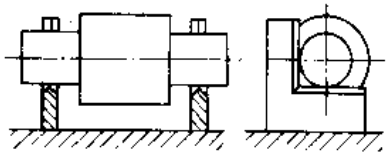
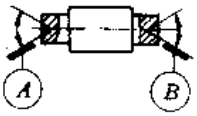
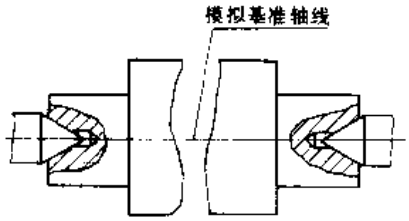
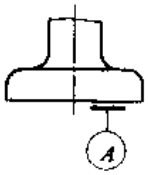
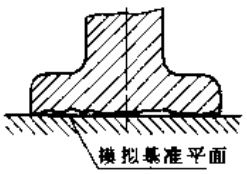
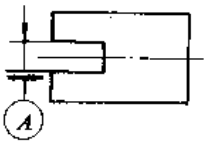
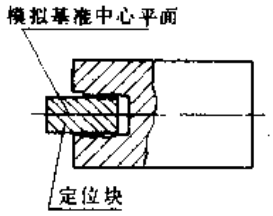
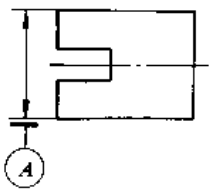
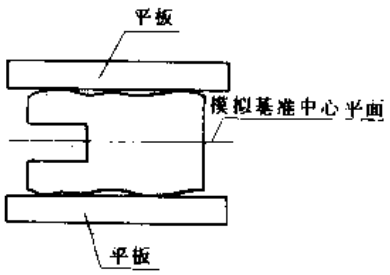
**表 4.6-4　用模拟法体现基准示例**

| 基准示例 | | 模拟方法示例 | |
|---|---|---|---|
| 基准点 |  |  | 两个V形块与实际球面形成四点接触时体现的中心 |
| 基准直线 |  |  | 与基准实际要素接触的平板或平台工作面 |
| 基准直线 |  |  | 与孔接触处圆柱形心轴的素线 |

（续）

| 基准示例 | | 模拟方法示例 | |
|---|---|---|---|
| 基准轴线 |  |  | 可胀式或与孔成无间隙配合的圆柱形心轴的轴线 |
| | |  | 带有锥度定心环的心轴的轴线 |
| |  |  | 可胀式或与轴成无间隙配合的定位套筒的轴线 |
| | |  | 由V形块体现的轴线 |
| | |  | 由L形块体现的轴线 |
| 给定位置的基准轴线 |  |  | 具有给定位置关系的V形架体现的轴线 |
| | |  | 具有给定位置关系的L形架体现的轴线 |

（续）

| 基准示例 | | 模拟方法示例 | |
|---|---|---|---|
| 公共基准轴线 |  |  | 可胀式同轴定位套筒的轴线 |
| | |  | 由V形架体现的轴线 |
| | |  | 由L形架体现的轴线 |
| 给定公共基准轴线的位置公差 |  |  | 两同轴顶尖的轴线 |
| 基准平面 |  |  | 与基准实际表面接触的平板或平台工作面 |
| 基准中心平面 |  |  | 与实际轮廓成无间隙配合的平行平面定位块的中心平面 |
| |  |  | 与实际轮廓接触的两平行平板工作面体现的中心平面 |

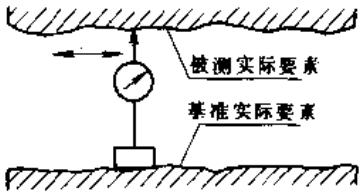



图 4.6-15 直接法

4) 目标法 由基准目标建立基准时，基准“点目标”可用球端支承体现；基准“线目标”可用刃口状支承或圆棒素线体现；基准“面目标”按图样上规定的形状，用具有相应形状的平面支承来体现。

各支承的位置，应按图样规定进行布置。

5) 三基面体系的体现方法 采用模拟法体现时，基准实际要素应按照给定的基准顺序，依次与模拟基准要素相接触。不同的基准标注顺序，采用模拟法体现基准的示例见图 4.6-16 和图 4.6-17。

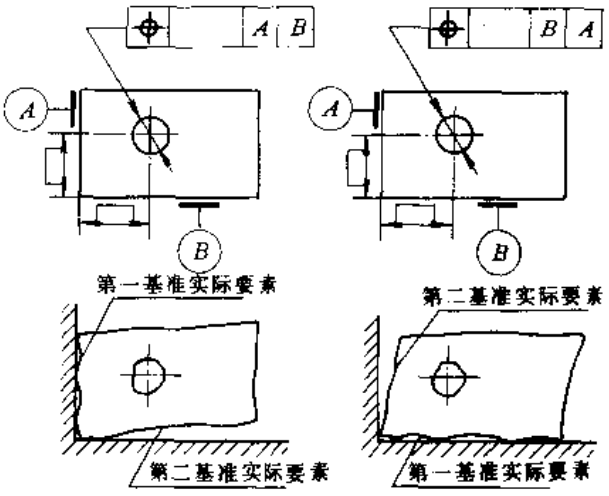



图 4.6-16

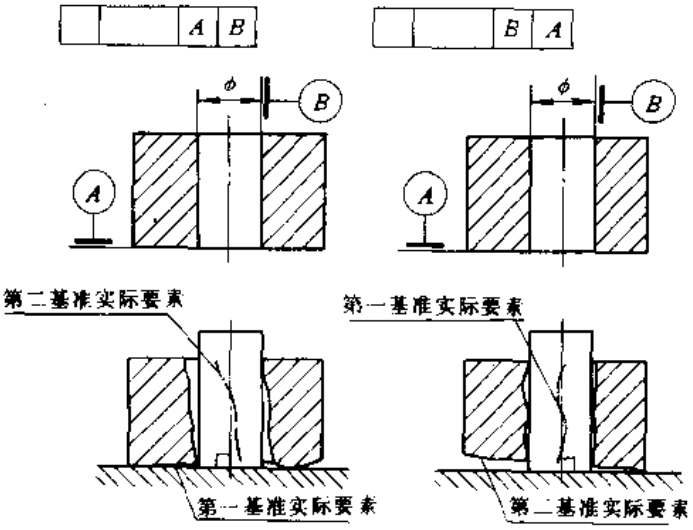



图 4.6-17

1.5 仲裁

(1)当发生争议时，用分析测量精度的方法进行仲裁。

(2) 当由于采用不同方法评定形位误差值而引起争议时，对于形状、定向、定位误差分别以最小区域、定向最小区域和定位最小区域的宽度(或直径)所表示的误差值作为仲裁依据。

(3)当图样上已给定检测方案时，则按该方案进行仲裁。

## 2 应用介绍

### 2.1 形位误差特点

形位误差是零件上几何要素的宏观误差，表面粗糙度是微观误差，而波纹度则是介于宏观与微观之间的误差。形位误差区别于微观误差的特点主要有以下两点：

(1)产生的原因不同 形位误差主要是因机床、刀具、工件系统的相对运动关系不确定、刚性不良、低频的周期性振动、安装定位误差、基准件误差等因素，使实际要素对其理想要素产生差异。如车床导轨与其主轴不平行，钻床主轴与工作台面不垂直、主轴幅动，夹具的制造误差，工件安装时的定位、夹紧误差，刀具的导向误差，机床标尺或量块的误差，加工过程的两次安装或基面变换等，均会产生形位误差。而微观误差则属切削过程中的随机振动、被加工零件材料的不均匀等原因所致。

形状误差波距大，微观误差波距小。

(2) 对使用性能的影响不同 形位误差主要影响

可装配性、配合性质的均匀性和运动精度；表面粗糙度则主要影响间隙的稳定性、有效过盈的大小、摩擦与磨损、润滑条件、防腐蚀及外观质量等。

形位误差、表面粗糙度均有国家标准，波纹度目前尚无国标。形位误差、波纹度、表面粗糙度三者之间的划分界限（或交叉范围）尚无定论，有待进一步研究。

形位公差、形位误差、形位误差测量误差是三个不同的概念。形位误差是在加工过程中产生的，形位误差测量误差是加工完成后由计量器具检测形位误差值时，在测量过程中产生的，这两项误差都是客观存在的，只能将其控制在一定范围，而不能使之为零。这两项误差并非越小越好，因为其值越小，制造成本和测量成本越高，故仅需控制在能满足零件的功能要求的范围内即可。形位公差是设计人员为满足零件功能在图样上给出的要求。

## 2.2　检测原则的应用

（1）检测原则1——与理想要素比较原则

该原则的特点是测量所得的数据为相对某一理想要素而言，即将被测实际要素与理论要素进行比较后得出数据，再根据获得的数据按评定原则求出形位误差。按该原则进行检测，可以达到与定义概念一致的误差值，因此，该原则是个检测的基本原则。

理想要素是个几何学上的概念，在实际检测工作中，需要把该要素体现出来才能实施第1种检测原则。

表4.6-5列出了部分常用的理想要素体现方法。

**表4.6-5　理想要素体现方法**

| 理想要素 | 体　现　方　法 |
|---|---|
| 直　线 | 刀口尺、平尺、精密平台、拉紧的钢丝，精密直线导轨、几何光束、水平面等 |
| 平　面 | 精密平台，平晶、纵向和横向导轨复合成的运动轨迹、水平面、几何光束扫描平面等 |
| 圆 | 精密轴系回转轨迹，绕指定直线回转的动点轨迹，精密回转表面样件等 |
| 圆柱面 | 绕精密轴系回转与沿轴线方向导轨移动的动点复合运动轨迹，沿轴线方向各独立横截面内绕指定直线回转的动点轨迹的组合 |
| 线或面轮廓 | 样板、按理论尺寸确定的动点轨迹 |

该检测原则主要用于对轮廓要素的形位误差测量，中心要素采用该检测原则比较困难。当中心要素用心轴体现时，可用该原则检测定向或定位误差。

（2）检测原则2——测量坐标值原则

该种检测原则通过测取实际要素在某种坐标系中的坐标值，再经过一定数据处理来评定形位误差。常采用的坐标系有直角坐标、极坐标和圆柱坐标系。应用该检测原则时，数据处理往往比较繁琐，适用于计算机处理。

（3）检测原则3——测量特征参数原则

该原则用测得那些表示被测要素形位误差的某种具有代表性参数来评定形位误差；采用该原则可使测量设备和过程简化，能提高测量效率。应用该检测原则的典型示例是测量圆度误差的两点、三点法；虽然这种方法所得圆度误差一般并不完全符合定义，但能在一定程度上反映圆度误差的大小。

由于用测量特征参数来表示形位误差的测量方法容易实现，往往不需繁琐的计算，故该原则适用于车间测量。只要在满足测量精度、确保产品质量的前提下，可以广泛采用该原则，以便取得良好的经济效果。

（4）检测原则4——测量跳动原则

该原则是在被测要素绕基准轴线回转过程中，相对某参考点或参考线，观测其变化情况来表示跳动量的检测原则，是直接根据定义提出的。它主要用于测量圆跳动和全跳动。但有时也常用于近似测量同轴度、端面垂直度、圆度、圆柱度。但应注意，跳动是个综合量，它能同时包括形状和位置误差，故跳动的测得值一般都比上述几个单项误差大。应尽可能减小无关的单项误差在跳动值中所占的比例，以便更准确地测得有关的单项误差。

（5）检测原则5——控制实效边界原则

该原则是用于综合量规的检测原则。当零件上有关要素采用相关原则后，要求控制要素的理想边界；检验时，通常用综合量规进行控制。综合量规如能通过被检零件，说明其理想边界未超越，反之，零件则超越了规定的理想边界。

## 2.3　评定原则及判别准则

（1）评定原则的应用

最小条件是评定形状误差的基本原则，形状误差值是按最小区域的宽度或直径表示，位置误差值则按定向最小区域或定位最小区域的宽度或直径表示，但在满足零件功能要求的前提下，允许采用其他方法。最小二乘法是目前广泛使用的其他方法之一。最小二乘法具有明确的计算公式，求解误差值的过程较为简便，尤其对空间直线度、圆柱度等这样一些复杂项目。另外，最小二乘法求出的误差值一般比较接近按最小区域评定出的误差值，且所有被测点都参与运算，较为合理。其他一些评定方法还包括两端点连线法、对角线平面和三远点平面法，最大内接圆和最小外接圆法等等。

这些方法各自均有其适用范围和优缺点，故在使用时应斟酌。有一点需特别强调，在所有的评定方法中，按最小包容区域评定的误差值最小，因为最小包容区域的概念与公差带概念是一致的（不同之处是误差值是由被测要素本身决定，而公差值则由设计决定）。由此可得出这样一个结论：当用其他方法评定的误差值小于或等于给定的公差值时，说明按最小区域评定出的误差值一定小于给定的公差值。这一结论在某些场合应用起来是极为方便的。如采用其他方法评定的误差值大于给定的公差值，则进一步按最小区域评定，这样可减少工作量。在测量时应考虑测量误差，其值不应超过表 4.6-3 中给出的允许的极限测量总误差。

(2) 判别准则

用包容区域去包容实际测得要素时，何种状态为最小，即何时停止寻找最小区域的过程或停机（计算机计算），这是一个非常重要的概念。GB1958 附录二给出了最小区域与定向最小区域判别法，具体包括直线度、平面度、圆度、平行度和垂直度误差 5 个项目。对任意方向的直线度误差，又分别给出了三点、四点和五点三种形式，但仍不能满足所有情况，即凡满足三种形式之一的包容区域一定为最小区域，但其逆定义并不存在。圆柱度、位置度两个项目的判别准则难度较大，需进一步研究，使之成熟完善才能列于标准中。

下面仅将平行度和垂直度误差判别法在此作一介绍，其余项目在分项检测标准中分别进行说明。

1）平行度误差判别法　凡符合下列条件之一者，说明其包容区域已为定向最小区域：

①　平面或直线对基准平面　由定向两平行平面包容被测实际要素时，至少有两个实测点与之接触；一个为最高点，一个为最低点，如图 4.6-18 所示。

②　平面对基准直线　由定向两平行平面包容被测实际表面时，至少有两点或三点与之接触，对于垂直基准直线的平面上的投影具有如图 4.6-19 所示几种形式之一。

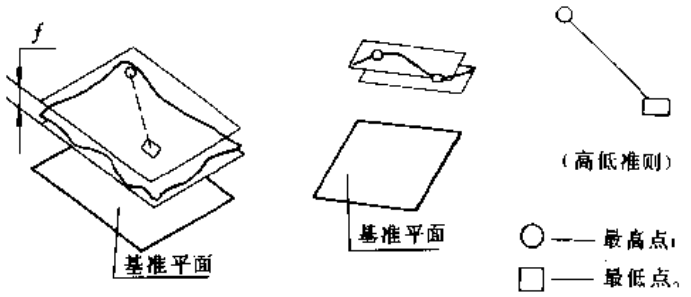



图 4.6-18　平面或直线对基准平面

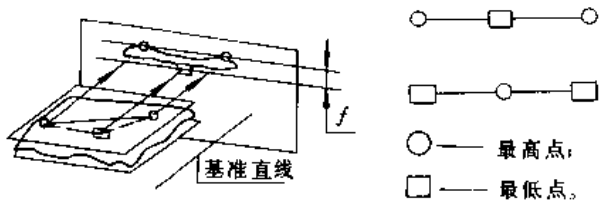



图 4.6-19　平面对基准直线

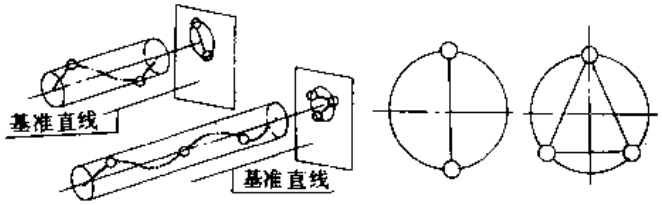



图 4.6-20　直线对基准直线

③　直线对基准直线(任意方向)　由定向圆柱面包容实际线时，至少有两点或三点与之接触，对于垂直基准直线的平面上的投影具有如图 4.6-20 所示几种。

3）垂直度误差判别法　凡符合下列条件之一者，表示被测实际要素已为定小最小区域所包容。

①　平面对基准平面　由定向两平行平面包容被测实际表面时，至少有两点或三点与之接触，在基准平面上的投影具有如图 4.6-21 所示几种形式之一。

②　直线对基准平面（任意方向）　由定向圆柱面包容被测实际线时，至少有两点或三点与之接触，在基准平面上的投影具有如见图 4.6-22 所示几种形式之一。

③　平面(或直线)对基准直线　由定向两平行平面包容被测实际要素时，至少有如图 4.6-23 所示几种形式。

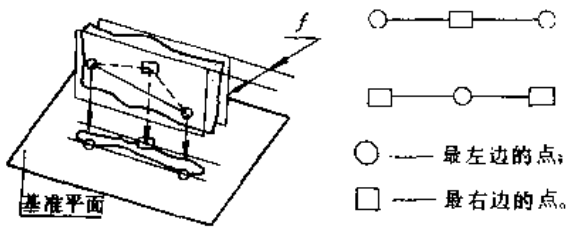



图 4.6-21　平面对基准平面

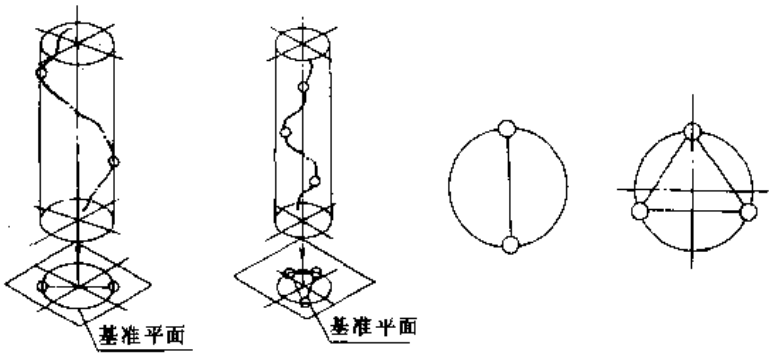



图 4.6-22　直线对基准平面

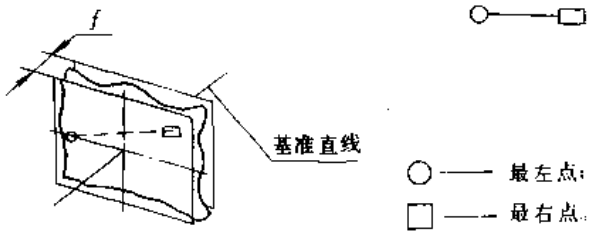



图 4.6-23　平面（或直线）对基准直线

## 2.4　检测方案及应用

检测方案是根据被测对象几何特征，为实现测量目的而拟定的基本手段。GB1958 附录一用表格形式给出了每个测量方案的代号、公差带与应用示例、检测方法、设备及说明五部分内容。各个检测方案按项目和采用的检测原则进行编排，并对每个方案进行编号。检测方案代号用两位数字表示，第 1 位表示检测原则，第 2 位表示在相应检测原则中的检测方法，如 1-4 表示第 1 种检测原则的第 4 种检测方法。如设计人员想规定用某种检测方案时，则应在图样上将指定的检测方案代号标注在被测要素的公差框格下方，如图 4.6-24

所示。一般情况下，设计人员是不指明检测方案的，检测人员则根据被测要素的精度要求、几何特征等选择相应的检测方案和计量器具。

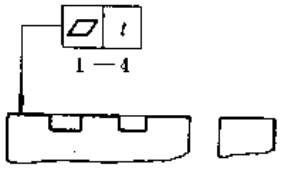



图 4.6-24　指定检测方案图样

附录一中共列出了目前比较常用的 107 种检测方案，这些方案在各项目中的分布见表 4.6-6。

表 4.6-6　各项目检测方案统计表

| 检测原则 / 检测方案 / 项目 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 直线度误差 | 8 | | 2 | | 2 | 12 |
| 平面度误差 | 6 | | | | | 6 |
| 圆度误差 | 2 | 1 | 3 | | | 6 |
| 圆柱度误差 | 1 | 1 | 2 | | | 4 |
| 线轮廓度误差 | 3 | 2 | | | | 5 |
| 面轮廓度误差 | 1 | 1 | 2 | | | 4 |
| 平行度误差 | 11 | | 1 | | 1 | 13 |
| 垂直度误差 | 10 | | 2 | | 2 | 14 |
| 倾斜度误差 | 7 | | | | | 7 |
| 同轴度误差 | | 5 | 3 | | 2 | 10 |
| 对称度误差 | 2 | | 4 | | 1 | 7 |
| 位置度误差 | 1 | 6 | | | 1 | 8 |
| 圆跳动 | | | | 9 | | 9 |
| 全跳动 | | | | 2 | | 2 |
| 合　计 | 52 | 16 | 19 | 11 | 9 | 107 |

在这些检测方案中，要求在检测前对有关要素“调直”、“调平”、“调同轴”等都是指大致性的，如能方便地调直调平，则应调直调平，这样会给测量过程及数据处理带来很多方便。如测直线度误差时，先将首末两端点调平，这样仪器示值较小，不会超过量程范围；另外，如按两端点连线评定直线度误差，则最大最小示值之差即为所求误差值。如仅需判断被测直线是否合格，而求得的误差值（按两端点连线评定）又小于给定的公差值，此时便可方便地得出被测直线合格的结论，而无需进一步按最小包容区域评定。

方案中的检测方法是指应用有关测量设备，在一定条件下对于检测原则的实际应用。各种检测方法的图例仅是示意性质的。实际应用时，应根据具体要求和条件来进行选择，可不受这 107 种测量方案的限制。

由于实际测量时是用测得要素代替实际要素，即往往以有限个离散点的数据来表征被测要素全貌，当然这是十分经济的，不过对测点数量、分布等的要求则较严格，以尽可能全面完整反映出被测要素。测量时应根据被测对象的结构特征、精度要求、工艺方法、测量设备条件及经济效益等诸多因素来决定检测方案，当然其中最为重要的是要在极限测量总误差符合要求的前提下才能灵活选择。

在定向或定位误差测量时，由于中心要素的测量过程比较复杂，可以采用模拟的方法来体现。最常用的有：用心轴体现孔的轴线，用定位块体现槽的中心面等，见图 4.6-25 所示。当用模拟方法体现被测实际要素时，在实际范围和所要求的范围内，两者之间的误差值可按正比关系折算。

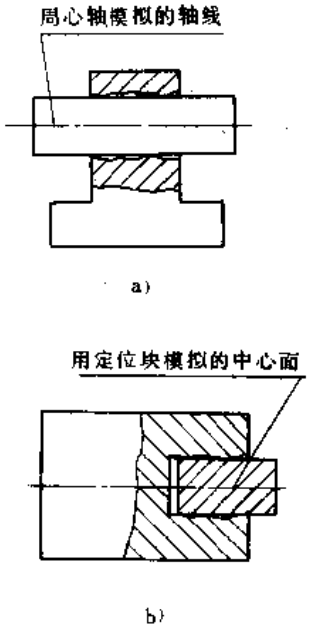



图 4.6-25　模拟法体现被测要素
a）心轴模拟　b）定位块模拟

## 2.5　测量误差分析

形位误差的测量误差是一个非常重要的概念，它是客观存在的，它的大小表征着测量结果的可靠与否和可信程度。但由于形位误差测量误差的分析过程很复杂（甚至有时分析不出来），且存在不少技术难点，所以在日常检测工作中，往往将该问题简化或回避。GB1958 虽然未对测量误差进行详细规定，但对极限测量总误差与给定公差值的比例作了规定，见表 4.6-3。这便为以后的分析及分项检测标准中的测量误差分

析制定了最根本的依据。

下面将测量误差及有关概念作一简单介绍，以引起大家重视并供测量分析时参考。

(1) 测量误差及来源　形位误差测量误差 $\delta$ 是指测得的形位误差值 $f$ 与其真值 $f_0$ 之差，即

$$\delta=f-f_0$$

产生测量误差的因素有很多，主要来源于：

1) 测量器具误差　即测量器具本身的设计、制造和磨损变形等引起的误差。如设计中的原理性误差，制造过程的加工误差，安装和调试过程的装调误差等等。这些误差主要由测量器具的示值误差和重复精度等反映出来，影响形位误差的测量结果。

2)环境误差　指测量时的环境条件不符合标准条件所引起的误差。如温度、湿度、振动、气压、照明、灰尘等因素引起的误差。这些因素对不同项目的测量，其影响程度是不同的，对不同的计量器具、不同精度等级的被测要素和不同材料的被测零件来说其影响程度也是不同的，分析时仅需抓主要影响因素。在进行高精度测量时，除采用温度补偿等新技术修正有关误差外，应选择较好的测量环境进行测量。

3) 方法误差　指测量方法不完善引起的误差。如测量方案选择不合适，被测件安装不合理，采样点选择、布置不完善、数据处理过程中处理方法本身存在的误差等等因素引起造成的误差均属方法误差。此项误差的分析有一定难度，但应尽可能地进行分析、估算。

4)人员误差　指由检测人员的主观因素造成的误差。如人眼的分辨能力、个人技术的熟练程度、情绪波动等导致测量器具调整不准确、量值估读误差等等。在出现粗大误差时，除外界振动、灰尘沙粒等因素外，另一个常见原因便是由人员误差所引起，故测量时应小心仔细，尤其在进行高精度测量时更应如此。

(2) 测量结果表示及合格性判断　形位误差的测量结果应以如下形式表示：

$$f\pm\mu$$

式中　$f$——剔除粗大误差并消除已知系统误差后的形位误差测得值；

$\mu$——总不确定度。

判断被测要素合格与否，应同时满足两个条件，即

$$\begin{cases} f\leqslant t \\ \mu\leqslant\mu_0 \end{cases}$$

形位误差测得值小于等于给定的公差值 $t$，测量的总不确定度 $\mu$ 小于等于允许的总不确定度 $\mu_0$。

总不确定度 $\mu$ 是由多种因素引起的测量误差的合成，它只能在测量过程中分析估算出来，而无法消除掉。根据误差理论，不确定度分为 $A$ 类和 $B$ 类，视各不确定度分量相关与否按不同公式计算得到合成不确定度 $\sigma$，总不确定度 $\mu$ 为

$$\mu=\pm K\sigma$$

式中　$K$—— 与置信概率有关的一个系数，一般取 $K=2\sim3$。

总的测量不确定度允许值 $\mu_0$ 与给定的公差值 $t$ 有关，其比值与 GB1958 中规定的极限测量总误差的比值相同，见表 4.6-3。由于误差理论近年推广应用的概念更新，所以在过渡时期各种术语均在用，有关详情请参阅有关误差理论书籍。

形位误差的测量误差分析一直是本领域的一个薄弱环节，但确是十分重要的环节，尤其对产品上的主要件和关键件的形位误差测量更是如此，望在实际工作中予以重视。

## 3　与国际标准 ISO/TR5460 的比较

GB1958－80《形状和位置公差　检测规定》与 ISO/TR5460－1985《技术制图——几何公差——形状、方向、位置和跳动公差——检测原则与方法——指南》在技术内容上是一致的。

ISO/TR5460 包括 22 部分内容：

0　引言
1　范围和应用领域
2　引用标准
3　定义
4　符号
5　基准的建立
6　检测原则和方法
7　直线度误差检测
8　平面度误差检测
9　圆度误差检测
10　圆柱度误差检测
11　线轮廓度误差检测
12　面轮廓度误差检测
13　平行度误差检测
14　垂直度误差检测
15　倾斜度误差检测
16　位置度误差检测
17　同心度误差检测
18　同轴度误差检测
19　对称度误差检测
20　圆跳动的检测
21　全跳动的检测

GB1958 与 ISO/TR5460 的主要差别有以下几个方面：

(1) 出版形式不同　ISO/TR5460 为技术报告，主要原因是由于各国对如何应用几何公差检测原则和方法的经验不多，故 ISO 将经过十多年研究起草的这一标准暂时不作为正式的国际标准出版，而是作为技术报告出版。GB1958 则是作为正式的国家标准出版。

(2) 结构形式不同　GB1958 将标准分为 5 个部分、并有两个附录，ISO/TR5460 则为 22 部分，其他不同点：

1) 检测原则　ISO/TR5460 在 3.1 和 3.2 中分别给出了检测原则（为检测被测的几何特征而定的基本几何学基础）和检测方法的定义，并在具体的分项检测项目中进一步规定各项目的检测原则。如直线度误差检测：7.1 检测原则 1 与一个直线要素相比较，检测直线度误差；7.2 检测原则 2 通过测量角度偏差来检测直线度误差；检测原则 3 用测定依次各截面的中心来检测直线度误差。这些检测原则是针对该项目制定，对其他项目，如圆度、位置度误差检测等，则检测原则的含义又不同了。GB1958 则将检测原则的共性找出来，按其特性划分为五种：与理想要素比较原则、测量坐标值原则、测量特征参数原则、测量跳动原则和控制实效边界原则。这五种原则概括了 ISO/TR5460 中各项目的不同检测原则共计 36 个，大大简化了 ISO 标准中过多的原则，同时在检测方案中以代号的形式将检测原则和检测方案一目了然地给了出来，十分便于应用。

2) 编排方式　ISO/TR5460 将各误差项目的检测独立按章编写，并将同心度误差检测单独作为其中的一部分，且这些内容均作为标准正文。GB1958 与此不同，将各项目的检测统一编写在附录一检测方案中，并将同心度误差的检测并入同轴度误差检测项目。

ISO/TR5460 将检测中常用符号表作为单独一章编写，GB1958 则将此表放入附录一，并较 ISO 表少一“在不同方向上断续横移”的符号。另两表“旋转”符号规定不同，一为封闭圆圈，另一为非封闭。

编辑方式上的其他不同点，如 ISO/TR5460 中的适用范围和应用领域、引用标准等，除国际标准与国标编辑方式所存在的差别外，另一主要原因是 GB1958 是 80 年发布的，与现行的订标格式有一定差别，修订后这方面的差别将会减小。

(3) 内容上的差别　GB1958 较 ISO/TR5460 增加了不少内容，主要是：

1) 增加形位误差的分类和项目表——表 1；增加检测时的一系列规定和极限测量总误差的规定，详见 GB1958 一般规定。

2) 增加形状误差及其评定、位置误差及其评定两大部分内容，其中最小条件在 ISO1101—1983《技术制图——几何公差——形状、方向、位置和跳动公差——总则、定义、符号及在图样上的标注》中有所规定，但过于简单，不够系统、明确。

3) 基准的建立和体现 GB1958 是综合了 ISO/TR5460 和 ISO5459　1981《技术制图——几何公差——几何公差的基准和基准体系》两个标准的内容完成的，系统、完善。

4) 增加了仲裁部分内容，以适应实际工作的需要。

5) 增加了附录二最小区域与定向最小区域判别法的内容，使最小条件的应用变得方便可行。

总之，GB1958 是在综合 ISO 有关标准和结合国内长期研究、实践成果的基础上制订的，是较 ISO/TR5460 更为系统和完善的形位误差检测标准。

# 第 7 章　直线度和平面度误差检测

GB11336—89 直线度误差检测和 GB11337－89 平面度误差检测两项国标结构形式基本相同，标准正文均包括：术语定义、评定方法、检测方法、数据处理和仲裁五部分内容，《直线度误差检测》附录分测量误差分析和应用示例两部分，《平面度误差检测》附录则为平面度误差近似计算法和应用示例两部分。这两个标准是对 GB1958 中直线度和平面度误差检测的具体规定，适用于机械工业产品中零件要素的直线度和平面度误差检测。

## 1　直线度误差检测

### 1.1　标准规定 (GB11336—89)

#### 1.1.1　术语及定义

(1) 理想直线　具有几何学意义的直线。

(2) 实际直线　零件上实际存在的直线。

(3) 测得直线　测量得到的直线。在评定直线度误差时，用测得直线代替实际直线。

(4) 直线度误差　实际直线对其理想直线的变动量，理想直线的位置应符合最小条件。直线度误差分为：给定平面内的直线度误差、给定方向上的直线度误

差和任意方向上的直线度误差。

(5)直线度最小包容区域　包容实际直线，且具有最小宽度的两平行直线或两平行平面之间的区域，或具有最小直径的圆柱面内的区域。

(6) 直线度误差值　用直线度最小包容区域的宽度 $f$ 或 $\phi f$ 表示的数值。

(7)测量基线　在测量过程中，获得测得值的参考线。

(8) 评定基线　评定直线度误差的理想直线。包括：

1) 最小区域线 $l_{MZ}$　构成直线度最小包容区域的两理想平行直线之一或轴线。

对给定方向的直线度误差，最小区域线是构成最小包容区域的两平行平面在平行于给定方向平面上的投影线之一。

2) 最小二乘中线 $l_{LS}$　使实际直线上各点到该直线的距离平方和为最小的一条理想直线。

3) 两端点连线 $l_{BE}$　实际直线上首末两测得点的连线。

(9) 最小二乘中线包容圆柱面　在评定任意方向直线度误差时，为包容实际直线，且轴线与最小二乘中线 $l_{LS}$ 平行（或重合），并具有最小直径 $\phi f_{LS}$ 的圆柱面。

(10)两端点连线包容圆柱面　在评定任意方向直线度误差时，为包容实际直线，且轴线方向与两端点连线 $l_{BE}$ 平行（或重合），并具有最小直径 $\phi f_{BE}$ 的圆柱面。

(11) 极点：在最小包容区域线（或面）上的测得点。

### 1.1.2　评定方法

(1) 最小包容区域法及其判别法

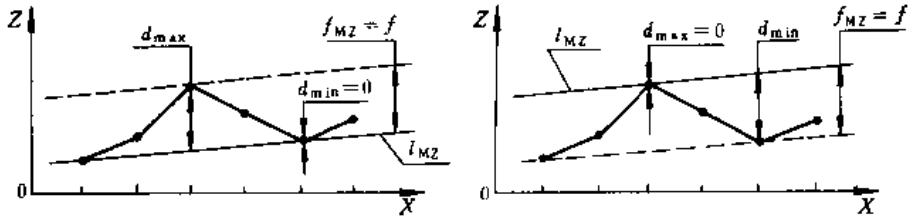



**图 4.7-1**　给定平面（方向）直线度误差

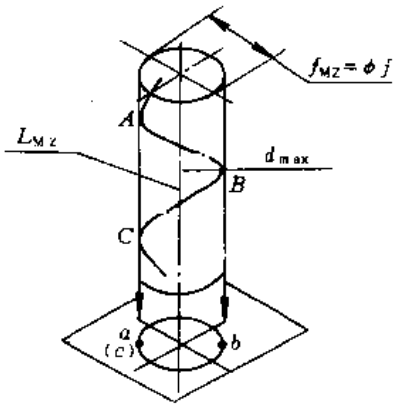



**图 4.7-2**　任意方向直线度误差

1) 最小包容区域法　以最小区域线 $l_{MZ}$ 作为评定基线的方法。按此方法求得直线度误差值 $f_{MZ}$。

①　对给定平面（或给定方向）的直线度误差，见图 4.7-1。

$$f_{MZ}=f=d_{max}-d_{min}$$

式中　$f$——最小包容区域的宽度

$d_{max}$、$d_{min}$——测得点相对评定基线的最大最小偏离值。$d_i$ 在评定基线上方取正值，下方取负值。以下评定方法相同，

②　对任意方向的直线度误差，见图 4.7-2。$f_{MZ}=\phi f$（最小包容区域圆柱面直径）。

2) 最小包容区域判别法

①　在给定平面内，由两平行直线包容实际直线时，成高—低—高或低—高—低相间接触形式之一（见图 4.7-3）。

②　在给定方向上，由两平行平面包容实际线时，沿主方向（长度方向）上成高—低—高或低—高—低相间接触形式之一（见图 4.7-4），也可按投影进行判别。

③　在任意方向上，由圆柱面包容实际线时，至少有下列三种形式之一：

三点形式：三点在同一轴截面上，且在轴向相间分布（图 4.7-5）。

图 4.7-5 中 1、3 两点沿轴线方向的投影重合在一起，即：1、3 两点在同一条素线上，且 2 点在 1、3 两点之间。

四点形式（图 4.7-6）

五点形式（图 4.7-7）

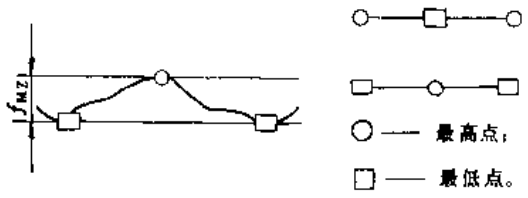



图 4.7-3　给定平面

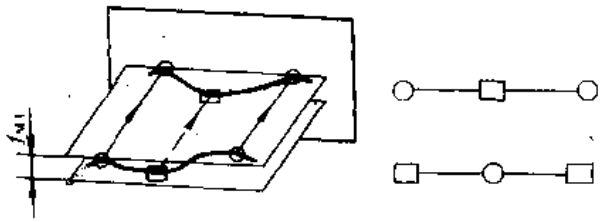



图 4.7-4　给定方向

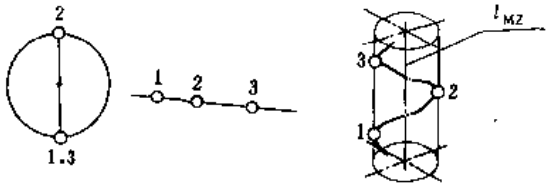



图 4.7-5　三点形式

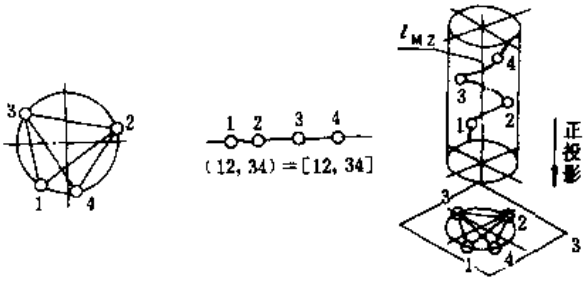



图 4.7-6　四点形式

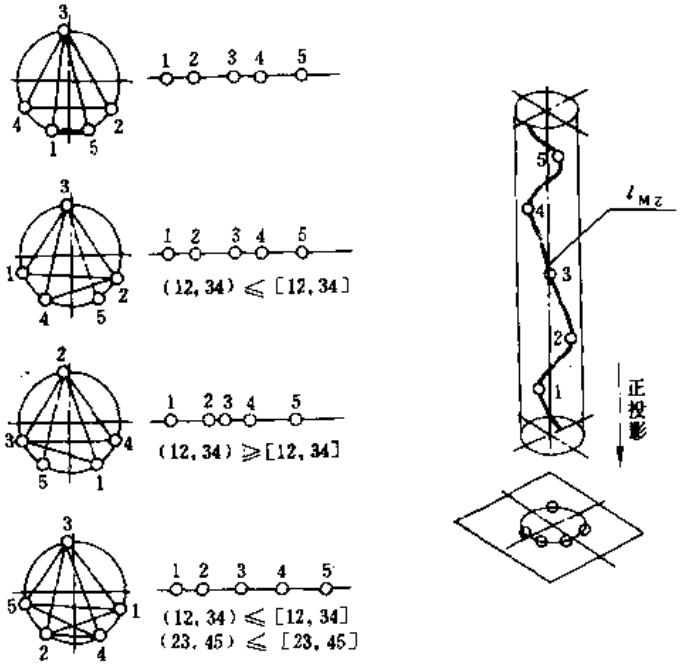



图 4.7-7　五点形式

在图 4.7-1～图 4.7-7 中：

① 在直线上有编号的点“O”表示极点在其轴线上的投影。

② 在圆周上有编号，点“O”表示极点在垂直于

轴线的平面上的投影，其编号与直线上点的编号对应。

③ $(12,34)=\dfrac{\overline{13}\cdot\overline{24}}{\overline{23}\cdot\overline{14}}$，其中$\overline{ab}$表示图中直线上两个编号点之间的距离。

④ $〔12,34〕=\dfrac{\sin\overset{\wedge}{13}\cdot\sin\overset{\wedge}{24}}{\sin\overset{\wedge}{23}\cdot\sin\overset{\wedge}{24}}$，其中$\overset{\wedge}{ab}$表示图中圆周上两个编号点对圆心的张角。

四点形式中的 $(12,34)=〔12,34〕$

即：$\dfrac{\overline{13}\cdot\overline{24}}{\overline{23}\cdot\overline{14}}=\dfrac{\sin\overset{\wedge}{13}\cdot\sin\overset{\wedge}{24}}{\sin\overset{\wedge}{23}\cdot\sin\overset{\wedge}{14}}$

上述等式成立，相当于图 4.7-8 的作图成立：

将图中圆周上四个点与圆心连接并且延长之，作任意一条直线与这四条线相交于1′、2′、3′、4′；将具有相应编号直线移向上图，使其点1与1′重合，若2、2′连线，4、4′连线的延长线汇交于一点，那么上述等式成立，即圆柱面包容区域的直径已为最小。

⑤ 五点形式还有其他的变形形式，在此从略。需要时，可参照有关参考资料。

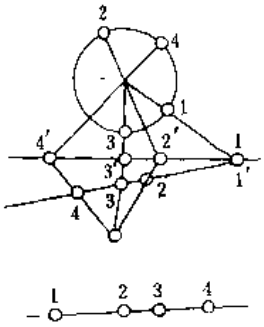



**图 4.7-8**　四点作图

(2) 最小二乘法　以最小二乘中线 $l_{LS}$ 作为评定基线（或基线方向）的方法。按此方法求得直线度误差值 $f_{LS}$。

1) 对给定平面（或给定方向）的直线度误差，见图 4.7-9，$f_{LS}=d_{max}-d_{min}$。

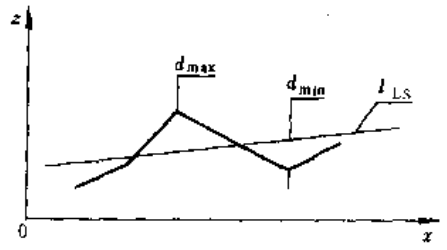



**图 4.7-9**　给定平面（方向）

2) 对任意方向的直线度误差，见图 4.7-10，$f_{LS}=\phi f_{LS}$（最小二乘中线包容圆柱面直径）。其判别方法见图 4.7-11，即作 $l_{LS}$ 的垂面 $x'0'y'$，并将所有测得点投影其上。然后作投影点的包容圆，使其符合图 4.7-11a，或图 4.7-11b 两种形式之一。

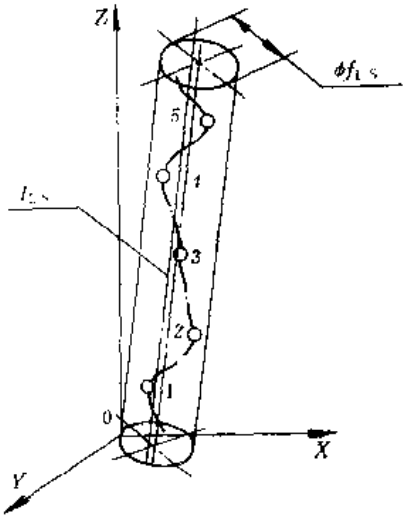



**图 4.7-10**　任意方向

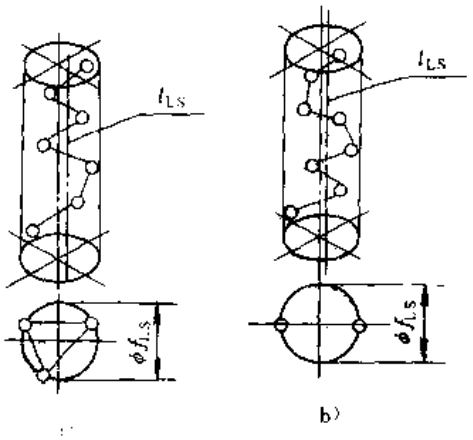



**图 4.7-11**　判别法

a) 两点形式　b) 三点形式

(3) 两端点连线法

以两端点连线 $l_{BE}$ 作为评定基线（或基线方向）的方法。按此方法求得直线度误差值 $f_{BE}$。

1) 对给定平面（或给定方向）的直线度误差，见图 4.7-12，$f_{BE}=d_{max}-d_{min}$。

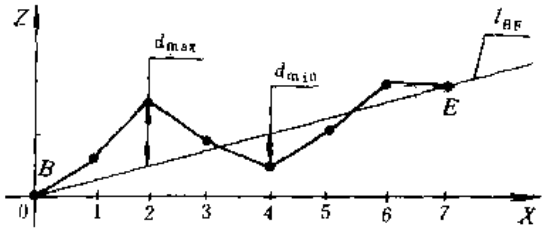



**图 4.7-12**　给定平面（方向）

2）对任意方向的直线度误差，见图 4.7-13，$f_{BE}=\phi f_{BE}$（两端点连线包容圆柱面直径）。其判别方法见图 4.7-14。作 $l_{BE}$ 的垂面 $X'0'Y'$，将各测得点投影其上，并作包容圆，使其符合图 4.7-14a 或图 4.7-14b 两种形式之一。

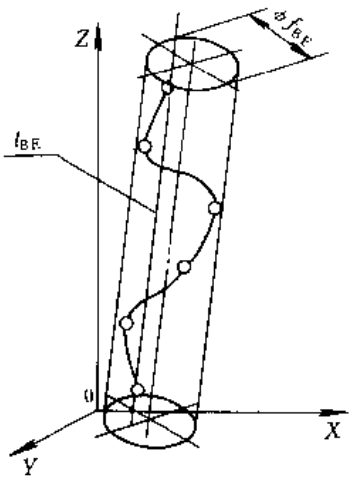



**图 4.7-13**　任意方向

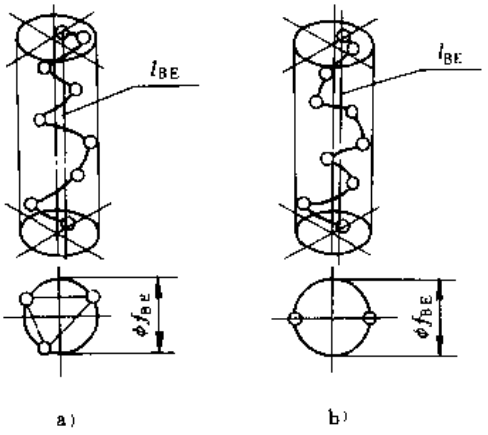



**图 4.7-14**　判别法

a）两点形式　b）三点形式

### 1.1.3　检测方法

直线度误差的检测方法分为：直接方法、间接方法、组合方法及量规检验法四类，见图 4.7-15。

直接方法是指通过测量可直接获得测得直线上各点坐标值或直接评定直线度误差的方法。

间接方法是指通过测量不能获得测得直线各点坐标值，需经过数据处理才能获得各点坐标值的方法。

组合方法是指利用误差分离技术来消除测量基线本身的直线度误差，从而指高测量精度的方法。

量规检验法是指用直线度量规判断被测零件是否超越实效边界的检验方法。

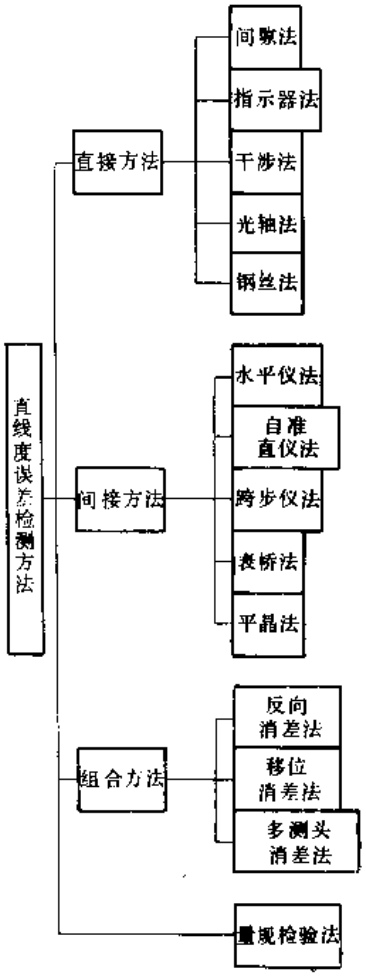
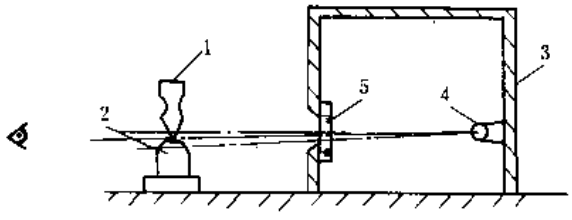


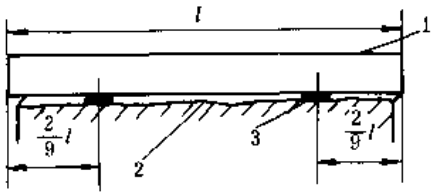
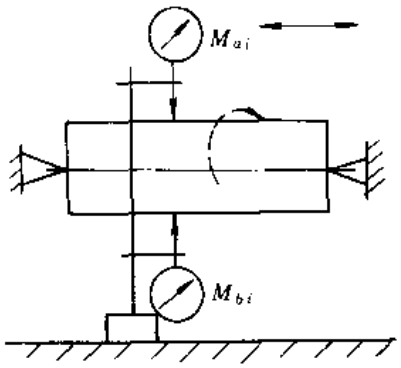
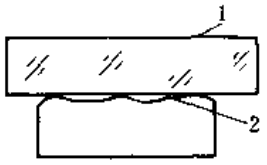
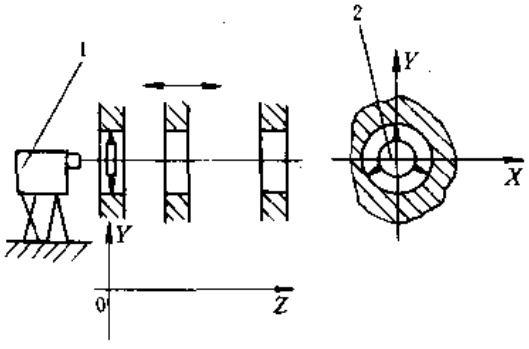

**图 4.7-15**　直线度误差检测分类

各种方法的含义、测量示意图等见表 4.7-1。

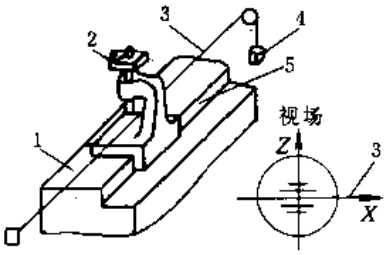
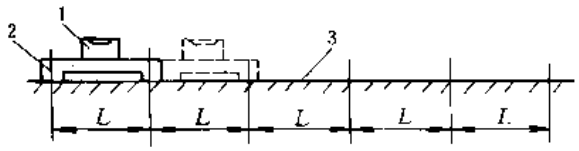
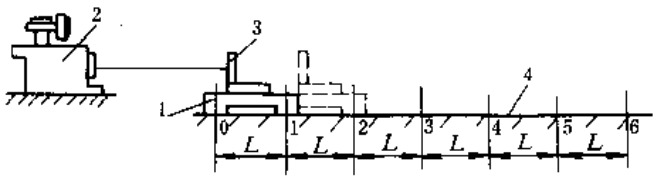
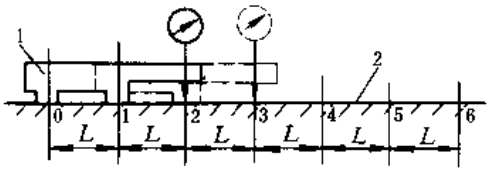
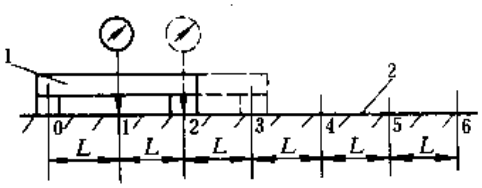
**表 4.7-1　直线度误差检测方法**

| 测量方法 | 含　义 | 测　量　示　意　图 | 适用范围 |
|---|---|---|---|
| 间隙法 | 1. 将被测直线和测量基线间形成的光隙与标准光隙相比较，直接评定直线度误差值 |  1—样板直尺　2—被测工件　3—灯光箱　4—光源　5—毛玻璃 | 适用于磨削或研磨加工的小平面及短圆柱（锥）面等直线度误差测量 |

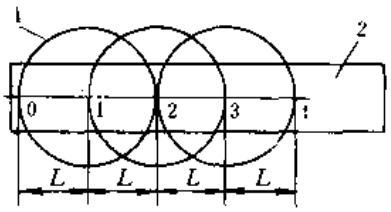
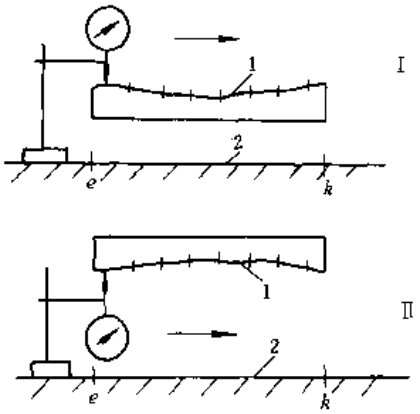
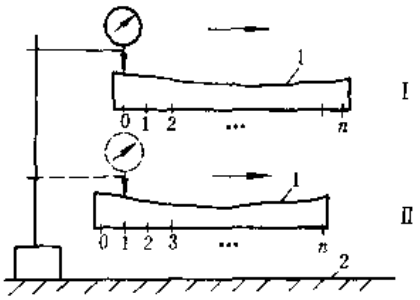
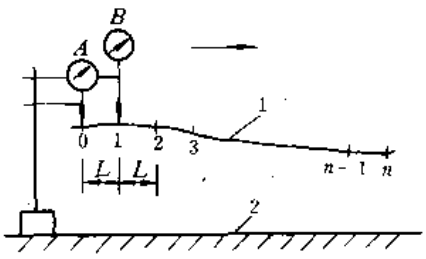
（续）

| 测量方法 | 含义 | 测量示意图 | 适用范围 |
| --- | --- | --- | --- |
| 间隙法 | 2. 用量块（或塞尺）测量被测直线和测量基线之间的间隙，直接评定直线度误差值 |  <br>1—平尺　2—被测直线　3—等厚块 | 适用于低精度的被测窄、长零件直线度误差测量 |
| 指示器法 | 用带指示器的测量装置测出被测直线相对测量基线的偏离量，进而评定直线度误差值 |  | 适用于中小平面及圆柱、圆锥面素线、轴线等直线度误差测量 |
| 干涉法 | 利用光波干涉原理，根据干涉条纹的形状或干涉带条数来评定直线度误差值 |  <br>1—平晶　2—被测直线 | 适用于窄、长形精研表面的直线度误差测量 |
| 光轴法 | 以几何光轴作为测量基线，测出被测直线相对该基线的偏离量，进而评定直线度误差值 |  <br>1—测微准直望远镜　2—瞄准靶 | 适用于大、中型平面和孔、轴轴线直线度误差测量 |

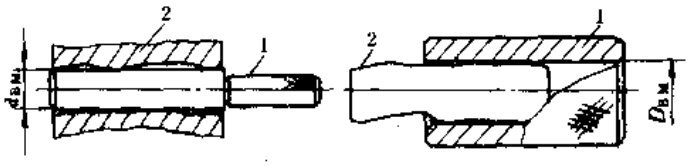
（续）

| 测量方法 | 含　义 | 测量示意图 | 适用范围 |
|---|---|---|---|
| 钢丝法 | 以张紧的优质钢丝作为测量基线，测量被测直线相对该基线的偏离量，进而评定直线度误差值 |  <br>1—被测工件　2—显微镜或测微表　3—钢丝<br>4—重锤　5—被测直线 | 适用于大中型零件（主要是导轨）水平方向的直线度误差测量 |
| 水平仪法 | 将固定有水平仪的桥板放置在被测直线上，等跨距首尾衔接地拖动桥板，测出被测直线各相邻两点连线相对水平面（或其垂面）的倾斜角，通过数据处理求出直线度误差值 |  <br>1—桥板　2—水平仪　3—被测直线 | 适用于大、中型零件垂直截面内的直线度误差测量 |
| 自准直仪法 | 将固定有反射镜的桥板置于被测直线上，等跨距首尾衔接地拖动桥板，测出被测直线各相邻两点连线对光轴的倾斜角，通过数据处理求出直线度误差值 |  <br>1—桥板　2—自准直仪　3—反射镜　4—被测直线 | 适用于大、中型零件中高精度的直线度误差测量 |
| 跨步仪法 | 以跨步仪两固定支承连线作为测量基线，测出第三点相对测量基线的偏离量，通过数据处理求出直线度误差值 |  <br>1—跨步仪　2—被测直线 | 适用于大、中型零件中低精度的直线度误差测量 |
| 表桥法 | 以表桥相间两固定支点的连线作为测量基线，测出中间点相对测量基线的偏离量，通过数据处理求出直线度误差值 |  <br>1—桥　2—被测直线 | 适用于大、中型零件中低精度的直线度误差测量 |

（续）

| 测量方法 | 含　义 | 测量示意图 | 适用范围 |
| --- | --- | --- | --- |
| 平晶测量 | 以小平晶某一轴向截面边缘的两点连线作为测量基线，测出各段误差值，再经数据处理求出直线度误差值 |  <br>1—平晶　2—被测直线 | 适用于无大平晶时的窄长精研表面的直线度误差测量 |
| 反向消差法 | 通过正反（翻转180°）两次测量，经数据处理消除测量基线本身的直线度误差，求出被测零件直线度误差值 |  <br>1—被测直线　2—基准导轨 | 适用于高精度零件的直线度误差测量 |
| 移位消差法 | 通过起始测量位置的变动进行两次测量，经数据处理消除测量基线本身的直线度误差，求出被测零件直线度误差值 |  <br>1—被测直线　2—基准导轨 | |
| 多测头消差法 | 通过两个测头同时测量，经数据处理消除测量基线本身的直线度误差，求出被测零件直线度误差值 |  <br>1—被测直线　2—基准导轨 | |

（续）

| 测量方法 | 含义 | 测量示意图 | 适用范围 |
|---|---|---|---|
| 量规检验法 | 用直线度量规判断被测零件是否超越实效边界的检验方法 |  1—量规 2—被测零件 | 适用于检验轴线直线度公差遵守最大实体原则的零件 |

### 1.1.4 数据处理

获得被测点坐标值后，根据需要选用不同的评定方法，按作图法或计算法进行数据处理，求出相应的直线度误差值，见表 4.7-2。

**表 4.7-2 直线度误差数据处理**

（续）

| 评定方法 | 处理方法 \ 类型 | 给定平面（方向）的直线度误差 | 任意方向的直线度误差 |
|---|---|---|---|
| 按最小区域法评定 | 作图法 | 将各测点坐标值按一定比例绘制在坐标图上，顺序连接各测得点，得到测得直线图形；作该图形的外接多边形或最小区域，沿 $z$ 方向量取其最大距离，即可求得误差值 $f_{MZ}$ | |
| | 计算法 | 根据各测得点的坐标值，经多次变换直线方程系数，逐步使求出的直线度误差值最小或用某种方法判断出符合最小区域的极点，代入公式算出直线度误差值 $f_{MZ}$ | 将两端点连线的直线方程系数作初始值，求出各测得点距两端点连线的最大距离 $f_1$，按一定优化方法改变初始端点和初始值，使求出的 $f_1$ 最小，该值的两倍即为所求误差值 $\phi f_{MZ}$ |
| 按最小二乘法评定 | 作图法 | 将各测得点坐标值绘制在坐标图上，当测量点数少于 10 点时，用阿斯卡维兹作图法；当测量点数大于等于 10 点时，通过计算求得最小二乘中线并作于图上，沿 $z$ 方向量得最大最小偏离值，二者之差即为求得的误差值 $f_{LS}$ | |
| | 计算法 | 根据各测得点的坐标值，求得最小二乘中线和各测得点相对该直线的最大最小偏离量，两者之差即为所求误差值 $f_{LS}$ | 根据各测得点的坐标值，求出最小二乘中线 $L_{LS}$ 和测得点到该直线的最大径向距离 $f_1$，按一定优化方法改变 $L_{LS}$ 的方程系数 $a$，$b$，使求得的 $f_1$ 最小，该值的两倍即为所求误差值 $\phi f_{LS}$ |

（续）

| 评定方法 | 处理方法 | 给定平面（方向）的直线度误差 | 任意方向的直线度误差 |
|---|---|---|---|
| 按两端点连线法评定 | 作图法 | 在测得直线图形上绘出首末两点的连线 $L_{BE}$，沿 $z$ 方向量出各点相对 $L_{BE}$ 的最大最小偏离量，两者之差即为所求误差值 $f_{BE}$ | 将各测得点坐标值按一定比例分别绘制在 $XOZ$、$YOZ$ 两个平面坐标系中，并分别求得两端点连线和被测点相对该直线的最大、最小值，然后将这些值投影到垂直于两端点连线的平面 $X'OY'$ 上，作其最小区域圆，该圆直径即为所求误差值 $\phi f_{BE}$ |
| | 计算法 | 根据各测得点的坐标值，计算出两端点连线和各测得点到该直线的最大、最小偏离值，两者之差即为所求误差值 $f_{BE}$ | 根据各测得点坐标值，求出两端点连线 $L_{BE}$ 和测得点到该直线的最大径向距离 $f_1$，按一定优化方法改变 $L_{BE}$ 的方程系数 $a$，$b$，使求得的 $f_1$ 最小，该值的两倍即为所求误差值 $\phi f_{BE}$ |

## 1.2　应用介绍

### 1.2.1　术语及定义的应用要点

在《直线度误差检测》的14个术语中，大部分是参照了GB1183—80和GB1958—80中有关术语加以具体化的。评定基线（最小区域线、最小二乘中线和两端点连线）是根据有关原理并结合实际给定的。

在术语定义中特别要理解两个新术语：最小二乘中线包容圆柱面和两端点连线包容圆柱面。这两个术语是配合任意方向的直线度误差按最小二乘法和两端点连线法评定内涵的改变而提出来的。

### 1.2.2　评定方法

(1)为了统一各种评定方法，各评定基线在评定过程中仅确定评定方向，不确定评定位置，均以平行于评定基线的最小包容区域值作为相应的误差值。这一点过去是没有规定的。

对给定平面和给定方向的直线度误差，相对评定基线的最大、最小偏离值之差（$d_{max}-d_{min}$）等于按各种评定方法评定时的最小包容区域值。

对任意方向的直线度误差，过去按两端点连线和最小二乘法评定时，是取两倍的最大径向距离值作为所求误差值，这样取值偏差较大，特别是对轴线单向弯曲的情况，评定值将扩大一倍，造成明显不合理。以两端点连线包容圆柱面和最小二乘中线包容圆柱面直径作误差值则改变了上述不合理现象，且与最小包容区域的原理协调一致，均以包容区域的直径作为所求的误差值。

(2)三种评定方法中，按最小包容区域法评定出的误差值最小，且在概念上与公差带概念完全吻合。不足之处是求解误差值的过程较复杂（尤其是任意方向直线度误差），极点本身的不确定度对总不确定度和测量结果影响较大。

最小二乘中线是由全部测点共同决定的且计算较简便。从工程意义上讲，按最小二乘法评定出的误差值有其合理性和实用性。

两端点连线法具有直观、简便等优点。在测量过程中，常将被测直线两端点调至等高，则最大、最小示值差即为按两端点连线法评定出的误差值（平面线）。在用计算机计算时，常以两端点连线和最小二乘中线作为求解最小区域线的初始条件，以加快计算速度。

(3) 最小区域判别法直接引用了GB1958—80的附录二。这部分内容经多年实践证明是比较成熟的，且该判别法在本标准中是主要内容，故列入标准正文。

### 1.2.3　检测方法

标准中给定的检测方法没有与GB1958—80中的各检测方案相对应，也无各检测方案代号，图样上可按GB1958给定检测方案代号。

对各种检测方案，标准中给出了含义、适用范围、测量示意图、测量步骤等内容。对测量步骤，统一叙述到获得相对某一基线的坐标值止。因此按间接方法和组合方法，均列出了从测得值转换为坐标值的步骤和方法。参照标准中的测量步骤，一般均可顺利完成检测工作。

在实际应用时，根据使用者的具体检测条件、检测

对象（零件形状、公差要求）来选择检测方法。

### 1.2.4　数据处理

在获得各测点坐标值后，对各种测量方法进行的数据处理有一定的共性。标准将数据处理统一按三种不同评定方法分别规定，而不是针对每一种具体测量方法规定数据处理步骤。

(1)在按最小包容区域法评定的数据处理中，分别按作图法和计算法给出了具体的处理步骤。

在作图法中，给出了两种简便的作图方法，只要按给出的步骤作图，便可顺利得出结果。但这两种作图法不适用于任意方向的直线度误差。对任意方向的直线度误差，除极简单情况可用作图法外，大部分情况不能用此法求解。

在计算法中，对给定平面、给定方向的直线度误差给出了两种方法：一是用优化方法逐步逼近最小条件，二是用比较斜率的方法得到三个极点的位置，然后计算出误差值。在编制计算机程序计算时，第二种方法的速度较第一种快。对任意方向的直线度误差，仅给出用优化方法进行数据处理。计算法一般不适用于手工计算。

(2)在按最小二乘法评定的数据处理中，分别按作图法和计算法给出了具体的数据处理步骤。

在作图法中，对给定平面（方向）的直线度误差，给出了两种作图方法：一种适用于测量点数少于 10 点的场合，另一种适用于测量点数大于 9 点的场合。第一种方法从理论上证明是求解最小二乘中线的精确方法，但因存在作图误差，且点数越多作图误差越大，故适用于点数较少的场合。第二种方法是一种近似方法，测量点数越多近似程度越好，故适用于测量点数较多的场合。任意方向的直线度误差尚无作图法。

在计算法中，标准分别对给定平面（方向）和任意方向的直线度误差给出了具体的计算步骤和计算公式；同时，为了便于手工计算，还列出了表格计算法供选用。

(3)在按两端点连线法评定的数据处理中，分别按作图法和计算法给出了具体的数据处理步骤。

在作图法中，标准分别对给定平面（方向）和任意方向的直线度误差给出了具体的作图步骤。给定平面（方向）的数据处理比较简单；任意方向上的数据处理由于两端点连线的方向较易确定，故其作图法较易实现。标准对此进行了详细规定。

在计算法中，标准对给定平面（方向）和任意方向的直线度误差分别给出了具体的计算步骤和计算公式。其计算过程除求解两端点连线包容圆柱面的直径稍复杂外，均很简便。

### 1.2.5　仲裁

标准中的仲裁内容是根据 GB1958—80 标准中的仲裁原则进行具体化后得到的。图样上给定了检测方案，则按给定的检测方案仲裁；图样上未规定检测方案，则应根据不同情况，分别考虑其仲裁内容。平面度误差检测与此相同。

### 1.2.6　测量误差分析

测量误差分析是所有形位误差检测标准的重要组成部分，但因目前这部分内容还不完善，故在现有的检测标准中，成熟完善的列入标准正文，不够完善的列入标准附录，不成熟的不列入标准。直线度误差检测的测量误差分析虽然论及的书籍文章很多，但仍不完善，故标准将其列于附录，供大家分析时参考。

测量误差分析包括其定义、来源，直线度误差结果表达式，合格性判断，总不确定度估算及允许值表和单次、单点不确定度的估算。

直线度误差的结果表示为 $f\pm\mu$。$f$ 为消除了已知系统误差和剔除了粗大误差后的直线度误差测得值。直线度误差的测量误差便是指直线度误差的测得值与其真值之差。$\mu$ 为总不确定度。

总不确定度 $\mu=\pm K\sigma$，$\sigma$ 为单次测量不确定度；$K$ 值是与直线度误差分布规律和置信概率有关的一个系数，因 $K$ 值的精确计算式目前还难于统一给出，故在标准中只给出了 $K$ 值的取值范围 2～3，如需要应按误差理论作较精确的分析。

合格性判断应同时考虑两个条件：一是测得的直线度误差值小于等于给定的公差值；二是总不确定度 $\mu$ 小于等于总不确定度允许值 $\mu_0$。合格性判断中，没有考虑内缩方案。随着设计、生产及检测水平的不断提高，如需要可逐步考虑。

总不确定度允许值 $\mu_0$ 是根据 GB1958—80 中一般规定的第 7 条“极限测量总误差允许占给定公差值的 10%～33%”及 GB1184—80 附录一的直线度公差值综合圆整后给出的。

单次测量不确定度 $\sigma=K_1\sigma_0$，$\sigma_0$ 为单点测量不确定度，其估算方法有三种：试验确定法、分析计算法和经验估算；$K_1$ 为比例系数，其计算公式目前尚未完全统一，可参照有关书籍分析计算。

## 2　平面度误差检测

### 2.1　标准规定（GB11337—89）

### 2.1.1　术语及定义

(1) 理想平面　具有几何学意义的平面。

(2) 实际平面　零件上实际存在的平面。

(3) 测得平面　测量得到的平面。在评定平面度误差时，用测得平面代替实际平面。

(4) 平面度误差　实际平面对其理想平面的变动量，理想平面的位置应符合最小条件。

(5) 平面度最小包容区域：包容实际平面，且具有最小宽度的两平行平面之间的区域。

(6) 平面度误差值　用平面度最小包容区域的宽度 $f$ 表示的数值。

(7) 测量基面　在测量过程中，获得测量值的参考面。

(8) 评定基面　评定平面度误差的理想平面。包括：

① 最小区域面 $S_{MZ}$　构成平面度最小包容区域的两平行理想平面之一。

② 最小二乘中心平面 $S_{LS}$　使实际平面上各点到该平面的距离平方和为最小的理想平面。

③ 对角线平面 $S_{DL}$　通过实际平面一条对角线上的两个对角点，且平行于另一条对角线的理想平面。

④ 三远点平面 $S_{TP}$　通过实际平面上相距较远的三个点的理想平面。

⑤ 极点　在最小包容区域面上的测得点。

### 2.1.2　评定方法

平面度误差的评定方法包括：最小包容区域法、最小二乘法、对角线平面法和三远点平面法。其中按最小包容区域法评定的结果最小。

(1) 最小包容区域及判别法

1) 最小包容区域法

以最小包容区域面 $S_{MZ}$ 作为评定基面求得平面度误差值 $f_{MZ}$ 的方法，见图 4.7-16。

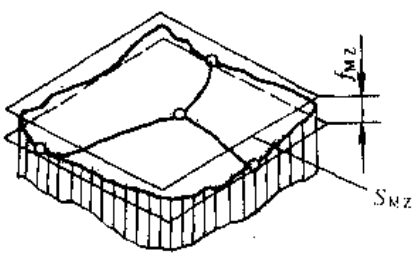



图 4.7-16　最小区域法

$$f_{MZ}=f=d_{max}-d_{min}$$

式中　$d_{max}$、$d_{min}$——各测得点相对评定基面的最大、最小偏离值。$d_i$ 在评定基面上方取正值，下方取负值。以下评定方法相同。

2) 最小包容区域判别法

由两平行平面包容实际表面时，至少有三点或四点与之接触，符合下列三种准则之一，则该平行平面间的区域为最小包容区域。

① 三角形准则　二个高极点与一个低极点（或相反），其中一个低极点（或高极点）位于三个高极点（或低极点）构成的三角形之内或位于三角形的一条边线上，见图 4.8-17。

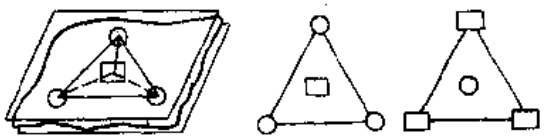


图 4.7-17　三角形准则

② 交叉准则　成相互交叉形式的两个高极点与两个低极点，见图 4.7-18。

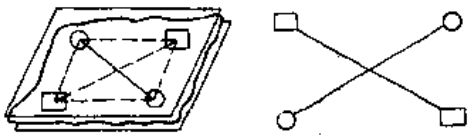


图 4.7-18　交叉准则

③ 直线准则　成直线排列的两个高极点与一个低极点（或相反），见图 4.7-19。

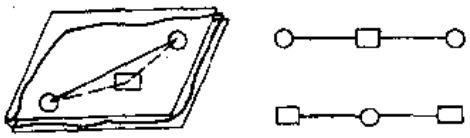


图 4.7-19　直线准则

(2) 最小二乘法

以最小二乘中心面作为评定基面求得平面度误差值 $f_{LS}$ 的方法，见图 4.7-20。$f_{LS}=d_{max}-d_{min}$。

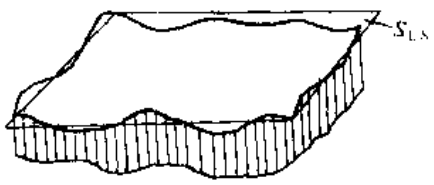



图 4.7-20　按最小二乘法评定

(3) 对角线平面法

以对角线平面 $S_{DL}$ 作为评定基面求得平面度误差值 $f_{DL}$ 的方法，见图 4.7-21。$f_{DL}=d_{max}-d_{min}$。

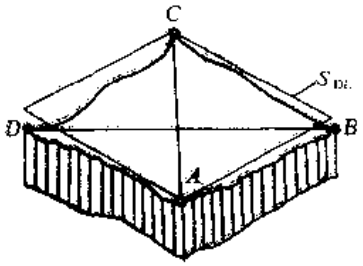



图 4.7-21　按对角线平面评定

(4) 三远点平面法

以三远点平面 $S_{TP}$作为评定基面求得平面度误差值 $f_{TP}$的方法，见图 4.7-22。$f_{TP}=d_{max}-d_{min}$。

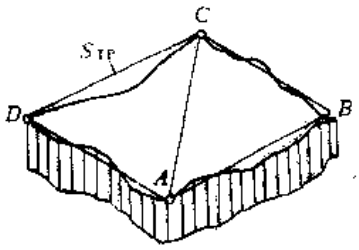



图 4.7-22　按三远点平面评定

### 2.1.3　检测方法

平面度误差检测方法分为：直接方法、间接方法和组合方法三类，见图 4.7-23。

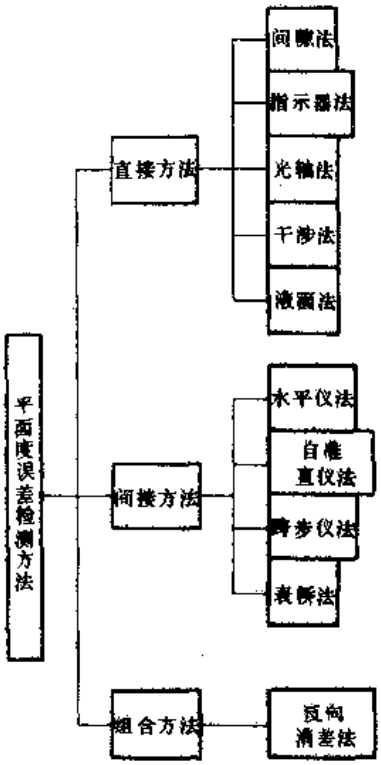
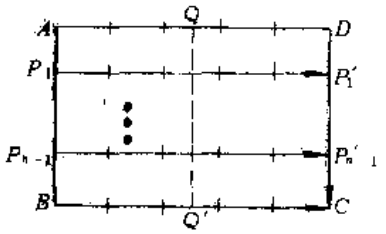
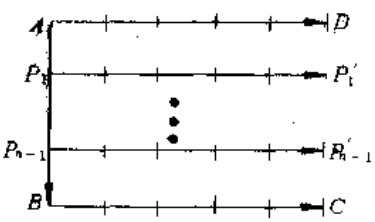



图 4.7-23　平面度误差检测分类

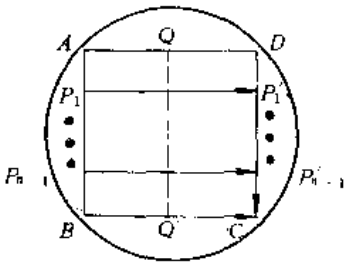
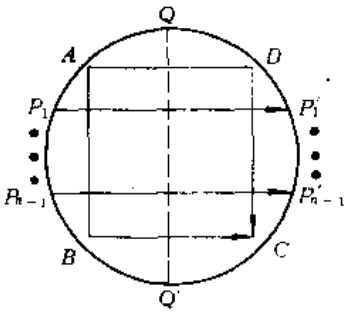
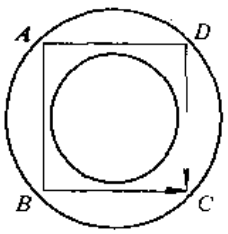
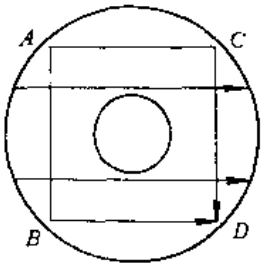
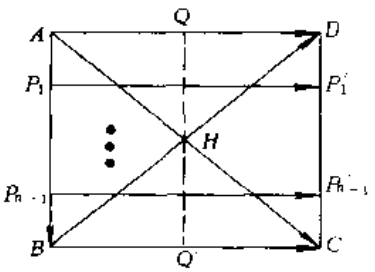
(1) 测量布点形式

平面度误差常用的布点形式有网格布点、对角线布点、圆环布点三种方式，见表 4.7-3。这些布点方式主要适用于间接方法测量。

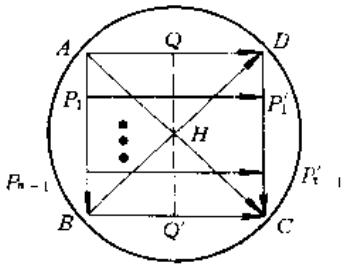
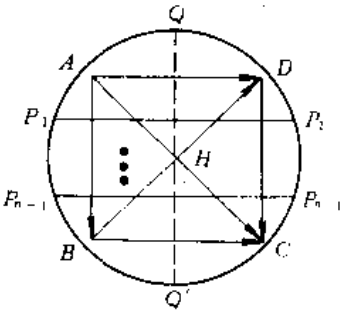
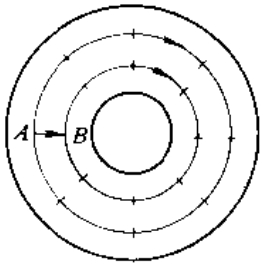
表 4.7-3　布点形式简表

| 布点形式 | | | 示意图 | 说明 |
|---|---|---|---|---|
| 网格布点 | 矩形平面 | 封闭式 |  | 这种布点形式是封闭或非封闭的网状形式。封闭形式适用于公差等级较高的平面，非封闭形式适用于公差等级较低的平面<br>测量顺序与示意图箭头所示方向相同，先测边线，再测其余各线<br>横向测量线 $P_iP'_i$ 的数目与纵向测量线 $QQ'$ 的有无视被测平面的大小和测量精度决定 |
| | | 非封闭式 |  | |

（续）

| 布点形式 | | | 示意图 | 说明 |
|---|---|---|---|---|
| 网格布点 | 圆形平面 | 一般式 |  | 这种布点形式呈封闭或非封闭的网状形式。封闭形式适用于公差等级较高的平面，非封闭形式适用于公差等级较低的平面<br>测量顺序与示意图箭头所示方向相同，先测边线，再测其余各线<br>横向测量线 $P_iP'_i$ 的数目与纵向测量线 $QQ'$ 的有无视被测平面的大小和测量精度决定 |
| | | 延伸式 |  | |
| | 圆环形平面 | 一般式 |  | |
| | | 延伸式 |  | |
| 对角线布点 | 矩形平面 | |  | 这种布点形式呈封闭的米字形状<br>测量时先测两条对角线，再测其余边线<br>横向测量线 $P_iP'_i$ 和纵向测量线 $QQ'$ 可随被测平面的大小及测量精度增减 |

（续）

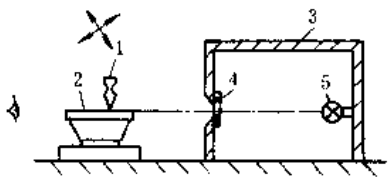
| 布点形式 | | | 示　意　图 | 说　明 |
|---|---|---|---|---|
| 对角线布点 | 圆形平面 | 一般式 |  | 这种布点形式呈封闭的米字形状<br>测量时先测两条对角线，再测其余边线<br>横向测量线 $P_iP'_i$ 和纵向测量线 $QQ'$ 可随被测平面的大小及测量精度增减 |
| | | 延伸式 |  | |
| 圆环形布点 | 圆环形平面 | |  | 这种布点形式呈封闭的同心圆环形状，圆环数目不少于两环<br>测量时先测各圆环线，然后再测环与环之间连线 $AB$ |

（2）检测方法

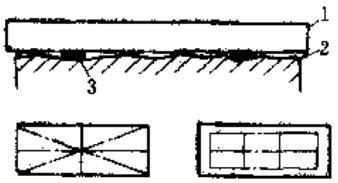
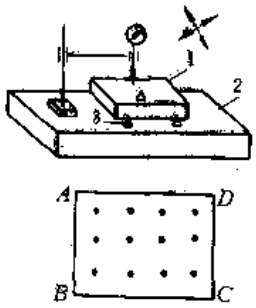
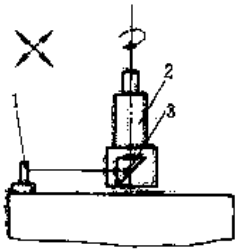
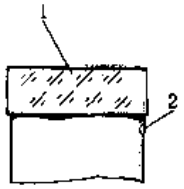
平面度误差检测的直接方法、间接方法和组合方法的含义与直线度误差检测类似，参看 1.1.3 节。

平面度误差各检测方法的含义、测量示意图及适用范围详见表 4.7-4。与直线度误差测量的主要差别是需按一定布点方式进行测量。

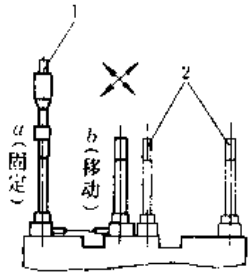
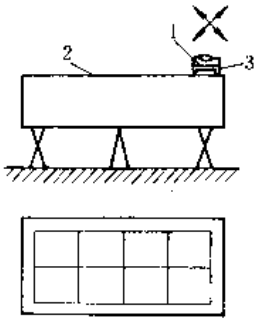
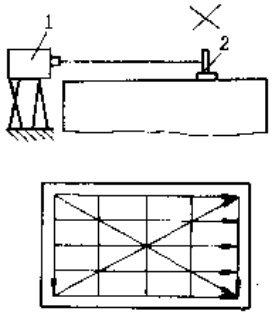
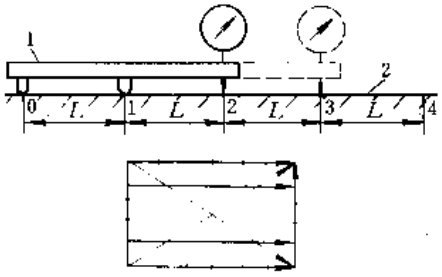
**表 4.7-4　平面度误差检测方法**

| 测量方法 | 含　义 | 测量示意图 | 适用范围 |
|---|---|---|---|
| 间隙法 | 1. 将被测直线和测量基线间形成的光隙与标准光隙相比较，测量不同方向的若干个截面上的直线度误差，取其中的最大值作为平面度误差的近似值 |  <br>1—样板直尺　2—被测工件　3—灯光箱<br>4—毛玻璃　5—光源 | 该方法适用于磨削或研磨加工的小平面平面度误差测量 |

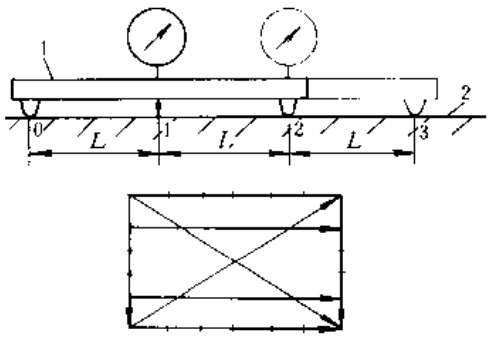
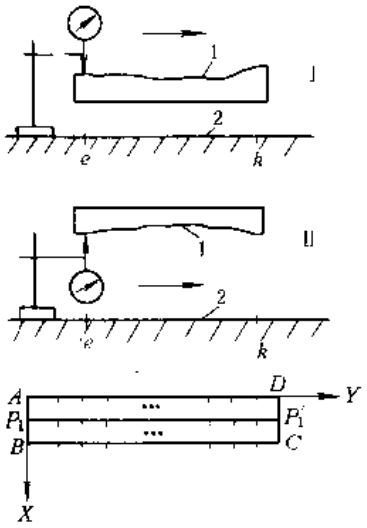
（续）

| 测量方法 | 含　义 | 测量示意图 | 适用范围 |
| --- | --- | --- | --- |
| 间隙法 | 2. 用量块（或塞尺）测量被测直线和测量基线之间的间隙，测得不同方向上若干截面的直线度误差值，取其中最大者作为平面度误差的近似值 |  <br>1—平尺　2—被测平面　3—等厚量块 | 该方法适用于低精度的平面度误差测量 |
| 指示器法 | 用带指示器的测量装置或坐标测量仪测出被测面相对测量基面的偏离量，进而评定出平面度误差值 |  <br>1—被测平面　2—基准平面　3—可调支承 | 该方法适用于中、小平面各种精度的平面度误差测量 |
| 光轴法 | 以几何光轴建立测量基面，测出被测面相对测量基面的偏离量，进而评定出平面度误差值 |  <br>1—瞄准靶　2—准直望远镜　3—转向棱镜 | 该方法适用于中高精度大平面的平面度误差测量 |
| 干涉法 | 利用光波干涉原理，根据干涉条纹形状、条数来确定平面度误差值 |  <br>1—平晶　2—被测平面 | 该方法适用于精研表面的平面度误差测量 |

（续）

| 测量方法 | 含　义 | 测量示意图 | 适用范围 |
| --- | --- | --- | --- |
| 液面法 | 以液体构成的水平面作为测量基面，测出被测面相对测量基面的偏离量，进而评定出平面度误差值 |  <br>1—深度千分尺　2—罐式水平量具 | 该方法适用于中低精度大平面或非连续面的平面度误差测量 |
| 水平仪法 | 将固定有水平仪的桥板置于被测平面上，按一定的布点形式首尾衔接地拖动桥板，测出被测平面上相邻两点连线相对测量基面（自然水平面或其垂直面）的倾斜角，通过数据处理求出平面度误差值 |  <br>1—水平仪　2—被测工件　3—桥板 | 该方法适用于大中型平面中高精度的平面度误差测量 |
| 自准直仪法 | 将固定有反射镜的桥板置于被测平面上，按对角线布点形式拖动桥板，测出被测平面上相邻两点连线相对测量基线（面）的倾斜角，通过数据处理求出平面度误差值 |  <br>1—自准直仪　2—反射镜 | 该方法适用于大、中型平面中、高精度的平面度误差测量 |
| 跨步仪法 | 以跨步仪两支点连线为测量基线，按对角线布点形式，测出第三点相对测量基线的偏离量，通过数据处理求出平面度误差值 |  <br>1—跨步仪　2—被测平面 | 该方法适用于大、中型平面及圆环面的中、低精度平面度误差测量 |

（续）

| 测量方法 | 含　义 | 测量示意图 | 适用范围 |
|---|---|---|---|
| 表桥法 | 以表桥相间两支点的连线为测量基线，按对角线布点形式，测出中间点相对测量基线的偏离量，通过数据处理求出平面度误差值 |  <br>1—表桥　2—被测平面 | 该方法适用于大、中型平面中、低精度的平面度误差测量 |
| 反向消差法 | 通过正反（翻转180°）两个方向测量，经数据处理消除测量基线本身的直线度误差，获得被测平面上各条测量线上测得值，求出被测工件平面度误差值 |  <br>1—被测平面　2—基准导轨 | 该方法适用于窄长工件的高精度平面度误差量 |

### 2.1.4　数据处理

获得被测点坐标值后，根据需要选用不同的评定方法，按作图法或计算法进行数据处理，求出相应的平面度误差值。见表4.7-5。

**表4.7-5　平面度误差数据处理**

（续）

| 评定方法 \ 处理方法 | 作图法及旋转法 | 计　算　法 |
|---|---|---|
| 按最小区域法评定 | 1. 变换作图法<br>将测得点坐标值中的最高（低）两点旋转变换为等值，并作其连线的垂面，其余各点加上相应变换量后投影其上，然后作投影点的外接多边形。如符合判别准则，则多边形内 z 方向最大距离即为所求误差值 $f_{MZ}$，否则重新选点变换，直至符合判别准则为止<br>2. 旋转变换法<br>根据测得点坐标值进行多次旋转变换，使最高点和最低点的分布形式符合最小区域判别准则之一，则此时最大值与最小值之差即为所求误差值 $f_{MZ}$ | 1. 变换计算法<br>以对角线平面或三远点平面作初始平面，按一定优化方法变换平面方程系数，使求得的误差值逐步减小，直至符合判别准则或达到某一计算精度，此时便可求得平面度误差值 $f_{MZ}$<br>2. 极点计算法<br>根据各测得点的坐标值，按一定方法判断出符合判别准则的极点，并代入相应的计算公式求得平面度误差值 $f_{MZ}$ |

（续）

| 评定方法 \ 处理方法 | 作图法及旋转法 | 计　算　法 |
|---|---|---|
| 按最小二乘法评定 | | 根据最小二乘法计算公式，求出最小二乘中心平面。分别求出各测点相对该平面的偏离量，其最大、最小偏离值之差即为所求误差值 $f_{ZS}$ |
| 按对角线平面评定 | 将测得点坐标值进行适当的旋转、变换，使两对角线上两个角点的坐标值分别相等，其余各点作相应旋转变换，则变换后的最大、最小值之差即为所求的误差值 $f_{DL}$。<br>测量时若将测量基面与对角线平面调为平行，则最大最小示值之差即为 $f_{DL}$ | 根据公式计算出通过被测平面上一条对角线上两个角点，且平行于另一个对角线的评定基面，求出其余各点相对该基面的偏离量，其最大最小偏离值之差即为所求误差值 $f_{DL}$ |
| 按三远点平面评定 | 将测得点坐标值进行适当的旋转变换，使三个相距较远点的坐标值相等，其余各点作相应旋转变换，则最大最小值之差即为所求的误差值 $f_{TP}$<br>测量时若将三远点先调为等值，则最大最小示值之差即为 $f_{DL}$ | 根据公式计算出通过三远点的评定基面，求出各测得点相对该基面的偏离量，其最大最小偏离值之差即为所求的误差值 $f_{TP}$ |

## 2.2　应用介绍

GB11337—89《平面度误差检测》国标的制订基础与直线度误差相同。术语及定义共 9 个，大部分参照 GB1183 和 GB1958 制订。有最小包容区域法、最小二乘法、对角线平面法和三远点平面法四种评定方法。最小包容区域判别法直接引用 GB1958—80 附录二。对角线平面和三远点平面直观、简便，测量时常将测量基面调整来与之平行，或在数据处理时作为求解最小区域面的初始条件，以加快计算速度。

### 2.2.1　检测方法

平面度误差检测方法包括测量方法分类、测量布点形式和各种常用的测量方法。

标准中的各检测方法没有与 GB1958—80 中的各检测方案相对应，也不代表各检测方案的代号，图样上可按 GB1958—80 给定检测方案代号。

标准中给出的三种布点形式：网格布点、对角线布点和圆环布点。前两种已广泛用于平板及平台工作面和一般平面中，后一种主要用于圆环形平面。由于圆环布点的数据处理比较复杂，所以能用前两种布点方式的场合一般不用圆环布点。标准中虽推荐了这三种布点方式，但在实际工作中可视具体要求选择其他的布点方式。选择不同的布点方式均应遵循如下的基本条件。

（1）尽可能完整反映被测表面。

（2）便于数据处理。

（3）测量误差小。

对各种检测方法，标准给出了含义、适用范围、测量示意图和测量步骤，并在测量步骤中统一叙述到获得示值止。因在间接方法测量中，从示值转换为相对某一基面的坐标值这一过程比较复杂，且各类方法又有一定共性，故这部分内容统一在数据处理部分叙述，此点与直线度误差检测不同。

检测方法的选择应根据检测对象（零件形状、公差大小）和检测条件来定。

### 2.2.2　数据处理

数据处理分为测量示值转换为坐标值和求平面度误差值两部分。前者又包括水平仪网格布点测量示值的转换；对角线布点测量示值的转换和坐标值旋转变换方法三部分内容。

在水平仪网格布点测量示值转换中，标准给出了闭合差的计算及其极限值 $\mu_0$（总不确定度允许值）。当闭合差大于 $\mu_0$ 时，说明测量误差太大，测量过程不可靠，应重新测量；当闭合差小于 $\mu_0$ 时，视其大小进行平差处理或取均值。

对角线布点是水平仪、自准直仪、表桥、跨步仪等采用的布点方式，标准分别对这些检测方法的示值转换成相对某一基面的坐标值给出了两种方法，应用时可根据具体情况任选其一。同样，沿不同测量方向处理后得到的同一点的坐标值的不一致性也不应超过允许的不确定度值 $\mu_0$，否则应重测。

坐标值旋转变换方法在数据处理过程中常用，故

标准中给出了坐标值旋转变换的详细步骤及线面旋转变换示例。

在求解平面度误差值部分，标准给出了四种评定方法的详细求解步骤。

(1) 按最小包容区域法评定，共给出了变换作图法、旋转变换法和计算法三种。前三种方法按其步骤一步步运算即可，运算技巧可在应用中不断熟练和掌握。对计算法，从计算技巧来说，可不求初始平面的方程系数 $C$，因 $C$ 不影响最终的平面度误差值，其余按标准步骤进行。如能通过其它途径（如旋转变换）判断或初步判断出极点位置，则可直接按极点计算法求出平面度误差值。

(2) 按最小二乘法评定，标准首先给出了通用的计算公式，并在说明中给出了简化方法。在实际应用时，可用表格法进行手工计算。

(3) 按对角线平面和三远点平面法评定，如测量时直接将测量基面调整来与对角线平面或三远点平面平行，则最大与最小示值之差即为所求的误差值（按直接方法测量）。否则应按旋转变换法和计算法求误差值，标准对此已有详细规定。

### 2.2.3　平面度误差近似计算法

按最小包容区域求平面度误差是一个繁琐的过程，尤其是用手工计算更是如此。平面度近似计算法是在对角线平面法评定的基础上对平面度误差值进一步进行处理，使之更接近按最小包容区域评定的误差值。

在标准附录 A 中给出了近似计算法的详细计算步骤和计算示例。按近似计算法求得的误差值一般非常接近最小区域值 $f_{MZ}$，但该方法唯一不足之处是求得的近似值可能小于 $f_{MZ}$，这样当近似值接近给定的公差值 $t$ 时，则不能作为判断零件合格与否的条件，否则可能造成误收。

平面度误差的测量误差分析目前还存在一定的难度，尚无统一的分析方法，需要时可参照有关书籍文章进行分析估算。

# 第8章　确定圆度误差的方法　两点、三点法

GB4380—84《确定圆度的方法　两点、三点法》包括术语及定义、测量方法、测量条件和仪器及应用示例（附录A）等内容，适用于零件内、外圆形要素圆度误差的常规测量。

## 1　标准规定（GB4380　84）

### 1.1　术语及定义

(1) 圆度误差的测量平面　过测头与工件接触点的一个假想平面。用两点、三点法测量时，假想平面必须通过固定测量支承。

(2) 圆度误差的测量方向　在测量平面上确定半径量变动的方向。

(3) 两点测量　在直径上对置的一个固定测量支承和一个可在测量方向上移动的测头之间所进行的测量。见图 4.8-1。

(4) 三点测量　在两个固定测量支承和一个可在测量方向上移动的测头之间所进行的测量。见图 4.8-2 所示。$\alpha$ 为固定测量支承夹角（一般即V型支承的角度），$\beta$ 为测量方向与固定测量支承夹角平分线之间的角度，称为测量角。

(5) 顶式三点测量　测头位于固定测量支承夹角（$\alpha$ 或 $180°-\alpha$）之外进行的三点测量。见图 4.8-2a，b，c，d 所示。

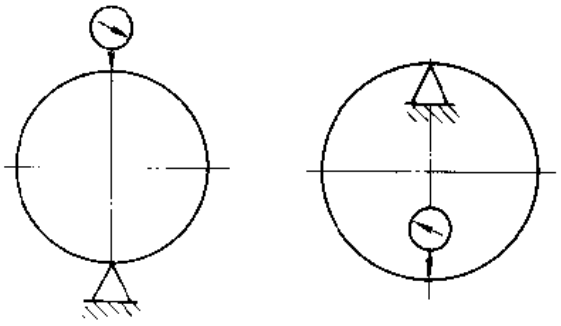


图 4.8-1　两点测量

(6) 鞍式三点测量　测头位于固定测量支承夹角（$\alpha$ 或 $180°-\alpha$）之内进行的三点测量。见图 4.8-2e，f 所示。

(7) 对称三点测量　测量方向与两固定测量支承的夹角平分线重合时所进行的三点测量。见图 4.8-2a，b，e，f 所示。

(8) 非对称三点测量　测量方向与两固定测量支承的夹角平分线不重合时所进行的三点测量。见图 4.8-2c，d。

(9) 正弦波数　在被测零件的截面轮廓上，重复的

正弦波数目。标准中称为棱数。

(10)反映系数　用两点、三点法测量圆度误差时，修正测得值的系数。该系数在理论上是测得值与真实的圆度误差值的比值，它反映了测得值对真实圆度误差值的放大（或缩小）程度。

## 1.2　测量方法

(1) 测量方法代号

2—— 两点法　　$S$—— 顶式测量

3—— 三点法　　$R$—— 鞍式测量

将这些代号与 $\alpha$、$\beta$ 进行组合，可得各种组合方案。对非对称测量，用一斜线将 $\alpha$、$\beta$ 分开，即 $\alpha/\beta$。如多种方案组合，用“+”号相连。

(2) 反映系数表

反映系数表共 4 个，见表 4.8-1 至 4.8-4。

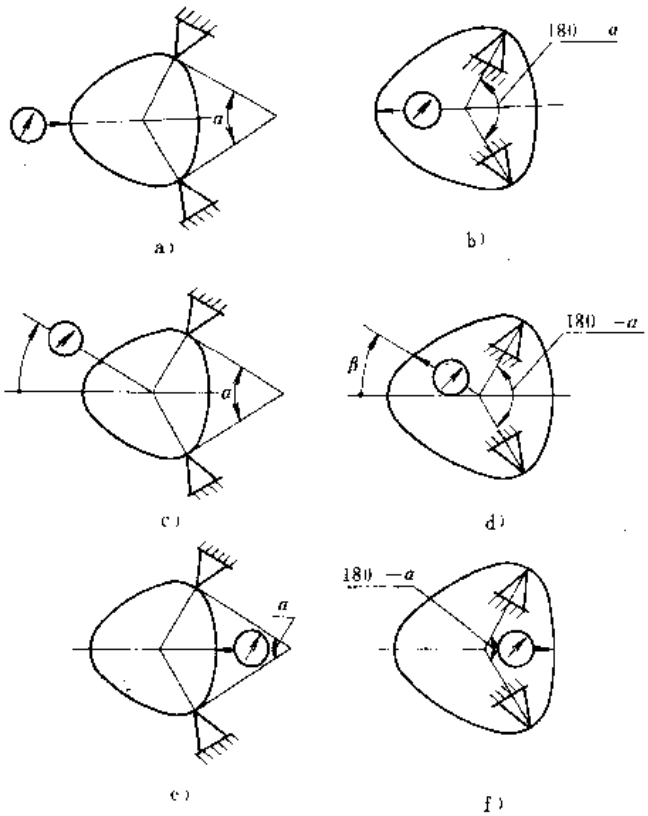



**图 4.8-2　三点测量**

**表 4.8-1　顶式测量的反映系数 $F$**

| 棱数 $n$ | 两点法 | 三点法 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 对称安置 | | | | | 非对称安置 | |
| | | 3S72° | 3S108° | 3S90° | 3S120° | 3S60° | 3S120°/60° | 3S60°/30° |
| 2 | 2 | 0.47 | 1.38 | 1.00 | 1.58 | — | 2.38 | 1.41 |
| 3 | — | 2.62 | 1.38 | 2.00 | 1.00 | 3 | 2.00 | 2.00 |
| 4 | 2 | 0.38 | -- | 0.41 | 0.42 | — | 1.01 | 1.41 |
| 5 | — | 1.00 | 2.24 | 2.00 | 2.00 | — | 2.00 | 2.00 |
| 6 | 2 | 2.38 | — | 1.00 | 0.16 | 3 | 0.42 | 0.73 |
| 7 | — | 0.62 | 1.38 | -- | 2.00 | — | 2.00 | 2.00 |
| 8 | 2 | 1.53 | 1.38 | 2.41 | 0.42 | — | 1.01 | 1.41 |

（续）

| 棱数 $n$ | 两点法 | 三点法 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 对称安置 | | | | | 非对称安置 | |
| | | 3S72° | 3S108° | 3S90° | 3S120° | 3S60° | 3S120°/60° | 3S60°/30° |
| 9 | — | 2.00 | — | — | 1.00 | 3 | 2.00 | 2.00 |
| 10 | 2 | 0.70 | 2.24 | 1.00 | 1.58 | — | 2.38 | 1.41 |
| 11 | — | 2.00 | — | 2.00 | — | — | — | — |
| 12 | 2 | 1.53 | 1.38 | 0.41 | 2.16 | 3 | 1.58 | 2.73 |
| 13 | — | 0.62 | 1.38 | 2.00 | — | — | — | — |
| 14 | 2 | 2.38 | — | 1.00 | 1.58 | — | 2.38 | 1.41 |
| 15 | — | 1.00 | 2.24 | — | 1.00 | 3 | 2.00 | 2.00 |
| 16 | 2 | 0.38 | — | 2.41 | 0.42 | — | 1.01 | 1.41 |
| 17 | — | 2.62 | 1.38 | — | 2.00 | — | 2.00 | 2.00 |
| 18 | 2 | 0.47 | 1.38 | 1.00 | 0.16 | 3 | 0.42 | 0.73 |
| 19 | — | — | — | 2.00 | 2.00 | — | 2.00 | 2.00 |
| 20 | 2 | 2.70 | 2.24 | 0.41 | 0.42 | — | 1.01 | 1.41 |
| 21 | — | — | — | 2.00 | 1.00 | 3 | 2.00 | 2.00 |
| 22 | 2 | 0.47 | 1.38 | 1.00 | 1.58 | — | 2.38 | 1.41 |

注："—"表示反映系数为零（或接近于零），不推荐采用。

**表 4.8-2　鞍式测量的反映系数 $F$**

| 棱数 $n$ | 两点法 | 三点法 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 对称安置 | | | | |
| | | 3R72° | 3R108° | 3R90° | 3R120° | 3R60° |
| 2 | 2 | 1.53 | 0.62 | 1.00 | 0.42 | 2 |
| 3 | — | 2.62 | 1.38 | 2.00 | 1.00 | 3 |
| 4 | 2 | 2.38 | 2.00 | 2.41 | 1.58 | 2 |
| 5 | — | 1.00 | 2.24 | 2.00 | 2.00 | |
| 6 | 2 | 0.38 | 2.00 | 1.00 | 2.16 | 1 |
| 7 | — | 0.62 | 1.38 | — | 2.00 | — |
| 8 | 2 | 0.47 | 0.62 | 0.41 | 1.58 | 2 |
| 9 | — | 2.00 | — | — | 1.00 | 3 |
| 10 | 2 | 2.70 | 0.24 | 1.00 | 0.42 | 2 |
| 11 | — | 2.00 | — | 2.00 | — | — |
| 12 | 2 | 0.47 | 0.62 | 2.41 | 0.16 | 1 |
| 13 | — | 0.62 | 1.38 | 2.00 | — | — |
| 14 | 2 | 0.38 | 2.00 | 1.00 | 0.42 | 2 |
| 15 | — | 1.00 | 2.24 | — | 1.00 | 3 |
| 16 | 2 | 2.38 | 2.00 | 0.41 | 1.58 | 2 |
| 17 | — | 2.62 | 1.38 | — | 2.00 | — |

（续）

| 棱数 $n$ | 两点法 | 三点法 对称安置 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3R72° | 3R108° | 3R90° | 3R120° | 3R60° |
| 18 | 2 | 1.53 | 0.62 | 1.00 | 2.16 | 1 |
| 19 | — | — | — | 2.00 | 2.00 | — |
| 20 | 2 | 0.70 | 0.24 | 2.41 | 1.58 | 2 |
| 21 | — | — | — | 2.00 | 1.00 | 3 |
| 22 | 2 | 1.53 | 0.62 | 1.00 | 0.42 | 2 |

**表 4.8-3　对称安置组合测量的反映系数**

| 反映系数 $F$ / 组合方案 / 棱数 $n$ | 2+3S90°+3S120° | 2+3R90°+3R120° | 2 | 3S90°+3S120° | 3R90°+3R120° | 2+3S72°+3S108° | 2+3R72°+3R108° | 3S72°+3S108° | 3R72°+3R108° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $n$ 未知 $2\leqslant n\leqslant 22$ | 最大 2.41<br>平均 1.95<br>最小 1.00 | 最大 2.41<br>平均 1.98<br>最小 1.00 | — | — | — | 最大 2.62<br>平均 2.09<br>最小 1.38 | 最小 2.70<br>平均 2.11<br>最小 1.38 | — | — |
| $n$ 为未知的偶数 $2\leqslant n\leqslant 22$ | — | — | 2.00 | — | — | — | — | — | — |
| $n$ 为未知的奇数 $3\leqslant n\leqslant 21$ | — | — | — | 最大 2.00<br>平均 1.80<br>最小 1.00 | 最大 2.00<br>平均 1.80<br>最小 1.00 | — | — | 最大 2.62<br>平均 2.06<br>最小 1.38 | 最大 2.62<br>平均 2.06<br>最小 1.38 |

**表 4.8-4　非对称安置组合测量的反映系数**

| 反映系数 $F$ / 组合方案 / 棱数 $n$ | 2+3S60°/30° | 2+3S90°+3S60°/30° | 2+3S120°/60° | 2+3S90°+3S120°/60° | 2 | 3S60°/30° | 3S120°/60° | 3S90°+3S60°/30° | 3S90°+3S120°/60° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $n$ 未知，$2\leqslant n\leqslant 10$ | 2.00 | — | 最大 2.38<br>平均 2.08<br>最小 2.00 | — | — | — | — | — | — |
| $n$ 未知，$2\leqslant n\leqslant 22$ | — | 最大 2.73<br>平均 2.07<br>最小 2.00 | — | 最大 2.41<br>平均 2.11<br>最小 2.00 | — | — | — | — | — |
| $n$ 为未知的偶数，$2\leqslant n\leqslant 22$ | — | — | — | — | 2.00 | — | — | — | — |
| $n$ 为未知的奇数，$3\leqslant n\leqslant 9$ | — | — | — | — | — | 2.00 | 2.00 | — | — |
| $n$ 为未知的奇数，$3\leqslant n\leqslant 21$ | — | — | — | — | — | — | — | 2.00 | 2.00 |

(3) 测量方法

当被测零件的棱数 $n$ 已知、直接从表 4.8-1 和表 4.8-2 中选用反映系数 $F$ 较大的测量装置。将被测零件置于测量装置中匀速旋转一周、读取指示器的测得值 $\Delta$（最大与最小示值的差值），则所求圆度误差近似值 $f=\Delta/F$。

当被测零件的棱数未知，除纯偶数棱情况外，均应采用组合方案进行测量。此时圆度误差的近似值 $f\approx\Delta_{max}/F_w$，$\Delta_{max}$ 为各次测得值中的最大值；$F_w$ 为平均反映系数，见表 4.8-3 和表 4.8-4。

### 1.3　测量条件和仪器

(1) 测头静压力应小于 1N。

(2) 测头的尺寸和形状应根据被测表面的形状和尺寸按表 4.8-5 选取。

**表 4.8-5　测头的尺寸和形状**（mm）

| 被测表面形状 | 被测表面直径 | 测头的半径和形状 |
|---|---|---|
| 轴类外表面 | 所有直径 | $R$2.5 球 |
| 外刃口边缘 | | $R$2.5 圆柱 |
| 孔类内表面 | <20 | $R$0.5 球 |
| | ≥20 | $R$2.5 球 |
| 内刃口边缘 | <20 | $R$0.5 圆柱 |
| | ≥20 | $R$2.5 圆柱 |

注：1. 被测表面为轴类外表面或外刃口边缘，也可选用平面测头。

2. 测头尺寸和形状如有特殊要求时，应在专门文件中规定。

(3) 固定测量支承应采用点或线接触的型式。对于轴类外表面的测量，用较小半径的球或短圆柱支承，也可用较窄的 V 型支承。对于孔类表面的测量，用较小半径的球支承。

## 2　应用介绍

GB4380—84《确定圆度误差的方法　两点、三点法》标准是根据 ISO4292—1985《确定圆度误差的方法　两点、三点法》制订的。

GB4380 是 GB1958 中有关圆度误差两点、三点法测量的具体规定。

### 2.1　几点说明

(1) 两点、三点法测量已在生产实际中普遍采用，如用游标卡尺、千分尺等通用量仪测量。两点法主要反映零件的大小，在测量圆度误差时，只能用于偶数棱圆的圆度误差测量，而不能用于奇数棱圆的圆度误差测量。因奇数棱圆本身存在圆度误差，但从某一截面的不同位置测量其直径时，其直径量相等，即最大最小示值之差等于零，不能反映本身的圆度误差值。因此，在没有确切判断出被测零件为偶数棱圆时，不能用两点法测量来评定圆度误差值。

三点法测量能测奇偶棱数的圆度误差。三点法组合或三点法与两点法组合，还可测棱数未知的圆形零件的圆度误差。但三点测量较两点测量复杂。在实际应用中，三点法的固定支承常用 V 型铁来体现。

(2) 实际加工出来的圆形工件，一般是由不同棱数叠加而成，即其轮廓可按照富立埃级数分解成不同谐波次数的周期函数的组合。实际零件中明显呈现多少棱的零件是较少的，故大部分情况需选择组合方案进行测量。如通过分析加工设备原理特点、统计分析或频谱分析能确定出完工零件的确切棱数或其变化范围，则可进一步准确选择测量方案。

(3) 棱数的规定　到底多少棱的误差属圆度误差，多少棱属波纹度，多少棱属表面粗糙度，这个问题到目前为止尚无定论。

GB1031—83《表面粗糙度·参数及其数值》标准中推荐的微观不平度平均间距 $S_m$ 及轮廓的单峰平均间距最大可达 12.5mm，最小为 0.002mm。对不同直径的工件来说，同一间距所对应的棱数肯定是不一样的。

该标准把棱数规定为 22 棱，是在目前尚无波纹度标准的情况下，参照 ISO 标准，考虑一般直径的工件和具体测量时圆柱或球形测头会滤掉部分高次谐波，22 棱已基本满足需要的情况下作此规定的。

(4) 反映系数表及测量方案的选择，反映系数反映了测得值对圆度误差的放大或缩小程度。对两点法测量，$F$ 等于 0（$n$ 为奇数）或 2（$n$ 为偶数）；对三点法测量，$F$ 为 "$\alpha$、$\beta$、$n$" 的函数，即不同的 "$\alpha$、$\beta$、$n$" 对应着不同的反映系数。标准中的反映系数表便是从几十万个反映系数中精选出来的。

根据被测工件棱数和反映系数表选择测量方案时，应选择反映系数较大的装置，因为 $F$ 越大，同一被测量在指示器上的示值越大，测量误差在测得值中所占的比例越小，测得值的精确度越高，越能真实地反映出被测零件的实际圆度误差值。对棱数未知，选用组合方案时，还应考虑反映系数的变动量，即各反映系数对其均值的分散程度越小越好，则由此引起的零件误收与误废率最小。如用组合方案 2+3S90°+3S120°/60° 进行测量，反映系数最大值为 2.41，最小值为 2，平均为 2.11，假设测得值中 2、8、10、14、16、22 棱的

误差占主要成分，如用平均反映系数去修正测得值，则可能存在误废；如其他棱数的误差占主要部分，又可能出现误收。最大最小值越接近均值，误收误废率就越低。在实际应用中，可通过不同方法分析测得值，进一步判断划分出被测零件棱数，从而达到理想的修正效果。当然在选择测量方案时，还要参考其他的辅助因素，如反映系数为整数时数据处理方便，对称安置比非对称安置测量装置简便，是否有现存的测量装置等等。

(5) 固定测量支承的选择，在生产实践中，尤其在轴承行业，V 型块或刀口形 V 型支承的应用最为广泛。这种固定支承与被测轮廓是线接触，当零件直径较小，棱数较高时，这种支承对测量结果有影响。因为此时被测零件的最低点往往不能与 V 型块工作面接触，从而导致测得值减小。

对固定支承的轴向长度，原则上是越窄越好，这样可以保证实际测量是在同一截面上进行，否则零件表面的轴向误差（如轴线弯曲）对测量结果影响较大。但固定支承的轴向长度也不能太窄，否则容易出现磨损和接触变形大等一系列问题。一般取固定支承的轴向长度为被测零件直径的$\frac{1}{10}\sim\frac{1}{15}$。另外，当被测零件较重，且进行外轮廓面测量时，应考虑减重的问题，避免因重力过大产生接触变形而引起较大的测量误差，尤其采用球形支承时更应如此。

对于孔类零件内表面的测量，由于测量装置的重量较轻，一般采用球形固定支承。

## 2.2　测量误差分析

采用两点、三点法测量时，测量误差包括以下四个方面。

(1) 测量装置误差　它包括标准器误差，仪器误差和附件误差。指示器示值误差、固定支承夹角的误差 $\Delta\alpha$ 和测量角误差 $\Delta\beta$ 等属此项误差。

(2) 环境误差　系指环境条件与要求的标准状态不一致而引起的测量装置和被测零件本身的变化所造成的误差。本方法对测量环境无特殊要求，一般可不考虑此项误差。但在测量过程中应避免振动。

(3) 方法误差　由于采用近似方法而造成的误差。由于零件的棱数往往难以准确确定，故采用平均反映系数修正，于是造成方法误差。此时不管测得的最大最小读数多么精确，如该零件的实际棱数与平均反映系数所对应的棱数有较大差别的话，所得结果便不可能接近圆度误差真值。另外，由于本方法仅利用了最大和最小两个测得值，则这两个值的测量误差对整个结果影响较大。故在出现最大与最小值的测量时应仔细小心。

(4) 人员误差　由于测量人受分辨能力的限制，或疲劳、习惯、疏忽等一些人为因素的影响所造成的误差。

具体分析时，请参照有关书籍或两点三点法的宣贯材料进行。

## 2.3　示例

检测一磨削零件，棱数为未知的奇数棱，$3\leqslant n\leqslant 21$，给定圆度公差 $t$ 为 4μm，由表 4.8-3 和表 4.8-4 可知，当 $n$ 为未知的奇数，且 $3\leqslant n\leqslant 21$ 时，可选用 3S90°－3S120°，3R90°＋3R120°，3S72°＋3S108°，3R72°＋

**表　4.8-6**

| 项目 \ 方案 | | 3S90° | 3S120° | 3S72° | 3S108° | 3S60°/30° | 3S120°/60° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 测得值 Δ | | 4.6 | 4.3 | 4.5 | 3.6 | 4.3 | 5.2 |
| 最大值 $\Delta_{max}$ | 3S90°＋3S120° | $\Delta_{max}=\max(4.6, 4.3)=4.6$ | | | | | |
| | 3S72°＋3S108° | $\Delta_{max}=\max(4.6, 3.6)=4.6$ | | | | | |
| | 3S90°＋3S60°/30° | $\Delta_{max}=\max(4.6, 4.3)=4.6$ | | | | | |
| | 3S90°＋3S120°/60° | $\Delta_{max}=\max(4.6, 5.2)=5.2$ | | | | | |
| 圆度误差近似值 $f$ | $F_{av.}=1.8$ | $f=\frac{\Delta_{max}}{F_{av.}}=\frac{4.6}{1.8}=2.6$ | | | | | |
| | $F_{av.}=2.06$ | $f=\frac{\Delta_{max}}{F_{av.}}=\frac{4.6}{2.06}=2.2$ | | | | | |
| | $F_{av.}=2$ | $f=\frac{\Delta_{max}}{F_{av.}}=\frac{4.6}{2}=2.3$ | | | | | |
| | $F_{av.}=2$ | $f=\frac{\Delta_{max}}{F_{av.}}=\frac{5.2}{2}=2.6$ | | | | | |

3R108°和 3S90°+3S60°/30°、3S90°+3S120°/60°这样的装置。此处选用顶式测量装置进行测量，其结果见表4.8-6，单位 μm。

用 Talyrond73 型圆度仪进行测量，其圆度误差值为 2μm。

测量一批轴承环外圈，选用不同的方法在具有双分度盘和双电感测头的 V 型装置上进行测量，其结果见表 4.8-7。

由该表可知，用本方法测量圆度误差所得结果与圆度仪测量结果是有差别的，因为棱数不确定，故差值大小也不一定，无明显规律。由此可知，该方法有其适用场合。对批量生产，一可分析工件的棱数，确定出较正确的反映系数；二是可通过抽样，比较出该方法的测量精度，确定其可行程度。该方法对圆度公差较大的零件、大尺寸及大批量零件较适合。

**表 4.8-7　测量示例**　(μm)

| 项目 | 工件编号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 测得值 Δ | 两点法 | 2.7 | 3.1 | 2.1 | 3.0 | 2.1 | 2.3 | 4.3 | 2.9 | 5.1 | 3.2 | 2.9 | 4.5 | 2.8 | 3.7 | 3.3 |
| | 3S90° | 2.5 | 6.1 | 4.7 | 5.2 | 6.0 | 4.6 | 6.2 | 2.2 | 4.1 | 6.2 | 4.5 | 2.9 | 4.1 | 4.7 | 4.8 |
| | 3S120° | 3.4 | 5.3 | 4.3 | 6.2 | 5.0 | 4.3 | 4.7 | 2.2 | 2.3 | 4.6 | 3.7 | 3.5 | 3.6 | 4.4 | 3.9 |
| | 3S72° | 3.6 | 5.7 | 5.5 | 7.5 | 4.4 | 4.6 | 4.5 | 3.1 | 5.1 | 6.7 | 3.8 | 3.2 | 6.3 | 5.0 | 5.2 |
| | 3S108° | 3.6 | 4.9 | 2.6 | 3.8 | 3.3 | 3.6 | 6.5 | 3.3 | 3.3 | 6.6 | 3.2 | 3.8 | 4.8 | 4.0 | 2.7 |
| | 3S60°/30° | 3.2 | 3.5 | 3.2 | 4.5 | 5.0 | 4.3 | 6.0 | 2.1 | 3.9 | 5.9 | 5.0 | 2.5 | 6.0 | 3.5 | 3.9 |
| | 3S120°/60° | 3.3 | 5.6 | 3.6 | 5.9 | 3.6 | 5.2 | 4.9 | 3.9 | 4.5 | 4.8 | 3.6 | 4.0 | 4.6 | 3.1 | 3.8 |
| 最大值 $\Delta_{max}$ | 2+3S90°+3S120° | 3.4 | 6.1 | 4.7 | 6.2 | 6.0 | 4.6 | 6.2 | 2.9 | 5.1 | 6.2 | 4.5 | 4.5 | 4.1 | 4.7 | 4.8 |
| | 3S90°+3S120° | 3.4 | 6.1 | 4.7 | 6.2 | 6.0 | 4.6 | 6.2 | 2.2 | 4.1 | 6.2 | 4.5 | 3.5 | 4.1 | 4.7 | 4.8 |
| | 2+3S72°+3S108° | 3.6 | 5.7 | 5.5 | 7.5 | 4.4 | 4.6 | 6.5 | 3.3 | 5.1 | 6.7 | 3.8 | 4.5 | 6.3 | 5.0 | 5.2 |
| | 3S72°+3S108° | 3.6 | 5.7 | 5.5 | 7.5 | 4.4 | 4.6 | 6.5 | 3.3 | 5.1 | 6.7 | 3.8 | 4.5 | 6.3 | 5.0 | 5.2 |
| | 2+3S90°+3S60°/30° | 3.2 | 6.1 | 4.7 | 5.2 | 6.6 | 4.6 | 6.2 | 2.9 | 5.1 | 6.2 | 5.0 | 4.5 | 6.0 | 4.7 | 4.8 |
| | 3S90°+3S60°/30° | 3.2 | 6.1 | 4.7 | 5.2 | 6.0 | 4.6 | 6.2 | 2.2 | 4.1 | 6.2 | 5.0 | 2.9 | 6.0 | 4.7 | 4.8 |
| | 2+3S90°+3S120°/60° | 3.3 | 6.1 | 4.7 | 5.9 | 6.0 | 5.2 | 6.2 | 3.9 | 5.1 | 6.2 | 4.5 | 4.0 | 4.6 | 4.7 | 4.8 |
| | 3S99°+3S120°/60° | 3.3 | 6.1 | 4.7 | 5.9 | 6.0 | 5.2 | 6.2 | 3.9 | 4.5 | 6.2 | 4.5 | 4.0 | 4.6 | 4.7 | 4.8 |
| 实际圆度误差 $f$ | $\Delta_{max}/1.95$ | 1.7 | 2.7 | 2.4 | 3.2 | 3.1 | 2.4 | 3.1 | 1.4 | 2.6 | 2.4 | 2.3 | 2.3 | 2.2 | 2.4 | 2.5 |
| | $\Delta_{max}/1.80$ | 1.9 | 2.9 | 2.8 | 3.4 | 3.3 | 2.5 | 3.4 | 1.2 | 2.7 | 3.4 | 2.5 | 1.9 | 2.3 | 2.6 | 2.7 |
| | $\Delta_{max}/2.09$ | 1.7 | 2.7 | 2.6 | 3.6 | 2.1 | 2.2 | 3.1 | 1.6 | 2.5 | 3.2 | 1.8 | 2.2 | 3.0 | 2.7 | 2.5 |
| | $\Delta_{max}/2.06$ | 1.7 | 2.8 | 2.6 | 3.6 | 2.1 | 2.2 | 3.1 | 1.6 | 2.5 | 3.3 | 1.8 | 1.8 | 3.1 | 2.7 | 2.5 |
| | $\Delta_{max}/2.07$ | 1.5 | 2.4 | 2.3 | 2.5 | 2.9 | 2.3 | 3.0 | 1.4 | 2.5 | 3.0 | 2.5 | 2.2 | 2.9 | 2.3 | 2.3 |
| | $\Delta_{max}/2.00$ | 1.6 | 3.1 | 2.4 | 2.6 | 3.0 | 2.3 | 3.1 | 1.1 | 2.1 | 3.1 | 2.5 | 1.5 | 3.0 | 2.4 | 2.4 |
| | $\Delta_{max}/2.11$ | 1.7 | 3.0 | 2.2 | 2.8 | 2.8 | 2.5 | 2.9 | 1.8 | 2.4 | 2.9 | 2.1 | 2.1 | 2.2 | 2.2 | 2.3 |
| | $\Delta_{max}/2.00$ | 1.6 | 3.1 | 2.4 | 3.0 | 3.0 | 2.6 | 3.1 | 2.0 | 2.3 | 3.1 | 2.3 | 2.0 | 2.3 | 2.4 | 2.4 |
| 圆度仪测得值 $f_0$ | | 1.1 | 3.4 | 1.2 | 2.9 | 3.0 | 2.0 | 2.4 | 1.1 | 2.0 | 2.8 | 1.8 | 1.5 | 2.9 | 2.1 | 2.1 |

# 第9章 国际标准

## 1 技术制图—尺寸和形位公差表示法—非刚性零件（ISO10579—1993）

（1）前言

某些零件当脱离加工状态时，由于它的重量，挠性或由于在加工过程中造成的内应力的释放，会造成相对于加工状态时的物理变形。

这些零件称为“非刚性零件”，并允许其变形程度为在检测和装配时，在正常力的作用下，其几何公差仍符合图样上给出公差的要求。

根据设计的要求和此特定的零件能通过与之相配的零件，此零件在自由状态下是基本上可以接受的，或者说，如把约束力强加于零件上，其压力应不大于装配时所能接受的力。

典型的零件有下述几种：型材（薄片和薄板）件，纤维玻璃，铸件、铸塑件或橡胶件。

（2）应用范围

本标准给出非刚性零件尺寸和形位公差的表示规则，对被测要素按图样规定对尺寸和形位公差进行检测时加以限制。

（3）引用标准

ISO1101—1983 技术制图—几何公差表示法—形状，方向，位置和跳动公差表示法—通则，定义，符号在图样上的表示方法。

（4）定义

以下的定义是专为本标准制定的。

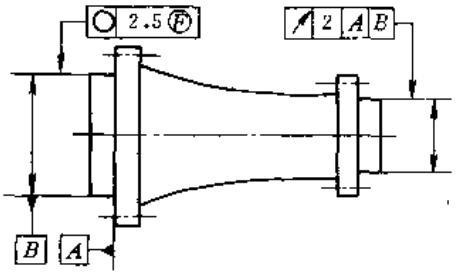
1）非刚性零件　零件在自由状态时偏离几何形状的变形程度可以超出图样上给出的尺寸和/或几何公差的规定。

2）自由状态　零件在不受外力（自然力和重力除外）情况下的状态。

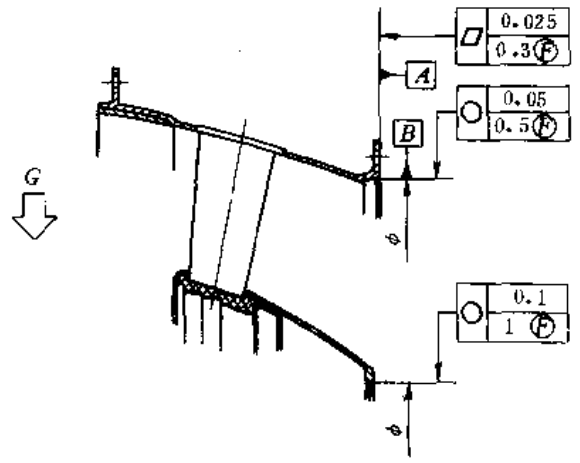
（5）基本原则

非刚性零件的变形应使该零件在装配检测时，在施加压力或相等于装配时的力的条件下，不超过图样上给定的形位公差值。释放自然力和重力的作用是不可能避免的；但其变形量取决于零件的安置方向和零件在自由状态下的几何公差，前提条件是已保证其公差的条件（如重力方向，安置条件等），并可将其用注解方式说明，见本小节（7）。对于非刚性零件在图样上应注出“ISO10579—NR”，除非注出符号Ⓕ，否则应保证其限制条件。

表 4.9-1

| 图样上的表示 | 解释 |
| --- | --- |
|  <br>ISO10579—NR<br>限制条件：A 表面用 64 个 M6×1 的螺栓安装，受到螺纹旋入时的扭力为 9～15N·m，B 要素受其最大实体尺寸极限的限制 | 几何公差值后面加注Ⓕ，是在自由状态时应保证的公差值。跳动的公差值是在注解中提出的条件下给定的 |

（续）

| 图样上的表示 | 解释 |
| --- | --- |
|  <br>ISO10579—NR<br>限制条件：A表面用120个M20的螺栓安装，螺纹旋入时的扭力为18～20N·m，B要素受其最大实体尺寸极限的限制 | 几何公差值后面加注Ⓟ，是在自由状态时应保证的公差值。其他几何公差按注解中的要求应在A表面的限制条件下和B表面的最大实体尺寸极限下加以保证 |

（6）图样表示法

必要时，非刚性零件的图样表示应包括下述内容（见本章1.7）：

——在标题栏内或附近注上“ISO10579—NR”；

——加注关于符合图样要求的限制条件。

——将在自由状态下所允许的几何公差值按ISO1101的规定，放置在公差框格内，并在数值后加注符号Ⓕ；

——应保证在自由状态下几何公差的条件，如零件的重力方向，安置条件等）

（7）示例和解释（表4.9-1）（ISO10579附录A）（参考件）

## 2　技术制图—形状和位置公差表示法—延伸公差带概念（ISO10578—1992）

（1）前言

延伸公差带应与几何公差联合应用。

推荐在螺纹件的垂直度，孔的干涉配合或相似的情况下应用。

（2）应用范围

本标准给出了延伸公差带的标注原则，并规定了表示方法。

（3）引用标准

ISO1101--1983 技术制图——几何公差表示法——形状，方向，位置和跳动公差表示法——通则，定义，符号在图样上的表示方法。

（4）定义

见ISO1101中的定义

（5）延伸公差带用在图样的公差框格中，公差值后面加注符号Ⓟ的要素的外部延伸部分。延伸公差带的最小延伸范围和位置在相应视图中用Ⓟ放在延伸尺寸前来表示，见图4.9-1。

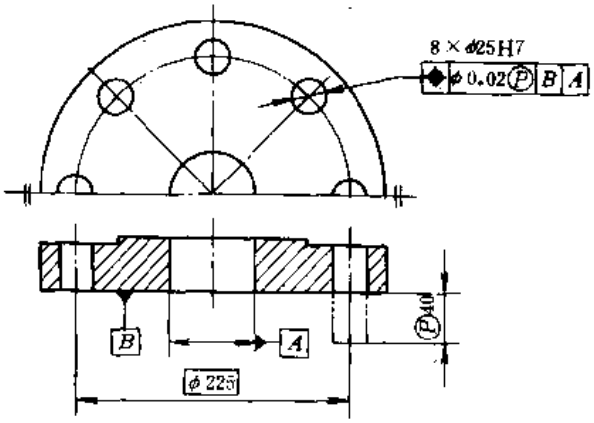



图　4.9-1

(6) 图例和解释 (ISO10578 附录 A) (参考件)

此例为螺钉 3 通过件 2 并紧固于件 1。如图 4.9-2 所示，

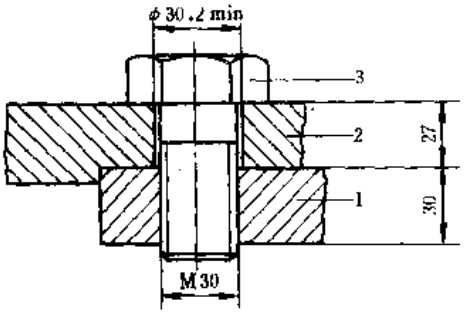



图 4.9-2

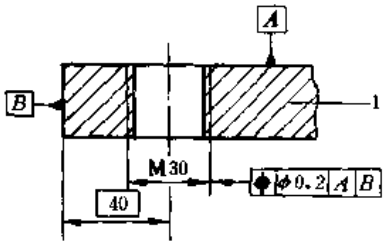



图 4.9-3

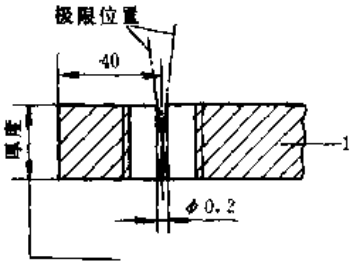



图 4.9-4

件 1 的各项要求见图 4.9-3，相应的解释见图 4.9-4。

件 1 中螺钉孔轴线的位置如图 4.9-5 所示，表示螺钉已无法装入，可以有多种方法排除此干涉现象：

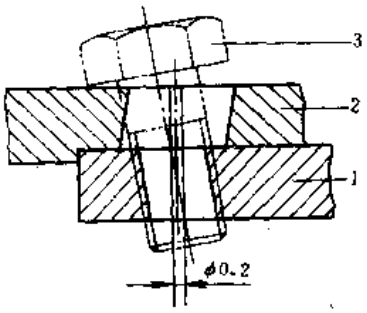



图 4.9-5

——件 2 孔的尺寸可如图 4.9-6 所示增大，但如肩部和对中功能要求不允许，则此情况不可行。

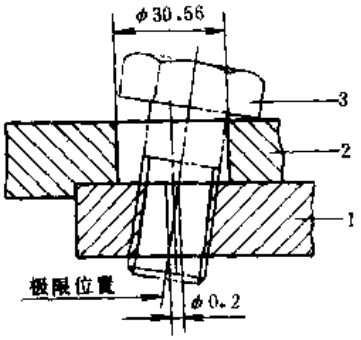



图 4.9-6

——缩紧件 1 的公差，但这将增加零件的制造成本。

——再增加一项公差要求：如垂直度，它的公差值应小于定位公差值，这也将增加零件的制造成本。

——如图 4.9-7 所示采用延伸公差带，在保证装配时允许最大的公差值，解释见图 4.9-8。

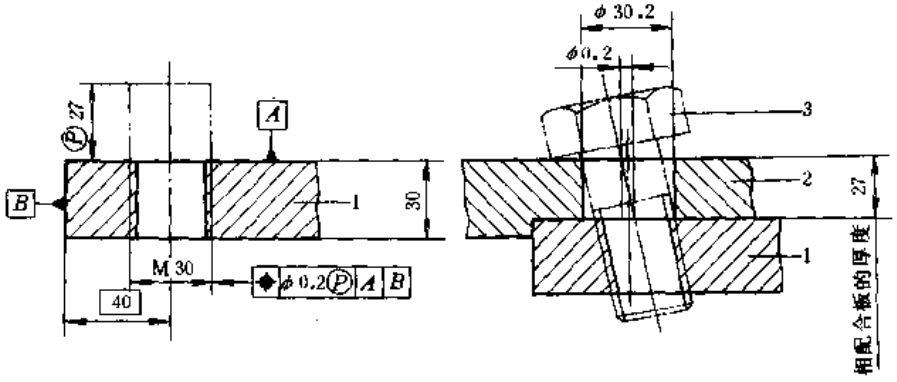



图 4.9-7

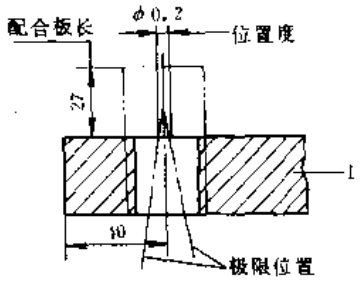



图 4.9-8
延伸公差带的功能长度

延伸公差带的功能长度应取最小值。当紧固件是一螺钉时，其最小给定长度是配合零件的最大允许厚度，当紧固件为螺栓或销钉，其最小给定长度为螺柱或销钉延伸部分的最大长度，见图 4.9-9。

## 3　一般公差-第2部分未注几何公差 (ISO2768—2：1989)

(1) 适用范围

ISO2768 的这部分标准是为了简化标注和控制图样上未加标注的几何公差值。它规定了各项目未注公差的三个等级。

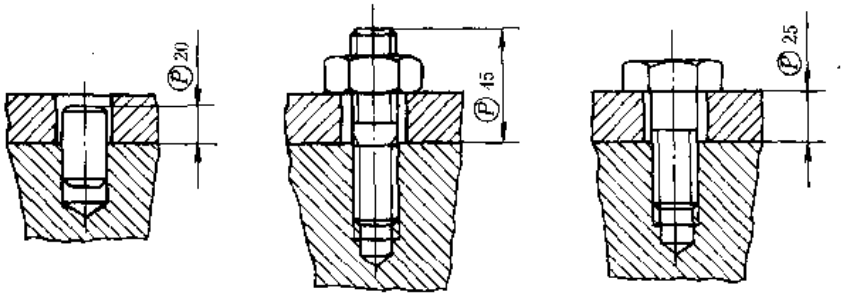



图 4.9-9

本标准主要适用于去除材料制造的要素，也允许用于其它方法制造的要素，然而，为了查明一般的工厂制造精度是否在 ISO2768 对零件所规定的未注公差值内，需要进行特殊的检查。

(2) 通则

在公差等级的制订时，已考虑了各类工厂的惯用精度。如需对某个要素要求更精或更粗或为了提高经济性，均可按 ISO1101（见第 A. 2 条）直接标注在图样上。

在图样上或有关的文件中采用 ISO2768 规定的一般几何公差，标准中第 6 条的规定标注。此标注适用于没有注出几何公差的要素。

一般几何公差适用于几何公差各个项目，但不包括圆柱度、任意线轮廓度、任意面的轮廓度、倾斜度、同轴度、位置度和全跳动。

在任何情况下，当（见 B1）该图样明确标出是 ISO8015《基本公差原则的表示法》时，一般几何公差也应采用 ISO2768。

(3) 引用标准

ISO1101：1983　技术制图--几何公差表示法--形状、定向、定位和跳动—通则、定义、符号和图样表示法。

ISO2768—1：1989　未注公差--第 1 部分，未注的尺寸和角度公差。

ISO5459：1981　技术制图—几何公差表示法—几何公差的基准和基准体系。

ISO8015：1985　技术制图—基本公差原则表示法。

(4) 定义

在 ISO2768 这一部分中的定义已在 ISO1101 和 ISO5459 中给出，

(5) 一般几何公差（也见 B1）

1) 单一要素的公差

① 直线度和平面度　表 4.9-2 给出了直线度和平面度的未注公差，在表 4.9-2 中选择公差值时，如直线度则按其相应线的长度，如平面度则按其表面的较长侧或图表面的直径选择。

**表 4.9-2　直线度和平面度一般公差值**

(mm)

| 公差等级 | 直线度和平面度基本长度的范围 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ~10 | >10~30 | >30~100 | >100~300 | >300~1000 | >1000~3000 |
| H | 0.02 | 0.05 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 |
| K | 0.05 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 |
| L | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 1.6 |

② 圆度　圆度的一般公差相等于标注的直径公差值，但不能大于表 4.9-4 中的径向圆跳动值（见 B.

2 中的示例）

③　圆柱度　圆柱度的一般公差值不作规定。

圆柱度误差由三个部分组成：圆度、直线度和相对应线的平行度误差，而其中每一项误差均由它们的注出公差或未注公差控制。

如因功能原因，圆柱度应小于圆度、直线度和平行度的未注公差的综合反应，应在被测要素上按 ISO1101 注出圆柱度公差数值，有时，由于配合要求，可采用包容原则。

2）关联要素的公差

①　通则

②到⑥中规定的公差值适用于所有的未注公差值的关联要素。

②　平行度

平行度的一般公差值等于标注的尺寸公差值或者平面度/直线度公差值，取其大者。两个要素中的较长者视作基准，如两要素长度相等，可取任一要素作为基准（见 B. 4）。

③　垂直度

表 4.9-3 给出了垂直度一般公差值。形成直角的两边中的较长者视作基准，如两边长度相等则可取任一边作为基准。

**表 4.9-3　垂直度一般公差值**（mm）

| 公差等级 | 垂直度公差短边基本长度的范围 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ~100 | >100 ~300 | >300 ~1000 | >1000 ~3000 |
| H | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |
| K | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1 |
| L | 0.6 | 1 | 1.5 | 2 |

④　对称度

表 4.9-4 给出了对称度的一般公差值，两要素中较长者应视作基准，如两要素长度相等，可取任一要素作为基准。

**表 4.9-4　对称度一般公差值**（mm）

| 公差等级 | 对称度公差基本长度的范围 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ~100 | >100 ~300 | >300 ~1000 | >1000 ~3000 |
| H | 0.5 | | | |
| K | 0.6 | | 0.8 | 1 |
| L | 0.6 | 1 | 1.5 | 2 |

对称度的一般公差值用于至少两个要素中的一个是中心平面，或两要素的轴线相互垂直，见 B. 5 中的示例。

⑤　同轴度

同轴度未注公差值不作规定。

在极限情况下，同轴度误差可以和表 4.9-5 中规定的径向圆跳动一样大，由于径向圆跳动误差包含了同轴度误差和圆度误差。

⑥　圆跳动

表 4.9-5 给出了圆跳动（径向、端面和斜向）的一般公差值。

对于圆跳动的一般公差值，必须以设计给出的支承表面作基准，否则，对于径向圆跳动，两要素中之较长者应视作基准，如两要素长度相等，则可取任一要素作为基准。

**表 4.9-5　圆跳动一般公差值**（mm）

| 公差等级 | 圆跳动公差值 |
|---|---|
| H | 0.1 |
| K | 0.2 |
| L | 0.5 |

（6）图样上的表示法

1）如采用 ISO2768 这一部分规定的一般公差值，则必须同时采用 ISO2768—1，并在标题栏中或在附近注出下述内容。

a）“ISO2768”；

b）公差等级采用 ISO2768－1；

c）几何公差等级采用 ISO2768 本部分的规定。

**例**：ISO2768—mK

此时，角度的一般公差值采用 ISO2768—1，但不包括直角（90°），直角是隐含的，并不示出，而应采用 ISO2768 本部分的垂直度一般公差值。

2）如不采用尺寸的一般公差值（公差等级 m），其相应的字母应在图样标记中取消。

**例**：ISO2768－K

3）如包容要求Ⓔ用于所有尺寸的单一要素，符号“*E*”应加注在 1）条所规定的符号后面。

如 ISO2768－mK-*E*

包容要求Ⓔ不能用于直线度公差值大于尺寸公差值的要素上，如托柄材料。

（7）拒收

除另有规定，超出了一般几何公差值的工件，如功能没有受到损害（见 A. 4）不应自动拒收。

（8）ISO2768　附　录　A（参考件）

表示几何特征一般公差值的概念

A. 1　一般公差值必须按本标准第 6 条的规定在图样上标注。

一般公差值符合工厂的常用精度等级，所选择的适合公差等级应在图样中注明。

A. 2　一定的公差值是符合工厂的常用精度的，如扩大公差值通常不会给工厂制造带来经济效益。任何情况下，工厂的机加工和常用的工艺方法不会加工出较大的偏差值，例如，某要素直径 25mm±0.1mm，长 80mm，在按工厂常用精度加工时，等于或精于 ISO2768—mH，它包含了被测要素的圆度在 0.1mm 之内、直线度在 0.1mm 之内以及径向圆跳动也在 0.1mm 之内（这些数值在 ISO2768 这部分中规定）。给出公差值对此工件没有任何好处。

然而，如由于功能原因，某要素要求比“一般公差值”小的公差数值，就需要将此公差值单独注在此要素上。这种类型的公差值不属于一般公差值的范畴。

如要素的功能允许几何公差等于或大于一般公差值，则不需要单独注出，但需在图样上按第 6 条叙述，这种类型的公差值，允许充分运用一般几何公差值表示法的概念。

例外的是，如功能要求允许大于一般公差值而这个较大的公差值会给工厂带来经济效益，在这种特殊情况下，这个较大的几何公差值应单独注在要素上，例如大而薄的圆环的圆度。

A. 3　采用一般几何公差值导致下列优点

a）图样易读，对于图样的读者可高效的进行信息交换；

b）设计者节省时间，不用详细的计算公差值，他们只要清楚某要素的功能是否允许较大于或等于一般公差值；

c）图样很清楚的指出那些要素可以用一般加工方法加工，同样，也可降低检查要求，但保证工程质量。

d）对于大多数零件来说，所剩下的那些注出几何公差值的要素，是由于功能要求用相应小的公差值，可能给生产带来特殊的效益，这将对按排生产有帮助，并能帮助质量控制服务部门对检验要求进行分析。

e）购买者和提供分合同的工程师可更方便的进行谈判，由于“工厂的常用精度”在合同生效前就已经知道，这也可避免在买卖之间造成争论，因为在这方面图样是完整无疑的。

只有一般公差值十分有把握不会超出时，上述优点才能充分体现。即某工厂的常用精度等于或高于图样上表示的一般公差值。

工厂必须做到：

—能测出工厂常用精度值；

—图样中一般公差值等于或大于工厂常用精度时才能接受；

—抽样检查以保证工厂常用精度不被破坏。

那种依赖没有定义的不确定的和误解的“好工艺”不再与一般几何公差值的概念混淆在一起，一般几何公差规定了“好工艺”的要求精度。

A. 4　功能允许的公差值经常是大于一般几何公差值，实际上零件的功能往往并不因为工件任一要素超出了（或偶而超出）一般几何公差值而被损害。

只有在超出一般几何公差值会损害零件功能时才能被拒收。

（9）ISO2768 附录 B　（参考件）

B. 1　一般几何公差值（见第 5 条）

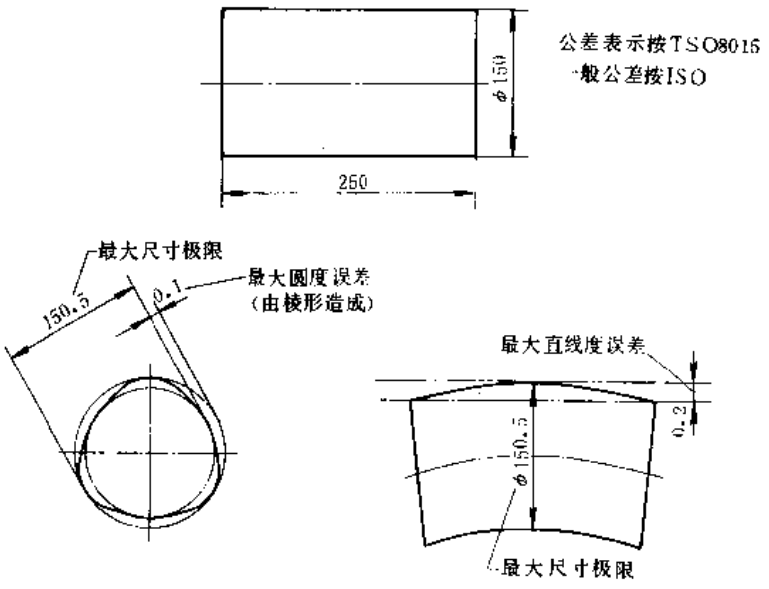



**图 4.9-10**　独立原则：在同一要素上的最大允许误差

根据独立原则（见 ISO8015），一般几何公差值用于零件要素的实际局部尺寸时，即使要素处处都是最大实体尺寸也是适用的。

如某要素要求包容原则Ⓔ或所有要素如第 6 条所述都要求Ⓔ，这个要求同样需遵守。

B. 2　圆度—示例

示例 1（见图 4.9-11）

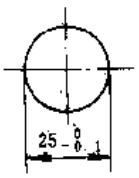
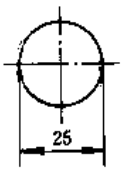
| 示例 | 图样上的标注 | 圆度公差带 |
|---|---|---|
| 1 |  | |
| 2 |  | |

图 4.9-11　圆度一般公差值示例

示例 2　一般几何公差值 ISO2768—mK。直径 25mm 的允许偏差是±0.2mm，该偏差值导致 0.4mm 的允许值，大于在表 4.9-5 中给出的 0.2mm，0.2 是圆度公差值。

B. 3　圆柱度

由于几何的原因，由圆度、直线度和平行度综合形成的一般公差值小于上述三种公差值之和，因为它们都同时受限于尺寸公差，为简单起见，可用Ⓔ或标出圆柱度，三种公差值的总和可以进行计算。

B. 4　平行度

根据要素误差的形状，平行度误差可由尺寸公差值（见图 4.9-12）或由直线度或平面度控制（见图 4.9-13）。

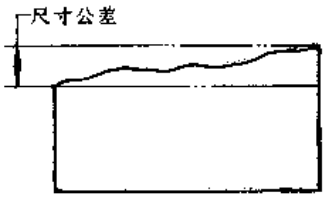



图 4.9-12

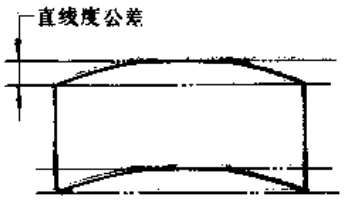
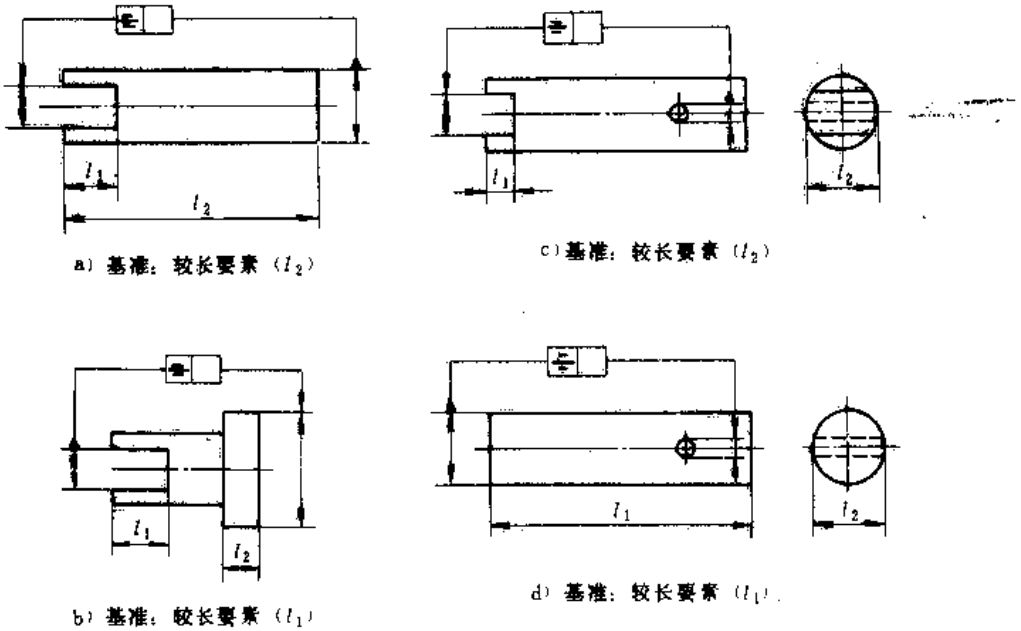



图 4.9-13

B. 5　对称度

示例

B. 6　图样示例




a）基准：较长要素（$l_2$）　c）基准：较长要素（$l_2$）

b）基准：较长要素（$l_1$）　d）基准：较长要素（$l_1$）

图 4.9-14

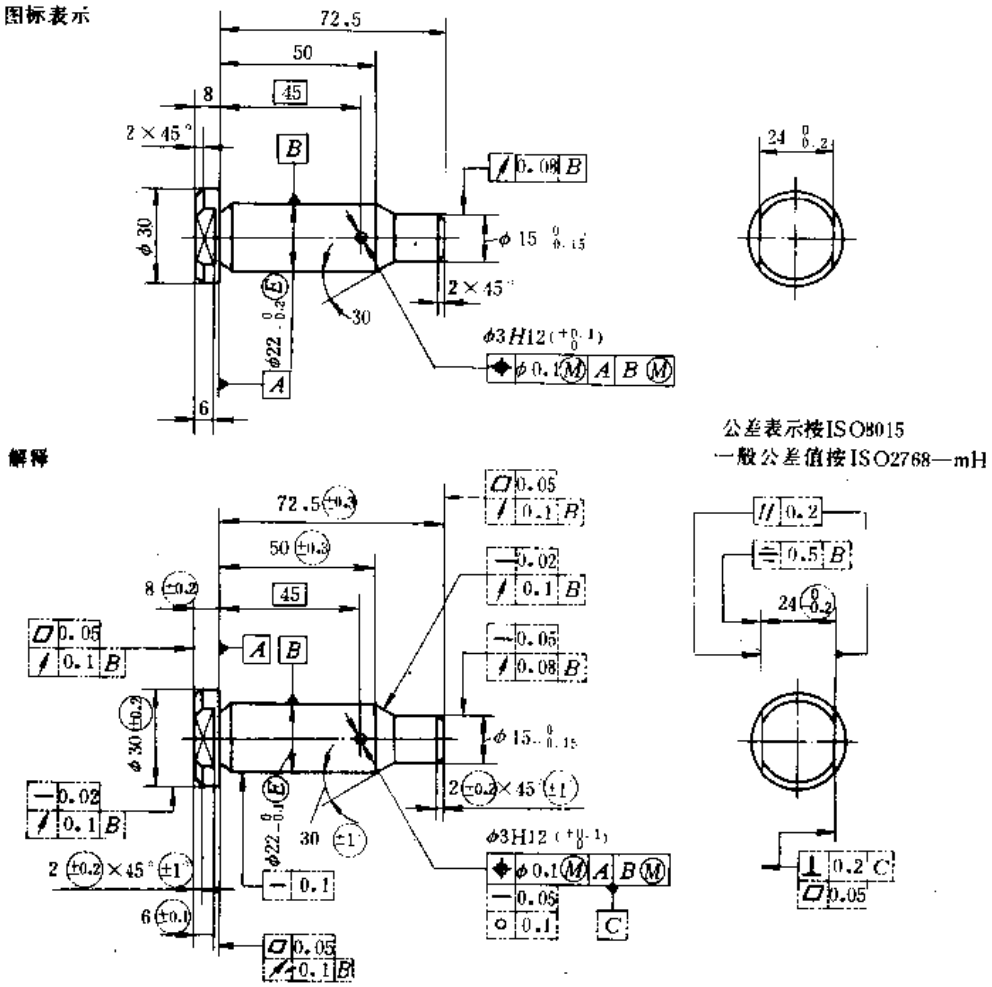



图　4-9-15

注：1. 用细双点划线表示的公差值（框格或图）是一般公差值，该公差值是车间加工时自动达到的，该车间应具有等于或高于ISO2768的常用精度，通常不要求检查。

2. 有些公差值同时限制了该要素上的其他项目的误差，如垂直度公差也限制了直线度误差，图中没有表示所有的一般公差值。

# 第5篇　表面粗糙度与表面波纹度

**主　编**　董树信
**编写人**　董树信（1～3章）
　　王欣玲（4～6章）
**审稿人**　舒森茂

表面粗糙度是指加工表面上具有的较小间隔和峰谷所组成的微观几何形状特性，一般由所采用的加工方法所形成。在工件使用和存储过程中，也会因摩擦磨损和腐蚀等因素影响而形成。

表面粗糙度对工件的使用功能影响很大。工件表面的微观形貌又往往比较复杂，还要排除表面波纹度的影响，因此，对粗糙度数值上的评定也较为复杂。由于工件的表面粗糙度只是在很局部的表面上测量评定，而整个表面加工所得的微观不平度在各处又不完全一样，其数值的分散程度往往较大。这也带来了在规定表面粗糙度参数值时，应以哪个为准的问题，即是上限或下限值，还是最大值。

表面粗糙度是以在局部表面上的微观不平度来衡量的，但由于对局部表面测量较困难，各国的评定标准都是以某一正截面在表面上所截得的轮廓线来评定。当不规定测量截面的方向时，则测量截面的方向与高度参数（$R_a$、$R_z$、$R_y$）最大值的方向一致。一般，它为垂直于加工纹理的方向，如加工纹理方向不规则时，可为任意方向。

近年来开发出了三维表面微观形貌测量仪，才使在局部表面上的三维评定表面粗糙度变成现实，但仍处于在研究试制阶段，尚未制订标准。

由于表面粗糙度测量仪器较为复杂，各种仪器可测的参数也不尽相同，因此，在粗糙度参数的选用上，也受到企业现有量仪的制约。

应从零件表面功能出发规定表面粗糙度的要求，功能可能是多方面的；如无质量要求，可不规定其参数值，也不需检查。但由于表面粗糙度影响的功能广泛，一般表面对之均有一定要求，所以图样上对各个表面都必需注上表面粗糙度要求。

表面粗糙度评定时，不应包含沟槽、气孔、划痕等表面缺陷在内，必要时，表面缺陷的要求应另行规定。

有关表面粗糙度的国家标准有以下几项：

1）GB/T 1031—95　表面粗糙度　参数及其数值；

2）GB 3505—83　表面粗糙度　术语　表面及其参数；

3）GB/T 131—93　机械制图　表面粗糙度代号及其注法；

4）GB 6060.1—85　表面粗糙度比较样块　铸造表面；

5）GB 6060.2—85　表面粗糙度比较样块　磨、车、镗、铣、插及刨加工表面；

6）GB 6060.3—86　表面粗糙度比较样块　电火花加工表面；

7）GB 6060.4—87　表面粗糙度比较样块　抛光加工表面；

8）GB 6060.5—88　表面粗糙度比较样块　抛（喷）丸、喷砂加工表面；

9）GB 6061—85　轮廓法测量表面粗糙度的仪器——术语；

10）GB 6062—85　轮廓法触针式表面粗糙度测量仪——轮廓记录仪及中线制轮廓计；

11）GB 7220—87　表面粗糙度　术语　参数测量；

12）GB 2523—81　冷轧薄钢板（带）表面粗糙度测量方法；

13）GB 10610—89　触针式仪器测量表面粗糙度的规则和方法；

14）GB 12472—90　木制件表面粗糙度参数及其数值。

# 第1章　表面粗糙度

## 1　术语及定义（GB 3505—83）

GB 3505—83规定了术语与定义61个，其中有关表面、轮廓和基准的术语与定义34个，与微观不平度高度特性有关的表面粗糙度参数术语与定义11个，与微观不平度间距特性有关的表面粗糙度参数术语与定义9个，与微观不平度形状特性有关的表面粗糙度参数术语与定义有7个。现将机械工业常用的有关术语定义说明于下。

1）基准线　用以评定表面粗糙度参数的给定的线。

基准线应具有几何轮廓的形状，它的方位和实际轮廓总的走向一致，并可由数学方法确定，如最小二乘法。

2）取样长度（$l$）　用于判别具有表面粗糙度特征的一段基准线长度（见图5.1-1）。规定和选择这段长度是为了限制和减弱表面波纹度对表面粗糙度测量结果的影响（取样长度在轮廓总的走向上量取）。

3）评定长度（$l_n$）　评定轮廓所必须的一段长度，　它可包括一个或几个取样长度（见图 5.1-1）。

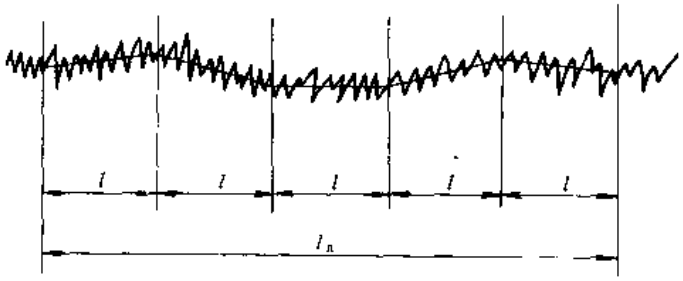



**图 5.1-1**　取样长度和评定长度

4）轮廓偏距（$y$）　在测量方向上轮廓线上的点　与基准线之间的距离（见图 5.1-2）

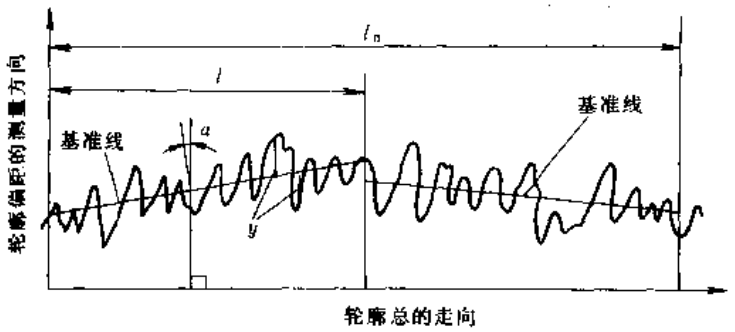



**图 5.1-2**　轮廓偏距

在基准线之上的轮廓线上点的轮廓偏距为正，在基准线之下的轮廓线上点的轮廓偏距为负。

5）轮廓的最小二乘中线（简称中线）（$m$）　具有几何轮廓形状并划分轮廓的基准线，在取样长度内使轮廓线上各点的轮廓偏距的平方和为最小（见图 5.1-3）。

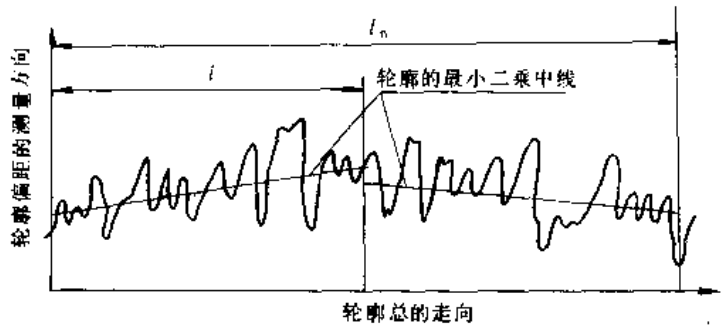



**图 5.1-3**　轮廓的最小二乘中线

6）轮廓的算术平均中线　具有几何轮廓形状在取样长度内与轮廓走向一致的基准线。在取样长度内由该线划分轮廓使上下两边的面积相等（见图 5.1-4）。

规定算术平均中线是为了用图解法近似地确定最

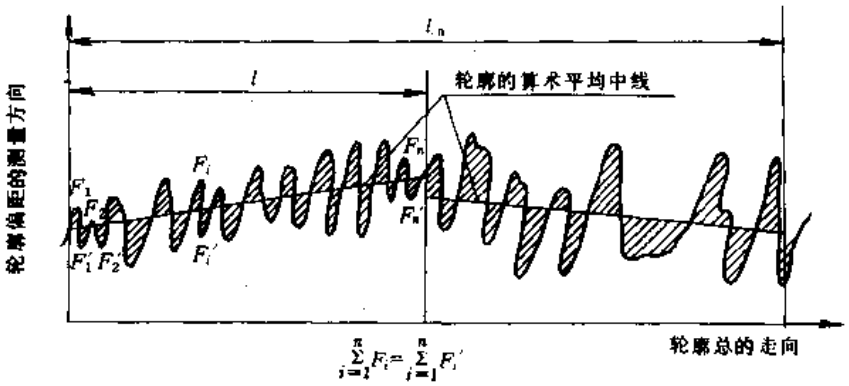



图 5.1-4　轮廓的算术平均中线

小二乘中线。

7）中线制　以中线为基准线评定轮廓的计算制。

8)轮廓的单峰　两相邻轮廓最低点之间的轮廓部分（见图 5.1-5）。

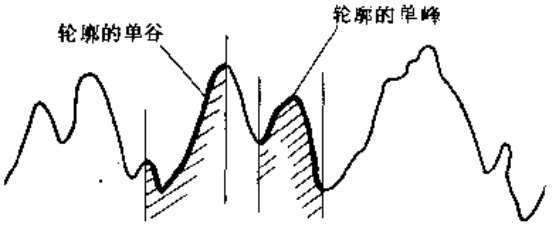



图 5.1-5　轮廓的单峰和轮廓的单谷

9)轮廓的单谷　两相邻轮廓最高点之间的轮廓部分（见图 5.1-5）。

10）单个微观不平度　单峰与相邻单谷的组合。

11)轮廓峰　在取样长度内轮廓与中线相交，联接两相邻交点向外（从材料到周围介质）的轮廓部分（见图 5.1-6）

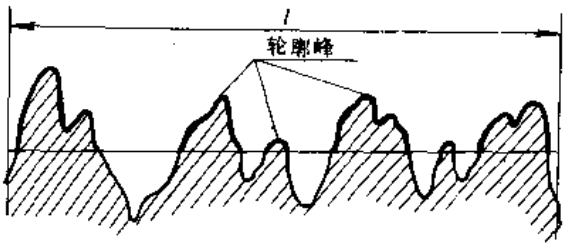



图 5.1-6　轮廓峰

在取样长度始端或终端，轮廓的向外部分也是轮廓峰。

12)轮廓谷　在取样长度内轮廓与中线相交，联接两相邻交点向内（从周围介质到材料）的轮廓部分（见图 5.1-7）。

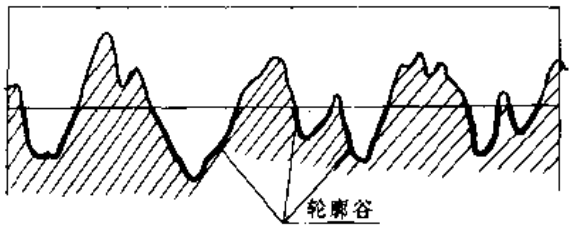



图 5.1-7　轮廓谷

在取样长度的始端和终端轮廓的向内部分也是轮廓谷。

13）轮廓微观不平度　轮廓峰与相邻轮廓谷的组合。

14)表面加工纹理　表面微观结构的主要方向，一般由所采用的加工方法或其他因素形成。

15）轮廓峰顶线　在取样长度内平行于基准线并通过轮廓最高点的线（见图 5.1-8）。

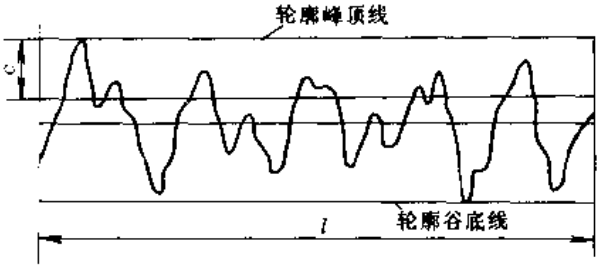



图 5.1-8　轮廓峰顶线、轮廓谷底线和轮廓水平截距

16）轮廓谷底线　在取样长度内平行于基准线并通过轮廓最低点的线（见图 5.1-8）。

17）轮廓水平截距（$c$）　轮廓峰顶线和平行于它并与轮廓相交的截线之间的距离。它可用微米或轮廓最大高度 $R_y$ 的百分数表示（见图 5.1-8）。

18）轮廓峰高（$y_p$）　中线至轮廓峰最高点之间的距离（见图 5.1-9）。

19）轮廓谷深（$y_v$）　中线至轮廓谷最低点之间的距离（见图 5.1-9）。

20）轮廓最大高度（$R_y$）　在取样长度内轮廓峰顶线和轮廓谷底线之间的距离（见图 5.1-10）。

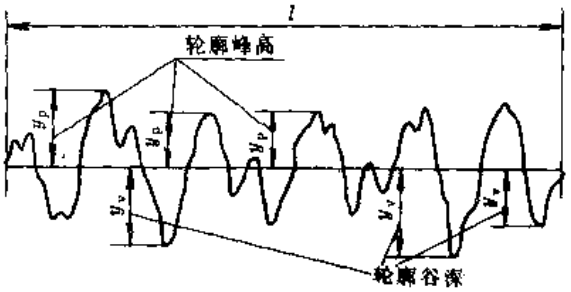



图 5.1-9　轮廓峰高和轮廓谷深

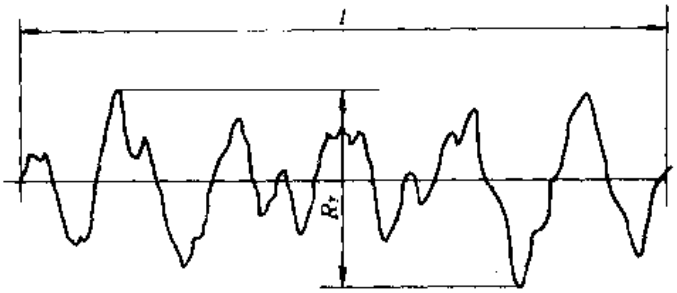



图 5.1-10　轮廓最大高度

21）微观不平度十点高度（$R_z$）　在取样长度内 5 个最大的轮廓峰高的平均值与 5 个最大的轮廓谷深的平均值之和（见图 5.1-11）。

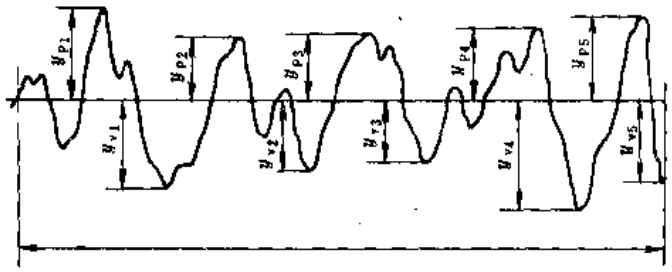



图 5.1-11　微观不平度十点高度

$$R_z=\frac{\sum_{i=1}^{5}y_{p_i}+\sum_{i=1}^{5}y_{v_i}}{5}$$

式中　$y_{p_i}$——第 $i$ 个最大的轮廓峰高；

$y_{v_i}$——第 $i$ 个最大的轮廓谷深。

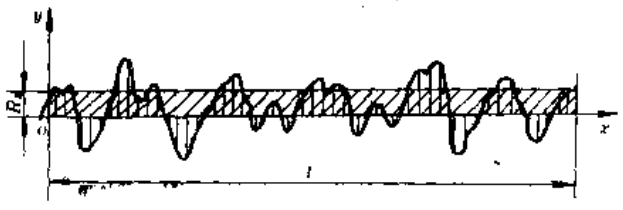



图 5.1-12　轮廓算术平均偏差

22）轮廓算术平均偏差（$R_a$）　在取样长度 $l$ 内轮廓偏距绝对值的算术平均值（见图 5.1-12）。

$$R_a=\frac{1}{l}\int_0^l|y(x)|\mathrm{d}x$$

或近似为

$$R_a=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|y_i|$$

23）轮廓微观不平度的间距　含有一个轮廓峰和相邻轮廓谷的一段中线长度（见图 5.1-13）。

24）轮廓微观不平度的平均间距（$S_m$）　在取样长度内轮廓微观不平度的间距的平均值。

计算 $S_m$ 时要注意在取样长度始端或终端，轮廓的向外部分也算一个轮廓峰，向内部分也算一个轮廓谷。

25）轮廓的单峰间距　两相邻单峰的最高点之间的距离投影在中线上的长度（见图 5.1-14）。

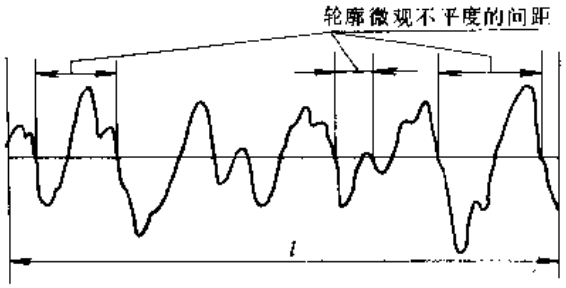



**图 5.1-13**　轮廓微观不平度的间距

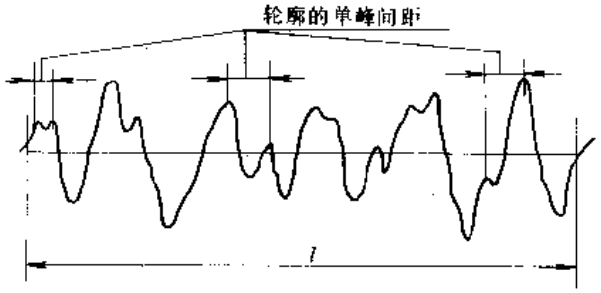
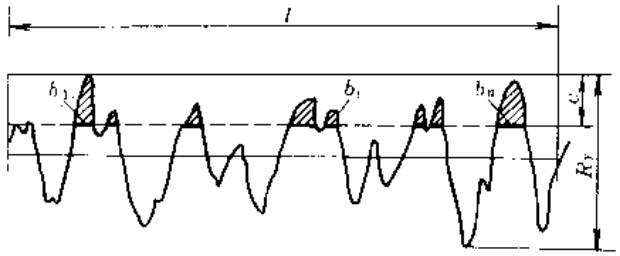



**图 5.1-14**　轮廓的单峰间距

26）轮廓的单峰平均间距（$S$）　在取样长度内轮廓的单峰间距的平均值。

27）轮廓支承长度（$\eta_p$）　在取样长度内，一平行于中线的线与轮廓相截所得到的各段截线长度之和（见图 5.1-15）。




$$\eta_p = b_1 + \cdots + b_i + \cdots + b_n$$

**图 5.1-15**　轮廓支承长度 $\eta_p = b_1 + \cdots + b_i + \cdots + b_n$

28）轮廓支承长度率（$t_p$）　轮廓支承长度 $\eta_p$ 与取样长度 $l$ 之比

$$t_p = \frac{\eta_p}{l}$$

$t_p$ 值是对应于不同水平截距 $C$ 而给出的。

## 2　参数及其数值（GB/T 1031—95）

GB/T 1031—95 规定了评定工业制品的表面粗糙度的参数及其数值的标准，采用中线制评定表面粗糙度。

该标准规定的评定与表面粗糙度高度特性有关的参数有 3 个。

1）轮廓最大高度 $R_y$；

2）微观不平度十点高度 $R_z$；

3）轮廓算术平均偏差 $R_a$。

规定的评定与表面粗糙度间距特性有关的参数有 2 个。

1）轮廓微观不平度的平均间距 $S_m$；

2）轮廓的单峰平均间距 $S$。

规定的评定与表面粗糙度形状特性有关的参数有 1 个：轮廓支承长度率 $t_p$。

### 2.1　高度参数的数值

1）轮廓算术平均偏差 $R_a$ 的数值标准见表 5.1-1。

**表 5.1-1　轮廓算术平均偏差 $R_a$ 的数值**

（μm）

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $R_a$ | 0.012 | 0.2 | 3.2 | 50 |
| | 0.025 | 0.4 | 6.3 | 100 |
| | 0.05 | 0.8 | 12.5 | — |
| | 0.1 | 1.6 | 25 | — |

2）微观不平度十点高度 $R_z$ 和轮廓最大高度 $R_y$ 的数值见表 5.1-2。

**表 5.1-2　微观不平度十点高度 $R_z$，轮廓最大高度 $R_y$ 的数值**　（μm）

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_z$、$R_y$ | 0.025 | 0.4 | 6.3 | 100 | 1600 |
| | 0.05 | 0.8 | 12.5 | 200 | — |
| | 0.1 | 1.6 | 25 | 400 | — |
| | 0.2 | 3.2 | 50 | 800 | — |

### 2.2　间距参数的数值

轮廓微观不平度的平均间距 $S_m$ 和轮廓的单峰平均间距 $S$ 的数值见表 5.1-3。

**表 5.1-3　轮廓微观不平度的平均间距 $S_m$，轮廓的单峰平均间距 $S$ 的数值**（mm）

| | | | |
|---|---|---|---|
| $S_m$、$S$ | 0.006 | 0.1 | 1.6 |
| | 0.0125 | 0.2 | 3.2 |
| | 0.025 | 0.4 | 6.3 |
| | 0.05 | 0.8 | 12.5 |

### 2.3　形状参数的数值

轮廓支承长度率和相应的轮廓水平截距的数值标准见表 5.1-4 和表 5.1-5。

**表 5.1-4　轮廓支承长度率 $t_p$ 的数值**

| $t_p$% | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

**表 5.1-5　轮廓水平截距 $c$ 的数值**

| $c$（$R_y$ 的%） | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

## 2.4　取样长度和评定长度的推荐数值

取样长度的数值标准见表 5.1-6。

**表 5.1-6　取样长度 $l$ 的数值（mm）**

| 0.08 | 0.25 | 0.8 | 2.5 | 8 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|

标准还规定了按不同高度参数值时取样长度和评定长度的推荐数值（见表 5.1-7）。

**表 5.1-7　$R_a$ 和 $R_z$、$R_y$ 的取样长度 $l$ 与评定长度 $l_n$ 的选用值**

| $R_a$（μm） | $R_z$、$R_y$（μm） | $l$（mm） | $l_n$（$l_n=5l$）（mm） |
|---|---|---|---|
| ≥0.008～0.02 | ≥0.025～0.10 | 0.08 | 0.4 |
| >0.02～0.10 | >0.10～0.50 | 0.25 | 1.25 |
| >0.10～2.0 | >0.50～10.0 | 0.8 | 4.0 |
| >2.0～10.0 | >10.0～50.0 | 2.5 | 12.5 |
| >10.0～80.0 | >50.0～320 | 8.0 | 40.0 |

由于加工表面的不均匀性，在评定表面粗糙度时其评定长度应根据不同的加工方法和相应的取样长度来确定。如被测表面均匀性较好，测量时可选用小于 $5l$ 的评定长度值，均匀性较差的表面可选用大于 $5l$ 的评定长度值。

## 2.5　微观不平度高度和间距的辨别率

微观不平度高度和间距的辨别率是被计入的轮廓峰，轮廓谷，单峰和单谷的最小高度和最小间距。它们分别用轮廓最大高度 $R_y$ 的百分数和取样长度 $l$ 的百分数表示。GB/T 1031—95 规定计入的最小高度为轮廓最大高度的 10%。轮廓的单峰（谷）$S$ 的最小间距规定为取样长度 $l$ 的 1%。

这样规定的目的是使粗糙度量值的结果统一。

## 3　评定表面粗糙度参数的补充系列值（GB/T 1031—95）

根据表面功能和生产的经济合理性，当选用标准中各参数的系列值不能满足要求时，可选取表 5.1-8～10 中规定的补充系列值。

**表 5.1-8　轮廓算术平均偏差 $R_a$ 的补充系列**

（μm）

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $R_a$ | 0.008 | 0.125 | 2.0 | 32 |
| | 0.010 | 0.160 | 2.5 | 40 |
| | 0.016 | 0.25 | 4.0 | 63 |
| | 0.020 | 0.32 | 5.0 | 80 |
| | 0.032 | 0.50 | 8.0 | — |
| | 0.040 | 0.63 | 10.0 | — |
| | 0.063 | 1.00 | 16.0 | — |
| | 0.080 | 1.25 | 20 | — |

**表 5.1-9　微观不平度十点高度 $R_z$、轮廓最大高度 $R_y$ 的补充系列（μm）**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $R_z$、$R_y$ | 0.032 | 0.50 | 8.0 | 125 |
| | 0.040 | 0.63 | 10.0 | 160 |
| | 0.063 | 1.00 | 16.0 | 250 |
| | 0.080 | 1.25 | 20 | 320 |
| | 0.125 | 2.0 | 32 | 500 |
| | 0.160 | 2.5 | 40 | 630 |
| | 0.25 | 4.0 | 63 | 1000 |
| | 0.32 | 5.0 | 80 | 1250 |

**表 5.1-10　轮廓微观不平度的平均间距 $S_m$ 和轮廓的单峰平均间距 $S$ 的补充系列**

（mm）

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $S_m$、$S$ | 0.002 | 0.032 | 0.50 | 8.0 |
| | 0.003 | 0.040 | 0.63 | 10.0 |
| | 0.004 | 0.063 | 1.00 | — |
| | 0.005 | 0.080 | 1.25 | — |
| | 0.008 | 0.125 | 2.0 | — |
| | 0.010 | 0.160 | 2.5 | — |
| | 0.016 | 0.25 | 4.0 | — |
| | 0.020 | 0.32 | 5.0 | — |

# 第 2 章　表面粗糙度的应用说明

## 1　参数及参数值的选取

对零件表面规定粗糙度要求时，必须给出两项基本要求，即给出粗糙度高度参数值和测定时的取样长度值。粗糙度高度参数从轮廓算术平均偏差 $R_a$，微观不平度十点高度 $R_z$ 和轮廓最大高度 $R_y$ 三项中选取。

### 1.1　参数的选取

标准规定粗糙度在 $R_a$ 为 0.025～6.3μm，$R_z$ 为 0.1～25μm 范围内时，推荐优先选用 $R_a$ 参数。

选用 $R_z$ 参数主要由于工厂现有测量仪器只能测得 $R_z$ 参数；或粗糙度要求特别高或特别低（$R_a$＞6.3μm，$R_a$＜0.025μm）时，因这些范围所用的测量仪器适于测 $R_z$。

$R_y$ 的选用根据某些功能要求，如对疲劳强度的要求等。当某些表面很小或为曲面时，由于测不到计算 $R_z$ 所需的 5 个最大峰高和 5 个最大谷深，也就选用 $R_y$。$R_y$ 可和 $R_z$ 或 $R_a$ 同时选用，以控制多功能的要求，但 $R_z$ 和 $R_a$ 不能同时都选用。

根据功能需要可附加选用间距参数和形状参数。间距参数为轮廓微观不平度的平均间距 $S_m$ 或轮廓的单峰平均间距 $S$，形状参数为轮廓支承长度率 $t_p$。在给定 $t_p$ 值时，必须同时给出轮廓水平截距 $c$ 的值。

间距参数主要是由于涂漆性能，冲压成形时抗起裂纹，抗振性，抗腐蚀性，减小流体流动摩擦阻力等要求而附加的。选用 $S_m$ 还是 $S$，主要根据测量仪器的可测和测量方便。

形状参数 $t_p$ 在耐磨性、接触刚度要求高等场合附加选用。

在某些耐磨性能、摩擦性能、接触刚度、密封性等功能要求下，须附加上选用合适的表面加工纹理要求，具体标注见第 8 篇第 17 章。

在数值上一般应选用标准中规定的数值。只是在总体上经济效果更好，或现有工艺难于达到粗糙度系列值时，可采用补充系列值。

### 1.2　参数值的选用原则

选用表面粗糙度参数数值的总的原则是在满足表面功能要求前提下，采用低的要求。当已有标准规定要求时，就采用标准的规定。当没有特别的表面功能要求时，要考虑和尺寸公差及形位公差间的工艺协调关系。

另外，还有一些具体选用原则如下：

1）一般来说，同一零件上，工作表面比非工作表面的粗糙度要求高；

2）摩擦表面比非摩擦表面要求高；

3）滚动摩擦表面比滑动摩擦表面的粗糙度要求高；

4）运动速度高，单位压力大的摩擦表面比运动速度低，单位压力小的粗糙度要求高；

5）运动精度要求高的，粗糙度要求也高；

6）接触刚度要求好的，粗糙度要求也高；

7）测量精度要求高的表面，粗糙度要求也高；

8）承受交变载荷的零件，在易引起应力集中的部位，粗糙度要求高；

9）承受腐蚀工作环境下的零件，粗糙度要求高；

10）同一公差等级，小尺寸比大尺寸和轴比孔的粗糙度要求高；

11）配合性质要求稳定可靠的表面，粗糙度要求也高；

12）其他条件相同时，间隙配合表面比过盈配合表面的粗糙度要求高；间隙配合中，间隙要求小的粗糙度要求高；过盈配合中，配合要求越牢固的，粗糙度要求高；

13）食品和卫生设备用具表面的粗糙度要求高。

## 2　表面粗糙度和零件表面功能间的关系

一些零件表面功能和一些表面粗糙度参数之间的影响关系见表 5.2-1。

**表 5.2-1　表面粗糙度参数影响零件功能的情况**

| 零件功能 | | $R_a$ | $R_z$ | $R_y$ | $S_m$ | $S$ | $t_p$ | $r$ | $r'$ | 表面加工纹理 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 耐磨性 | 干摩擦 | (+) | (+) | (+) | (+) | | + | + | | + |
| | 摩　擦 | + | (+) | (+) | + | (+) | + | + | (+) | + |
| | 带润滑摩擦 | + | (+) | (+) | + | (+) | + | (+) | (+) | + |
| | 选择性转移 | (+) | (+) | (+) | (+) | | (+) | (+) | (+) | + |
| 疲劳强度 | | (+) | (+) | + | (+) | | | | + | + |
| 接触刚度 | | (+) | (+) | (+) | (+) | | + | + | | + |
| 抗振性 | | (+) | (+) | (+) | + | | + | + | | + |
| 耐腐蚀性 | | (+) | (+) | (+) | + | (+) | (+) | | (+) | |
| 过盈连接强度 | | (+) | (+) | | (+) | | + | + | | + |
| 连接密封性 | | + | (+) | (+) | (+) | (+) | + | | | + |
| 涂层粘贴强度 | | (+) | + | (+) | + | | (+) | (+) | (+) | + |
| 流体流动阻力 | | (+) | (+) | (+) | (+) | + | + | (+) | + | + |

注：$r$ 为轮廓峰顶曲率半径；

$r'$ 为轮廓谷底曲率半径；

+ 表示此参数对所指零件功能有一定的影响；

（+）表示此参数对所指零件功能有较大的影响。

## 3　选用方法和步骤

1）首先判断按零件功能，有没有必要规定表面粗

糙度要求，如无要求，则不标注，也不用检验。

2）如有表面粗糙度要求，则应明确所要求的是上限值（或下限值）还是最大值；并且高度参数值和取样长度值这两项是必须规定的，因此首先选择这两项。

3）选择时，先要考虑这类零件表面的粗糙度要求是否已有标准规定，如有，则直接采用之。例如，和滚动轴承配合的相应配合件的表面粗糙度就由 GB/T 275—93《滚动轴承与轴和外壳孔的配合》规定。

4）如无标准规定，就按功能要求选择 $R_a$，$R_z$ 或 $R_y$。其中 $R_a$ 和 $R_z$ 对功能影响基本是相似的。

标准规定在常用的参数值范围内（$R_a$ 为 0.025～～6.3μm，$R_z$ 为 0.100～25μm）推荐优先选用 $R_a$。选用 $R_a$ 或 $R_z$ 可从现有仪器测量粗糙度参数的可测性来考虑。

采用 $R_y$ 是从某些功能要求考虑的，如对疲劳强度的要求。由于表面本身太小或不是平面，因而测不到一个取样长度或不够 5 个最高峰和 5 个最低谷而计算不到 $R_z$ 时用，例如钢球表面粗糙度，切削刀具刃口的粗糙度等。

当除有疲劳强度要求外，尚有耐磨性等其他功能要求时，可同时选用 $R_a$ 和 $R_y$ 或 $R_z$ 和 $R_y$ 两个高度参数。

5）按某些功能需要，须附加间距参数的要求，这些功能如耐腐蚀，涂漆性好，避免深度冲压成形时引起裂纹以及为减小液体流动时的阻力等要求。

选用 $S_m$ 还是 $S$ 主要看所在单位现有仪器测那个参数更方便。

6）一般在耐磨性为重要的场合，附加形状参数 $t_p$ 的要求。

7）对取样长度一般都可选取标准上推荐的数值。只在有些采用大进给量的加工方法时，才需要选用较一般为大的取样长度。在表面尺度很小，不足一般的取样长度时，就选较小的取样长度。

8）根据有些功能要求，可附加规定合适的表面加工纹理方向和类型，例如要求密封，防止泄漏的场合，表面加工纹理方向应垂直于泄漏的方向；对一些摩擦滑动表面，要求表面加工纹理方向和相对滑动方向平行等。

9）必要时还可附加规定达到所需表面粗糙度所必须采用的加工方法和所必须的加工裕量等要求。

## 4　常见表面的表面粗糙度参数值应用实例

1）一些常见表面的粗糙度参数值常用表格形式列出，见表 5.2-2。表 5.2-3 还列出了有些零件表面对一些附加参数和数值的要求。

**表 5.2-2　一些常用表面的粗糙度参数值 $R_a$**　（μm）

| | 公差等级 | 表面 | 基本尺寸（mm） | |
|---|---|---|---|---|
| | | | ～50 | 50～500 |
| 配合表面 | 5 | 轴 | 0.2 | 0.4 |
| | | 孔 | 0.4 | 0.8 |
| | 6 | 轴 | 0.4 | 0.8 |
| | | 孔 | 0.4～0.8 | 0.8～1.6 |
| | 7 | 轴 | 0.4～0.8 | 0.8～1.6 |
| | | 孔 | 0.8 | |
| | 8 | 轴 | 0.8 | |
| | | 孔 | 0.8～1.6 | |

| | | 公差等级 | 表面 | 基本尺寸（mm） | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ～50 | 50～120 | 120～500 |
| 过盈配合 | 压入装配 | 5 | 轴 | 0.1～0.2 | 0.4 | 0.4 |
| | | | 孔 | 0.2～0.4 | 0.8 | 0.8 |
| | | 6～7 | 轴 | 0.4 | 0.8 | 1.6 |
| | | | 孔 | 0.8 | 1.6 | 1.6 |
| | | 8 | 轴 | 0.8 | 0.8～1.6 | 1.6～3.2 |

（续）

| 过盈配合 | 压入装配 | 公差等级 | 表面 | 基本尺寸（mm） | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ~50 | 50~120 | 120~500 |
| | | | 孔 | | | |
| | 热装 | — | 轴 | 1.6 | | |
| | | | 孔 | 1.6~3.2 | | |

| 分组装配的零件表面 | 表面 | 分组公差（μm） | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | <2.5 | 2.5 | 5 | 10 | 20 |
| | 轴 | 0.05 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 |
| | 孔 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.6 |

| 定心精度高的配合表面 | 表面 | 径向圆跳动公差（μm） | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2.5 | 4 | 6 | 10 | 16 | 20 |
| | 轴 | 0.05 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 |
| | 孔 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.6 |

| 滑动轴承表面 | 表面 | 公差等级 | | 流体润滑 |
|---|---|---|---|---|
| | | IT6~IT9 | IT10~IT12 | |
| | 轴 | 0.4~0.8 | 0.8~3.2 | 0.1~0.4 |
| | 孔 | 0.8~1.6 | 1.6~3.2 | 0.2~0.8 |

| 液压系统的液压缸活塞等表面 | 表面 | 高压 | | 普通压力 | 低压 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 直径（mm） | | | |
| | | ~10 | >10 | | |
| | 轴 | 0.025 | 0.05 | 0.1 | 0.2 |
| | 孔 | 0.05 | 0.1 | 0.2 | 0.4 |

| 密封材料处的孔、轴表面 | 密封材料 | 速度（m/s） | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ~3 | 5 | >5 |
| | 橡胶 | 0.8~1.6 抛光 | 0.4~0.8 抛光 | 0.2~0.4 抛光 |
| | 毛毡 | 0.8~1.6 抛光 | | — |
| | 迷宫式的 | 3.2~6.3 | | — |
| | 涂油槽的 | 3.2~6.3 | | — |

| 导轨面 | 性质 | 速度（m/s） | 平面度公差（μm/100mm） | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ~6 | 10 | 20 | 60 | >60 |
| | 滑动 | ~0.5 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.6 | 3.2 |
| | | >0.5 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.6 |
| | 滚动 | ~0.5 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.6 |
| | | >0.5 | 0.05 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 |

| 端面支承表面、端面轴承等 | 速度（m/s） | 端面圆跳动公差（μm） | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ~6 | 16 | 25 | >25 |
| | ~0.5 | 0.1 | 0.4 | 0.8~1.6 | 3.2 |
| | >0.5 | 0.1 | 0.2 | 0.8 | 1.6 |

（续）

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 球面支承 | 面轮廓度公差 (μm) | | | | | | |
| | ～30 | | | >30 | | | |
| | 0.8 | | | 1.6 | | | |
| 端面接触不动的支承面（法兰等） | 垂直度公差 (μm/100mm) | | | | | | |
| | ～25 | | 60 | | >60 | | |
| | 1.6 | | 3.2 | | 6.3 | | |
| 箱体分界面（减速箱） | 类型 | 有垫片 | | | 无垫片 | | |
| | 密封的 | 3.2～6.3 | | | 0.8～1.6 | | |
| | 不密封的 | 6.3～12.5 | | | 6.3～12.5 | | |
| 和其他零件接触但不是配合面 | 3.2～6.3 | | | | | | |
| 凸轮和靠模工作面 | 类型 | 线轮廓度公差 (μm) | | | | | |
| | | ～6 | 30 | 50 | 6 | | |
| | 用刀口或滑块 | 0.4 | 0.8 | 1.6 | 3.2 | | |
| | 用滚柱 | 0.8 | 1.6 | 3.2 | 6.3 | | |
| V带和平带轮工作表面 | 带轮直径 (mm) | | | | | | |
| | ～120 | | >120～315 | | >315 | | |
| | 1.6 | | 3.2 | | 6.3 | | |
| 摩擦传动中的工作表面 | 和尺寸大小及工作条件有关 | | | | | | |
| | 0.2～0.8 | | | | | | |
| 摩擦件工作表面 | 摩擦片、离合器 | 压块式 | | 离合器 | | 片　式 | |
| | | 1.6～3.2 | | 0.8～1.6 | | 0.1～0.8 | |
| | 制动鼓轮 | 鼓轮直径 (mm) | | | | | |
| | | ～500 | | >500 | | | |
| | | 0.8～1.6 | | 1.6～6.3 | | | |
| 圆锥结合工作表面 | 密封结合 | | 对中结合 | | 其　它 | | |
| | 0.1～0.4 | | 0.4～1.6 | | 1.6～6.3 | | |
| 键结合 | | | 键 | | 轴上键槽 | | 毂上键槽 |
| | 不动结合 | 工作面 | 3.2 | | 1.6～3.2 | | 1.6～3.2 |
| | | 非工作面 | 6.3～12.5 | | 6.3～12.5 | | 6.3～12.5 |
| | 用导向键 | 工作面 | 1.6～3.2 | | 1.6～3.2 | | 1.6～3.2 |
| | | 非工作面 | 6.3～12.5 | | 6.3～12.5 | | 6.3～12.5 |
| 渐开线花键结合 | | 孔槽 | 轴齿 | 定心面 | | 非定心面 | |
| | | | | 孔 | 轴 | 孔 | 轴 |
| | 不动结合 | 1.6～3.2 | 1.6～3.2 | 0.8～1.6 | 0.4～0.8 | 3.2～6.3 | 1.6～6.3 |
| | 动结合 | 0.8～1.6 | 0.4～0.8 | 0.8～1.6 | 0.4～0.8 | 3.2 | 1.6～6.3 |

（续）

| | | 精度等级 | | |
|---|---|---|---|---|
| 螺纹结合 | | 4、5 | 6、7 | 8、9 |
| | 紧固螺纹 | 1.6 | 3.2 | 3.2～6.3 |
| | 在轴上、杆上和套上螺纹 | 0.8～1.6 | 1.6 | 3.2 |
| | 丝杠和起重螺纹 | — | 0.4 | 0.8 |
| | 丝杠螺母和起重螺母 | | 0.8 | 1.6 |

| | | 精度等级 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 齿轮和蜗杆传动 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | 直齿、斜齿、人字齿轮蜗轮（圆柱） | 0.1～0.2 | 0.2～0.4 | 0.2～0.4 | 0.4～0.8 | 0.4～0.8 | 1.6 | 3.2 | 6.3 | 6.3 |
| | 圆锥齿轮 | — | — | 0.2～0.4 | 0.4～0.8 | 0.4～0.8 | 0.8～1.6 | 1.6～3.2 | 3.2～6.3 | 6.3 |
| | 蜗杆牙型面 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.4～0.8 | 0.8～1.6 | 1.6～3.2 | | |
| | 根圆 | 和工作面同或接近的更粗的优先数 | | | | | | | | |
| | 顶圆 | 3.2～12.5 | | | | | | | | |

| | | 应用精度 | |
|---|---|---|---|
| 链轮 | | 普通的 | 提高的 |
| | 工作表面 | 3.2～6.3 | 1.6～3.2 |
| | 根　圆 | 6.3 | 3.2 |
| | 顶　圆 | 3.2～12.5 | 3.2～12.5 |

| 分度机构表面如分度板、插销 | 定位精度　(μm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ～4 | 6 | 10 | 25 | 63 | >63 |
| | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.6 | 3.2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 齿轮、链轮和蜗轮的非工作端面 | | | 3.2～12.5 |
| 孔和轴的非工作表面 | | | 6.3～12.5 |
| 倒角、倒圆、退刀槽等 | | | 3.2～12.5 |
| 螺栓、螺钉等用的通孔 | | | 25 |
| 精制螺栓和螺母 | | | 3.2～12.5 |
| 半精制螺栓和螺母 | | | 25 |
| 螺钉头表面 | | | 3.2～12.5 |
| 压簧支承表面 | | | 12.5～25 |
| 准备焊接的倒棱 | | | 50～100 |
| 床身、箱体上的槽和凸起 | | | 12.5～25 |
| 在水泥、砖或木质基础上的表面 | | | 100或更大 |
| 对疲劳强度有影响的非结合表面 | | | 0.2～0.4抛光 |
| 影响蒸汽和气流的表面 | 特别精密 | | 0.2抛光 |
| | 一　般 | | 0.8～1.6 |
| 影响零件平衡的表面 | 直径 | ～180mm | 1.6～3.2 |
| | | 180～500mm | 6.3 |
| | | >500mm | 12.5～25 |

（续）

| | | | |
|---|---|---|---|
| 外露自由表面 | 光学读数的精密刻度尺 | | 0.025～0.05 |
| | 普通精度刻度尺 | | 0.8～1.6 |
| | 刻度盘 | | 0.8 |
| | 高速转动的凸出面（如轴端） | | 1.6～6.3 |
| | 操纵机构表面（如手轮、手柄） | | 0.4～1.6 抛光或镀层 |
| | 指示表面、其他需光整表面 | | 0.4～1.6 抛光或镀层 |
| | 外观要求高的表面 | | 6.3 |
| | 离合器、支架、轮辐等和其他件不接触表面 | | 6.3～12.5 |
| | 其他表面 | 中小零件的 | 3.2～12.5 |
| | | 大零件的 | 6.3～25 |
| 内封表面（外表看不见，自由加工出或不加工） | | | 25～100 或更大、必要时涂层 |

**表 5.2-3　一些零件表面的粗糙度高度参数值和附加参数值要求**

（续）

| 表面 | | $R_a$（μm） | $t_p$%　$c$=20% | $l$（mm） |
|---|---|---|---|---|
| 和滑动轴承配合的支承轴颈① | | 0.32 | 30 | 0.8 |
| 和青铜轴瓦配合的支承轴颈 | | 0.40 | 15 | 0.8 |
| 和巴比特合金轴瓦配合的支承轴颈 | | 0.25 | 20 | 0.25 |
| 和铸铁轴瓦配合的支承轴颈 | | 0.32 | 40 | 0.8 |
| 和石墨片轴瓦配合的支承轴颈 | | 0.32 | 40 | 0.8 |
| 和滚动轴承配合的支承轴颈滚动轴承的钢球和滚柱的工作面 | | 0.8 | | 0.8 |
| 保证摩擦为选择性转移情况的表面 | | 0.25 | 15 | 0.25 |
| 和齿轮孔配合的轴颈 | | 1.6 | | 0.8 |
| 按疲劳强度设计的轴表面 | | | 60 | 0.8 |
| 喷镀过的滑动摩擦面 | | 0.08 | 10 | 0.25 |
| 准备喷镀的表面② | | | | 0.8 |
| 电化学镀层前的表面 | | 0.2～0.8 | | |
| 齿轮配合孔 | | 0.5～2.0 | | 0.8 |
| 齿轮齿面 | | 0.63～1.25 | | 0.8 |
| 蜗杆牙侧面 | | 0.32 | | 0.25 |
| 铸铁箱体的主要孔 | | 1.0～2.0 | | 0.8 |
| 钢箱体上的主要孔 | | 0.63～1.6 | | 0.8 |
| 箱体和盖的结合面③ | | | | 2.5 |
| 机床滑动导轨 | 普通的 | 0.63 | | 0.8 |
| | 高精度的 | 0.10 | 15 | 0.25 |
| | 重型的 | 1.6 | | 0.25 |
| 滚动导轨 | | 0.16 | | 0.25 |
| 缸体工作面 | | 0.40 | 40 | 0.8 |
| 活塞环工作面 | | 0.25 | | 0.25 |
| 曲轴轴颈 | | 0.32 | 30 | 0.8 |
| 曲轴连杆轴颈 | | 0.25 | 20 | 0.25 |
| 活塞侧缘 | | 0.80 | | 0.8 |
| 活塞上的活塞销孔 | | 0.50 | | 0.8 |
| 活塞销 | | 0.25 | 15 | 0.25 |
| 分配轴轴颈和凸轮部分 | | 0.32 | 30 | 0.8 |
| 油针偶件 | | 0.08 | 15 | 0.25 |
| 摇杆小轴孔和轴颈 | | 0.63 | | 0.8 |
| 腐蚀性的表面④ | | 0.063 | 10 | 0.25 |

①$R_y$=1μm；

②$R_z$=125μm，$S_m$=0.5mm；

③$R_z$=10μm；

④$R_m$=0.032mm。

2）有些粗糙度参数应用表格是按纵向归纳的，即当 $R_a$ 或 $R_z$ 为多少值时，适用于哪些零件的表面，见表 5.2-4。

**表 5.2-4　表面粗糙度应用举例**

| $R_a$（μm） | 应　用　举　例 |
|---|---|
| 12.5 | 粗加工非配合表面，如轴端面、倒角、钻孔，键槽非工作表面，垫圈接触面，不重要的安装支承面，螺钉、铆钉孔表面等 |
| 6.3 | 半精加工表面。用于不重要零件的非配合表面，如支柱、轴、支架、外壳、衬套、盖等的端面；螺钉、螺栓和螺母的自由表面；不要求定心和配合特性的表面，如螺栓孔、螺钉通孔、铆钉孔等，飞轮、带轮、离合器、联轴器、凸轮、偏心轮的侧面，平键及键槽上下面，花键非定心表面，齿顶圆表面、所有轴和孔的退刀槽；不重要的铰接配合表面；犁铧、犁侧板、深耕铲等零件的摩擦工作面，插秧爪面等 |
| 3.2 | 半精加工表面。外壳、箱体、盖、套筒、支架等和其他零件联接而不形成配合的表面；不重要的紧固螺纹表面，非传动用梯形螺纹、锯齿螺纹表面；燕尾槽表面；键和键槽的工作表面；要发蓝的表面；滚花的预加工表面；低速滑动轴承和轴的摩擦面；张紧链轮、导向滚轮与轴的配合表面；滑块及导向面（速度 20～50m/min）；收割机械切割器的摩擦片、动刀片、压力片的摩擦面，脱粒机格板工作表面等 |
| 1.6 | 要求有定心及配合特性的固定支承，衬套、轴承和定位销的压入孔表面；不要求定心及配合特性的活动支承面，活动关节及花键结合面；8 级齿轮的齿面，齿条齿面；传动螺纹工作面；低速传动的轴颈；楔形键及键槽上、下面；轴承盖凸肩（对中心用），V 带轮槽表面、电镀前金属表面等 |
| 0.8 | 要求保证定心及配合特性的表面；锥销和圆柱销表面；与 0 和 6 级滚动轴承相配合的孔和轴颈表面；中速转动的轴颈，过盈配合的孔 IT7，间隙配合的孔 IT8、花键轴定心表面；滑动导轨面<br>不要求保证定心及配合特性的活动支承面；高精度的活动球状接头表面、支承垫圈、榨油机螺旋榨辊表面等 |
| 0.4 | 要求能长期保持配合特性的孔 IT6、IT5，6 级精度齿轮齿面，蜗杆齿面（6～7 级），与 5 级滚动轴承配合的孔和轴颈表面；要求保证定心及配合特性的表面；滑动轴承轴瓦工作表面；分度盘表面；工作时受交变应力的重要零件表面；受力螺栓的圆柱表面，曲轴和凸轮轴工作表面，发动机气门圆锥面，与橡胶密封圈相配的轴表面等 |
| 0.2 | 工作时受交变应力的重要零件表面，保证疲劳强度、耐腐蚀性和耐久性，并在工作时不破坏配合特性要求的表面；轴颈表面，活塞表面，要求气密的表面和支承面，精密机床主轴锥孔，顶尖圆锥表面。4、5 级精度齿轮的工作表面。与 4 级滚动轴承配合的孔和轴颈表面；喷油器针阀体的密封配合面，液压缸和柱塞的表面，齿轮泵轴颈等 |
| 0.1 | 工作时受较大交变应力的重要零件表面，保证疲劳强度、防腐蚀性及在活动接头工作中耐久性的一些表面；精密机床主轴箱与套筒配合的孔；活塞销的表面；液压传动用孔的表面，阀的工作面，气缸内表面，保证精确定心的锥体表面；仪器中承受摩擦的表面，如导轨，槽面等 |
| 0.05 | 滚动轴承套圈滚道、滚珠及滚柱表面，摩擦离合器的摩擦表面，工作量规的测量表面，精密刻度盘表面，精密机床主轴套筒外圆面等 |
| 0.025 | 特别精密的滚动轴承套圈滚道、滚珠及滚柱表面；量仪中较高精度间隙配合零件的工作表面；柴油机高压泵中柱塞副的配合表面；保证高度气密的接合表面等 |
| 0.012 | 仪器的测量面；量仪中高精度间隙配合零件的工作表面；尺寸超过 100mm 量块的工作表面等 |
| 0.008 | 量块的工作表面；高精度量仪的测量面；光学量仪中的金属镜面等 |

（续）

3）有的表面没有什么特殊功能的要求，表面粗糙度，形状误差和尺寸误差都在同一表面上存在，它们之间应存在一定的协调关系。在一些表面没有特殊功能要求时，表面粗糙度占工件尺寸公差或形状公差一定的比例（见表 5.2-5）。

**表 5.2-5　$R_a$ 或 $R_z$ 和形状公差、尺寸公差间对应关系**

| 形状公差 T 和尺寸公差 IT 的关系 | $R_a$（或 $R_z$）与 IT 或 T 的关系 |
|---|---|
| T≈60%IT | $R_a \leqslant 0.05IT$ |
| T≈40%IT | $R_a \leqslant 0.025IT$ |
| T≈25%IT | $R_a \leqslant 0.0125IT$ |
| T<25%IT | $R_a \leqslant 0.15IT$ |

另外，表 5.2-6 中列出了粗糙度高度参数 $R_a$、$R_z$ 与公差、配合中一般用途公差带的对应关系。

**表 5.2-6　$R_a$、$R_z$ 与公差、配合中一般用途公差带间的对应关系**

| 公差带代号 | 基本尺寸（mm） | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ≤3 | >3～6 | >6～10 | >10～18 | >18～30 | >30～50 | >50～80 | >80～120 | >120～180 | >180～250 | >250～315 | >315～400 | >400～500 |
| h1、js1；H1、Js1 | >0.02～0.04（$R_a$）（μm） | | | | | | | | >0.08～0.16（$R_a$）（μm） | | | | |
| h2、js2；H2、Js2 | >0.1～0.2（$R_z$）（μm） | | | | | | >0.4～0.8（$R_z$）（μm） | | | | | | |
| h3、js3；H3、Js3 | >0.04～0.08（$R_a$）μm | | | | | | | | | | | | |
| g4、h4、js4、k4、m4、n4、r4、s4 | >0.2～0.4（$R_z$）μm | | | >0.08～0.16（$R_a$）μm >0.4～0.8（$R_z$）μm | | | >0.16～0.32（$R_a$）（μm） >0.8～1.6（$R_z$）（μm） | | | | >0.32～0.63（$R_a$）μm >1.6～3.2（$R_z$）（μm） | | |
| H4、Js4；K4、M4 | | | | | | | | | | | | | |
| f5、g5、h5、j5、js5、k5、m5、n5、p5、r5、s5、t5、u5、v5、x5、y5、z5 | >0.16～0.32（$R_a$）μm >0.8～1.6（$R_z$）μm | | | >0.63～1.25（$R_a$）（μm） >3.2～6.3（$R_z$）（μm） | | | | | | | >0.63～1.25（$R_a$）（μm） >3.2～6.3（$R_z$）（μm） | | |
| G5、H5、Js5、K5、M5、N5、P5、R5、S5 | | | | | | | | | | | | | |
| e6、f6、g6、h6、j6、js6、k6、m6、n6、p6、r6、s6、t6、u6、v6、x6、y6、z6 | | | | >0.32～0.63（$R_a$）（μm） >1.6～3.2（$R_z$）（μm） | | | | | | | | | |
| F6、G6、H6、J6、Js6、K6、M6、N6、P6、R6、S6、T6、U6、V6、X6、Y6、Z6 | | | | | | | | | | | | | |
| d7、e7、f7、g7、h7、j7、js7、k7、m7、n7、p7、r7、s7、t7、u7、v7、x7、y7、z7 | | | | | >0.63～1.25（$R_a$）（μm） >3.2～6.3（$R_z$）（μm） | | | | >1.25～2.5（$R_a$）（μm） >6.3～12.5（$R_z$）（μm） | | | | |
| D7、E7、F7、G7、H7、J7、Js7、K7、M7、N7、P7、S7、T7、U7、V7、X7、Y7、Z7 | | | | | | | | | | | | | |
| c8、d8、e8、f8、g8、h8、js8、k8、m8、n8、p8、r8、s8、t8、u8、v8、x8、y8、z8 | | | | | | | | | | | | | |
| C8、D8、E8、F8、G8、H8、J8、Js8、K8、M8、N8、P8、R8、S8、T8、U8、V8、X8、Y8、Z8 | | | | | | | | | | | | | |
| a9、b9、c9、d9、e9、f9、h9、js9 | | | | | | | | | | | | | |
| A9、B9、C9、D9、E9、F9、H9、Js9、N9、P9 | | | | | | | | | | | | | |

（续）

| 公差带代号 | 基本尺寸（mm） | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | <3 | >3～6 | >6～10 | >10～18 | >18～30 | >30～50 | >50～80 | >80～120 | >120～180 | >180～250 | >250～315 | >315～400 | >400～500 |
| a10、b10、c10、d10、e10、h10、js10 | | | | | | | | | | | | | |
| A10、B10、C10、D10、E10、H10、Js10 | | | | | | >2.5～5（$R_a$）（μm）>10～20（$R_z$）（μm） | | | >5～10（$R_a$）（μm）>20～40（$R_z$）（μm） | | | | |
| a11、b11、c11、d11、h11、js11 | | | | | | | | | | | | | |
| A11、B11、C11、D11、H11、Js11 | | | | | | | | | | | | | |
| a12、b12、c12、h12、js12 | | | | | | | | | | | >10～20（$R_a$）（μm）>40～80（$R_z$）（μm） | | |
| A12、B12、C12、H12、Js12 | | | | | | | | | | | | | |
| a13、b13、c13、h13、js13、H13、Js13 | | | | | | | | | | | | | |

# 第 3 章　表面粗糙度的检测

## 1　表面粗糙度的检测方法

表面粗糙度有用仪器检测和凭人的感觉检测两大类。前者精确，但费用贵，且较慢；后者快，费用小，但不精确。后者一般在车间现场检测，当对检测的结果存有疑问时，再用仪器检测来确定数值。但对于重要零件表面应直接使用仪器检测。

测量表面粗糙度用的各种方法、所用的典型仪器以及测量性质等见表 5.3.1。

**表 5.3-1　表面粗糙度用测量仪器和方法**

| 测量方法 | 测量仪器和工具 | 适宜的测量对象 | 一般测量范围（μm） | 测量精度 |
|---|---|---|---|---|
| 目测法 | 比较样块 | 外表面 | $R_a$：0.160～80<br>$R_z$：0.80～320 | +50%<br>−100% |
| 触觉法 | 比较样块 | 外表面 | $R_a$：1.25～10.0<br>$R_z$：6.3～40 | +50%<br>−100% |
| 光切法 | 光切显微镜 | 平面外圆表面 | $R_a$：0.32～20<br>$R_z$：1.60～80 | +4%～24% |
| 显微干涉法 | 干涉显微镜 | 平面<br>外圆表面 | $R_a$：0.010～0.160<br>$R_z$：0.050～0.80 | 5～50% |
| 针描法 | 轮廓仪<br>小型轮廓仪 | 内外表面 | $R_a$：0.040～5.0<br>$R_z$：0.20～20 | 2202 型<br>5% |
| 电容法 | | 外表面 | $R_a$：0.32～10.0<br>$R_z$：1.60～40 | |
| 气动法 | | 平面、内外圆表面 | $R_a$：0.040～5.0<br>$R_z$：0.20～20 | |
| 光反射法 | 激光粗糙度检查仪 | 抛光表面精加工表面 | $R_a$：0.010～0.160<br>$R_z$：0.050～0.80 | |
| 光纤法 | | 内孔、沟槽、曲面 | $R_a$：0.32 以上<br>$R_z$：1.60 以上 | |

（续）

| 测量方法 | 测量仪器和工具 | 适宜的测量对象 | 一般测量范围（μm） | 测量精度 |
|---|---|---|---|---|
| 激光散斑法 | | 平面<br>曲面 | $R_a$：0.010～0.63<br>$R_z$：0.050～3.2 | |
| 印模法 | 印模后用光切、针描等法测 | 内孔、凹槽、大工件 | $R_a$：0.080～80<br>$R_z$：0.40～320 | 低于所用测法 |

## 2　用触针式仪器测量表面粗糙度的规则和方法

表面粗糙度形貌较为复杂。为了统一测量结果和评定是否合格，GB 10610—89 制订了用触针式仪器测量表面粗糙度的规则和方法，这个规则也应可用于其他类型的表面粗糙度测量仪器，它主要有以下几点：

1）当被检表面或其某些区域的粗糙度明显地与图样上规定值不同，不需用更精确的方法检测时，可通过视觉和触觉和粗糙度比较样块来比较以检验表面粗糙度，其他情况则应使用仪器测量。

2）目测观察被检工件表面是否均匀，对粗糙度呈均匀状的表面，应以整个表面上所测定的粗糙度参数值与图样上或技术文件中所规定的要求进行比较，对于在被检表面上有几处存在明显不同的表面粗糙度时，应将这些局部区域上所测定的表面粗糙度参数值与图样上或技术文件中所规定的要求进行比较。

3）当给定表面粗糙度参数是上限或下限值的要求时，如果表面粗糙度参数的所有实测值中，超过图样上或技术文件规定值的个数少于总数的16%，则该表面是合格的（见图5.3-1）。

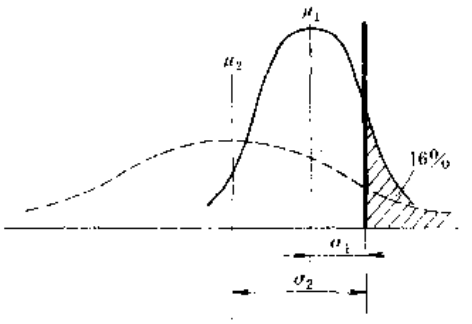



**图5.3-1　表面粗糙度参数的平均值和上限值**

若被检表面的粗糙度参数值按正态规律分布，则上限（表面粗糙度参数测得值的16%可以超出的极限）的规定与由 $\mu+\sigma$ 值确定的极限一致。其中：$\mu$ 为表面粗糙度参数的算术平均值；$\sigma$ 为这些值的标准差。$\sigma$ 的值越大，表面粗糙度参数的平均值偏离规定极限（上限值）越远

4）当给定表面粗糙度参数是最大值要求时，在表面粗糙度的检验过程中，整个被检表面所有粗糙度参数实测值均不应超过图样或技术文件中的规定值。

5）为了判定工件表面的粗糙度与技术要求是否一致，必须采用某个表面粗糙度参数的一组测量值，而其中每一个值是在构成一个评定长度的若干个取样长度上确定的。

按式（5.3-1）求出表面粗糙度参数的平均值 $\overline{R}$

$$\overline{R}=\frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}\left(\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}R_j\right)_i \qquad (5.3\text{-}1)$$

式中　$k$——评定长度的个数；

$R_j$——1个取样长度内确定的表面粗糙度参数值；

$n$——1个评定长度内取样长度个数。

沿表面和评定长度上的测量次数越多，判定被检表面是否符合技术要求的可靠性就愈大，粗糙度参数平均值的测定精度就越高。

测量次数的增加将导致测量时间和测量成本的增加，必须考虑一个兼顾可靠性和成本的折衷方案。

① 表面粗糙度参数没有注明是最大值的要求时，若出现下述情况，则表面合格，并停止检测。

第1个测得值不超过规定值的70%；

最初的3个测得值均不超过规定值；

最初的6个测得值中只能有1个值超过规定值；

最初的12个测得值中只能有2个值超过规定值；

有时（如对重要零件判废前）可做多于12次的测量，例如：测量25次，只能有4个值超过规定值。

有时（如对重要零件判废前）可做多于12次的测量，例如：测量25次，只能有4个值超过规定值。

② 表面粗糙度参数注明是最大值的要求时，通常在表面可能出现最大值处，至少测量3次，对认为粗糙度均匀的表面，也应均布地至少测量3次，每次测得的值均不能超过规定的最大值。

6）用触针式仪器检验时还有一些具体规定：

① 仪器选用的截止波长应等于规定的取样长度。

② 在高精度的测量场合，或在某些复杂工件上，

取样长度为 2.5mm 或更大时，均应使用一个独立基准，以避免导头曲率半径引起的被测轮廓轨迹的变形。其他情况在用导头测量时，导头的曲率半径应不小于 50 倍的取样长度。

③ 当没有指定测量方向时，工件安放应使其截面方向对应于表面粗糙度高度参数（$R_a$、$R_z$ 或 $R_y$）的最大值。该方向垂直于被测表面的加工纹理方向。对于无明显加工纹理方向的表面，截面的方向可以是任选的。

### 3　表面粗糙度检测对选用参数的影响

选用表面粗糙度参数时，必须考虑现有粗糙度测量仪对该项参数的可测性。

在车间现场用比较样块作比较测量时，应选用 $R_a$ 参数，因样块标准是按 $R_a$ 定值的（除极粗糙的表面用 $R_z$ 参数）。

如有触针式量仪则可选用 $R_a$ 参数。

如只有光切显微镜或干涉显微镜，则选用 $R_z$ 或 $R_y$。

各种粗糙度测量仪器可测的参数和范围见表 5.3-1。

# 第 4 章　木制件表面粗糙度参数及其数值（GB 12472—90）

木制件表面粗糙度参数及其数值标准 GB 12472—90 充分反映了木制件的特点，统一了国内各类木制件的表面粗糙度评定参数和数值。对提高木制件的加工质量、改进木工机械的有关技术性能、推动木工行业技术进步都有积极的促进作用。

标准规定了评定木制件表面粗糙度的参数及其数值和一般规定。它适用于木制件未经涂饰处理表面的粗糙度评定；也适用于采用单板、复面板木质基材、胶合板、木制刨花板、木制层压板、中密度纤维板等制成的制件未经涂饰处理表面的粗糙度评定。

### 1　评定木制件表面粗糙度的参数和数值

（1）评定参数

评定木制件表面粗糙度的参数从下列三项中选取：

1）轮廓算术平均偏差 $R_a$；

2）微观不平度十点高度 $R_z$；

3）轮廓最大高度 $R_y$。

（2）附加的评定参数

根据表面功能和实际测量的需要，标准规定可用轮廓微观不平度的平均间距 $S_m$ 作为附加评定参数。可根据需要配合各有关高度参数一起使用。

（3）适用于有较粗管孔材表面粗糙度的评定参数

为减小木材导管被剖切形成构造不平度对测量结果的影响，标准的附录给出了一个适用于评定有较粗管孔材表面粗糙度的一个新参数，即单个微观不平度高度和在测量长度上的平均值 $R_{pv}$。其定义为：在给定测量长度 $L$ 内各单个微观不平度的高度 $h_i$ 之和除以该测量长度，见图 5.4-1 以单位 μm/mm 表示。其计算公式为：

$$R_{pv}=\frac{\sum_{i=1}^{n}h_i}{L}$$

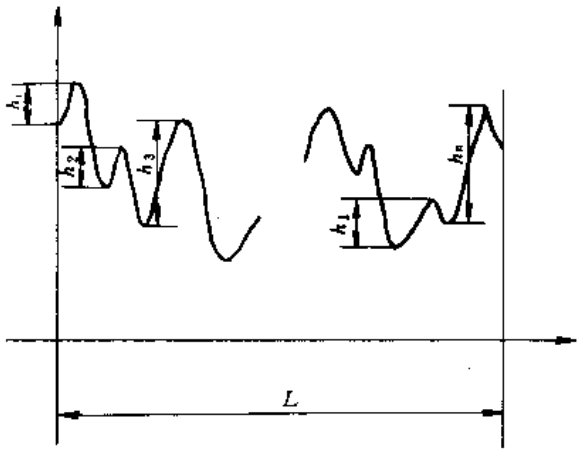



图　5.4-1

测量长度 $L$ 规定为 20mm 和 200mm。一般情况下选用 200mm，若被测表面幅面较小或微观不平度均匀性较好时可选用 20mm。

（4）木制件表面粗糙度各参数的数值

1）与微观不平度高度特性有关的表面粗糙度参数 $R_a$、$R_z$、$R_y$ 的数值见表 5.4-1。

2）与微观不平度间距特性有关的表面粗糙度参数 $S_m$ 的数值见表 5.4-2。

**表 5.4-1　$R_a$、$R_z$、$R_y$ 的数值（μm）**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 轮廓算术平均偏差 $R_a$ | 0.8 | 1.6 | 3.2 | 6.3 | 12.5 | 25 | 50 | 100 |
| 微观不平度十点高度 $R_z$<br>轮廓最大高度 $R_y$ | 3.2 | 6.3 | 12.5 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 |

**表 5.4-2　轮廓微观不平度平均间距 $S_m$ 的数值**

（mm）

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.4 | 0.8 | 1.6 | 3.2 | 6.3 | 12.5 |

3）新参数 $R_{pv}$ 的数值见表 5.4-3。

**表 5.4-3　单个微观不平度高度和在测量长度上的平均值 $R_{pv}$ 的数值**

（μm/mm）

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 6.3 | 12.5 | 25 | 50 | 100 |

4）取样长度的数值和选用　取样长度 $l$ 的数值见表 5.4-4。

**表 5.4-4　取样长度的数值（mm）**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $l$ | 0.8 | 2.5 | 8 | 25 |

在测量 $R_a$、$R_z$ 和 $R_y$ 时，可按表 5.4-5～6 选用对应的取样长度，此时取样长度值的标注在图样上或技术文件中可以省略。当有特殊要求时，应给出相应的取样长度，并在图样上或技术文件中注出。

**表 5.4-5　$R_a$ 的取样长度的选用值**

| $R_a$（μm） | $l$（mm） |
|---|---|
| 0.8，1.6，3.2 | 0.8 |
| 6.3，12.5 | 2.5 |
| 25，50 | 8.0 |
| 100 | 25 |

**表 5.4-6　$R_z$、$R_y$ 的取样长度的选用值**

| $R_z$、$R_y$（μm） | $l$（mm） |
|---|---|
| 3.2，6.3，12.5 | 0.8 |
| 25，50 | 2.5 |
| 100，200 | 8 |
| 400 | 25 |

5）表 5.4-7 给出砂光、手光刨、车削、纵铣、平刨、压刨等不同加工方法和柞木、水曲柳、刨花板、人造柚木、柳桉、红松等不同材质所能达到的粗糙度数值范围。

**表　5.4-7**

| 加工方法 | 表面树种 | 参数值范围 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $R_a$（μm） | $R_z$（μm） | $R_y$（μm） | $R_{pv}$（μm/mm） |
| 手光刨 | 水曲柳 | 12.5～25 | 50～100 | 50～200 | 12.5～25 |
| | 柞　木 | 3.2～25 | 12.5～100 | 25～200 | 12.5～25 |
| | 樟子松 | 3.2～25 | 12.5～100 | 25～100 | 6.3～25 |
| | 落叶松 | 6.3～25 | 25～100 | 25～100 | 12.5～50 |
| | 柳　桉 | 6.3～50 | 25～200 | 25～200 | 12.5～25 |
| | 美　松 | 3.2～12.5 | 12.5～50 | 25～50 | 6.3～25 |
| | 红　杉 | 3.2～25 | 12.5～100 | 25～100 | 12.5～25 |
| | 红　松 | 3.2～12.5 | 12.5～50 | 25～50 | 12.5～25 |
| | 色　木 | 3.2～12.5 | 12.5～50 | 25～50 | 6.3～25 |
| 砂光 | 柞　木 | 6.3～25 | 25～100 | 25～200 | 25～100 |
| | 水曲柳 | 6.3～50 | 25～200 | 25～200 | 25～100 |
| | 刨花板 | 6.3～50 | 25～200 | 50～200 | 12.5～50 |
| | 人造柚木 | 3.2～25 | 12.5～200 | 12.5～200 | 25～100 |

（续）

| 加工方法 | 表面树种 | 参数值范围 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $R_a$ (μm) | $R_z$ (μm) | $R_y$ (μm) | $R_{pv}$ (μm/mm) |
| 砂光 | 柳桉 | 6.3～50 | 25～200 | 50～200 | 25～100 |
| | 红松 | 3.2～12.5 | 12.5～50 | 25～100 | 12.5～50 |
| 机光刨 | 柞木 | 6.3～25 | 25～100 | 25～100 | 12.5～25 |
| | 红松 | 6.3～25 | 25～100 | 50～100 | 12.5～25 |
| | 樟子松 | 6.3～25 | 25～100 | 25～100 | 12.5～25 |
| | 落叶松 | 6.3～25 | 25～100 | 25～100 | 12.5～25 |
| | 红杉 | 6.3～25 | 25～100 | 25～100 | 12.5～50 |
| | 美松 | 6.3～25 | 25～100 | 25～100 | 12.5～50 |
| 车削 | 红松 | 3.2～25 | 12.5～100 | 25～100 | — |
| | 落叶松 | 3.2～12.5 | 12.5～50 | 25～100 | — |
| | 樟子松 | 3.2～25 | 12.5～100 | 25～100 | — |
| | 红杉 | 12.5～25 | 50～100 | 50～100 | — |
| | 美松 | 3.2～25 | 12.5～100 | 25～100 | — |
| 纵铣 | 樟子松 | 3.2～12.5 | 12.5～50 | 25～100 | 12.5～25 |
| | 美松 | 3.2～12.5 | 12.5～50 | 25～100 | 12.5～25 |
| | 红松 | 6.3～12.5 | 25～50 | 25～100 | 12.5～25 |
| | 落叶松 | 3.2～25 | 12.5～100 | 25～100 | 12.5～25 |
| | 红杉 | 3.2～12.5 | 12.5～50 | 25～100 | 12.5～25 |
| 平刨 | 水曲柳 | 6.3～50 | 25～200 | 50～200 | 12.5～50 |
| | 柞木 | 6.3～50 | 25～200 | 50～200 | 12.5～50 |
| | 麻栎 | 3.2～25 | 12.5～100 | 25～200 | 12.5～50 |
| | 桦木层压板 | 3.2～12.5 | 12.5～50 | 12.5～50 | 12.5～25 |
| | 柳桉 | 6.3～50 | 25～200 | 50～200 | 12.5～50 |
| | 樟子松 | 3.2～25 | 12.5～100 | 25～100 | 12.5～25 |
| | 红松 | 3.2～25 | 12.5～100 | 25～100 | 12.5～25 |
| | 美松 | 3.2～12.5 | 12.5～100 | 25～100 | 12.5～25 |
| | 枫杨 | 6.3～25 | 25～100 | 25～100 | 12.5～50 |
| | 落叶松 | 3.2～25 | 12.5～100 | 25～100 | 12.5～25 |
| | 红杉 | 6.3～50 | 25～100 | 50～100 | 12.5～25 |
| | 榆木 | 6.3～25 | 25～100 | 50～200 | 12.5～25 |
| 压刨 | 水曲柳 | 3.2～50 | 12.5～200 | 25～200 | 12.5～50 |
| | 柞木 | 6.3～25 | 25～100 | 25～200 | 12.5～50 |
| | 麻栎 | 3.2～25 | 12.5～100 | 25～100 | 12.5～50 |
| | 桦木层压板 | 3.2～25 | 12.5～100 | 25～100 | 12.5～25 |

（续）

| 加工方法 | 表面树种 | 参数值范围 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $R_a$ (μm) | $R_z$ (μm) | $R_y$ (μm) | $R_{pv}$ (μm/mm) |
| 压刨 | 柳　桉 | 6.3～50 | 25～200 | 50～200 | 12.5～50 |
| | 美　松 | 6.3～25 | 25～100 | 25～100 | 12.5～25 |
| | 樟子松 | 3.2～12.5 | 12.5～50 | 25～100 | 12.5～25 |
| | 红　杉 | 3.2～12.5 | 12.5～50 | 25～100 | 12.5～25 |
| | 红　松 | 3.2～12.5 | 12.5～50 | 25～100 | 12.5～25 |
| | 落叶松 | 3.2～25 | 12.5～100 | 25～100 | 12.5～25 |
| | 色　木 | 6.3～25 | 25～100 | 25～100 | 12.5～25 |

## 2　规定木制件表面粗糙度的一般规则

1）在规定木制件表面粗糙度要求时，对 $R_a$、$R_z$、$R_y$ 参数必须给出粗糙度参数值和测定时的取样长度两项基本要求，必要时也可规定构造纹理、加工工艺等附加要求。

2）木制件表面粗糙度的标注应符合 GB/T 131—93 的有关规定。

3）表面粗糙度各参数的数值是指在垂直于基准面的各截面上获得的。对给定的表面如截面方向与由加工产生的微观不平度高度参数（$R_a$、$R_z$、$R_y$）最大值的方向一致时，可不规定其测量截面的方向，否则应在图样上标出。

4）用 $R_a$、$R_z$、$R_y$ 参数评定木制件表面粗糙度时，一般应避开剖切导管较集中的局部表面。若无法避开，则应在评定时去除剖切导管形成的轮廓凹坑，见图 5.4-2。

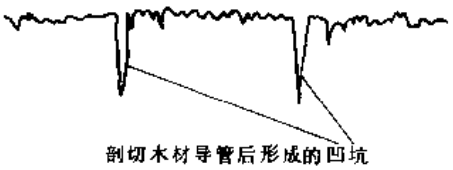



图　5.4-2

除砂光、机光刨及手光刨的测量方向垂直于木材构造纹理外，其他加工方法的测量方向均平行于木材构造纹理方向。

5）对木制件表面粗糙度的要求不适用于表面缺陷。在平定时不应把表面缺陷（如裂纹、节子、纤维撕裂、表面碰伤、木刺等）包含在内，必要时可单独规定对表面缺陷的限制。

## 3　各评定参数的应用范围（表 5.4-8）

表 5.4-8　各评定参数的应用范围

| 参数 | 材质应用范围 | 加工方法 |
|---|---|---|
| $R_a$ 或 $R_z$ | 对于针叶材或纤维板、多层刨花板等具有材质较为致密均一的散孔材（如桦木、椴木等）的制件表面，采用 $R_a$ 或 $R_z$ 可满足测试评定要求 | 刨削、砂光车削、纵铣 |
| $R_y$ | 对于成材、旋切单板及纤维板等本质人造板材和未经进一步加工的刨花板表面来说，采用 $R_y$ 作为其表面粗糙度的评定参数是适宜的 | 刨削、砂光、车削、纵铣 |
| $S_m$ | 根据木制件表面功能的要求，为保证复面材料的质量，对于进行油漆装饰或胶合成单板的刨花板表面时，可采用 $S_m$ 与高度参数（$R_z$）来规定基材的表面粗糙度 | 刨削<br>车削<br>纵铣 |
| $R_{pv}$ | 对于较粗管孔的环孔材（如柳桉、水曲柳等）材质来说，其表面带有剖切导管形成的结构粗糙度，对表面加工粗糙度的测定带有不同程度的干扰，严重时甚至无法得出正常的测试结果。而用 $R_{pv}$ 参数测量这类表面时，相对来说能在较大程度上削弱了表面沟槽带来的影响，能比较真实地反映出表面粗糙程度 | 刨削<br>砂光<br>纵铣 |

上表给出的各参数适用的材质的范围及工件采用的加工方法，是根据制订标准时的实测验证和实践经

验的部分分析结果而列出的仅供评定使用标准时参　考。

# 第 5 章　主要工业国家表面粗糙度标准的特点与比较

零件的表面粗糙度对机器零件表面功能的影响从 1918 年开始就已经受到注意，首先从加工表面的刀痕和刮痕对零件疲劳强度的影响研究开始，在 20 年代已有谈到表面粗糙度对零件功能影响的文章，但那时还没有表面粗糙度的数值评定标准，其标准化工作开始时只是在图纸标注方面。为研究表面粗糙度对零件功能的影响和度量表面微观不平度的需要，当时德国、美国、英国等国家的专家相继研究和设计制造了表面粗糙度轮廓记录器、轮廓计和光切法与干涉法的显微镜等测量仪器，1931 年德国发布国家标准 DIN 140，该标准只定性地规定了不加工表面符号～，加工的表面粗糙度符号用∨、∨∨、∨∨∨等，但没有规定参数和数值标准，对不同等级的符号所代表的加工表面粗糙度的情况只是用目测来估计区分的。苏联也只有目测的定性标准 ГОСТ 7540。所以在 20 世纪 30 年代起，世界各国在工业生产上广泛应用∨代表粗加工表面，▽∨代表半精加工（或细加工）表面，▽▽▽表示精加工表面。同时已经开始对表面粗糙度定量评定的参数和数值方面进行研究，并研制了测量仪器。直到 40 年代初各国才开始相继制订了表面粗糙度的定量评定标准。

## 1　各国标准的特点

### 1.1　国际标准（ISO）

国际标准化组织“表面特征及其计量学”技术委员会（ISO/TC57）于 1954 年开始制订表面粗糙度国际标准。1954 年 11 月提出第一次草案，1956 年 8 月修订成第二次草案，肯定了中线制，直至 1966 年 2 月才正式通过为 ISO 建议标准，即 ISO/R 468。

1973 年对上述标准进一步修改并于 1982 年正式发布为现行国际标准 ISO 468—1982《表面粗糙度参数，参数值和给定要求的通则》。

在 ISO/R 468 颁布以后，ISO/TC 57 又相继制订了一些有关表面粗糙度测量仪器和比较样块；表面粗糙度术语　表面及其参数等方面的标准。可以看出，ISO/TC 57 70 年代以来的工作成果比 50、60 年代有明显增多。

国际标准 ISO 468—82《表面粗糙度——参数，参数值和给定要求的通则》，它主要规定了工业中用的表面粗糙度参数和它们的数值系列及优先采用的数值系列。ISO 4287/1—1984《表面粗糙度——名词术语——第一部分：表面和它的参数》。这项标准中所列出的参数要比 ISO 468 规定的 6 个参数多得多。这是考虑到目前有些参数在工业部门虽还没有应用，但在研究领域里已用得很多了，因此该标准的特点是使用面非常广，适用于各技术标准和文件以及科技出版物等，使各国在表面粗糙度有关表面及其参数的术语定义方面建立起一个共同的语言。

### 1.2　中国标准

我国于 1968 年颁布了第一个国家标准 GB 1031—68《表面光洁度》。它主要参考了 1962 年 11 月在北京举行的社会主义国家标准化机构代表会议上通过的 K 07/北京 1962/4 统一建议《表面粗糙度　粗糙度级别》起草的，并和 ISO 后来公布的建议标准 ISO/R 468 基本一致。

为积极采用国际标准，1981 年开始对 GB 1031—68 标准进行修订，1983 年 2 月原国家标准局发布了 GB 1031-83《表面粗糙度　参数及其数值》和 GB 3505—83《表面粗糙度　术语　表面及其参数》两项国家标准。同时还颁布了与之配套使用的 GB 131—83《机械制图　表面粗糙度代号及其注法》标准。

GB 1031—83 标准 95 年修订为 GB/T 1031—95。该标准是从微观几何形状特性出发，对表面粗糙度不平的程度进行研究和控制，而不涉及表面的物理化学结构和性质。标准把本质上三维结构的复杂评定问题简化为二维评定，即在垂直于基准面的截面上对实际轮廓的高度和间距进行计算而获得表面粗糙度的某个评定参数的数值。它适用于对工业制品的表面粗糙度的评定。

GB 3505—83《表面粗糙度　术语　表面及其参数》标准列出了四部分的术语与定义共 61 个，该标准主要统一了国内各技术标准和文件以及科技出版物中有关表面粗糙度方面的表面及其参数等术语和定义。

### 1.3　美国标准

美国从 1940 年就制订了国家标准，经多次修订成

为现行标准 ANSI/ASME B 46·1·1985《表面结构　表面粗糙度　表面波纹度和加工纹理》。该标准除将 $R_a$ 作为主参数外，在附录中还给出了相当多的其他的表征粗糙度参数的定义，供在特殊需要的场合选用。标准的特点是包括了表面波纹度的一般叙述。它也包含了名词、术语、测量仪器以及标准样块和比较样块等。它有三个附录，其中附录 C 列出了测量表面粗糙度的方法及除主参数外的其他参数。

### 1.4　英国标准

英国的第一个表面粗糙度度国家标准是 1950 年发布的 BS 1134·1—1950《表面结构的评定》。英国经过对 BS 1134·1—1950 标准的多次修订，成为现行标准 BS 1134·1—1988《表面特征的评定》。该标准由正文和附录两个部分组成，而标准正文又分三节，第一节是概述，它包括适用范围和定义；第二节是表面粗糙度的测定，它包括取样长度、参数值的测定图形和有关表面粗糙度的说明；第三节的内容是测试设备，它包括测量仪器的针尖型号和精度等内容。

标准中有三个附录，附录 A 列出了各参数的参数值；附录 B 是测量仪器的读数误差；附录 C 是影响系数准确度的说明。这个标准的特点是把测量仪器的基本要求也列入了标准中，而在 ISO 是另列标准的。本标准与 BS 1134.1 -1972 标准相比最大的区别是把评定表面粗糙度各参数的数值放在了附录中，且在数值系列方面与 ISO 也有明显的不同。

### 1.5　前苏联标准

前苏联的第一个参数标准是 1945 年起草的 ГОСТ 2789 -45《表面光洁度、表面微观几何形状、分级和表示法》。他也采用中线制，参数只用轮廓的均方根偏差 Hck，并分有 14 级。后经三次修订成为现行的标准 ГОСТ 2789—1973《表面粗糙度　参数和特征》，除 $R_a$ 和 $R_z$ 参数之外，又增加了四个参数，即轮廓不平度最大高度 $H_{max}$ ($R_y$)，轮廓微观不平度平均间距 $S_m$，轮廓的单峰平均间距 $S$ 和轮廓支承长度率 $t_p$。它规定了工业中用的表面粗糙度参数及其数值系列和优先选用的数值系列。但和其他标准不同，它还规定了一个从 1975 年 1 月 1 日至 1985 年 1 月 1 日的实施期限。在 1980 年对该标准作了部分修改，并在标准修订本中指出，从 1981 年 1 月 1 日起实行，而在 1980 年修订本中取消了按参数系列值划分 14 个等级的规定，采用规定各参数的数值方法来表达，把名词术语列在附录中。该标准与现行的表面粗糙度国际标准 ISO 468 -1982 是一致的。

### 1.6　德国标准

德国标准的特点是分得较细，分为基本概念、几何特征、名词术语、参数和数值及表面按功能要求的分类和各种加工方法可能达到的表面粗糙度范围等。有关粗糙度定义、参数、系列值的内容主要有三个标准即 DIN 4760《表面形状的概念》、DIN 4762《表面粗糙度概念　名词术语》和 DIN 4763《表面粗糙度的数值和公比》。

### 1.7　日本标准

日本标准 JIS B0601—1982《表面粗糙度的定义和数值》，它取消了 JIS B0601—1972 中列入的在图样上的表面粗糙度的标注方法、等内容。仅规定了标准的适用范围、标准中涉及的术语定义和各参数的系列值，与 ISO 标准基本一致。

## 2　各国标准的比较

### 2.1　各国标准的代号及名称（表 5.5-1）

**表 5.5-1　各国有关表面粗糙度标准一览表**

| 国别 | 标准代号 | 标准名称 |
|---|---|---|
| 国际 | ISO 468—1982 | 表面粗糙度参数，参数值和给定要求的通则 |
| | ISO 4287/1—1984 | 表面粗糙度名词术语　第一部分　表面和它的参数 |
| 中国 | GB/T 1031—1995 | 表面粗糙度　参数及其数值 |
| | GB 3505—1983 | 表面粗糙度术语　表面及其参数 |
| 前苏联 | ГОСТ 2787—1981 | 表面粗糙度　参数和特征 |
| 英国 | BS 1134·1—1988 | 表面结构的评定 |
| 美国 | ANSI B46·1—1985 | 表面结构　表面粗糙度　表面波纹度和加工纹理 |
| 日本 | JIS B0601—1982 | 表面粗糙度的定义和参数值 |
| 德国 | DIN 4760—1974 | 表面形状的概念 |
| | DIN 4762/1—1986 | 表面粗糙度概念　名词术语 |
| | DIN 4763—1981 | 表面粗糙度的数值和公比 |

## 2.2　各国标准应用范围的比较

对于应用范围各国标准的提法不尽相同。

ISO 468 标准涉及由各种材料和各种加工方法获得的制品表面粗糙度，而这里加工方法通常应使用表面粗糙度参数处于下述范围内：

$0.008\mu m \leqslant R_a \leqslant 400\mu m$

$0.025\mu m \leqslant R_z$ 和 $R_y \leqslant 1600\mu m$

$0.002mm \leqslant S$ 和 $S_m \leqslant 12.5mm$

国际标准也明确了它不适用于不能用通常的方法检查表面粗糙度的部分。

美国标准规定用于固体材料的微观不平度，但它不是对光泽、外观、颜色、耐腐蚀、耐磨、硬度、次表面的微观结构、表面完整性和其他特性而言的。

前苏联标准用规定表面粗糙度参数 $R_a$、$R_z$、$R_{max}$、$S$ 和 $S_m$ 的数值范围来限定制件的材料和所采用的加工方法。并说明不适用于加工时会起毛的材料的表面，如用毛毡所制的工件表面。

英国标准说明适用于机械加工表面结构及最后完工表面和其他表面的评定方法。该标准在工业中广泛使用，是一项通用的机械工程标准。

日本标准规定适用于工业制品中，以轮廓算术平均偏差 $R_a$、最大高度 $R_{max}$ 及十点平均粗糙度 $R_z$ 规定表面粗糙度的场合。

中国标准说明适用于工业制品的表面粗糙度的评定。

综上所述，各国在表面粗糙度的适用范围方面说法并不一致。关于适用范围应如何确定还有待于进一步研究。

## 2.3　各国标准中规定的表面粗糙度的参数及符号的比较

随着机械工业的迅速发展和对外贸易及技术合作的不断扩大，国际上对表面粗糙度的名词术语概念有了统一理解的趋势，在参数及其符号方面也逐渐取得统一，如 $R_z$ 以往英国曾用 CLA 符号表示，美国曾用 AA 符号表示，而现在都用 $R_a$ 来表示。各国标准中规定的表面粗糙度的参数及符号见表 5.5-2。

**表 5.5-2　各国表面粗糙度评定参数及其符号**

| 国别 | 算术平均偏差 | 微观不平度十点高度 | 轮廓最大高度 | 不平度的平均间距 | 单峰平均间距 | 轮廓支承长度率 | 轮廓不平度的平均高度 | 轮廓均根偏差 | 轮廓最大峰高 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ISO 468 | $R_a$ | $R_z$ | $R_y$ | $S_m$ | $S$ | $t_p$ | | | |
| 中国 | $R_a$ | $R_z$ | $R_y$ | $S_m$ | $S$ | $t_p$ | | | |
| 前苏联 | $R_a$ | $R_z$ | $R_y$ | $S_m$ | $S$ | $t_p$ | | | |
| 英国 | $R_a$ | $R_z$ | $R_y$ | $S_m$ | $S$ | $t_p$ | | | |
| 美国 | $R_a$ | $R_z$ | $R_y$ ($R_t$) | | $S$ | $t_p$ | $R_c$ | $R_q$ | $R_p$ |
| 日本 | $R_a$ | $R_z$ | $R_{max}$ | | | | | | |
| 德国 | $R_a$ | $R_z$ | $R_{max}$ | $A_c$ | | $t_p$ | | | $R_p$ |
| 意大利 | $R_a$ | | $R_{max}$ | | | $t$ | | | $R_c$ |
| 奥地利 | $R_a$ | $R_z$ | $R_1$ | | | $t_p$ | | | $R_p$ |
| 法国 | $R_a$ | | | $A_R$ | | | | | |
| 波兰 | $R_a$ | $R_z$ | | | | $t_p$ | | | |
| 罗马尼亚 | $R_a$ | $R_z$ | $R_{max}$ | | | | | | |
| 瑞士 | $R_a$ | | | | | | | | |
| 澳大利亚 | $R_a$ | | | | | | | | |
| 丹麦 | $R_a$ | $R_z$ | $R_{max}$ | | | | | | $R_u$ |
| 捷克 | $R_a$ | $R_z$ | $R_{max}$ | | | | | | |
| 南斯拉夫 | $R_a$ | $R_z$ | $R_{max}$ | | | $t_p$ | | | |
| 瑞典 | $R_a$ | $R_z$ | $R_{max}$ | | $K$ | $K_B$ | | | |

（续）

| 国别 | 算术平均偏差 | 微观不平度十点高度 | 轮廓最大高度 | 不平度的平均间距 | 单峰平均间距 | 轮廓支承长度率 | 轮廓不平度的平均高度 | 轮廓均根偏差 | 轮廓最大峰高 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 新西兰<br>匈牙利 | $R_a$<br>$R_p$ | | $R_{max}$ | | | | | | $R_t$ |
| 芬兰<br>加拿大 | $R_a$<br>$R_q$ | $R_z$ | $R_{max}$ | | | | | | |
| 保加利亚 | $R_a$ | $R_z$ | $R_{max}$ | | | | | | |
| 阿根廷 | $h_m$ | | | | | | | | |
| 荷兰 | $R_a$ | | | | | | | | |
| 西班牙 | $h_m$ | | | | | | | | |

## 2.4　各国标准参数数值范围的比较

对主要参数的数值各国都规定了参数系列值，不少国家的标准还规定有优先采用值，从优先数的数列看各国基本是一致的。

ISO 468－1982 规定 $R_a$ 的数值范围为 0.008～400μm，$R_z$ 和 $R_y$ 的数值范围是 0.025～1600μm，$S$ 和 $S_m$ 的数值范围是 0.002～12.5mm，以上系列值为 R10 系列，优先数值为 R10/3 系列。

中国 GB/T 1031－1995 标准规定 $R_a$ 的数值系列范围为 0.008～100μm，$R_z$ 和 $R_y$ 的数值范围及 $S$ 和 $S_m$ 的数值范围与 ISO 标准规定的一样。

美国标准中 $R_a$ 的数值范围是 0.012～50μm，优先数值也为 R10/3 系列。

日本标准中 $R_a$ 的数值范围是 0.013～100μm，$R_z$ 和 $R_{max}$ 的数值范围是 0.05～400μm，它只规定了优先数值系列。

英国标准中 $R_a$ 的数值范围是 0.0125～400μm，$R_z$ 和 $R_y$ 的数值范围是 0.025～1600μm，$S$ 和 $S_m$ 的数值是 0.006～12.5mm，均为 R10/3 系列。

前苏联标准与 ISO 标准中规定的优先系列值一致，只是 $R_a$ 的数值范围是 0.012～400μm，而不是 0.008～400μm。

德国标准中 $R_a$ 的数值范围是 0.006～50μm，只有 R10/3 的优先数值系列。$R_z$ 和 $R_y$ 的数值范围为 0.04～2500μm，它的系列值用的是 R5 系列，公比 1.6。

法国标准中 $R_a$ 的数值系列与英国标准一致，数值范围为 0.0125～400μm。

### 2.4.1　$R_a$ 系列值比较

各国标准中规定的 $R_a$ 参数的系列值，除国际标准、中国标准、波兰和捷克标准中的系列值规定为优先数 R10 系列，公比为 1.25 外，其他 10 个国家均为 R10/3 派生系列，公比为 2。而丹麦标准中规定系列值用的是 R5 系列，公比为 1.6。见表 5.5-3。

**表 5.5-3　各国 $R_a$ 系列值比较**　（μm）

| ISO | 中国 | 英国 | 日本 | 波兰 | 奥地利 | 意大利 | 德国 | 法国 | 罗马尼亚 | 瑞士 | 澳大利亚 | 丹麦 | 捷克 | 美国 | 前苏联 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (0.008) | (0.008) | | | 0.008 | 0.006 | (0.008) | 0.006 | | | | | | (0.008) | | |
| (0.010) | (0.010) | | | 0.010 | | (0.01) | | | | | | 0.10 | (0.010) | | |
| 0.012 | 0.012 | 0.0125 | 0.013 | 0.012 | 0.012 | (0.012) | 0.012 | 0.0125 | 0.012 | | | | 0.012 | 0.012 | 0.012 |
| (0.016) | (0.016) | | | 0.016 | | (0.016) | | | | | | 0.16 | (0.016) | | |
| (0.020) | (0.020) | | | 0.020 | | (0.02) | | | | | | | (0.020) | | |
| 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 |
| (0.032) | (0.032) | | | 0.032 | | (0.032) | | | | | | | (0.032) | | |
| (0.040) | (0.040) | | | 0.040 | | (0.04) | | | | | | 0.04 | (0.04) | | |
| 0.050 | 0.050 | 0.05 | 0.05 | 0.050 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | | 0.050 | 0.05 | 0.05 |
| (0.063) | (0.063) | | | 0.063 | | (0.063) | | | | | | 0.063 | (0.063) | | |
| (0.080) | (0.080) | | | 0.080 | | (0.08) | | | | | | | (0.080) | | |
| 0.100 | 0.100 | 0.1 | 0.1 | 0.100 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.100 | 0.100 | 0.10 | 0.10 |

（续）

| ISO | 中国 | 英国 | 日本 | 波兰 | 奥地利 | 意大利 | 德国 | 法国 | 罗马尼亚 | 瑞士 | 澳大利亚 | 丹麦 | 捷克 | 美国 | 前苏联 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (0.125) | (0.125) | | | 0.125 | | (0.125) | | | | | | | (0.125) | | |
| (0.160) | (0.160) | | | 0.160 | | (0.16) | | | | | | 0.160 | (0.16) | | |
| 0.20 | 0.20 | 0.2 | 0.2 | 0.20 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| (0.25) | (0.25) | | | 0.25 | | (0.25) | | | | | | 0.25 | (0.25) | | |
| (0.32) | (0.32) | | | 0.32 | | (0.32) | | | | | | | (0.32) | | |
| 0.40 | 0.40 | 0.4 | 0.4 | 0.40 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 |
| (0.50) | (0.50) | | | 0.50 | | (0.5) | | | | | | | (0.50) | | |
| (0.63) | (0.63) | | | 0.63 | | (0.63) | | | | | | 0.63 | (0.63) | | |
| 0.80 | 0.80 | 0.8 | 0.8 | 0.80 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| (1.00) | (1.00) | | | 1.00 | | (1) | | | | | | 1.00 | (1.00) | | |
| (1.25) | (1.25) | | | 1.25 | | (1.25) | | | | | | | (1.25) | | |
| 1.60 | 1.60 | 1.6 | 1.6 | 1.60 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.60 | 1.60 | 1.60 | 1.60 | 1.6 | 1.6 | 1.60 |
| (2.0) | (2.0) | | | 2.0 | | (2) | | | | | | | (2.0) | | |
| (2.5) | (2.5) | | | 2.5 | | (2.5) | | | | | | 2.5 | (2.5) | | |
| 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | | 3.2 | 3.2 | 3.2 |
| (4.0) | (4.0) | | | 4.0 | | (4) | | | | | | 4.0 | (4.0) | | |
| (5.0) | (5.0) | | | 5.0 | | (5) | | | | | | | (5.0) | | |
| 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| (8.0) | (8.0) | | | 8.0 | | (8) | | | | | | | (8.0) | | |
| (10.0) | (10.0) | | | 10.0 | | (10) | | | | | | 10 | (10.0) | | |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| (16.0) | (16.0) | | | 16.0 | | (16) | | | | | | 16 | (16) | | |
| (20) | (20) | | | 20 | | (20) | | | | | | | (20) | | |
| 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | (25) | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| (32) | (32) | | | 32 | | (32) | | | | | | | (32) | | |
| (40) | (40) | | | 40 | | (40) | | | | | | 40 | (40) | | |
| 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | (50) | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | | 50 | 50 | 50 |
| (63) | (63) | | | 63 | | (63) | | | | | | 63 | (63) | | |
| (80) | (80) | | | 80 | | (80) | | | | | | | (80) | | |
| 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | (100) | | 100 | 100 | | | 100 | 100 | | 100 |
| (125) | | | | 125 | | | | | | | | | (125) | | |
| (160) | | | | 160 | | | | | | | | | (160) | | |
| 200 | | 200 | | 200 | | | | 200 | | | | | (200) | | 200 |
| (250) | | | | 250 | | | | | | | | | (250) | | |
| (320) | | | | 320 | | | | | | | | | (320) | | |
| 400 | | 400 | | 400 | | | | 400 | | | | | (400) | | 400 |

注：表中未加括号的值为优先采用值。波兰标准中未有优先采用值的规定。

从表5.5-3中可以看出，尽管中国、意大利和捷克标准中规定的优先数为R10系列，公比为1.25，但均规定了优先选用的系列值，系列是R10/3派生系列，公比为2，这也是国际上优先采用系列。由此可见，$R_z$参数在各国标准中得到广泛应用，而在系列值的选用上各国均取得了一致。

### 2.4.2 $R_z$、$R_y$、($R_{max}$) 系列值的比较

在各国标准中，对于$R_z$、$R_y$参数系列值的选用大多数国家还是一致的，均为优先采用系列R10/3派生系列，公比为2。见表5.5-4。

**表 5.5-4　各国 $R_z$、$R_y$、($R_{max}$) 系列值比较**

| ISO | 中国 | 英国 | 日本 | 波兰 | 奥地利 | 意大利 | 德国 | 罗马尼亚 | 丹麦 | 捷克 | 前苏联 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.025 | 0.025 | 0.025 | | | | | | | | 0.025 | 0.025 |
| (0.032) | (0.032) | | | | | | | | | (0.032) | |
| (0.040) | (0.040) | | | 0.040 | 0.040 | 0.04 | 0.04 | | 0.04 | (0.040) | |
| 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.050 | | 0.05 | | | | 0.050 | 0.05 |
| (0.063) | (0.063) | | | 0.063 | 0.063 | 0.063 | 0.06 | 0.063 | 0.63 | (0.063) | |
| (0.080) | (0.080) | | | 0.080 | | 0.08 | | | | (0.080) | |
| 0.100 | 0.100 | 0.1 | 0.1 | 0.100 | 0.10 | 0.1 | 0.1 | | 0.10 | 0.100 | 0.10 |
| (0.125) | (0.125) | | | 0.125 | | 0.125 | | 0.125 | | (0.125) | |
| (0.160) | (0.160) | | | 0.160 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | | 0.16 | (0.160) | |
| 0.20 | 0.20 | 0.2 | 0.2 | 0.20 | | 0.2 | | | | 0.20 | 0.20 |
| (0.25) | (0.25) | | | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | (0.25) | |
| (0.32) | (0.32) | | | 0.32 | | 0.32 | | | | (0.32) | |
| 0.40 | 0.40 | 0.4 | 0.4 | 0.40 | 0.40 | 0.4 | 0.4 | | 0.40 | 0.40 | 0.40 |
| (0.50) | (0.50) | | | 0.50 | | 0.5 | | 0.5 | | (0.50) | |
| (0.63) | (0.63) | | | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | | 0.63 | (0.63) | |
| 0.80 | 0.80 | 0.8 | 0.8 | 0.80 | | 0.8 | | | | 0.80 | 0.80 |
| (1.00) | (1.00) | | | 1.00 | 1.0 | 1 | 1.0 | 1.0 | 1.00 | (1.00) | |
| (1.25) | (1.25) | | | 1.25 | | 1.25 | | | | (1.25) | |
| 1.60 | 1.60 | 1.6 | 1.6 | 1.60 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | | 1.60 | 1.6 | 1.60 |
| (2.0) | (2.0) | | | 2.0 | | 2 | | 2.0 | | (2.0) | |
| (2.5) | (2.5) | | | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | | 2.5 | (2.5) | |
| 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | | 3.2 | | | | 3.2 | 3.2 |
| (4.0) | (4.0) | | | 4.0 | 4.0 | 4 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | (4.0) | |
| (5.0) | (5.0) | | | 5.0 | | 5 | | | | (5.0) | |
| 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| (8.0) | (8.0) | | | 8.0 | | 8 | | 8.0 | | (8.0) | |
| (10.0) | (10.0) | | | 10.0 | 10 | 10 | 10 | | 10 | (10.0) | |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | | 12.5 | | 12.5 | | 12.5 | 12.5 |
| (16.0) | (16.0) | | | 16.0 | 16 | 16 | 16 | | 16 | (16) | |
| (20) | (20) | | | 20 | | 20 | | | | (20) | |
| 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| (32) | (32) | | | 32 | | 32 | | | | (32) | |
| (40) | (40) | | | 40 | 40 | 40 | 40 | | 40 | (40) | |
| 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | | 50 | | 50 | | 50 | 50 |
| (63) | (63) | | | 63 | 63 | 63 | 63 | | 63 | (63) | |
| (80) | (80) | | | 80 | | 80 | | | | (80) | |
| 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| (125) | (125) | | | 125 | | 125 | | | | (125) | |
| (160) | (160) | | | 160 | 160 | 160 | 160 | | 160 | (160) | |
| 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | | 200 | | 200 | | 200 | 200 |
| (250) | (250) | | | 250 | 250 | 250 | 250 | | 250 | (250) | |
| (320) | (320) | | | 320 | | 320 | | | | (320) | |
| 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| (500) | (500) | | | 500 | | | | | | (500) | |
| (630) | (630) | | | 630 | 630 | | 630 | | | (630) | |
| 800 | 800 | 800 | | 800 | | | | | | 800 | |
| (1000) | (1000) | | | 1000 | 1000 | | 1000 | | | 1000 | |

（续）

| ISO | 中国 | 英国 | 日本 | 波兰 | 奥地利 | 意大利 | 德国 | 罗马尼亚 | 丹麦 | 捷克 | 前苏联 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1250 | 1250 | | | 1250 | | | | | | 1250 | | |
| 1600 | 1600 | 1600 | | 1600 | 1600 | | 1600 | | | 1600 | — | |
| | | | | 2000 | 2500 | | 2500 | | | | | |

注：表中未加括号的值为优先采用的系列值。

**表 5.5-5　各国 $S$、$S_m$ 系列值比较**

（mm）

| ISO | 中国 | 英国 | 前苏联 | 捷克 |
|---|---|---|---|---|
| (0.002) | (0.002) | | 0.002 | 0.002 |
| (0.003) | (0.003) | | 0.003 | 0.003 |
| (0.004) | (0.004) | | 0.004 | 0.004 |
| (0.005) | (0.005) | | 0.005 | 0.005 |
| 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.006 |
| (0.008) | (0.008) | | 0.008 | 0.008 |
| (0.010) | (0.010) | | 0.010 | 0.010 |
| 0.0125 | 0.0125 | 0.0125 | 0.0125 | 0.0125 |
| (0.0160) | (0.0160) | | 0.0160 | 0.0160 |
| (0.020) | (0.020) | | 0.020 | 0.020 |
| 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 |
| (0.032) | (0.032) | | 0.032 | 0.032 |
| (0.040) | (0.040) | | 0.040 | 0.040 |
| 0.050 | 0.050 | 0.05 | 0.050 | 0.050 |
| (0.063) | (0.063) | | 0.063 | 0.063 |
| (0.080) | (0.080) | | 0.080 | 0.080 |
| 0.100 | 0.100 | 0.1 | 0.100 | 0.100 |
| (0.125) | (0.125) | | 0.125 | 0.125 |
| (0.160) | (0.160) | | 0.160 | 0.160 |
| 0.20 | 0.20 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| (0.25) | (0.25) | | 0.25 | 0.25 |
| (0.32) | (0.32) | | 0.32 | 0.32 |
| 0.40 | 0.40 | 0.4 | 0.40 | 0.40 |
| (0.50) | (0.50) | | 0.50 | 0.50 |
| (0.63) | (0.63) | | 0.63 | 0.63 |
| 0.80 | 0.80 | 0.8 | 0.80 | 0.80 |
| (1.00) | (1.00) | | 1.00 | 1.00 |
| (1.25) | (1.25) | | 1.25 | 1.25 |
| 1.60 | 1.60 | 1.6 | 1.6 | 1.6 |
| (2.0) | (2.0) | | 2.0 | 2.0 |
| (2.5) | (2.5) | | 2.5 | 2.5 |
| 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 |
| (4.0) | (4.0) | | 4.0 | 4.0 |
| (5.0) | (5.0) | | 5.0 | 5.0 |
| 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| (8.0) | (8.0) | | 8.0 | 8.0 |
| (10.0) | (10.0) | | 10.0 | 10.0 |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |

注：表中未加括号的值为优先采用值。苏联、波兰、捷克标准中，对 $S_m$、$S$ 参数的数值未有优先采用值的规定。

### 2.4.3　$S_m$、$S$ 系列值的比较

$S_m$、$S$ 是控制表面微观不平度横向间距细密度的参数，当高度参数已不能足够控制表面功能时，根据需要可附加选用 $S_m$，$S$ 来补充控制。目前在各国标准使用的很少。见表 5.5-5。

### 2.4.4　$t_p$ 系列值的比较

$t_p$ 是度量表面耐磨性的评定参数。它是一个附加的评定参数，目前在我国尚无实际使用经验，国外也使用极少。见表 5.5-6。

**表 5.5-6　各国 $t_p$ 系列值比较**（%）

| ISO | 中国 | 前苏联 | 意大利 | 德国 | 奥地利 | 捷克 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 | 15 |
| 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 32 | 30 |
| 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 63 | 63 |
| 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| | | | 95 | 95 | 95 | |

关于取样长度和评定长度的规定和选用，在各国标准中规定的基本相同，见表 5.5-7。

**表 5.5-7　各国取样长度的选用值**　（mm）

| $l$ | 0.08 | 0.25 | 0.8 | 2.5 | 8 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|

只有前苏联标准中规定取样长度为 8 档，即增加了 0.01mm 和 0.03mm 两档。在大多数国家标准中还提到评定长度等于 1 个或几个取样长度，并规定了取样长度和评定长度对应的表面粗糙度参数值范围。

## 3　我国采用国际标准的情况（表 5.5-8）

**表 5.5-8　我国采用国际标准的情况**

| ISO 标准号 | 标准名称 | 国标号 | 标准名称 | 采用情况 |
|---|---|---|---|---|
| ISO 468<br>—1982 | 表面粗糙度参数、参数值和给定要求的通则 | GB/T 1031<br>—1995 | 表面粗糙度参数及其数值 | 等效采用 |
| ISO 4287/1<br>—1984 | 表面粗糙度　术语<br>第1部分：表面及其参数 | GB 3505<br>—1983 | 表面粗糙度术语表面及其参数 | 参照采用 |
| ISO 4287/2<br>—1984 | 表面粗糙度　术语<br>第2部分：表面粗糙度参数测量 | GB 7220<br>1987 | 表面粗糙度术语参数测量 | 等效采用 |
| ISO 1878<br>—1983 | 测量与评定表面几何参数的仪器和装置分类 | | | 已订国标未批准发布 |
| ISO 1879<br>—1981 | 轮廓法测量表面粗糙度仪器术语 | GB 6061<br>—1985 | 轮廓法测量表面粗糙度仪器术语 | 等效采用 |
| ISO 1880<br>—1979 | 轮廓法测量表面粗糙度仪器接触（触针）式连续轮廓转换仪轮廓记录仪 | GB 6062<br>—1985 | 轮廓法触针式表面粗糙度测量仪轮廓记录仪及中线制轮廓计 | 等效采用两项标准 |
| ISO 3274<br>—1975 | 轮廓法测量表面粗糙度仪器接触（触针）式连续轮廓转换仪　M制接触式轮廓计 | | | |
| ISO 2632/1<br>—1985 | 表面粗糙度比较样块　第1部分：车、磨、镗、铣、插及刨等加工 | GB 6060.2<br>—1985 | 表面粗糙度比较样块磨、车、镗、铣、插及刨加工表面 | 等效采用 |
| ISO 2632/2<br>—1985 | 表面粗糙度比较样块　第2部分：电火花侵蚀、喷丸、喷砂和抛光 | GB 6060.3<br>—1986<br>GB 6060.4<br>—1987<br>GB 6060.5<br>—1988 | 表面粗糙度比较样块　电火花加工表面<br>表面粗糙度比较样块　抛光加工表面<br>表面粗糙度比较样块　抛（喷）丸、喷砂加工表面 | 等效采用 |
| ISO 2632/3<br>—1979 | 表面粗糙度比较样块　第3部分：铸造表面 | GB 6060.1<br>—1985 | 表面粗糙度比较样块　铸造表面 | 参照采用 |
| ISO 4288<br>—1985 | 触针式仪器测量表面粗糙度参数的规则和程序 | GB 10610<br>—1989 | 触针式仪器测量表面粗糙度的规则和方法 | 参照采用 |
| ISO 5436<br>—1985 | 校准样块　触针式仪器　样块的型式、校准和使用 | 尚未制订国标 | | |
| ISO 4292<br>—1985 | 圆度误差评定法两点和三点测量法 | GB 4380<br>—1984 | 确定圆度误差的方法两点三点法 | 参照采用 |
| ISO 4291<br>—1985 | 圆度误差评定法半径变化量的测量 | GB 7235<br>—1987 | 评定圆度误差的方法半径变化量测量 | 参照采用 |
| ISO 6318<br>—1985 | 圆度误差测量　术语及定义 | GB 7234<br>—1987 | 圆度测量　术语、定义及参数 | |
| ГОСТ 7016<br>—1982 | 木材表面粗糙度 | GB 12472<br>—1990 | 木制件表面粗糙度　参数及其数值 | 参照采用 |
| ГОСТ 15612<br>—1985 | 木材和木质材料的制品表面粗糙度参数测量 | GB ×××× | 木制件表面粗糙度比较样块 | 参考 |

由上表可知，除 ISO 1878 和 ISO 5436 两项标准外，我国均已等效和参照采用制订了相应的国标。

# 第 6 章　表面波纹度和表面缺陷

## 1　表面波纹度

表面波纹度是介于微观几何不平度——表面粗糙度和宏观几何不平度——表面几何形状(如直线度、圆度、平面度等)之间的表面几何不平度。

表面波纹度主要是在机械加工过程中由机床—工件—刀具系列的振动所引起的。随着科学技术的发展和国际间统一的需要。表面波纹度的标准化已引起各国的重视。ISO/TC 57/SC4"表面几何参数"分技术委员会应各国的要求，已开始组织起草表面波纹度方面的国际标准。目前已提出处于征求意见阶段的草案文件有：

委员会草案二稿 ISO/CD 10479《表面波纹度术语和定义》；委员会工作草案二稿 ISO/TC 5/SC4N185《表面波纹度　参数、参数值和给定要求的通则》；委员会工作草案《触针式仪器测量表面波纹度的规则和程序》和《表面粗糙度及波纹度的区分法》等。1993 年 ISO 发布了 ISO/DIS 10479《表面波纹度词汇》。

我国尚无表面波纹度方面的国家标准，只有北京二机床等单位制订的 ZB/Z 168—89《磨削表面波纹度》专业标准。下面把 ISO 的标准草案中的主要内容作介绍。

### 1.1　表面波纹度的术语和定义 (ISO 10479)

ISO/CD 10479《表面波纹度　术语和定义》的制订是为了有一个统一的表面波纹度基本概念、术语定义和代号，它适用于技术标准和文件以及科技出版物等。

#### 1.1.1　表面、轮廓和基准的术语与定义

该部分给出了实际表面、实际表面轮廓、分离表面实际轮廓成分的求值系统（滤波器）、标准波纹度求值系统、表面波纹度、表面波纹度轮廓、波纹度轮廓评定长度、波纹度轮廓基准线、波纹度轮廓峰、波纹度轮廓谷、波纹度轮廓峰顶线、波纹度轮廓谷底线、波纹度截止波长、波纹度轮廓偏距等 14 个术语定义。

1）实际表面　工件上实际存在的一个表面，它是由加工形成的。实际表面是由粗糙度、波纹度和形状叠加而成的一个表面。

2）实际表面轮廓　平面与实际表面相交所得的轮廓。它由粗糙度轮廓、波纹度轮廓和形状轮廓构成。

3）分离实际表面轮廓成份的求值系统（滤波器）是指按规定的要求通过预期信息转换，将给定的表面实际轮廓分离的一种求值计算方法。实际上，该方法可用各种不同的方式实现，用各种不同的方式分离给定的轮廓成分的特点在于方法的发散值。总轮廓含有那种微小的形状，需用一个附加的预处理系统去该微小的形状轮廓部分。波纹度求值系统的特性是以标准的形式给予规定，即称为标准波纹度求值系统。

4）标准波纹度求值系统　是指理想的求值系统。

5）表面波纹度　是指由间距大于微观不平度间距的实际表面的随机或相似周期形状的成分构成的表面不平度。通常是非工件表面的制造方法引起的那种不平度。

6）表面波纹度轮廓　是指实际表面的轮廓成分，其不平度间距大于微观不平度间距。实际上，该轮廓成分可用波纹度求值系统从实际表面轮廓中分离出来。

7）表面波纹度轮廓评定长度（$l_{mw}$）　是一段波纹度轮廓的长度，在该长度内沿着波纹度轮廓基准线评定波纹度参数值。

8）表面波纹度基准线　用以评定表面波纹度参数的给定的线。在波纹度评定长度内求出中线作为波纹度基准线。它是使用理想求值系统求出的一根直线。

9）波纹度截止波长　轮廓谱中数值上等于取样长度的一个正弦波的波长，通常取其为轮廓计的传输上限，该上限是分离开名义上被传输的波谱部分和名义上被抑制的其他波谱部分的分界点。

10）表面波纹度轮廓峰　在波纹度评定长度内轮

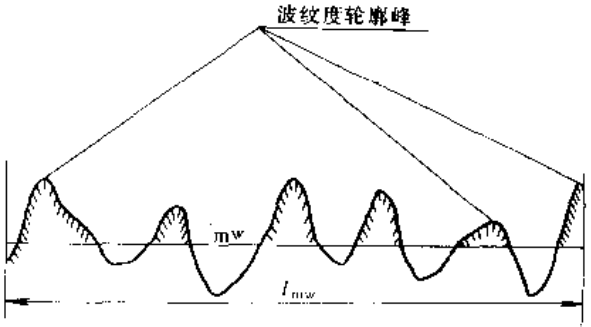



图 5.6-1　波纹度轮廓峰

廓与中线相交，连接两相邻交点向外（从材料到周围介质）的轮廓部分（见图 5.6-1）。

11）表面波纹度轮廓谷　在波纹度评定长度内轮廓与中线相交，连接两相邻交点向内（从周围介质到材料）的轮廓部分（见图 5.6-2）。

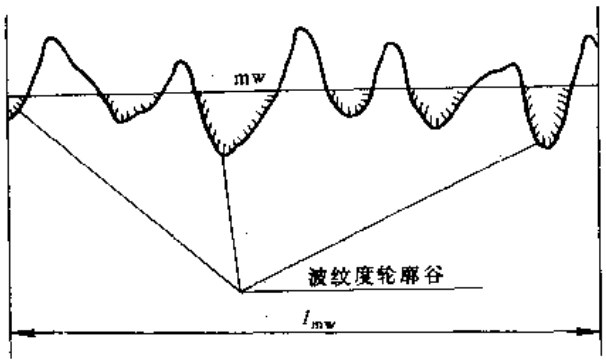



图 5.6-2　波纹度轮廓谷

12）表面波纹度轮廓峰顶线　在波纹度评定长度内平行于基准线并通过轮廓最高点的线（见图 5.6-3）。

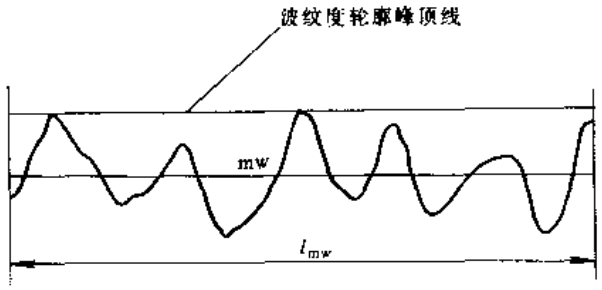



图 5.6-3　波纹度轮廓峰顶线

13）表面波纹度轮廓谷底线　在波纹度评定长度内平行于基准线并通过轮廓最底点的线（见图 5.6-4）。

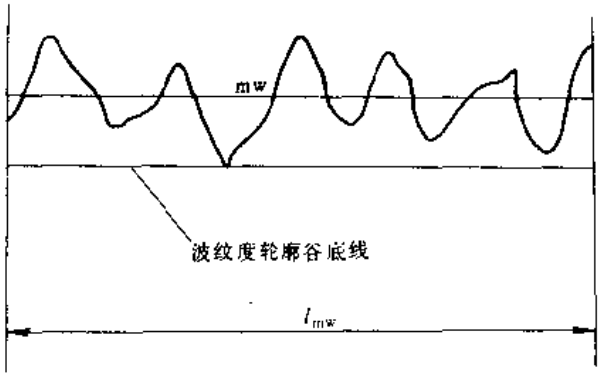



图 5.6-4　波纹度轮廓谷底线

14）表面波纹度轮廓偏距 $h_w(x)$　在测量方向上轮廓线上的点与基准线之间的距离（见图 5.6-5）。

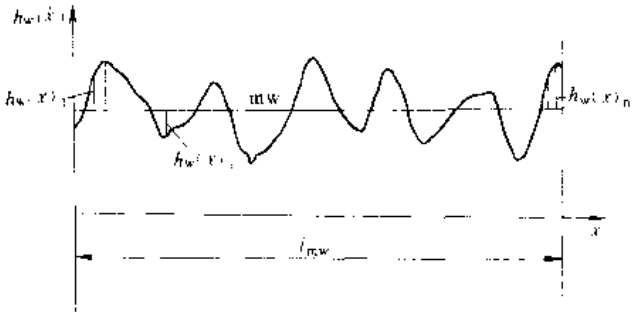



图 5.6-5　波纹度轮廓偏距 $h_w(x)$

### 1.1.2　表面波纹度参数术语

1）表面波纹度轮廓峰高（$h_{wp}$）　波纹度中线（mw）至波纹度轮廓峰最高点之间的距离（见图 5.6-6）。

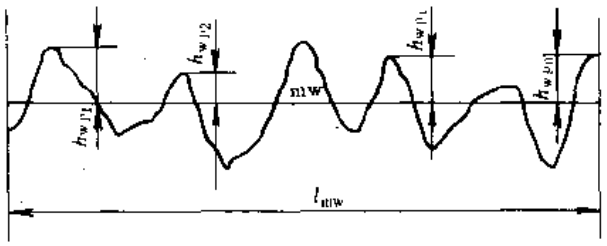



图 5.6-6　表面波纹度轮廓峰高 $h_{wp}$

2）表面波纹度轮廓谷深（$h_{wv}$）　波纹度中线（mw）至波纹度轮廓谷最低点之间的距离（见图 5.6-7）。

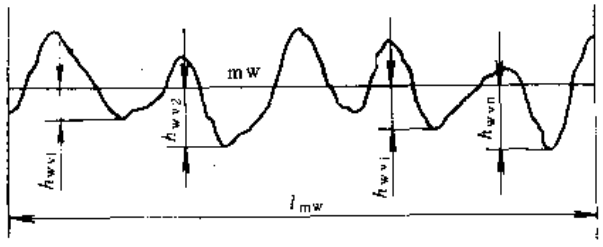



图 5.6-7　波纹度轮廓谷深 $h_{wv}$

3）表面波纹度轮廓不平度高度　波纹度轮廓峰高和相邻波纹度轮廓谷深之和（见图 5.6-8）。

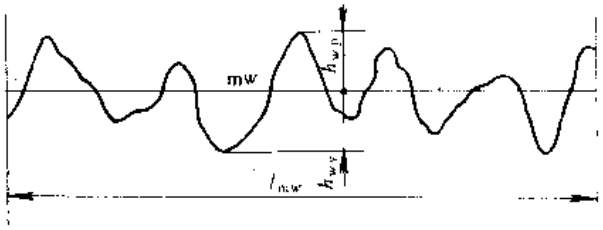



**图 5.6-8**　波纹度不平度高度

4）表面波纹度轮廓不平度平均高度（$W_c$）在波纹度评定长度内波纹度轮廓峰高绝对值的平均值和波纹度轮廓谷深绝对值的平均值之和。计算公式如下：

$$W_c=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|h_{wpi}|+\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|h_{wvi}|$$

5）表面波纹度轮廓最大峰高（$W_p$）　在波纹度评定长度内波纹度轮廓最高点和波纹度中线之间的距离（见图 5.6-9）。

6）表面波纹度轮廓最大谷深（$W_v$）　在波纹度评定长度内波纹度轮廓最底点和波纹度中线之间的距离（见图 5.6-9）。

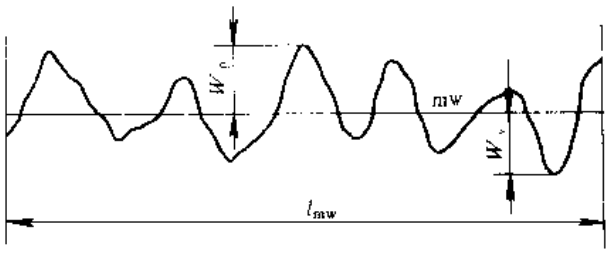



**图 5.6-9**　波纹度轮廓最大峰高 $W_p$

7）表面波纹度轮廓最大高度（$W_t$）　在波纹度评定长度内波纹度轮廓峰顶线和波纹度轮廓谷底线之间的距离（见图 5.6-10）。

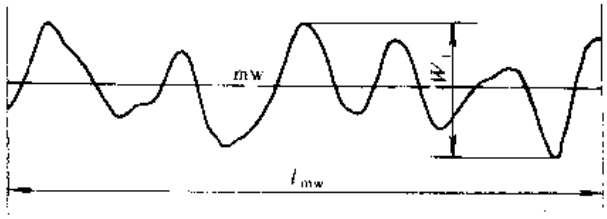



**图 5.6-10**　波纹度轮廓最大高度 $W_t$

8）表面波纹度轮廓算术平均偏差（$W_a$）　在波纹度评定长度内波纹度轮廓偏距绝对值的算术平均值（见图 5.6-11）。

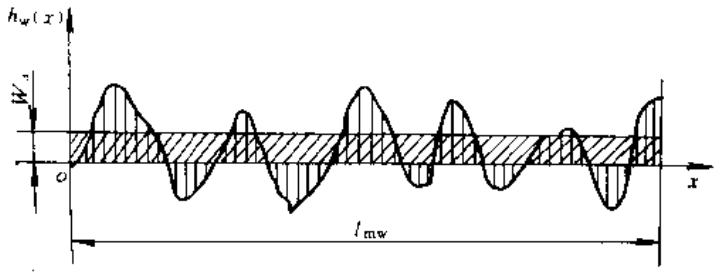



**图 5.6-11**　波纹度轮廓算术平均偏差 $W_a$

$$W_a=\frac{1}{l_{mw}}\int_0^{l_{mw}}|h_w(x)|\,dx$$

或近似为：$W_a=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|h_{wi}|$

9）表面波纹度轮廓均方根偏差（$W_q$）　在波纹度评定长度内波纹度轮廓偏距的均方根值。计算公式如下：

$$W_q=\frac{1}{l_{mw}}\int_0^{l_{mw}}\sqrt{h_w^2(x)}\,dx$$

10）表面波纹度轮廓不平度间距（$S_{wi}$）　含有一个波纹度轮廓峰和相邻谷的一段波纹度中线长度（见图 5.6-12）。

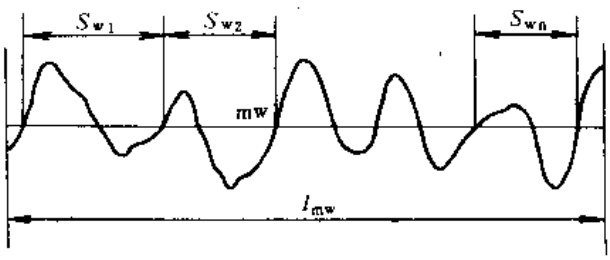



**图 5.6-12**　表面波纹度轮廓不平度间距 $S_{wi}$

11）表面波纹度轮廓不平度的平均间距（$S_{wm}$）

在波纹度评定长度内波纹度轮廓不平度的间距的平均值。

$$S_{wm}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}S_{wi}$$

式中　$S_{wi}$——波纹度轮廓不平度间距；

　　$n$——在波纹度评定长度内波纹度轮廓间距的个数。

### 1.2　表面波纹度参数及参数值

在ISO/TC 57/SC4N185《表面波纹度　参数、参数值和给定要求的通则》中规定了在图样和技术文件中规定表面波纹度要求的一般规则，表面波纹度评定参数、参数值和波纹度截止波长数值等内容。

在工作草案中规定，在需要给出评定表面波纹度参数时，一般采用波纹度轮廓最大高度 $W_t$ 参数。如需要也可采用以下波纹度参数：

表面波纹度轮廓不平度平均高度 $W_c$；

表面波纹度轮廓最大峰高 $W_p$；

表面波纹度轮廓算术平均偏差 $W_a$；

表面波纹度轮廓最大谷深 $W_v$；

表面波纹度轮廓不平度的平均间距 $S_{wm}$。

对于表面波纹度参数的数值，在工作草案中只规定了波纹度轮廓最大高度 $W_t$ 的参数系列值（见表5.6-1）。

对 $W_c$、$W_p$、$W_a$、$W_v$ 和 $S_{wm}$ 等5个波纹度参数的数值，草案中规定可从ISO3—1973《优先数—优先数系》中选取优先数系列值。

**表5.6-1　波纹度轮廓最大高度 $W_t$（μm）**

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 0.1 | 1.6 | 25 |
| | 0.2 | 3.2 | 50 |
| | 0.4 | 6.3 | 100 |
| 0.05 | 0.8 | 12.5 | 200 |

## 2　表面缺陷

国际标准化组织第57技术委员会于1991年已提出ISO/DIS 8785《表面缺陷术语和定义》标准草案。制订该标准的目的是为了在应用技术文件、科技出版物等方面建立起一套共同的表面缺陷的术语，和规定到什么程度表面缺陷是容许的以及对在规定表面缺陷的测量方法时会有帮助。

该标准中没有涉及到表面粗糙度和表面波纹度，同时也没有明确某种表面缺陷是希望有的或不希望有的，因这取决于表面的应用和功能。

### 2.1　一般性术语

1）基准面　是用以评定表面缺陷参数的给定的面。

基准面具有几何表面形状，并通过除缺陷之外的实际表面的最高点，且与由最小二乘法确定的表面等距。

基准面是在一定的表面区域或表面区域的某有限部分上确定的，这个区域和单个缺陷的尺寸大小有关，这区域的大小需足够来评定缺陷，同时在评定时能抑制表面形状误差的影响。

2）缺陷评定区域　是一个工件实际表面的局部或全部，在这区域上，对表面缺陷给出规定和检查。

3）表面特征　是对几何表面的重复的或偶然的偏差，这些偏差形成表面的三维形貌。表面特征包括粗糙度、波纹度、缺陷和在有限表面区域上的形状误差。

4）表面缺陷　是在表面加工、储存或使用期间，非故意或偶然造成的实际表面的单元体、不规则体或一组单元体或不规则体。这些单元体或不规则体的类型和那些构成一粗糙表面的成分有明显的区别。

在实际表面上存在缺陷并不意味着这表面不适用。缺陷的可接受性是取决于表面的应用和功能，并由适当的项目来规定，即长度、宽度、深度、高度、单位面积上的缺陷数等。

### 2.2　有关缺陷大小特征的术语

1）缺陷长度　且平行于基准面量得的缺陷的最大尺寸。

2）缺陷宽度　平行于基准面量得的缺陷最小尺寸。

3）缺陷深度　对单个缺陷，是垂直于基准面切平面量得的缺陷最大深度；对综合的缺陷，是垂直于基准面切平面量得的基准面和缺陷最低点的距离。

4）缺陷高度　对单个缺陷，是垂直于基准面切平面量得的缺陷最大高度；对综合的缺陷，是垂直于基准面切平面量得的基准面和缺陷最高点间的距离。

5）缺陷面积　单个缺陷投影在基准面上的面积。

6）有缺陷的面积　是各单个缺陷面积之和。

### 2.3　规定缺陷参数的术语

1）在全部区域上允许的最大缺陷数；表面缺陷数SDN　在全部实际表面上允许的在协议一致分辨限内的缺陷最大数。

例如：SDN=60

注：在规定一致的分辨限时，用下列两个独立的判则：

① 任一缺陷的最大尺寸要素，超过这值的零件即拒收；

② 在确定 SDN 值时，最小的尺寸特性，小于这值的缺陷就不计入。

2)每单位面积上最大的缺陷数　在指定的评定区域面积 $A$ 内允许的最大缺陷数。

例如：SDN/A＝60/m$^2$

SDN/A＝10/50mm$^2$

## 2.4　表面缺陷的具体类型

标准中规定了有关具体类型的表面缺陷共 31 个术语，分别介绍如下。

(1) 凹缺陷

1) 槽（沟）　是纵向凹进去的表面缺陷，具有圆形的或平的底部，见图 5.6-13。

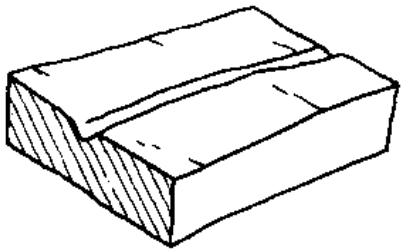


图 5.6-13　槽（沟）

2)擦痕　表面缺陷是具有不规则的形状和没有确定的方向的凹缺陷，见图 5.6-14。

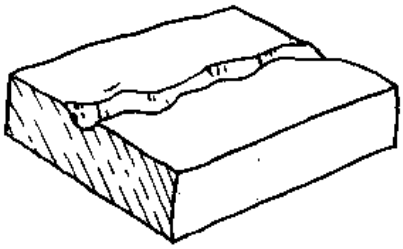


图 5.6-14　擦痕

3) 破裂　条形缺陷，这是由于完整的表面断裂造成的，见图 5.6-15。

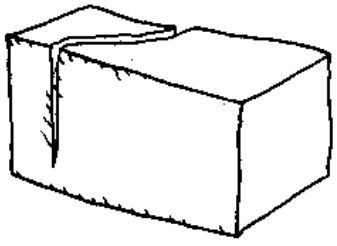


图 5.6-15　破裂

4)毛孔　在表面上产生很小的具有很陡倾壁的洞穴，它一般有锐边，洞穴的上边缘不高于基准面的切平面，见图 5.6-16。

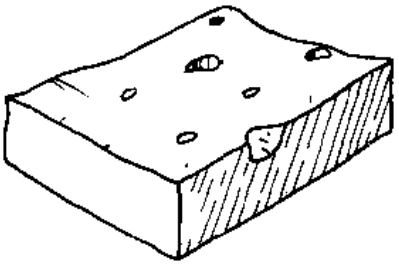


图 5.6-16　毛孔

5)沙眼　由于杂粒失落或侵蚀而形成的以单个凹缺陷形式出现的表缺陷，见图 5.6-17。

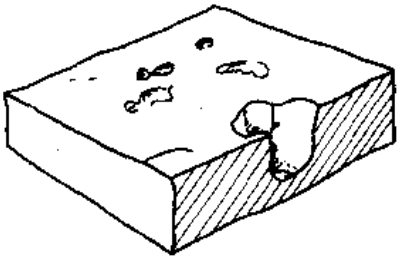


图 5.6-17　气孔

6) 缩孔　铸件、焊缝等在凝固时，由于不均匀收缩所引起的凹陷。

7) 裂口、缝隙、裂隙　缺陷呈尖角形，象缝隙一样，轻浅无规则，见图 5.6-18。

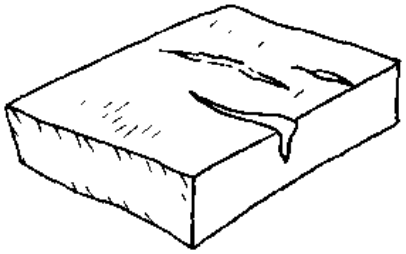


图 5.6-18　裂口

8) 劈裂、鳞片　工件表层局部片状分离剥落所形成的缺陷，见图 5.6-19。

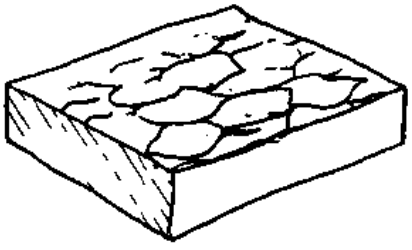


图 5.6-19　劈裂

9)缺损　在工件两个表面的相交处呈圆弧状的缺陷，见图 5.6-20。

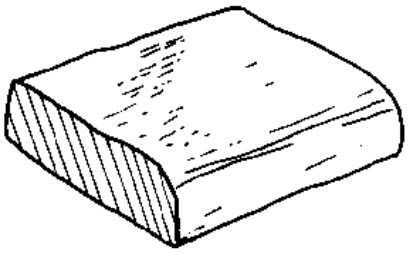


图 5.6-20　翘板

10）折损　板材面由于局部弯曲形成的凹缺陷。

11）窝陷　局部的盆状或凹陷，常常是由于外力对表面的压印或打击产生塑性变形引起的，见图 5.6-21。

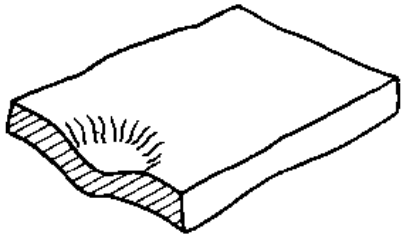


图 5.6-21　窝陷

（2）凸缺陷

1）树瘤　象山脉或丘陵一样，微观凸起高度很小，见图 5.6-22。

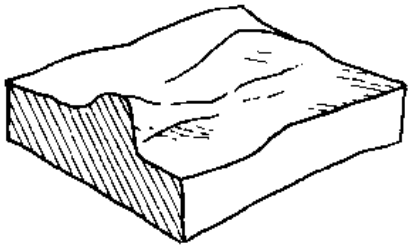


图 5.6-22　树瘤

2）泡状　造成局部凸起是由于表面下层含有空气或液体引起的，见图 5.6-23。

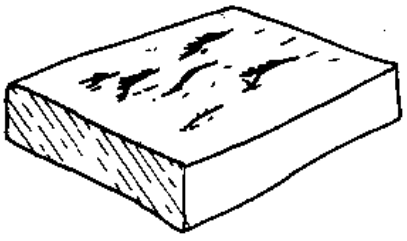


图 5.6-23　泡状

3）飘曲　板材表面由于局部弯曲所形成的拱起。

4）氧化皮　和基体材料成分不同的表皮层剥落形成局部脱离的小厚度鳞片状凸起，见图 5.6-24。

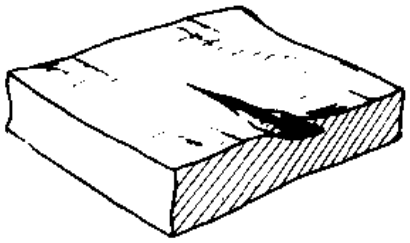


图 5.6-24　氧化皮

5）夹杂物　嵌进工件材料里的杂物，见图 5.6-25。

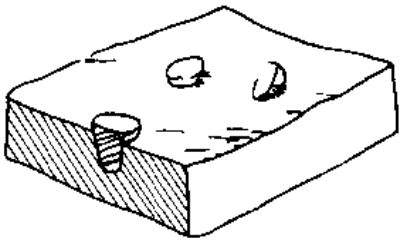


图 5.6-25　夹杂物

6）飞边　飞边一般是表面上尖锐的边状凸起，常常是在对应的一边出现缺损，见图 5.6-26。

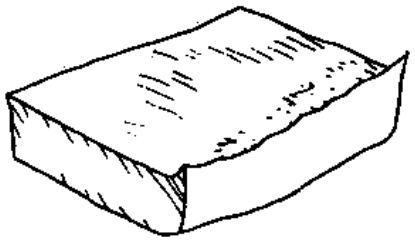


图 5.6-26　飞边

7）裂缝（缝隙、裂隙）　条状凹缺陷，呈尖角形，有很浅的不规则开口，见图 5.6-27。

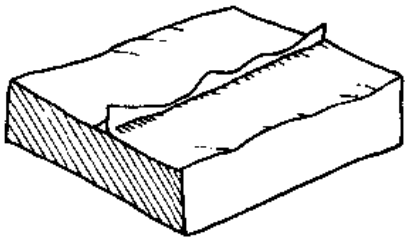


图 5.6-27　缝脊

8）附着物　堆积在工件上的杂物或其他工件的材料，见图 5.6-28。

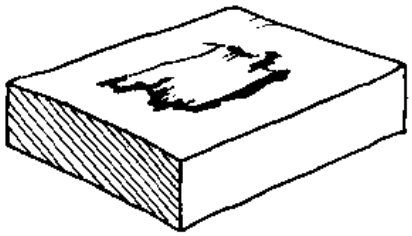


图 5.6-28　附着物

(3) 混合缺陷

1) 环形坑　环形周边隆起，类似火山口的坑，它的周边高出基准面，见图 5.6-29。

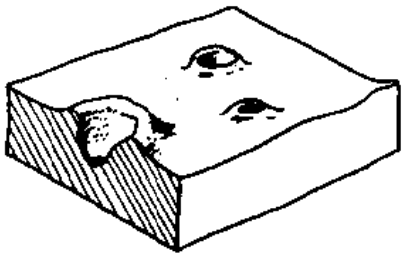


图 5.6-29　陷穴

2) 折叠　隆起微小的厚层，象舌状一样，一般是呈皱纹形状，这是折叠材料用滚压或锻压使之成一个表面时形成的，见图 5.6-30。

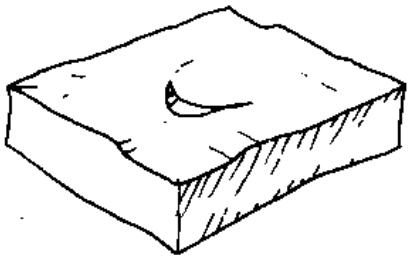


图 5.6-30　重叠

3) 划伤　这种缺陷呈连续的凹凸形状，它是由外部物体运动(不是由于正规加工或粗加工)造成的工件材料损伤，见图 5.6-31。

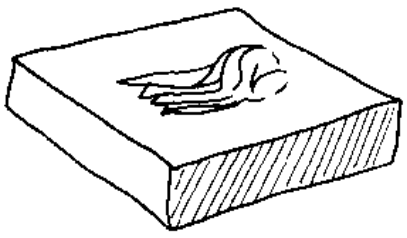


图 5.6-31　划伤

4) 毛刺　象带子一样隆起，这是由于不良的刀具切削加工引起的，见图 5.6-32。

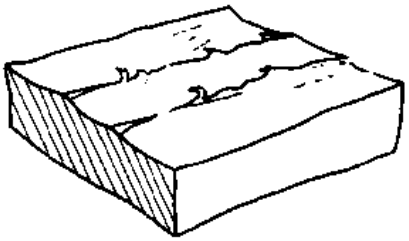


图 5.6-32　毛刺

(4) 范围缺陷和现象缺陷

这些缺陷的几何尺寸对测量来说是很困难的。

1) 滑痕　表面损伤。如球轴承、滚柱和滑动轴承滚道呈银雾状不光泽的外表，它在个别区域上发生，是由于间断过载所造成，见图 5.6-33。

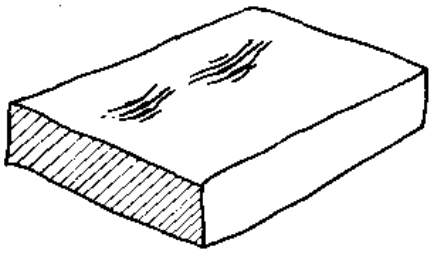


图 5.6-33　滑痕

2) 磨蚀　表面损伤是由于表面磨损物理破坏造成的，见图 5.6-34。

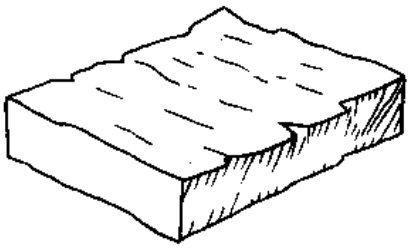


图 5.6-34　磨蚀

3) 腐蚀　表面损伤是由于表面化学破坏造成的，见图 5.6-35。

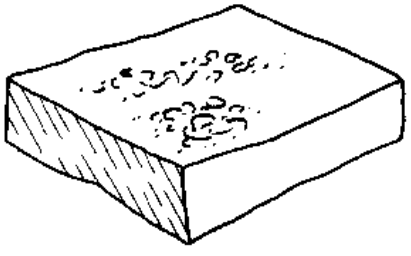


图 5.6-35　腐蚀

4）凹点　表面上有凹点和小孔，往往是分散面积大、孔小且深，见图 5.6-36。

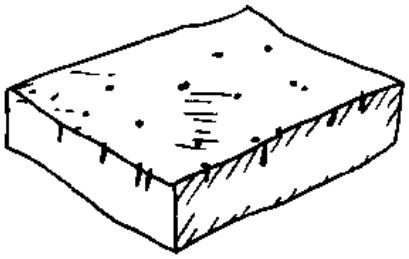


图 5.6-36　凹点

5）裂纹　这种缺陷，表面是呈网状裂痕，见图 5.6-37。

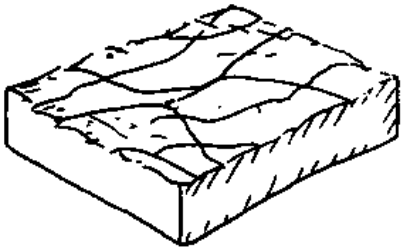


图 5.6-37　裂纹

6）斑点、斑纹　斑点处的区域用眼看上去与相邻的表面不同，见图 5.6-38。

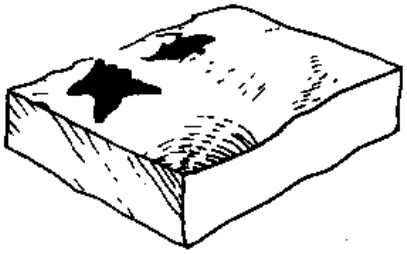


图 5.6-38　斑点

（5）斑渍

表面上有褪色区，见图 5.6-39。

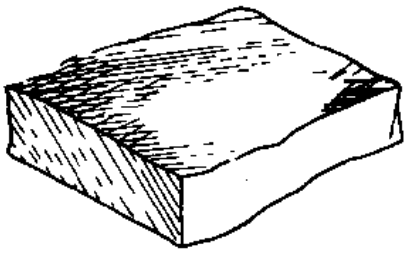


图 5.6-39　斑渍

（6）条纹

凹进呈带状区域，一般较浅，或区域有不同的表面特征，见图 5.6-40。

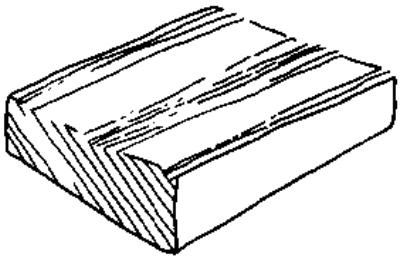


图 5.6-40　条纹

# 第6篇　螺　　纹

**主　编**　于　源
**编写人**　于　源　（第1～6章）
**审稿人**　唐保宁

# 第1章 概 述

## 1 螺纹的分类方法

在各种机电产品中螺纹要素的应用是非常普遍的，其主要用途有两大方面，一是完成各种场合下机件的紧固和连接，二是传递运动和力。为满足各种不同的性能（如密封、止推）要求，螺纹的品种繁多，据统计世界上正在使用的螺纹牙型有100余种。所以需要将这些进行科学的分类，并且按螺纹的分类方法方便查找，这对合理选取所需要的螺纹是很重要的。

由于螺纹是一个多参数的结构要素，可以按每个组成要素进行分类，分类方法很多。目前我国的螺纹标准是按用途来分类的，这种方法的最大优点就在于它的可行性，凡是用到的螺纹都能在分类中有自己合适的位置。具体分类如下：

- 螺纹
  - 紧固螺纹
    - 普通螺纹
    - MJ螺纹
    - 小螺纹
  - 传动螺纹
  - 管用螺纹
  - 专门用途螺纹
    - 气瓶螺纹
    - 灯泡螺纹
    - 石油螺纹
    - 轮胎气门芯螺纹

就目前的标准而言将其分为四大类，每大类螺纹还可再细分，其中紧固螺纹的数量最多，专门用途螺纹的品种最多。

## 2 螺纹标准化

内、外螺纹旋合的起码条件是牙型相同，直径和螺距的尺寸一样，若要求有互换性还需规定其制造公差。为了大量生产中保证螺纹件的旋合和互换就必须对螺纹的上述内容进行全面的标准化，因此各种螺纹标准至少应该包括牙型、直径与螺距的组合系列和公差。

螺纹的标准化起源于18世纪末的英国，首先是牙型的标准化，然后是就某种牙型而规定的直径与螺距的组合尺寸系列，两者构成一种螺纹体系。世界上最早形成的螺纹体系是英国的惠氏螺纹，代号是BSW，即牙型角为55°配以一个英寸制的直径和螺距尺寸的组合系列。后来又有牙型角为60°的英寸制螺纹体系（最早的UN螺纹）和牙型角为60°的米制螺纹体系（最早的M螺纹）等。由于螺纹的用途广泛，数量大，各国都对螺纹的标准化工作给予极大的重视，许多工业发达国家都建立了专门的螺纹标准化机构。国际标准化组织中最早建立螺纹技术委员会，代号为ISO/TC1。负责制订螺纹的各项基础标准并对其他技术委员会提出的专用螺纹标准的内容进行统一和协调工作。该组织今后将继续致力于各项国际标准的贯彻、以求世界螺纹的统一。我国于1987年成立了全国螺纹标准化技术委员会，CSBTS/TC108，负责制订我国的各项螺纹基础标准，与ISO/TC1的工作相对应。

目前国内最常用的螺纹都已订有相应的标准。本篇将对其主要内容和应用要点一一进行介绍。

# 第2章 螺纹术语（GB/T 14791—93）

在机电、冶金、石油、化工、建筑等国民经济的各个部门均使用螺纹，但在这些部门中所使用的螺纹术语并不完全一致，给产品贸易和技术交流带来许多不方便。1981年曾颁布一项普通螺纹术语标准GB 2515—81，随着国民经济的发展，仅限于普通螺纹的术语已经不够用，尤其是近年来石油、化工等工业的迅速发展，大量使用管螺纹及各种专用螺纹，这些螺纹在性能上各有不同，而在基本概念方面又有许多共同之处，因此需要重新制订一个能满足目前需要的，范围更广泛的术语标准，通过标准建立一些必要的基本概念，并统一各部门间所使用的术语。

## 1 标准主要内容

根据GB/T 14791—93的内容列出表6.2-1，表中列出了标准中规定的术语、定义。该标准是在普通螺纹术语标准的基础上制订的，补充了有关锥螺纹、螺纹精

度，公差与测量等方面的内容。

**表 6.2-1　螺纹术语及定义**

| 序号 | 术　语 | 定　义 |
|---|---|---|
| 1 | 螺旋线 | 沿着圆柱或圆锥表面运动的点的轨迹，该点的轴向位移和相应的角位移成正比 |
| 2 | 螺纹 | 在圆柱或圆锥表面上，沿着螺旋线所形成的具有规定牙型的连续凸起<br>注：凸起是指螺纹两侧面间的实体部分，又称牙 |
| 3 | 圆柱螺纹 | 在圆柱表面上所形成的螺纹 |
| 4 | 圆锥螺纹 | 在圆锥表面上所形成的螺纹 |
| 5 | 外螺纹 | 在圆柱或圆锥外表面上所形成的螺纹 |
| 6 | 内螺纹 | 在圆柱或圆锥内表面上所形成的螺纹 |
| 7 | 螺纹副 | 由内、外螺纹相互旋合而形成的联结 |
| 8 | 单线螺纹 | 沿一条螺旋线所形成的螺纹 |
| 9 | 多线螺纹 | 沿两条或两条以上的螺旋线所形成的螺纹 |
| 10 | 右旋螺纹 | 顺时针旋转时旋入的螺纹 |
| 11 | 左旋螺纹 | 逆时针旋转时旋入的螺纹 |
| 12 | 完整螺纹 | 牙顶和牙底均具有完整形状的螺纹<br>注：当螺纹始端的倒角长度不超过一个螺距时，它包括在完整螺纹的长度内 |
| 13 | 不完整螺纹 | 牙底完整而牙顶不完整的螺纹 |
| 14 | 螺尾 | 向光滑表面过渡的牙底不完整的螺纹 |
| 15 | 有效螺纹 | 由完整螺纹和不完整螺纹组成的螺纹，不包括螺尾 |
| 16 | 原始三角形 | 形成螺纹牙型的三角形，其底边平行于中径圆柱或中径圆锥的母线 |
| 17 | 原始三角形高度 | 从原始三角形顶点到其底边在垂直于螺纹轴线方向上的距离 |

（续）

| 序号 | 术　语 | 定　义 |
|---|---|---|
| 18 | 基本牙型 | 削去原始三角形的顶部和底部所形成的内、外螺纹共有的理论牙型。它是确定螺纹设计牙型的基础 |
| 19 | 削平高度 | 构成基本牙型时，在垂直于螺纹轴线方向上削去原始三角形顶部或底部的距离 |
| 20 | 螺纹牙型 | 在通过螺纹轴线的剖面上螺纹的轮廓形状 |
| 21 | 设计牙型 | 设计给定的牙型，该牙型相对于基本牙型规定出功能所需的各种间隙和圆弧半径。它是内、外螺纹基本偏差的起点 |
| 22 | 最大实体牙型 | 由设计牙型和各直径的基本偏差及公差所决定的最大实体状态下的螺纹牙型 |
| 23 | 最小实体牙型 | 由设计牙型和各直径的基本偏差及公差所决定的最小实体状态下的螺纹牙型 |
| 24 | 牙顶 | 在螺纹凸起的顶部，连接相邻两个牙侧的螺纹表面 |
| 25 | 牙底 | 在螺纹沟槽的底部，连接相邻两个牙侧的螺纹表面 |
| 26 | 牙侧 | 在通过螺纹轴线的剖面上，连接牙顶与牙底之间的那部分螺纹侧表面 |
| 27 | 承载牙侧 | 螺纹副中承受外加轴向载荷的牙侧 |
| 28 | 非承载牙侧 | 与承载牙侧相对的牙侧 |
| 29 | 引导牙侧 | 螺纹旋入时，面对前进方向的牙侧 |
| 30 | 跟随牙侧 | 与引导牙侧相对的牙侧 |
| 31 | 牙顶高 | 在螺纹牙型上，中径线到牙顶在垂直于螺纹轴线方向上的距离 |
| 32 | 牙底高 | 在螺纹牙型上，中径线到牙底在垂直于螺纹轴线方向上的距离 |
| 33 | 牙型高度 | 在螺纹牙型上，牙顶到牙底在垂直于螺纹轴线方向上的距离 |
| 34 | 牙型角 | 在螺纹牙型上，两相邻牙侧间的夹角 |
| 35 | 牙型半角 | 牙型角的一半 |

（续）

| 序号 | 术　语 | 定　义 |
|---|---|---|
| 36 | 牙侧角 | 在螺纹牙型上，牙侧与螺纹轴线的垂线间的夹角 |
| 37 | 牙底圆弧半径 | 牙底上呈圆弧部分的半径 |
| 38 | 牙顶圆弧半径 | 牙顶上呈圆弧部分的半径 |
| 39 | 公称直径 | 代表螺纹尺寸的直径<br>注：管螺纹用尺寸代号表示 |
| 40 | 大径 | 与外螺纹牙顶或内螺纹牙底相切的假想圆柱或圆锥的直径 |
| 41 | 小径 | 与外螺纹牙底或内螺纹牙顶相切的假想圆柱或圆锥的直径 |
| 42 | 顶径 | 与外螺纹或内螺纹牙顶相切的假想圆柱或圆锥的直径，即外螺纹的大径或内螺纹的小径 |
| 43 | 底径 | 与外螺纹或内螺纹牙底相切的假想圆柱或圆锥的直径，即外螺纹的小径或内螺纹的大径 |
| 44 | 中径 | 一个假想圆柱或圆锥的直径，该圆柱或圆锥的母线通过牙型上沟槽和凸起宽度相等的地方。该假想圆柱或圆锥称为中径圆柱或圆锥 |
| 45 | 单一中径 | 一个假想圆柱或圆锥的直径，该圆柱或圆锥的母线通过牙型上沟槽宽度等于 1/2 基本螺距的地方 |
| 46 | 作用中径 | 在规定的旋合长度内，恰好包容实际螺纹的一个假想螺纹的中径，这个假想螺纹具有理想的螺距，半角以及牙型高度，并另在牙顶处和牙底处留有间隙，以保证包容时不与实际螺纹的大、小径发生干涉 |
| 47 | 基准直径 | 设计给定的内锥螺纹或外锥螺纹的基本大径 |
| 48 | 螺纹轴线 | 中径圆柱或圆锥的轴线 |
| 49 | 中径线 | 中径圆柱或圆锥的母线 |
| 50 | 螺距 | 相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离 |
| 51 | 导程 | 同一条螺旋线上的相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离 |

（续）

| 序号 | 术　语 | 定　义 |
|---|---|---|
| 52 | 螺纹升角（导程角） | 在中径圆柱或圆锥上，螺旋线的切线与垂直于螺纹轴线的平面的夹角 |
| 53 | 螺纹槽宽 | 在螺纹牙型上，一个螺纹沟槽的两牙侧间在中径线上的轴向距离 |
| 54 | 螺纹牙厚 | 在螺纹牙型上，一个螺纹凸起的两牙侧间在中径线上的轴向距离 |
| 55 | 螺纹接触高度 | 在两个相互配合螺纹的牙型上，牙侧重合部分在垂直于螺纹轴线方向上的距离 |
| 56 | 大径间隙 | 在设计牙型上，同轴装配的内螺纹牙底与外螺纹牙顶之间的径向间隙 |
| 57 | 小径间隙 | 在设计牙型上，同轴装配的内螺纹牙顶与外螺纹牙底之间的径向间隙 |
| 58 | 螺纹旋合长度 | 两个相互配合的螺纹沿螺纹轴线方向相互旋合部分的长度 |
| 59 | 基准平面 | 垂直于锥螺纹轴线、具有基准直径的平面，简称基面 |
| 60 | 基准距离 | 从基准平面到外锥螺纹小端的距离，简称基距 |
| 61 | 装配余量 | 在外锥螺纹基准平面之后的有效螺纹长度。它提供了与最小实体状态下的内螺纹配合时的余量 |
| 62 | 旋紧余量 | 内、外锥螺纹用手旋合后所余下的有效螺纹长度。它提供了与最小实体状态下的锥螺纹手旋合后的旋紧量<br>注："手旋合"系指内、外锥螺纹的配合处于间隙和过盈均为零的状态 |
| 63 | 行程 | 内、外螺纹相对转动某一角度产生的相对轴向位移量 |
| 64 | 螺纹精度 | 由螺纹公差带和旋合长度共同组成的衡量螺纹质量的综合指标 |
| 65 | 螺距偏差 | 螺距的实际值与其基本值之差<br>注："$N$ 个螺距偏差"为跨 $N$ 牙螺距的实际值与其基本值之差 |
| 66 | 导程偏差 | 导程的实际值与其基本值之差 |
| 67 | 螺距累积误差 | 在规定的螺纹长度内，任意两同名牙侧与中径线交点间的实际轴向距离与其基本值之差的最大绝对值 |
| 68 | 导程累积误差 | 在规定的螺纹长度内，同一螺旋面上任意两同名牙侧与中径线交点间的实际轴向距离与其基本值之差的最大绝对值 |

（续）

| 序号 | 术　语 | 定　义 |
|---|---|---|
| 69 | 螺旋线轴向误差 | 在规定的长度内，实际螺旋线沿轴向偏离其理想螺旋线的最大变动量 |
| 70 | 牙侧角偏差 | 牙侧角的实际值与其基本值之差 |
| 71 | 螺距误差中径当量 | 将螺距误差换算成中径的数值 |
| 72 | 牙侧角误差中径当量 | 将牙侧角误差换算成中径的数值 |
| 73 | 基准距离偏差 | 基准距离的实际值与其基本值之差 |
| 74 | 基准平面的轴向位移偏差 | 螺纹基准平面偏离规定轴向位置的轴向量 |
| 75 | 行程偏差 | 行程的实际值与其基本值之差 |

## 2　有关术语的几点说明

对表 6.2-1 中容易误解的和标准中没有列出的某些基本概念说明如下：

(1)关于基本牙型、设计牙型和最大实体牙型的关系，根据定义，基本牙型是按规定的削平高度削去原始三角形的顶部和底部形成的内、外螺纹所共有的理论牙型。既然是内、外螺纹共有的牙型，就说明了两个问题，一是内、外螺纹的基本牙型相同；二是内、外螺纹间没有间隙。这种状态对一些螺纹是可用的，但并不是所有的螺纹都能用，比如传动用的梯形螺纹、为了保证传动灵活就必须在内、外螺纹的大径和小径间留有间隙，这种留有间隙的牙型被称做设计牙型。设计牙型是在基本牙型的基础上补充规定了功能所需要的间隙和圆角等尺寸。例如梯形螺纹的设计牙型就是在基本牙型的基础上在内、外螺纹的牙底处，从基本牙型上挖出一个间隙 $a_c$ 而得到的，如图 6.2-1 所示。

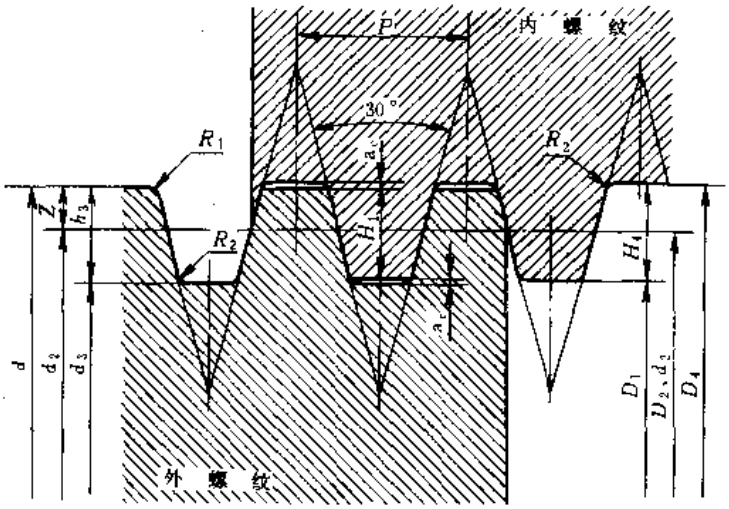



**图 6.2-1**　梯形螺纹的设计牙型

$a_c$—牙顶间隙　$R_1$—牙顶圆角半径　$R_2$—牙底圆角半径

内螺纹大径 $D_4=D+2a_c$　外螺纹小径 $d_3=d_1-2a_c$

由图可知，在设计牙型上与基本牙型相比改变了内螺纹大径和外螺纹小径的尺寸。这里应该注意的是梯形螺纹设计牙型上的牙顶间隙 $a_c$ 不同于基本偏差。

最大实体牙型和最小实体牙型分别是内、外螺纹最大实体状态（材料最多）和最小实体状态（材料最少）下的螺纹牙型。它们的形状同设计牙型，其位置由基本偏差和公差来决定。

(2) 螺纹的基本尺寸与牙型的关系　在公差与配合标准中已经明确规定，基本尺寸是设计给定的尺寸，是根据使用要求提出来的。在螺纹标准中的设计牙型正是这种情况，而且螺纹大、中、小径的基本尺寸是在基本偏差为零时的设计牙型上。这里需要特别说明的是普通螺纹的基本牙型也可做为设计牙型，所以普通螺纹的基本尺寸也在基本牙型上。

(3)牙型角、牙型半角和牙侧角的适用场合　牙型角的定义适用于除圆螺纹之外的所有各种螺纹，而牙型半角却多用于对称螺纹，因为只有对称螺纹使用半角才有意义，牙型不对称的螺纹应该使用牙侧角，例如锯齿形螺纹有许多种，其主要区别在于牙侧角的大小不同。

(4) 螺纹的旋向及其用途　螺纹分为左旋和右旋两种，一般情况下绝大部分用右旋螺纹，左旋螺纹的使

用较少，但都很重要，如煤气罐上的旋紧螺母就是左旋。再就是左、右旋同时使用，例如一个轴上的两个螺母，当转动该轴需两端的螺母同时向相反的方向移动时，这两个螺母及其轴上的螺纹需采用不同的旋向。

(5) 如何计算螺纹的接触高度和旋合长度 接触高度和旋合长度都是内、外螺纹配合后才产生的尺寸，单个的内、外螺纹是不存在这两个尺寸的。一般来说接触高度的理论值就是某些旧标准中的工作高度，实际值与内、外螺纹顶径尺寸的大小有关。所以许多螺纹标准对顶径规定有公差正是为了保证有足够的接触高度，因为它关系到螺纹的抗剪强度。至于旋合长度值的考虑也与接触高度相类似，它可以是螺纹全长，比如一个螺母全部旋在螺栓上，其旋合长度就是螺母的厚度；也可以不是螺纹全长，如一个很长的螺栓，与螺母旋合的长度仅占螺栓螺纹全长的一部分，并不是螺栓的全长。若无特殊说明应将不超过一个螺距长度的始端倒角计算在旋合长度之内。

(6) 螺纹轴线和中径线的作用 定义螺纹轴线和中径线的目的主要在于明确螺纹配合中起作用的是中径，加工和装配中应以中径来确定轴线，测量中应以中径线做基础。使用中一定要避免简单地采用外螺纹大径或内螺纹小径来确定螺纹的轴线，特别是在大、中、小径不同心的情况下。

(7) 注意区分中径、单一中径和作用中径 这三个中径不仅是定义不同，更重要的是用途不同。中径是广义的，泛指的，很少测量其值。使用最多的是单一中径，它可有效地控制螺纹中径本身的尺寸，采用三针法测量其值。作用中径是内、外螺纹配合中起作用的尺寸，到目前为止还不能准确地进行测量，实际生产中采用通端量规控制最大实体状态下的极限尺寸，即为作用中径的极限值。也可采用计算式进行近似计算。近年来一些工厂采用带表梳形卡规来测量作用中径的近似值是一种易行而可靠的办法。

(8) 牙型角误差 螺距误差的“中径当量”与“中径补偿值”的区别。这两项误差的中径当量是将实际的误差值通过几何关系换算为中径尺寸的量值，所以称其为误差当量。在计算作用中径尺寸的公式中包括这两个当量值。然而这两项误差的补偿值则是指在给定中径公差时考虑到这两项误差对中径尺寸的影响，需要给中径公差再增加的公差值，也就是说它将是构成中径公差值的一部分，是由制定公差者规定的。过去有许多人将两者混为一谈是不够合适的。

(9) 基准直径和基本直径的区别 基准直径是人为规定的做为测量和加工圆锥管螺纹基准的直径，其值等于内螺纹或外螺纹大径的基本尺寸，没有公差。它不同于通常所说的基本直径，所谓基本直径是指某一直径的基本尺寸，如大径的基本尺寸被称为基本大径，而中径的基本尺寸则称为基本中径等等。可是，基准直径却不是这样，它是锥管螺纹的专门术语。使用中必须注意区分它们。

(10) 有效螺纹和关于有效螺纹长度的规定 有效螺纹是指在螺纹联结中起作用的螺纹，所以它只包括完整螺纹和不完整螺纹，而不包括不能旋合的螺尾部分。管螺纹标准中规定有有效螺纹长度值，它是满足管螺纹装配所需的最小值，使用中尽可以超出，但不能小于此值。是管螺纹件设计中重要的基本尺寸。

(11) 装配余量和旋紧余量的关系 装配余量是外锥螺纹基准平面之后的有效螺纹长度，该值必须满足当内螺纹处于最小实体状态下内、外螺纹装配时所需要的有效螺纹长度。换句话说，有效螺纹长度的最小值应该等于基准距离加上装配余量。旋紧余量是内、外螺纹手旋合后再旋紧到所需位置所使用的有效螺纹长度。此旋紧余量与密封联结所需达到的扭紧力矩成正比，直接关系到管螺纹件的密封性能，最初应当由设计者给定。正常情况下装配余量应大于旋紧余量，装配余量是所有情况下所需有效螺纹长度的最大值。也是标准中规定的有效螺纹长度的最小值。若孔最大时，装配余量应等于旋紧余量加上与内螺纹上偏差相当的轴向量。

(12) 关于用螺纹密封、非螺纹密封和干密封管螺纹的概念 上述三个术语仅在管螺纹的标准名称上使用，而没有在标准的正文中给出定义，为使设计者能更准确地选取自己所需要的螺纹，这里仅对三者的含意做一简单的说明。

1) 用螺纹密封的管螺纹是指内、外螺纹配合后螺纹副自身能形成密封能力的管螺纹。圆柱内螺纹与圆锥外螺纹的配合及圆锥外螺纹与圆锥内螺纹的配合均能实现密封。为了提高密封的可靠性通常要在内、外螺纹间加入密封填料。

2) 非螺纹密封的管螺纹是指内、外螺纹配合后螺纹副自身不具有密封能力的螺纹。圆柱内螺纹与圆柱外螺纹，当它们的配合性质为滑配合时，就不具有密封能力。在这种情况下如果管路还需要密封则必须在螺纹副之外采取其他的密封措施。

3) 干密封管螺纹是指用螺纹密封的管螺纹，但不允许在内、外螺纹间加入密封填料，螺纹副的密封全靠内、外螺纹本身的材料来实现的螺纹。正因为是这样，所以干密封的螺纹各项公差都比较严格，制造起来较一般管螺纹难度大。用在那些由于管路中输送的液体或气体可能与密封填料发生化学反应的地方。

# 第3章　普通螺纹（GB 192—81～GB 197—81）

普通螺纹的“普通”二字是指用途而言的，在我国标准中是指牙型角为60°的、最小间隙等于零或大于零的米制螺纹。在国际标准中将其命名为“一般用途米制螺纹”，其主要用途是用于机件间的紧固和连接。由于它具有连接可靠，装拆方便等优点，是各种机电产品使用最广泛、数量最多的一种螺纹。现将其标准内容及应用说明介绍如下：

## 1　普通螺纹的牙型（GB192—81）

普通螺纹的牙型应该包括基本牙型、设计牙型、最大实体牙型和最小实体牙型。

普通螺纹的基本牙型是以60°等边三角形做为原始三角形，在三角形的顶部削去$\frac{H}{8}$（$H$为原始三角形高度）、在三角形的底部削去$\frac{H}{4}$构成的，该牙型具有内、外螺纹的基本尺寸。具体的形状和尺寸关系见图6.3-1。

基本牙型上各部分的尺寸关系如下：

$$H=\frac{\sqrt{3}}{2}P=0.866025404P$$

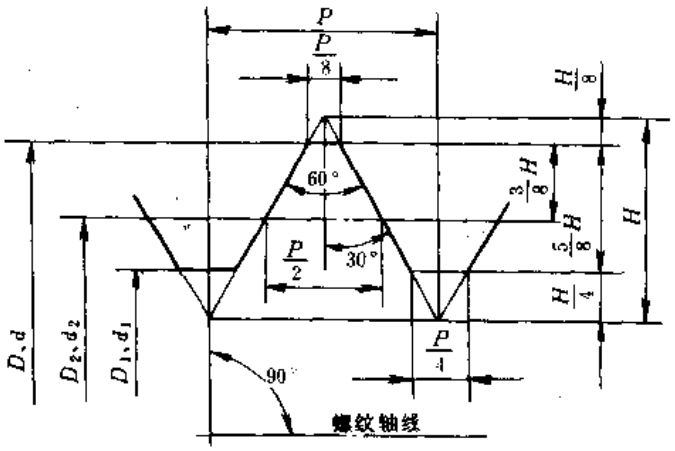



图6.3-1　普通螺纹基本牙型

$D$—内螺纹大径　$d$—外螺纹大径　$D_2$—内螺纹中径　$d_2$—外螺纹中径

$D_1$—内螺纹小径　$d_1$—外螺纹小径　$P$—螺距　$H$—原始三角形高度

$$\frac{5}{8}H=0.541265877P$$

$$\frac{3}{8}H=0.324759526P$$

$$\frac{1}{4}H=0.216506351P$$

$$\frac{1}{8}H=0.108253175P$$

基本牙型上的具体数值列于表6.3-1。

通常情况下普通螺纹的设计牙型与基本牙型相同。

表6.3-1　基本牙型尺寸表（GB192—81）　（mm）

| $P$ | $H$ | $\frac{5}{8}H$ | $\frac{3}{8}H$ | $\frac{H}{4}$ | $\frac{H}{8}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.2 | 0.173205 | 0.108253 | 0.064952 | 0.043301 | 0.021651 |
| 0.25 | 0.216506 | 0.135316 | 0.081190 | 0.054127 | 0.027063 |
| 0.3 | 0.259808 | 0.162380 | 0.097428 | 0.064952 | 0.032476 |
| 0.35 | 0.303109 | 0.189443 | 0.113666 | 0.075777 | 0.037889 |

（续）

| $P$ | $H$ | $\frac{5}{8}H$ | $\frac{3}{8}H$ | $\frac{H}{4}$ | $\frac{H}{8}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.4 | 0.346410 | 0.216506 | 0.129904 | 0.086603 | 0.043301 |
| 0.45 | 0.389711 | 0.243570 | 0.146142 | 0.097428 | 0.048714 |
| 0.5 | 0.433013 | 0.270633 | 0.162380 | 0.108253 | 0.054127 |
| 0.6 | 0.519615 | 0.324760 | 0.194856 | 0.129904 | 0.064952 |
| 0.7 | 0.606218 | 0.378886 | 0.227332 | 0.151554 | 0.075777 |
| 0.75 | 0.649519 | 0.405949 | 0.243570 | 0.162380 | 0.081190 |
| 0.8 | 0.692820 | 0.433013 | 0.259808 | 0.173205 | 0.086603 |
| 1 | 0.866025 | 0.541266 | 0.324760 | 0.216506 | 0.108253 |
| 1.25 | 1.082532 | 0.676582 | 0.405949 | 0.270633 | 0.135316 |
| 1.5 | 1.299038 | 0.811899 | 0.487139 | 0.324760 | 0.162380 |
| 1.75 | 1.515544 | 0.947215 | 0.568329 | 0.378886 | 0.189443 |
| 2 | 1.732051 | 1.082532 | 0.649519 | 0.433013 | 0.216506 |
| 2.5 | 2.165064 | 1.353165 | 0.811899 | 0.541266 | 0.270633 |
| 3 | 2.598076 | 1.623798 | 0.974279 | 0.649519 | 0.324760 |
| 3.5 | 3.031089 | 1.894431 | 1.136658 | 0.757772 | 0.378886 |
| 4 | 3.464102 | 2.165064 | 1.299038 | 0.866025 | 0.433013 |
| 4.5 | 3.897114 | 2.435696 | 1.461418 | 0.974279 | 0.487139 |
| 5 | 4.330127 | 2.706329 | 1.623798 | 1.082532 | 0.541266 |
| 5.5 | 4.763140 | 2.976962 | 1.786177 | 1.190785 | 0.595392 |
| 6 | 5.196152 | 3.247595 | 1.948557 | 1.299038 | 0.649519 |
| 8 | 6.928203 | 4.330127 | 2.598076 | 1.732051 | 0.866025 |

## 2 普通螺纹的尺寸

普通螺纹有直径和螺距两个尺寸，缺一不可。这两个尺寸之间的关系是固定的，称为直径与螺距的组合。在GB193—81“普通螺纹 直径与螺距系列”标准中规定了多种直径与螺距的组合供选择。其具体尺寸的规定见表6.3-2。

### 2.1 普通螺纹 直径与螺距系列（GB193—81）

#### 2.1.1 直径与螺距系列表

**表 6.3-2　直径与螺距系列**（GB193—81）　　（mm）

| 公称直径 $D$、$d$ | | | 螺距 $P$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | 粗牙 | 细牙 | | | | | | | | | |
| | | | | 4 | 3 | 2 | 1.5 | 1.25 | 1 | 0.75 | 0.5 | 0.35 | 0.25 | 0.2 |
| 1 | | | 0.25 | | | | | | | | | | | 0.2 |
| | 1.1 | | 0.25 | | | | | | | | | | | 0.2 |
| 1.2 | | | 0.25 | | | | | | | | | | | 0.2 |
| | 1.4 | | 0.3 | | | | | | | | | | | 0.2 |
| 1.6 | | | 0.35 | | | | | | | | | | | 0.2 |
| | 1.8 | | 0.35 | | | | | | | | | | | 0.2 |
| 2 | | | 0.4 | | | | | | | | | | 0.25 | |
| | 2.2 | | 0.45 | | | | | | | | | | 0.25 | |
| 2.5 | | | 0.45 | | | | | | | | | 0.35 | | |
| 3 | | | 0.5 | | | | | | | | | 0.35 | | |
| | 3.5 | | (0.6) | | | | | | | | | 0.35 | | |
| 4 | | | 0.7 | | | | | | | | 0.5 | | | |
| | 4.5 | | (0.75) | | | | | | | | 0.5 | | | |
| 5 | | | 0.8 | | | | | | | | 0.5 | | | |
| | | 5.5 | | | | | | | | | 0.5 | | | |
| 6 | | | 1 | | | | | | | 0.75 | 0.5 | | | |
| | | 7 | 1 | | | | | | | 0.75 | 0.5 | | | |
| 8 | | | 1.25 | | | | | | 1 | 0.75 | 0.5 | | | |
| | | 9 | (1.25) | | | | | | 1 | 0.75 | 0.5 | | | |
| 10 | | | 1.5 | | | | | 1.25 | 1 | 0.75 | 0.5 | | | |
| | | 11 | (1.5) | | | | | | 1 | 0.75 | 0.5 | | | |
| 12 | | | 1.75 | | | | 1.5 | 1.25 | 1 | 0.75 | 0.5 | | | |
| | 14 | | 2 | | | | 1.5 | 1.25 | 1 | 0.75 | 0.5 | | | |
| | | 15 | | | | | 1.5 | | (1) | | | | | |
| 16 | | | 2 | | | | 1.5 | | 1 | 0.75 | 0.5 | | | |
| | | 17 | | | | | 1.5 | | (1) | | | | | |
| | 18 | | 2.5 | | | 2 | 1.5 | | 1 | 0.75 | 0.5 | | | |
| 20 | | | 2.5 | | | 2 | 1.5 | | 1 | 0.75 | 0.5 | | | |
| | 22 | | 2.5 | | | 2 | 1.5 | | 1 | 0.75 | 0.5 | | | |
| 24 | | | 3 | | | 2 | 1.5 | | 1 | 0.75 | | | | |
| | | 25 | | | | 2 | 1.5 | | (1) | | | | | |
| | | 26 | | | | | 1.5 | | | | | | | |
| | 27 | | 3 | | | 2 | 1.5 | | 1 | 0.75 | | | | |
| | | 28 | | | | 2 | 1.5 | | 1 | | | | | |
| 30 | | | 3.5 | | (3) | 2 | 1.5 | | 1 | 0.75 | | | | |

（续）

| 公称直径 $D$、$d$ | | | 螺距 $P$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | 粗牙 | 细牙 | | | | | | | | | |
| | | | | 4 | 3 | 2 | 1.5 | 1.25 | 1 | 0.75 | 0.5 | 0.35 | 0.25 | 0.2 |
| | | 32 | | | | 2 | 1.5 | | | | | | | |
| | 33 | | 3.5 | | (3) | 2 | 1.5 | | 1 | 0.75 | | | | |
| | | 35** | | | | | 1.5 | | | | | | | |
| 35 | | | 4 | | 3 | 2 | 1.5 | | 1 | | | | | |
| | | 38 | | | | | 1.5 | | | | | | | |
| | 39 | | 4 | | 3 | 2 | 1.5 | | 1 | | | | | |
| | | 40 | | | (3) | (2) | 1.5 | | | | | | | |
| 42 | | | 4.5 | (4) | 3 | 2 | 1.5 | | 1 | | | | | |
| | 45 | | 4.5 | (4) | 3 | 2 | 1.5 | | 1 | | | | | |
| 48 | | | 5 | (4) | 3 | 2 | 1.5 | | 1 | | | | | |
| | | 50 | | | (3) | (2) | 1.5 | | | | | | | |
| | 52 | | 5 | (4) | 3 | 2 | 1.5 | | 1 | | | | | |
| | | 55 | | (4) | (3) | 2 | 1.5 | | | | | | | |
| 56 | | | 5.5 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | | 1 | | | | | |
| | | 58 | | (4) | (3) | 2 | 1.5 | | | | | | | |
| | 60 | | (5.5) | 4 | 3 | 2 | 1.5 | | 1 | | | | | |
| | | 62 | | (4) | (3) | 2 | 1.5 | | | | | | | |
| 64 | | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | | 1 | | | | | |
| | | 65 | | (4) | (3) | 2 | 1.5 | | | | | | | |
| | 68 | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | | 1 | | | | | |

* M14×1.25 仅用于火花塞。

** M35×1.5 仅用于滚动轴承锁紧螺母。

| 公称直径 $D$、$d$ | | | 螺距 $P$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | 细牙 | | | | | |
| | | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | 1 |
| | | 70 | (6) | (4) | (3) | 2 | 1.5 | |
| 72 | | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | 1 |
| | | 75 | | (4) | (3) | 2 | 1.5 | |
| | 76 | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | 1 |
| | | 78 | | | | 2 | | |
| 80 | | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | 1 |
| | | 82 | | | | 2 | | |
| | 85 | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | |
| 90 | | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | |
| | 95 | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | |
| 100 | | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | |

（续）

| 公称直径 $D$、$d$ | | | 螺距 $P$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 细牙 | | | | | |
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | 1 |
| | 105 | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | |
| 110 | | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | |
| | 115 | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | |
| | 120 | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | |
| 125 | | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | |
| | 130 | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | |
| | | 135 | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | |
| 140 | | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | |
| | | 145 | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | |
| | 150 | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | |
| | | 155 | 6 | 4 | 3 | 2 | | |
| 160 | | | 6 | 4 | 3 | 2 | | |
| | | 165 | 6 | 4 | 3 | 2 | | |
| | 170 | | 6 | 4 | 3 | 2 | | |
| | | 175 | 6 | 4 | 3 | 2 | | |
| 180 | | | 6 | 4 | 3 | 2 | | |
| | | 185 | 6 | 4 | 3 | 2 | | |
| | 190 | | 6 | 4 | 3 | 2 | | |
| | | 195 | 6 | 4 | 3 | 2 | | |
| 200 | | | 6 | 4 | 3 | 2 | | |
| | | 205 | 6 | 4 | 3 | | | |
| | 210 | | 6 | 4 | 3 | | | |
| | | 215 | 6 | 4 | 3 | | | |
| 220 | | | 6 | 4 | 3 | | | |
| | | 225 | 6 | 4 | 3 | | | |
| | | 230 | 6 | 4 | 3 | | | |
| | | 235 | 6 | 4 | 3 | | | |
| | 240 | | 6 | 4 | 3 | | | |
| | | 245 | 6 | 4 | 3 | | | |
| 250 | | | 6 | 4 | 3 | | | |
| | | 255 | 6 | 4 | 3 | | | |
| | 260 | | 6 | 4 | 3 | | | |
| | | 265 | 6 | 4 | 3 | | | |
| | | 270 | 6 | 4 | 3 | | | |

（续）

| 公称直径 $D$、$d$ | | | 螺距 $P$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 细牙 | | | | | |
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | 6 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | 1 |
| | | 275 | 6 | 4 | 3 | | | |
| 280 | | | 6 | 4 | 3 | | | |
| | | 285 | 6 | 4 | 3 | | | |
| | | 290 | 6 | 4 | 3 | | | |
| | | 295 | 6 | 4 | 3 | | | |
| | 300 | | 6 | 4 | 3 | | | |
| | | 310 | 6 | 4 | | | | |
| 320 | | | 6 | 4 | | | | |
| | | 330 | 6 | 4 | | | | |
| | 340 | | 6 | 4 | | | | |
| | | 350 | 6 | 4 | | | | |
| 360 | | | 6 | 4 | | | | |
| | | 370 | 6 | 4 | | | | |
| | 380 | | 6 | 4 | | | | |
| | | 390 | 6 | 4 | | | | |
| 400 | | | 6 | 4 | | | | |
| | | 410 | 6 | | | | | |
| | 420 | | 6 | | | | | |
| | | 430 | 6 | | | | | |
| | 440 | | 6 | | | | | |
| 450 | | | 6 | | | | | |
| | 460 | | 6 | | | | | |
| | | 470 | 6 | | | | | |
| | 480 | | 6 | | | | | |
| | | 490 | 6 | | | | | |
| 500 | | | 6 | | | | | |
| | | 510 | 6 | | | | | |
| | 520 | | 6 | | | | | |
| | | 530 | 6 | | | | | |
| | 540 | | 6 | | | | | |
| 550 | | | 6 | | | | | |
| | 560 | | 6 | | | | | |
| | | 570 | 6 | | | | | |
| | 580 | | 6 | | | | | |
| | | 590 | | | | | | |
| 600 | | | 6 | | | | | |

### 2.1.2　直径与螺距系列的选择

在GB193—81中规定各直径的选择顺序为优先选用第一系列、其次为第二系列、第三系列的直径尽可能不用。这是因为优先生产和供应第一系列直径的螺纹，因此市场上很少能买到第三系列直径的螺纹件及其工、量具，往往需要单独组织生产或订货，所以选了第三系列直径的螺纹会很不方便。

标准中还规定："表中粗黑线右下方的螺距和括号内的螺距应尽可能不用，对于直径自150～600mm的螺纹，若需要使用螺距大于6mm的螺纹，则应优先选用8mm的螺距。"在螺距的选择方面，一般情况下应多采用粗牙螺纹、粗牙螺纹牙的大小适度。在需要增大螺栓的抗拉强度、在薄壁零件上加工螺纹等情况则应考虑使用细牙螺纹。

### 2.1.3　螺纹代号

螺纹代号包括两方面的内容，即螺纹的特征代号和尺寸。在GB193—81中规定普通螺纹的特征代号为大写字母M、粗牙螺纹的尺寸用公称直径的数值来表示、细牙螺纹的尺寸用公称直径乘以螺距数值表示，当螺纹为左旋时需在螺纹尺寸之后加注"左"字。其具体示例如下：

M24　表示公称直径为24mm的粗牙普通螺纹；

M16×1.5　表示公称直径为16mm、螺距为1.5mm的细牙普通螺纹；

M36×2左　表示公称直径为36mm、螺距为2mm，方向为左旋的细牙普通螺纹。

上述规定表明：粗牙螺纹不必注明螺距的数值，因为每一规格的直径只对应一种粗牙螺距。应该注意，当公称直径大于68mm时所有的螺纹均为细牙。同时右旋螺纹不必注出旋向。

## 2.2　普通螺纹　基本尺寸（GB 196—81）

普通螺纹的基本尺寸是指各种直径与螺距对应的大、中、小径的基本尺寸，它们是根据GB192-81"普通螺纹　基本牙型"标准中给出的尺寸关系和GB193—81"普通螺纹　直径与螺距系列"标准中列出的组合规格计算得到的具体尺寸。由于内、外螺纹的大径尺寸等于公称直径，现将内、外螺纹中径和小径的计算式列出如下：

内螺纹的中径　$D_2=D-2\times\frac{3}{8}H$；

外螺纹的中径　$d_2=d-2\times\frac{3}{8}H$；

内螺纹的小径　$D_1=D-2\times\frac{5}{8}H$；

外螺纹的小径　$d_1=d-2\times\frac{5}{8}H$；

原始三角形高度　$H=\frac{\sqrt{3}}{2}P=0.866025404P$。

GB196—81"普通螺纹　基本尺寸"标准中列出的基本尺寸表就是根据上述公式计算的，标准还规定其计算值圆整到小数点后第三位。使用者应直接从表6.3-3中查取所需的基本尺寸，以免产生计算错误。

**表6.3-3　基本尺寸**（GB196-81）

（mm）

| 公称直径 $D$、$d$ | | | 螺距 $P$ | 中径 $D_2$ 或 $d_2$ | 小径 $D_1$ 或 $d_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | | | |
| 1 | | | **0.25** | 0.838 | 0.729 |
| | | | 0.2 | 0.870 | 0.783 |
| | 1.1 | | **0.25** | 0.938 | 0.829 |
| | | | 0.2 | 0.970 | 0.883 |
| 1.2 | | | **0.25** | 1.038 | 0.929 |
| | | | 0.2 | 1.070 | 0.983 |
| | 1.4 | | **0.3** | 1.205 | 1.075 |
| | | | 0.2 | 1.270 | 1.183 |
| 1.6 | | | **0.35** | 1.373 | 1.221 |
| | | | 0.2 | 1.470 | 1.383 |
| | 1.8 | | **0.35** | 1.573 | 1.421 |
| | | | 0.2 | 1.670 | 1.583 |
| 2 | | | **0.4** | 1.740 | 1.567 |
| | | | 0.25 | 1.838 | 1.729 |
| | 2.2 | | **0.45** | 1.908 | 1.713 |
| | | | 0.25 | 2.038 | 1.929 |
| 2.5 | | | **0.45** | 2.208 | 2.013 |
| | | | 0.35 | 2.273 | 2.121 |
| 3 | | | **0.5** | 2.675 | 2.459 |
| | | | 0.35 | 2.773 | 2.621 |
| | 3.5 | | **(0.6)** | 3.110 | 2.850 |
| | | | 0.35 | 3.273 | 3.121 |

（续）

| 公称直径 $D$、$d$ | | | 螺距 $P$ | 中径 $D_2$ 或 $d_2$ | 小径 $D_1$ 或 $d_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | | | |
| 4 | | | **0.7** | 3.545 | 3.242 |
| | | | 0.5 | 3.675 | 3.459 |
| | 4.5 | | **(0.75)** | 4.013 | 3.688 |
| | | | 0.5 | 4.175 | 3.959 |
| 5 | | | **0.8** | 4.480 | 4.134 |
| | | | 0.5 | 4.675 | 4.459 |
| | | 5.5 | 0.5 | 5.175 | 4.959 |
| 6 | | | **1** | 5.350 | 4.917 |
| | | | 0.75 | 5.513 | 5.188 |
| | | | (0.5) | 5.675 | 5.459 |
| | | 7 | **1** | 6.350 | 5.917 |
| | | | 0.75 | 6.513 | 6.188 |
| | | | 0.5 | 6.675 | 6.459 |
| 8 | | | **1.25** | 7.188 | 6.647 |
| | | | 1 | 7.350 | 6.917 |
| | | | 0.75 | 7.513 | 7.188 |
| | | | (0.5) | 7.675 | 7.459 |
| | | 9 | **(1.25)** | 8.188 | 7.647 |
| | | | 1 | 8.350 | 7.917 |
| | | | 0.75 | 8.513 | 8.188 |
| | | | 0.5 | 8.675 | 8.459 |
| 10 | | | **1.5** | 9.026 | 8.376 |
| | | | 1.25 | 9.188 | 8.647 |
| | | | 1 | 9.350 | 8.917 |
| | | | 0.75 | 9.513 | 9.188 |
| | | | (0.5) | 9.675 | 9.459 |
| | | 11 | **(1.5)** | 10.026 | 9.376 |
| | | | 1 | 10.350 | 9.917 |

（续）

| 公称直径 $D$、$d$ | | | 螺距 $P$ | 中径 $D_2$ 或 $d_2$ | 小径 $D_1$ 或 $d_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | | | |
| | | 11 | 0.75 | 10.513 | 10.188 |
| | | | 0.5 | 10.675 | 10.459 |
| 12 | | | **1.75** | 10.863 | 10.106 |
| | | | 1.5 | 11.026 | 10.376 |
| | | | 1.25 | 11.188 | 10.647 |
| 12 | | | 1 | 11.350 | 10.917 |
| | | | (0.75) | 11.513 | 11.188 |
| | | | (0.5) | 11.675 | 11.459 |
| | 14 | | **2** | 12.701 | 11.835 |
| | | | 1.5 | 13.026 | 12.376 |
| | | | (1.25)* | 13.188 | 12.647 |
| | | | 1 | 13.350 | 12.917 |
| | | | (0.75) | 13.513 | 13.188 |
| | | | (0.5) | 13.675 | 13.459 |
| | | 15 | 1.5 | 14.026 | 13.376 |
| | | | (1) | 14.350 | 13.917 |
| 16 | | | **2** | 14.701 | 13.835 |
| | | | 1.5 | 15.026 | 14.376 |
| | | | 1 | 15.350 | 14.917 |
| | | | (0.75) | 15.513 | 15.188 |
| | | | (0.5) | 15.675 | 15.459 |
| | | 17 | 1.5 | 16.026 | 15.376 |
| | | | (1) | 16.350 | 15.917 |
| | 18 | | **2.5** | 16.376 | 15.294 |
| | | | 2 | 16.701 | 15.835 |
| | | | 1.5 | 17.026 | 16.376 |
| | | | 1 | 17.350 | 16.917 |
| | | | (0.75) | 17.513 | 17.188 |

（续）

| 公称直径 D、d | | | 螺距 P | 中径 $D_2$ 或 $d_2$ | 小径 $D_1$ 或 $d_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | | | |
| | 18 | | (0.5) | 17.675 | 17.459 |
| 20 | | | **2.5** | 18.376 | 17.294 |
| | | | 2 | 18.701 | 17.835 |
| | | | 1.5 | 19.026 | 18.376 |
| | | | 1 | 19.350 | 18.917 |
| | | | (0.75) | 19.513 | 19.188 |
| | | | (0.5) | 19.675 | 19.459 |
| | 22 | | **2.5** | 20.376 | 19.294 |
| | | | 2 | 20.701 | 19.835 |
| | | | 1.5 | 21.026 | 20.376 |
| | | | 1 | 21.350 | 20.917 |
| | | | (0.75) | 21.513 | 21.188 |
| | | | (0.5) | 21.675 | 21.459 |
| 24 | | | **3** | 22.051 | 20.752 |
| | | | 2 | 22.701 | 21.835 |
| | | | 1.5 | 23.026 | 22.376 |
| | | | 1 | 23.350 | 22.917 |
| | | | (0.75) | 23.513 | 23.188 |
| | | 25 | 2 | 23.701 | 22.835 |
| | | | 1.5 | 24.026 | 23.376 |
| | | | (1) | 24.350 | 23.917 |
| | | 26 | 1.5 | 25.026 | 24.376 |
| | 27 | | **3** | 25.051 | 23.752 |
| | | | 2 | 25.701 | 24.835 |
| | | | 1.5 | 26.026 | 25.376 |
| | | | 1 | 26.350 | 25.917 |
| | | | (0.75) | 26.513 | 26.188 |
| | | 28 | 2 | 26.701 | 25.835 |
| | | | 1.5 | 27.026 | 26.376 |
| | | | 1 | 27.350 | 26.917 |
| 30 | | | **3.5** | 27.727 | 26.211 |
| | | | (3) | 28.051 | 26.752 |
| | | | 2 | 28.701 | 27.835 |
| | | | 1.5 | 29.026 | 28.376 |
| | | | 1 | 29.350 | 28.917 |

（续）

| 公称直径 D、d | | | 螺距 P | 中径 $D_2$ 或 $d_2$ | 小径 $D_1$ 或 $d_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | | | |
| 30 | | | (0.75) | 29.513 | 29.188 |
| | | 32 | 2 | 30.701 | 29.835 |
| | | | 1.5 | 31.026 | 30.376 |
| | 33 | | **3.5** | 30.727 | 29.211 |
| | | | (3) | 31.051 | 29.752 |
| | | | 2 | 31.701 | 30.835 |
| | | | 1.5 | 32.026 | 31.376 |
| | | | (1) | 32.350 | 31.917 |
| | | | (0.75) | 32.513 | 32.188 |
| | | 35** | 1.5 | 34.026 | 33.376 |
| 36 | | | **4** | 33.402 | 31.670 |
| | | | 3 | 34.051 | 32.752 |
| | | | 2 | 34.701 | 33.835 |
| | | | 1.5 | 35.026 | 34.376 |
| | | | (1) | 35.350 | 34.917 |
| | | 38 | 1.5 | 37.026 | 36.376 |
| | 39 | | **4** | 36.402 | 34.670 |
| | | | 3 | 37.051 | 35.752 |
| | | | 2 | 37.701 | 36.835 |
| | | | 1.5 | 38.026 | 37.376 |
| | | | (1) | 38.350 | 37.917 |
| | | 40 | (3) | 38.051 | 36.752 |
| | | | (2) | 38.701 | 37.835 |
| | | | 1.5 | 39.026 | 38.376 |
| 12 | | | **4.5** | 39.077 | 37.129 |
| | | | (4) | 39.402 | 37.670 |
| | | | 3 | 40.051 | 38.752 |
| | | | 2 | 40.701 | 39.835 |
| | | | 1.5 | 41.026 | 40.376 |
| | | | (1) | 41.350 | 40.917 |
| | 45 | | **4.5** | 42.077 | 40.129 |
| | | | (4) | 42.402 | 40.670 |
| | | | 3 | 43.051 | 41.752 |
| | | | 2 | 43.701 | 42.835 |
| | | | 1.5 | 44.026 | 43.376 |

（续）

| 公称直径 $D$、$d$ | | | 螺距 $P$ | 中径 $D_2$ 或 $d_2$ | 小径 $D_1$ 或 $d_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | | | |
| | 45 | | (1) | 44.350 | 43.917 |
| 48 | | | **5** | 44.752 | 42.587 |
| | | | (4) | 45.402 | 43.670 |
| | | | 3 | 46.051 | 44.752 |
| | | | 2 | 46.701 | 45.835 |
| | | | 1.5 | 47.026 | 46.376 |
| | | | (1) | 47.350 | 46.917 |
| | | 50 | (3) | 48.051 | 46.752 |
| | | | (2) | 48.701 | 47.835 |
| | | | 1.5 | 49.026 | 48.376 |
| | 52 | | **5** | 48.752 | 46.587 |
| | | | (4) | 49.402 | 47.670 |
| | | | 3 | 50.051 | 48.752 |
| | | | 2 | 50.701 | 49.835 |
| | | | 1.5 | 51.026 | 50.376 |
| | | | (1) | 51.350 | 50.917 |
| | | 55 | (4) | 52.402 | 50.670 |
| | | | (3) | 53.051 | 51.752 |
| | | | 2 | 53.701 | 52.835 |
| | | | 1.5 | 54.026 | 53.376 |
| 56 | | | **5.5** | 52.428 | 50.046 |
| | | | 4 | 53.402 | 51.670 |
| | | | 3 | 54.051 | 52.752 |
| | | | 2 | 54.701 | 53.835 |
| | | | 1.5 | 55.026 | 54.376 |
| | | | (1) | 55.350 | 54.917 |
| | | 58 | (4) | 55.402 | 53.670 |
| | | | (3) | 56.051 | 54.752 |
| | | | 2 | 56.701 | 55.835 |
| | | | 1.5 | 57.026 | 56.376 |
| | 60 | | **(5.5)** | 56.428 | 54.046 |
| | | | 4 | 57.402 | 55.670 |
| | | | 3 | 58.051 | 56.752 |
| | | | 2 | 58.701 | 57.835 |
| | | | 1.5 | 59.026 | 58.376 |

（续）

| 公称直径 $D$、$d$ | | | 螺距 $P$ | 中径 $D_2$ 或 $d_2$ | 小径 $D_1$ 或 $d_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | | | |
| | 60 | | (1) | 59.350 | 58.917 |
| | | 62 | (4) | 59.402 | 57.670 |
| | | | (3) | 60.051 | 58.752 |
| | | | 2 | 60.701 | 59.835 |
| | | | 1.5 | 61.026 | 60.376 |
| 64 | | | **6** | 60.103 | 57.505 |
| | | | 4 | 61.402 | 59.670 |
| | | | 3 | 62.051 | 60.752 |
| | | | 2 | 62.701 | 61.835 |
| | | | 1.5 | 63.026 | 62.376 |
| | | | (1) | 63.350 | 62.917 |
| | | 65 | (4) | 62.402 | 60.670 |
| | | | (3) | 63.051 | 61.752 |
| | | | 2 | 63.701 | 62.835 |
| | | | 1.5 | 64.026 | 63.376 |
| | 68 | | **6** | 64.103 | 61.505 |
| | | | 4 | 65.402 | 63.670 |
| | | | 3 | 66.051 | 64.752 |
| | | | 2 | 66.701 | 65.835 |
| | | | 1.5 | 67.026 | 66.376 |
| | | | (1) | 67.350 | 66.917 |
| | | 70 | (6) | 66.103 | 63.505 |
| | | | (4) | 67.402 | 65.670 |
| | | | (3) | 68.051 | 66.752 |
| | | | 2 | 68.701 | 67.835 |
| | | | 1.5 | 69.026 | 68.376 |
| 72 | | | 6 | 68.103 | 65.505 |
| | | | 4 | 69.402 | 67.670 |
| | | | 3 | 70.051 | 68.752 |
| | | | 2 | 70.701 | 69.835 |
| | | | 1.5 | 71.026 | 70.376 |
| | | | (1) | 71.350 | 70.917 |
| | | 75 | (4) | 72.402 | 70.670 |
| | | | (3) | 73.051 | 71.752 |
| | | | 2 | 73.701 | 72.835 |

（续）

| 公称直径 $D$、$d$ | | | 螺距 $P$ | 中径 $D_2$ 或 $d_2$ | 小径 $D_1$ 或 $d_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | | | |
| | | 75 | 1.5 | 74.026 | 73.376 |
| | 76 | | 6 | 72.103 | 69.505 |
| | | | 4 | 73.402 | 71.670 |
| | | | 3 | 74.051 | 72.752 |
| | | | 2 | 74.701 | 73.835 |
| | | | 1.5 | 75.026 | 74.376 |
| | | | (1) | 75.350 | 74.917 |
| | | 78 | 2 | 76.701 | 75.835 |
| 80 | | | 6 | 76.103 | 73.505 |
| | | | 4 | 77.402 | 75.670 |
| 80 | | | 3 | 78.051 | 76.752 |
| | | | 2 | 78.701 | 77.835 |
| | | | 1.5 | 79.026 | 78.376 |
| | | | (1) | 79.350 | 78.917 |
| | | 82 | 2 | 80.701 | 79.835 |
| | 85 | | 6 | 81.103 | 78.505 |
| | | | 4 | 82.402 | 80.670 |
| | | | 3 | 83.051 | 81.752 |
| | | | 2 | 83.701 | 82.835 |
| | | | (1.5) | 84.026 | 83.376 |
| 90 | | | 6 | 86.103 | 83.505 |
| | | | 4 | 87.402 | 85.670 |
| | | | 3 | 88.051 | 86.752 |
| | | | 2 | 88.701 | 87.835 |
| | | | (1.5) | 89.026 | 88.376 |
| | 95 | | 6 | 91.103 | 88.505 |
| | | | 4 | 92.402 | 90.670 |
| | | | 3 | 93.051 | 91.752 |
| | | | 2 | 93.701 | 92.835 |
| | | | (1.5) | 94.026 | 93.376 |
| 100 | | | 6 | 96.103 | 93.505 |
| | | | 4 | 97.402 | 95.670 |
| | | | 3 | 98.051 | 96.752 |
| | | | 2 | 98.701 | 97.835 |
| | | | (1.5) | 99.026 | 98.376 |

（续）

| 公称直径 $D$、$d$ | | | 螺距 $P$ | 中径 $D_2$ 或 $d_2$ | 小径 $D_1$ 或 $d_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | | | |
| | 105 | | 6 | 101.103 | 98.505 |
| | | | 4 | 102.402 | 100.670 |
| | | | 3 | 103.051 | 101.752 |
| | | | 2 | 103.701 | 102.835 |
| | | | (1.5) | 104.026 | 103.376 |
| 110 | | | 6 | 106.103 | 103.505 |
| | | | 4 | 107.402 | 105.670 |
| | | | 3 | 108.051 | 106.752 |
| | | | 2 | 108.701 | 107.835 |
| | | | (1.5) | 109.026 | 108.376 |
| | 115 | | 6 | 111.103 | 108.505 |
| | | | 4 | 112.402 | 110.670 |
| | | | 3 | 113.051 | 111.752 |
| | | | 2 | 113.701 | 112.835 |
| | | | (1.5) | 114.026 | 113.376 |
| | 120 | | 6 | 116.103 | 113.505 |
| | | | 4 | 117.402 | 115.670 |
| | | | 3 | 118.051 | 116.752 |
| | | | 2 | 118.701 | 117.835 |
| | | | (1.5) | 119.026 | 118.376 |
| 125 | | | 6 | 121.103 | 118.505 |
| | | | 4 | 122.402 | 120.670 |
| | | | 3 | 123.051 | 121.752 |
| | | | 2 | 123.701 | 122.835 |
| | | | (1.5) | 124.026 | 123.376 |
| | 130 | | 6 | 126.103 | 123.505 |
| | | | 4 | 127.402 | 125.670 |
| | | | 3 | 128.051 | 126.752 |
| | | | 2 | 128.701 | 127.835 |
| | | | (1.5) | 129.026 | 128.376 |
| | | 135 | 6 | 131.103 | 128.505 |
| | | | 4 | 132.402 | 130.670 |
| | | | 3 | 133.051 | 131.752 |
| | | | 2 | 133.701 | 132.835 |
| | | | 1.5 | 134.026 | 133.376 |

（续）

| 公称直径 $D$、$d$ | | | 螺距 $P$ | 中径 $D_2$ 或 $d_2$ | 小径 $D_1$ 或 $d_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | | | |
| 140 | | | 6 | 136.103 | 133.505 |
| | | | 4 | 137.402 | 135.670 |
| | | | 3 | 138.051 | 136.752 |
| | | | 2 | 138.701 | 137.835 |
| | | | (1.5) | 139.026 | 138.376 |
| | | 145 | 6 | 141.103 | 138.505 |
| | | | 4 | 142.402 | 140.670 |
| | | | 3 | 143.051 | 141.752 |
| | | | 2 | 143.701 | 142.835 |
| | | | 1.5 | 144.026 | 143.376 |
| | 150 | | 6 | 146.103 | 143.505 |
| | | | 4 | 147.402 | 145.670 |
| | | | 3 | 148.051 | 146.752 |
| | | | 2 | 148.701 | 147.835 |
| | | | (1.5) | 149.026 | 148.376 |
| | | 155 | 6 | 151.103 | 148.505 |
| | | | 4 | 152.402 | 150.670 |
| | | | 3 | 153.051 | 151.752 |
| | | | 2 | 153.701 | 152.835 |
| 160 | | | 6 | 156.103 | 153.505 |
| | | | 4 | 157.402 | 155.670 |
| | | | 3 | 158.051 | 156.752 |
| | | | (2) | 158.701 | 157.835 |
| | | 165 | 6 | 161.103 | 158.505 |
| | | | 4 | 162.402 | 160.670 |
| | | | 3 | 163.051 | 161.752 |
| | | | 2 | 163.701 | 162.835 |
| | 170 | | 6 | 166.103 | 163.505 |
| | | | 4 | 167.402 | 165.670 |
| | | | 3 | 168.051 | 166.752 |
| | | | (2) | 168.701 | 167.835 |
| | | 175 | 6 | 171.103 | 168.505 |
| | | | 4 | 172.402 | 170.670 |
| | | | 3 | 173.051 | 171.752 |
| | | | 2 | 173.701 | 172.835 |

（续）

| 公称直径 $D$、$d$ | | | 螺距 $P$ | 中径 $D_2$ 或 $d_2$ | 小径 $D_1$ 或 $d_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | | | |
| 180 | | | 6 | 176.103 | 173.505 |
| | | | 4 | 177.402 | 175.670 |
| | | | 3 | 178.051 | 176.752 |
| | | | (2) | 178.701 | 177.835 |
| | | 185 | 6 | 181.103 | 178.505 |
| | | | 4 | 182.402 | 180.670 |
| | | | 3 | 183.051 | 181.752 |
| | | | 2 | 183.701 | 182.835 |
| | 190 | | 6 | 186.103 | 183.505 |
| | | | 4 | 187.402 | 185.670 |
| | | | 3 | 188.051 | 186.752 |
| | | | (2) | 188.701 | 187.835 |
| | | 195 | 6 | 191.103 | 188.505 |
| | | | 4 | 192.402 | 190.670 |
| | | | 3 | 193.051 | 191.752 |
| | | | 2 | 193.701 | 192.835 |
| 200 | | | 6 | 196.103 | 193.505 |
| | | | 4 | 197.402 | 195.670 |
| | | | 3 | 198.051 | 196.752 |
| | | | (2) | 198.701 | 197.835 |
| | | 205 | 6 | 201.103 | 198.505 |
| | | | 4 | 202.402 | 200.670 |
| | | | 3 | 203.051 | 201.752 |
| | 210 | | 6 | 206.103 | 203.505 |
| | | | 4 | 207.402 | 205.670 |
| | | | 3 | 208.051 | 206.752 |
| | | 215 | 6 | 211.103 | 208.505 |
| | | | 4 | 212.402 | 210.670 |
| | | | 3 | 213.051 | 211.752 |
| 220 | | | 6 | 216.103 | 213.505 |
| | | | 4 | 217.402 | 215.670 |
| | | | 3 | 218.051 | 216.752 |
| | | 225 | 6 | 221.103 | 218.505 |
| | | | 4 | 222.402 | 220.670 |
| | | | 3 | 223.051 | 221.752 |

（续）

| 公称直径 $D$、$d$ | | | 螺距 | 中径 | 小径 |
|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | $P$ | $D_2$ 或 $d_2$ | $D_1$ 或 $d_1$ |
| | | | 6 | 226.103 | 223.505 |
| | | 230 | 4 | 227.402 | 225.670 |
| | | | 3 | 228.051 | 226.752 |
| | | | 6 | 231.103 | 228.505 |
| | | 235 | 4 | 232.402 | 230.670 |
| | | | 3 | 233.051 | 231.752 |
| | | | 6 | 236.103 | 233.505 |
| | 240 | | 4 | 237.402 | 235.670 |
| | | | 3 | 238.051 | 236.752 |
| | | | 6 | 241.103 | 238.505 |
| | | 245 | 4 | 242.402 | 240.670 |
| | | | 3 | 243.051 | 241.752 |
| | | | 6 | 246.103 | 243.505 |
| 250 | | | 4 | 247.402 | 245.670 |
| | | | 3 | 248.051 | 246.752 |
| | | | 6 | 251.103 | 248.505 |
| | | 255 | 4 | 252.402 | 250.670 |
| | | | 3 | 253.051 | 251.752 |
| | | | 6 | 256.103 | 253.505 |
| | 260 | | 4 | 257.402 | 255.670 |
| | | | (3) | 258.051 | 256.752 |
| | | | 6 | 261.103 | 258.505 |
| | | 265 | 4 | 262.402 | 260.670 |
| | | | 3 | 263.051 | 261.752 |
| | | | 6 | 266.103 | 263.505 |
| | | 270 | 4 | 267.402 | 265.670 |
| | | | 3 | 268.051 | 266.752 |
| | | | 6 | 271.103 | 268.505 |
| | | 275 | 4 | 272.402 | 270.670 |
| | | | 3 | 273.051 | 271.752 |
| | | | 6 | 276.103 | 273.505 |
| 280 | | | 4 | 277.402 | 275.670 |
| | | | (3) | 278.051 | 276.752 |
| | | | 6 | 281.103 | 278.505 |
| | | 285 | 4 | 282.402 | 280.670 |

（续）

| 公称直径 $D$、$d$ | | | 螺距 | 中径 | 小径 |
|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | $P$ | $D_2$ 或 $d_2$ | $D_1$ 或 $d_1$ |
| | | 285 | 3 | 283.051 | 281.752 |
| | | | 6 | 286.103 | 283.505 |
| | | 290 | 4 | 287.402 | 285.670 |
| | | | 3 | 288.051 | 286.752 |
| | | | 6 | 291.103 | 288.505 |
| | | 295 | 4 | 292.402 | 290.670 |
| | | | 3 | 293.051 | 291.752 |
| | | | 6 | 296.103 | 293.505 |
| | 300 | | 4 | 297.402 | 295.670 |
| | | | (3) | 298.051 | 296.752 |
| | | | 6 | 306.103 | 303.505 |
| | | 310 | 4 | 307.402 | 305.670 |
| 320 | | | 6 | 316.103 | 313.505 |
| | | | 4 | 317.402 | 315.670 |
| | | | 6 | 326.103 | 323.505 |
| | | 330 | 4 | 327.402 | 325.670 |
| | 340 | | 6 | 336.103 | 333.505 |
| | | | 4 | 337.402 | 335.670 |
| | | | 6 | 346.103 | 343.505 |
| | | 350 | 4 | 347.402 | 345.670 |
| 360 | | | 6 | 356.103 | 353.505 |
| | | | 4 | 357.402 | 355.670 |
| | | | 6 | 366.103 | 363.505 |
| | | 370 | 4 | 367.402 | 365.670 |
| | | | 6 | 376.103 | 373.505 |
| | 380 | | 4 | 377.402 | 375.670 |
| | | | 6 | 386.103 | 383.505 |
| | | 390 | 4 | 387.402 | 385.670 |
| 400 | | | 6 | 396.103 | 393.505 |
| | | | 4 | 397.402 | 395.670 |
| | | 410 | 6 | 406.103 | 403.505 |
| | 420 | | 6 | 416.103 | 413.505 |
| | | 430 | 6 | 426.103 | 423.505 |
| | 440 | | 6 | 436.103 | 433.505 |
| 450 | | | 6 | 446.103 | 443.505 |

（续）

| 公称直径 $D$、$d$ | | | 螺距 $P$ | 中径 $D_2$ 或 $d_2$ | 小径 $D_1$ 或 $d_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | | | |
| | 460 | | 6 | 456.103 | 453.505 |
| | | 470 | 6 | 466.103 | 463.505 |
| | 480 | | 6 | 476.103 | 473.505 |
| | | 490 | 6 | 486.103 | 483.505 |
| 500 | | | 6 | 496.103 | 493.505 |
| | | 510 | 6 | 506.103 | 503.505 |
| | 520 | | 6 | 516.103 | 513.505 |
| | | 530 | 6 | 526.103 | 523.505 |
| | 540 | | 6 | 536.103 | 533.505 |
| 550 | | | 6 | 546.103 | 543.505 |
| | 560 | | 6 | 556.103 | 553.505 |
| | | 570 | 6 | 566.103 | 563.505 |
| | 580 | | 6 | 576.103 | 573.505 |
| | | 590 | 6 | 586.103 | 583.505 |
| 600 | | | 6 | 596.103 | 593.505 |

注：1. 直径优先选用第一系列，其次第二系列，第三系列尽可能不用。

2. 括号内的螺距尽可能不用。

3. 用黑体字表示的螺距为粗牙。

* M14×1.25 仅用于火花塞。

** M35×1.5 仅用于滚动轴承锁紧螺母。

## 3 普通螺纹　公差与配合（GB 197—81）

普通螺纹在使用中应具有一定的连接强度、良好的旋合性能和互换性，为保证这些使用性能必须对它规定适当的制造公差，并提出配合要求。

### 3.1 普通螺纹的公差结构

普通螺纹的公差结构如图 6.3-2 所示。

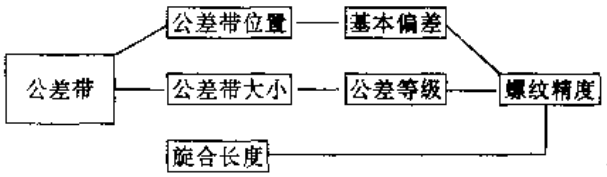



**图 6.3-2　公差结构图**

由公差结构图可知，公差带是由公差带位置和公差带大小两个要素组成的；螺纹的精度是由公差带和旋合长度共同构成的。明确螺纹公差制中的上述关系对正确选择螺纹的精度及公差带、旋合长度的确定非常重要。下面将分述 GB197－81“普通螺纹　公差与配合”标准的有关规定和应用。

#### 3.1.1 公差带的位置及其应用

（1）关于公差带位置的规定

公差带的位置是公差带相对于尺寸零线的关系。这种关系由基本偏差来表示，基本偏差的数值大小表示公差带起始点到尺寸零线的距离，基本偏差为正则表示公差带起始点在尺寸零线的上方，相反基本偏差为负则表示在尺寸零线的下方。

GB 197—81 中规定内螺纹有两种公差带位置，其代号分别为 H 和 G；外螺纹有四种公差带位置，其代号分别是 h、g、f 和 e。它们的关系如图 6.3-3 和图 6.3-4 所示，基本偏差值列于表 6.3-4。

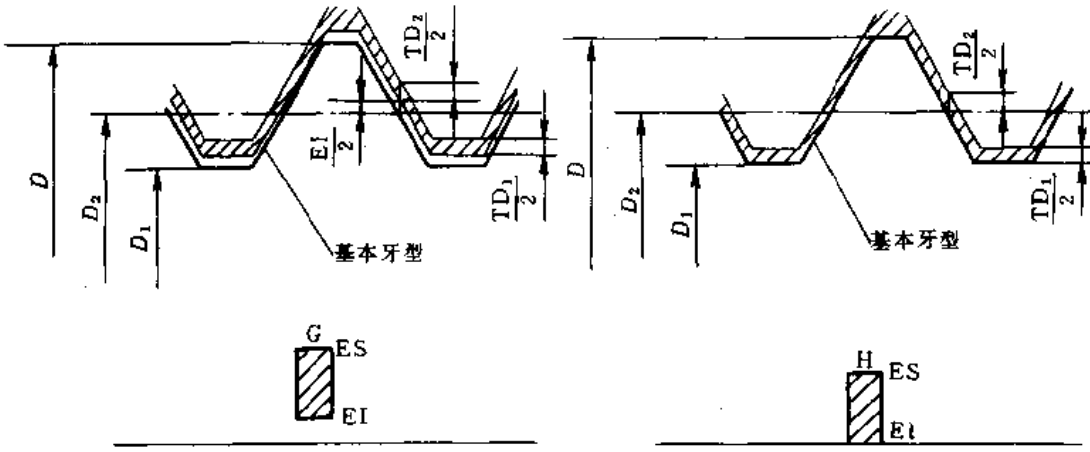



**图 6.3-3　内螺纹公差带位置**

EI—内螺纹基本偏差（下偏差）　ES—内螺纹上偏差　$TD_1$—内螺纹小径公差　$TD_2$—内螺纹中径公差

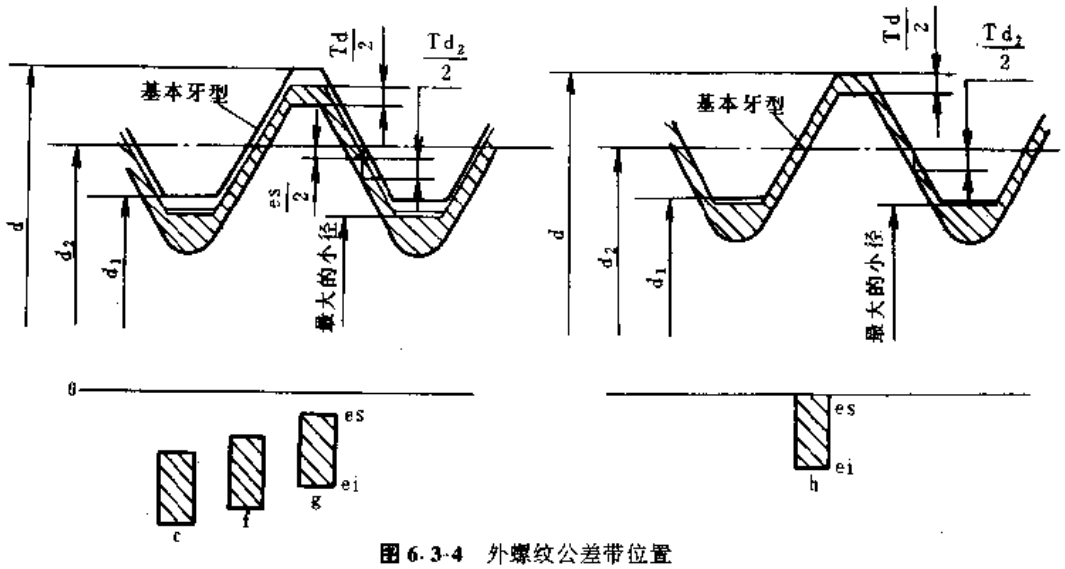



**图 6.3-4**　外螺纹公差带位置

es—外螺纹基本偏差（上偏差）　ei—外螺纹下偏差

Td—外螺纹大径公差　$Td_2$—外螺纹中径公差

**表 6.3-4　内、外螺纹的基本偏差**

（GB 197—81）　　（μm）

| 螺距 P (mm) | 基本偏差 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 内螺纹 $D_2$、$D_1$ | | 外螺纹 $d_1$、$d_2$ | | | |
| | G | H | e | f | g | h |
| | EI | EI | es | es | es | es |
| 0.2 | +17 | 0 | — | — | −17 | 0 |
| 0.25 | +18 | 0 | — | — | −18 | 0 |
| 0.3 | +18 | 0 | — | — | −18 | 0 |
| 0.35 | +19 | 0 | — | −34 | −19 | 0 |
| 0.4 | +19 | 0 | — | −34 | −19 | 0 |
| 0.45 | +20 | 0 | — | −35 | −20 | 0 |
| 0.5 | +20 | 0 | −50 | −36 | −20 | 0 |
| 0.6 | +21 | 0 | −53 | −36 | −21 | 0 |
| 0.7 | +22 | 0 | −56 | −38 | −22 | 0 |
| 0.75 | +22 | 0 | −56 | −38 | −22 | 0 |
| 0.8 | +24 | 0 | −60 | −38 | −24 | 0 |
| 1 | +26 | 0 | −60 | −40 | −26 | 0 |
| 1.25 | +28 | 0 | −63 | −42 | −28 | 0 |
| 1.5 | +32 | 0 | −67 | −45 | −32 | 0 |
| 1.75 | +34 | 0 | −71 | −48 | −34 | 0 |
| 2 | +38 | 0 | −71 | −52 | −38 | 0 |
| 2.5 | +42 | 0 | −80 | −58 | −42 | 0 |
| 3 | +48 | 0 | −85 | −63 | −48 | 0 |
| 3.5 | +53 | 0 | −90 | −70 | −53 | 0 |
| 4 | +60 | 0 | −95 | −75 | −60 | 0 |
| 4.5 | +63 | 0 | −100 | −80 | −63 | 0 |

（续）

| 螺距 P (mm) | 基本偏差 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 内螺纹 $D_2$、$D_1$ | | 外螺纹 $d_1$、$d_2$ | | | |
| | G | H | e | f | g | h |
| | EI | EI | es | es | es | es |
| 5 | +71 | 0 | −106 | −85 | −71 | 0 |
| 5.5 | +75 | 0 | −112 | −90 | −75 | 0 |
| 6 | +80 | 0 | −118 | −95 | −80 | 0 |

（2）公差带位置的应用

基本偏差使内、外螺纹配合之后形成保证间隙，这个保证间隙有许多方面的用途，可用来容纳涂镀螺纹涂镀层材料，可补偿长螺纹螺距累积误差所需要的轴向间隙，还可调节高温条件下产生的变形。但是GB197—81中给出的基本偏差值仅供一般情况下使用，对于那些特殊情况下的专门用途则不能全部满足。比如用于导电的热浸锡螺纹所需要的大间隙，GB197—81所规定的间隙尚嫌太小。

### 3.1.2　公差带的大小及公差等级的划分

公差带的大小是由公差值T的多少来决定的，将T划分为若干个等级称为公差等级。并用公差等级来表示公差带的大小。GB197—81对内、外螺纹的中径和顶径规定的公差等级如下：

| 螺纹直径 | 公差等级 |
|---|---|
| 内螺纹小径 $D_1$ | 4、5、6、7、8 |

内螺纹中径 $D_2$　4、5、6、7、8

外螺纹大径 $d$　4、6、8

外螺纹中径 $d_2$　3、4、5、6、7、8、9

各直径的各级公差值分别列于表 6.3-5～6.3-8。

**表 6.3-5　内螺纹小径公差（$TD_1$）（GB 197—81）**

（μm）

| 螺距 P (mm) | 公差等级 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.2 | 38 | 48 | — | — | — |
| 0.25 | 45 | 56 | 71 | — | — |
| 0.3 | 53 | 67 | 85 | — | — |
| 0.3 | 63 | 80 | 100 | — | — |
| 0.4 | 71 | 90 | 112 | — | — |
| 0.4 | 80 | 100 | 125 | — | — |
| 0.5 | 90 | 112 | 140 | 180 | — |
| 0.6 | 100 | 125 | 160 | 200 | — |
| 0.7 | 112 | 140 | 180 | 224 | — |
| 0.75 | 118 | 150 | 190 | 236 | — |
| 0.8 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 |
| 1 | 150 | 190 | 236 | 300 | 375 |
| 1.2 | 170 | 212 | 265 | 335 | 425 |
| 1.5 | 190 | 236 | 300 | 375 | 475 |
| 1.7 | 212 | 265 | 335 | 425 | 530 |
| 2 | 236 | 300 | 375 | 475 | 600 |
| 2.5 | 280 | 355 | 450 | 560 | 710 |
| 3 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 |
| 3.5 | 355 | 450 | 560 | 710 | 900 |
| 4 | 375 | 475 | 600 | 750 | 950 |
| 4.5 | 425 | 530 | 670 | 850 | 1060 |
| 5 | 450 | 560 | 710 | 900 | 1120 |
| 5.5 | 475 | 600 | 750 | 950 | 1180 |
| 6 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 |

**表 6.3-6　外螺纹大径公差（Td）（GB197—81）**

（μm）

| 螺距 P (mm) | 公差等级 4 | 6 | 8 |
|---|---|---|---|
| 0.2 | 36 | 56 | — |
| 0.25 | 42 | 67 | — |
| 0.3 | 48 | 75 | — |
| 0.35 | 53 | 85 | — |
| 0.4 | 60 | 95 | — |
| 0.45 | 63 | 100 | — |

（续）

| 螺距 P (mm) | 公差等级 4 | 6 | 8 |
|---|---|---|---|
| 0.5 | 67 | 106 | — |
| 0.6 | 80 | 125 | — |
| 0.7 | 90 | 140 | — |
| 0.75 | 90 | 140 | — |
| 0.8 | 95 | 150 | 236 |
| 1 | 112 | 180 | 280 |
| 1.25 | 132 | 212 | 335 |
| 1.5 | 150 | 236 | 375 |
| 1.75 | 170 | 265 | 425 |
| 2 | 180 | 280 | 450 |
| 2.5 | 212 | 335 | 530 |
| 3 | 236 | 375 | 600 |
| 3.5 | 265 | 425 | 670 |
| 4 | 300 | 475 | 750 |
| 4.5 | 315 | 500 | 800 |
| 5 | 335 | 530 | 850 |
| 5.5 | 355 | 560 | 900 |
| 6 | 375 | 600 | 950 |

**表 6.3-7　内螺纹中径公差（$TD_2$）（GB197—81）**

（μm）

| 公称直径 D (mm) > | ≤ | 螺距 P (mm) | 公差等级 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.99 | 1.4 | 0.2 | 40 | — | — | — | — |
| | | 0.25 | 45 | 56 | — | — | — |
| | | 0.3 | 48 | 60 | 75 | — | — |
| 1.4 | 2.8 | 0.2 | 42 | — | — | — | — |
| | | 0.25 | 48 | 60 | — | — | — |
| | | 0.35 | 53 | 67 | 85 | — | — |
| | | 0.4 | 56 | 71 | 90 | — | — |
| | | 0.45 | 60 | 75 | 95 | — | — |
| 2.8 | 5.6 | 0.35 | 56 | 71 | 90 | — | — |
| | | 0.5 | 63 | 80 | 100 | 125 | — |
| | | 0.6 | 71 | 90 | 112 | 140 | — |
| | | 0.7 | 75 | 95 | 118 | 150 | — |
| | | 0.75 | 75 | 95 | 118 | 150 | — |
| | | 0.8 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 |

（续）

| 公称直径 $D$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 公差等级 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| > | ≤ | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 5.6 | 11.2 | 0.5 | 71 | 90 | 112 | 140 | — |
| | | 0.75 | 85 | 106 | 132 | 170 | — |
| | | 1 | 95 | 118 | 150 | 190 | 236 |
| | | 1.25 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 |
| | | 1.5 | 112 | 140 | 180 | 224 | 280 |
| 11.2 | 22.4 | 0.5 | 75 | 95 | 118 | 150 | — |
| | | 0.75 | 90 | 112 | 140 | 180 | — |
| | | 1 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 |
| | | 1.25 | 112 | 140 | 180 | 224 | 280 |
| | | 1.5 | 118 | 150 | 190 | 236 | 300 |
| | | 1.75 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 |
| | | 2 | 132 | 170 | 212 | 265 | 335 |
| | | 2.5 | 140 | 180 | 224 | 280 | 355 |
| 22.4 | 45 | 0.75 | 95 | 118 | 150 | 190 | — |
| | | 1 | 106 | 132 | 170 | 212 | — |
| | | 1.5 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 |
| | | 2 | 140 | 180 | 224 | 280 | 355 |
| | | 3 | 170 | 212 | 265 | 335 | 425 |
| | | 3.5 | 180 | 224 | 280 | 355 | 450 |
| | | 4 | 190 | 236 | 300 | 375 | 475 |
| | | 4.5 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 |
| 45 | 90 | 1 | 118 | 150 | 180 | 236 | — |
| | | 1.5 | 132 | 170 | 212 | 265 | 335 |
| | | 2 | 150 | 190 | 236 | 300 | 375 |
| | | 3 | 180 | 224 | 280 | 355 | 450 |
| | | 4 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 |
| | | 5 | 212 | 265 | 335 | 425 | 530 |
| | | 5.5 | 224 | 280 | 355 | 450 | 560 |
| | | 6 | 236 | 300 | 375 | 475 | 600 |
| 90 | 180 | 1.5 | 140 | 180 | 224 | 280 | 355 |
| | | 2 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 |
| | | 3 | 190 | 236 | 300 | 375 | 475 |
| | | 4 | 212 | 265 | 335 | 425 | 530 |
| | | 6 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 |
| 180 | 355 | 2 | 180 | 224 | 280 | 355 | 450 |
| | | 3 | 212 | 265 | 335 | 425 | 530 |
| | | 4 | 236 | 300 | 375 | 475 | 600 |
| | | 6 | 265 | 335 | 425 | 530 | 670 |

**表 6.3-8　外螺纹中径公差（$Td_2$）（GB197—81）**

（μm）

| 公称直径 $d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 公差等级 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| > | ≤ | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0.99 | 1.4 | 0.2 | 24 | 30 | 38 | 48 | — | — | — |
| | | 0.25 | 26 | 34 | 42 | 53 | — | — | — |
| | | 0.3 | 28 | 36 | 45 | 56 | — | — | — |
| 1.4 | 2.8 | 0.2 | 25 | 32 | 40 | 50 | — | — | — |
| | | 0.25 | 28 | 36 | 45 | 56 | — | — | — |
| | | 0.35 | 32 | 40 | 50 | 63 | 80 | — | — |
| | | 0.4 | 34 | 42 | 53 | 67 | 85 | — | — |
| | | 0.45 | 36 | 45 | 56 | 71 | 90 | — | — |
| 2.8 | 5.6 | 0.35 | 34 | 42 | 53 | 67 | 85 | — | — |
| | | 0.5 | 38 | 48 | 60 | 75 | 95 | — | — |
| | | 0.6 | 42 | 53 | 67 | 85 | 106 | — | — |
| | | 0.7 | 45 | 56 | 71 | 90 | 112 | — | — |
| | | 0.75 | 45 | 56 | 71 | 90 | 112 | — | — |
| | | 0.8 | 48 | 60 | 75 | 95 | 118 | 150 | 190 |
| 5.6 | 11.2 | 0.5 | 42 | 53 | 67 | 85 | 106 | — | — |
| | | 0.75 | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | — | — |
| | | 1 | 56 | 71 | 90 | 112 | 140 | 180 | 224 |
| | | 1.25 | 60 | 75 | 95 | 118 | 150 | 190 | 236 |
| | | 1.5 | 67 | 85 | 106 | 132 | 170 | 212 | 265 |
| 11.2 | 22.4 | 0.5 | 45 | 56 | 71 | 90 | 112 | — | — |
| | | 0.75 | 53 | 67 | 85 | 106 | 132 | — | — |
| | | 1 | 60 | 75 | 95 | 118 | 150 | 190 | 236 |
| | | 1.25 | 67 | 85 | 106 | 132 | 170 | 212 | 265 |
| | | 1.5 | 71 | 90 | 112 | 140 | 180 | 224 | 280 |
| | | 1.75 | 75 | 95 | 118 | 150 | 190 | 236 | 300 |
| | | 2 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 |
| | | 2.5 | 85 | 106 | 132 | 170 | 212 | 265 | 335 |
| 22.4 | 45 | 0.75 | 56 | 71 | 90 | 112 | 140 | — | — |
| | | 1 | 63 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 |
| | | 1.5 | 75 | 95 | 118 | 150 | 190 | 236 | 300 |
| | | 2 | 85 | 106 | 132 | 170 | 212 | 265 | 335 |
| | | 3 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 |
| | | 3.5 | 106 | 132 | 170 | 212 | 265 | 335 | 425 |
| | | 4 | 112 | 140 | 180 | 224 | 280 | 355 | 450 |
| | | 4.5 | 118 | 150 | 190 | 236 | 300 | 375 | 475 |

（续）

| 公称直径 $d$ (mm) | | 螺距 $P$ | 公差等级 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| > | ≤ | (mm) | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 45 | 90 | 1 | 71 | 90 | 112 | 140 | 180 | 224 | — |
| | | 1.5 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 |
| | | 2 | 90 | 112 | 140 | 180 | 224 | 280 | 355 |
| | | 3 | 106 | 132 | 170 | 212 | 265 | 335 | 425 |
| | | 4 | 118 | 150 | 190 | 236 | 300 | 375 | 475 |
| | | 5 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 |
| | | 5.5 | 132 | 170 | 212 | 265 | 335 | 425 | 530 |
| | | 6 | 140 | 180 | 224 | 280 | 355 | 450 | 560 |
| 90 | 180 | 1.5 | 85 | 106 | 132 | 170 | 212 | 265 | 335 |
| | | 2 | 95 | 118 | 150 | 190 | 236 | 300 | 375 |
| | | 3 | 112 | 140 | 180 | 224 | 280 | 355 | 450 |
| | | 4 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 |
| | | 6 | 150 | 190 | 236 | 300 | 375 | 475 | 600 |
| 180 | 355 | 2 | 106 | 132 | 170 | 212 | 265 | 335 | 425 |
| | | 3 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 |
| | | 4 | 140 | 180 | 224 | 280 | 355 | 450 | 560 |
| | | 6 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 |

### 3.1.3 螺纹公差带的特点

使用中应注意普通螺纹公差带的如下特点：

(1)是沿基本牙型分布的牙型公差带，在垂直于螺纹轴线方向计算公差值的大小，注意不可垂直于牙侧表面计值。

(2) GB197—81 中没有单独规定螺距和牙型角（或半角）的公差，而是由中径公差对上述两个单项要素的误差进行综合控制。具体的做法规定于中径合格性的判断原则，应注意掌握其中的两点规定，它们是：

1)“实际螺纹上任何部位的单一中径不能超出最小实体牙型的中径”的规定，其目的在于控制实际螺纹中径本身的尺寸，即内螺纹中径本身的尺寸不能太大（$D_{2单一}\leqslant D_{2max}$）；而外螺纹中径本身的尺寸不能太小（$d_{2单一}\geqslant d_{2min}$）。

2)“实际螺纹的作用中径不能超出最大实体牙型的中径”的规定，由于作用中径的尺寸包含有螺距和牙型角等因素的影响，所以控制作用中径（$D_{2作用}\geqslant D_{2min}$、$d_{2作用}\leqslant d_{2max}$），就实现了对螺距和牙型角的控制，这就是通常所说的“中径公差是综合的”原因。

(3) 在 GB197—81 中没有对内螺纹的大径和外螺纹的小径规定公差，通常情况下由螺纹工具（丝锥、板牙等）来保证这二个尺寸不超出基本偏差的规定，以保证螺纹量规的顺利旋合。

### 3.1.4 旋合长度分组

在 GB197—81 中将螺纹的旋合长度分为短、中、长三组，分别用 $S$、$N$、$L$ 做为组别代号。其中 $N$ 组长度的范围为 $l_N=2.24pd^{-0.2}\sim6.7pd^{-0.2}$，小于中等长度者为 $S$ 组螺纹，大于中等长度者为 $L$ 组螺纹，具体数值的划分见表 6.3-9。

**表 6.3-9 螺纹旋合长度**（GB197—81）

(mm)

| 公称直径 $D$、$d$ | | 螺距 $P$ | 旋合长度 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $S$ | $N$ | | $L$ |
| > | ≤ | | ≤ | > | ≤ | > |
| 0.99 | 1.4 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 1.4 | 1.4 |
| | | 0.25 | 0.6 | 0.6 | 1.7 | 1.7 |
| | | 0.3 | 0.7 | 0.7 | 2 | 2 |
| 1.4 | 2.8 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 1.5 |
| | | 0.25 | 0.6 | 0.6 | 1.9 | 1.9 |
| | | 0.35 | 0.8 | 0.8 | 2.6 | 2.6 |
| | | 0.4 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| | | 0.45 | 1.3 | 1.3 | 3.8 | 3.8 |
| 2.8 | 5.6 | 0.35 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| | | 0.5 | 1.5 | 1.5 | 4.5 | 4.5 |
| | | 0.6 | 1.7 | 1.7 | 5 | 5 |
| | | 0.7 | 2 | 2 | 6 | 6 |
| | | 0.75 | 2.2 | 2.2 | 6.7 | 6.7 |
| | | 0.8 | 2.5 | 2.5 | 7.5 | 7.5 |
| 5.6 | 11.2 | 0.5 | 1.6 | 1.6 | 4.7 | 4.7 |
| | | 0.75 | 2.4 | 2.4 | 7.1 | 7.1 |
| | | 1 | 3 | 3 | 9 | 9 |
| | | 1.25 | 4 | 4 | 12 | 12 |
| | | 1.5 | 5 | 5 | 15 | 15 |
| 11.2 | 22.4 | 0.5 | 1.8 | 1.8 | 5.4 | 5.4 |
| | | 0.75 | 2.7 | 2.7 | 8.1 | 8.1 |
| | | 1 | 3.8 | 3.8 | 11 | 11 |
| | | 1.25 | 4.5 | 4.5 | 13 | 13 |
| | | 1.5 | 5.6 | 5.6 | 16 | 16 |
| | | 1.75 | 6 | 6 | 18 | 18 |
| | | 2 | 8 | 8 | 24 | 24 |
| | | 2.5 | 10 | 10 | 30 | 30 |

（续）

| 公称直径 D、d | | 螺距 P | 旋合长度 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | S | N | | L |
| > | ≤ | | ≤ | > | ≤ | > |
| 22.4 | 45 | 0.75 | 3.1 | 3.1 | 9.4 | 9.4 |
| | | 1 | 4 | 4 | 12 | 12 |
| | | 1.5 | 6.3 | 6.3 | 19 | 19 |
| | | 2 | 8.5 | 8.5 | 25 | 25 |
| | | 3 | 12 | 12 | 36 | 36 |
| | | 3.5 | 15 | 15 | 45 | 45 |
| | | 4 | 18 | 18 | 53 | 53 |
| | | 4.5 | 21 | 21 | 63 | 63 |
| 45 | 90 | 1 | 4.8 | 4.8 | 14 | 14 |
| | | 1.5 | 7.5 | 7.5 | 22 | 22 |
| | | 2 | 9.5 | 9.5 | 28 | 28 |
| | | 3 | 15 | 15 | 45 | 45 |
| | | 4 | 19 | 19 | 56 | 56 |
| | | 5 | 24 | 24 | 71 | 71 |
| | | 5.5 | 28 | 28 | 85 | 85 |
| | | 6 | 32 | 32 | 95 | 95 |
| 90 | 180 | 1.5 | 8.3 | 8.3 | 25 | 25 |
| | | 2 | 12 | 12 | 36 | 36 |
| | | 3 | 18 | 18 | 53 | 53 |
| | | 4 | 24 | 24 | 71 | 71 |
| | | 6 | 36 | 36 | 106 | 106 |
| 180 | 355 | 2 | 13 | 13 | 38 | 38 |
| | | 3 | 20 | 20 | 60 | 60 |
| | | 4 | 26 | 26 | 80 | 80 |
| | | 6 | 40 | 40 | 118 | 118 |

## 3.2　螺纹精度及公差带的选择

（1）螺纹的精度概念

螺纹精度是衡量螺纹加工质量的综合指标，它是由公差带和旋合长度两个因素共同来决定的，也就是说两个螺纹仅公差带（或公差等级）相同还不足以说明其精度一样，在这种情况下其精度的高低取决于旋合长度。比如7H—N为粗糙级螺纹，而7H—L则属中等精度级。必需注意区分螺纹的公差等级和螺纹的精度级别，它们是两个不同的指标，绝不能混为一谈。

（2）精度的选择及选用公差带

螺纹的精度直接关系到螺纹的配合质量和使用性能。因此合理地选择它们至关重要。

1）关于精度级别的规定：在GB197—81中将螺纹的精度分为精密、中等和粗糙三个精度级别。精密级用于要求配合性质变动较小的时候，或者说是用于间隙（或过盈）均匀的场合。中等级用于一般用途，大多数的紧固螺纹都使用这一精度级别。粗糙级用于要求不高或制造比较困难的时候，比如盲孔中的螺纹。

2）关于选用公差带的规定：由于普通螺纹的加工和测量多依赖于螺纹工具，为了减少螺纹刀、量具的品种规格，在GB197—81中规定了内、外螺纹的选用公差带表，一般情况下均应采用表中规定的公差带。因为这些公差带所用的量具以及采用这些公差带的紧固件多能在市场上买到，从而方便了加工和使用。内、外螺纹的选用公差带表见表6.3-10和表6.3-11。

**表6.3-10　内螺纹选用公差带**（GB197—81）

| 精度 | 公差带位置G | | | 公差带位置H | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | S | N | L | S | N | L |
| 精密 | | | | 4H | 4H5H | 5H6H |
| 中等 | (5G) | (6G) | (7G) | *5H | *6H | *7H |
| 粗糙 | | (7G) | | | 7H | |

**表6.3-11　外螺纹选用公差带**（GB197—81）

| 精度 | 公差带位置e | | | 公差带位置f | | | 公差带位置g | | | 公差带位置h | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | S | N | L | S | N | L | S | N | L | S | N | L |
| 精密 | | | | | | | | | | (3h4h) | *4h | (5h4h) |
| 中等 | | *6e | | | *6f | | (5g6g) | *6g | (7g6g) | (5h6h) | *6h | (7h6h) |
| 粗糙 | | | | | | | | 8g | | | (8h) | |

注：1. 大量生产的精制紧固件螺纹，推荐采用带方框的公差带。

2. 带*的公差带应优先选用，不带*的公差带其次，括号内的公差带尽可能不用。

（3）选用公差带的注意事项：

表6.3-10和表6.3-11不但列出了备选用的公差

带的品种，而且还表明了螺纹精度，公差等级和旋合长度三者之间的关系，即在同等精度级别的螺纹中，与 $N$ 组螺纹所对应的公差等级相比，$S$ 组螺纹所对应的公差等级提高一级，而 $L$ 组螺纹则降低了一级。以表 6.3-10 H 位置中等精度级的螺纹为例，旋合长度与公差等级的对应关系是：$S$ 组…　5H

$N$ 组　…　6H

$L$ 组　…　7H

这种关系是产品设计师在选取公差等级时必须遵循的。

## 3.3　普通螺纹的标记

### 3.3.1　关于标记方法的规定

(1)螺纹的完整标记由螺纹代号、螺纹公差带代号和旋合长度代号所组成。

(2)公差带代号包括中径公差带和顶径(指外螺纹大径或内螺纹小径)公差带代号，公差带代号是由表示其大小的公差等级数值和表示其位置的字母组成。

(3) 公差带代号标注在螺纹代号之后，中间用"-"分开。如果螺纹中径公差带与顶径公差带不同则分别注出，前者表示中径公差带，后者表示顶径公差带。如果中径公差带和顶径公差带代号相同，则只标注一个代号

(4)内、外螺纹装配在一起，其公差带用斜线分开，左边表示内螺纹公差带代号，右边表示外螺纹公差带代号。

(5)在一般情况下，不标注螺纹旋合长度，其公差带按中等旋合长度确定。必要时，在螺纹公差带代号之后加注旋合长度代号 S 或 L，中间用"-"分开。特殊需要时，可在 S 或 L 的位置注明旋合长度的数值。

### 3.3.2　标记示例和使用说明

(1) 三部分代号的排列示例如下：

M16×1.5-6H-S

- S：旋合长度组别代号
- 6H：公差带代号（中径和小径相同）
- M16×1.5：螺纹代号

(2) 公差带代号的标记示例：

M10-4H5H

- 5H：内螺纹小径的公差带代号
- 4H：内螺纹中径的公差带代号

此例中内螺纹中径和小径的公差带不同。

(3) 螺纹副的标记示例：

M16×1.5LH-6H/6g

- 6g：外螺纹公差带代号
- 6H：内螺纹公差带代号
- LH：左旋螺纹的旋向代号

(4) 关于旋合长度标记的说明：

1) 当旋合长度为 $N$ 组时，则不需要注出组别代号，由于使用中绝大多数采用 $N$ 组螺纹，所以注出组别代号者为少数。

2) 当使用 $S$ 组或 $L$ 组螺纹时应标出组别代号，以便区分螺纹的精度。

3)特殊需要时应将具体的旋合长度值注在组别代号处，一般用在需要制造全长量具进行质量控制的情况。其具体示例如下：

M20×2—6H—40

- 40：具体的旋合长度值（单位为 mm）

## 3.4　对于普通螺纹牙底形状的规定

(1) 为了保证内、外螺纹的顺利旋合，在 GB197—81 中规定，内、外螺纹牙底实际轮廓上的任何点均不应超出按基本偏差所确定的最大实体牙型，即通规牙型。

(2)机械性能等级高于或等于 8.8 级的外螺纹，其牙底轮廓要有圆滑的曲线连接，曲线部份的半径 $R$ 不应小于 $0.125P$，其值见表 6.3-12。

**表 6.3-12　外螺纹最小牙底半径**

($R_{min}$) (GB197—81)

| 螺距 $P$ (mm) | $R_{min}$ (μm) | 螺距 $P$ (mm) | $R_{min}$ (μm) |
|---|---|---|---|
| 0.2 | 25 | 1.25 | 156 |
| 0.25 | 31 | 1.5 | 188 |
| 0.3 | 38 | 1.75 | 219 |
| 0.35 | 44 | 2 | 250 |
| 0.4 | 50 | 2.5 | 313 |
| 0.45 | 56 | 3 | 375 |
| 0.5 | 63 | 3.5 | 438 |
| 0.6 | 75 | 4 | 500 |
| 0.7 | 88 | 4.5 | 563 |
| 0.75 | 94 | 5 | 625 |
| 0.8 | 100 | 5.5 | 688 |
| 1 | 125 | 6 | 750 |

(3) 外螺纹牙底倒圆时所形成的最大的小径 $d_{1max}$ 的位置是在同时与两个 $R_{min}=0.125P$ 的圆弧相切的

直线处，这两个圆弧必须分别通过最大实体牙型的侧面和小径圆柱面的交点，并与螺纹的最小实体侧面相切。此时：

最大削平高度$=\frac{H}{4}-R_{min}$

$\times\left\{1-\cos\left(\frac{\pi}{3}-\arccos\left(1-\frac{Td_2}{4R_{min}}\right)\right)\right\}+\frac{Td_2}{2}$，

最小削平高度$=0.125P\doteq\frac{H}{7}$，

具体形状如图 6.3-5 所示。

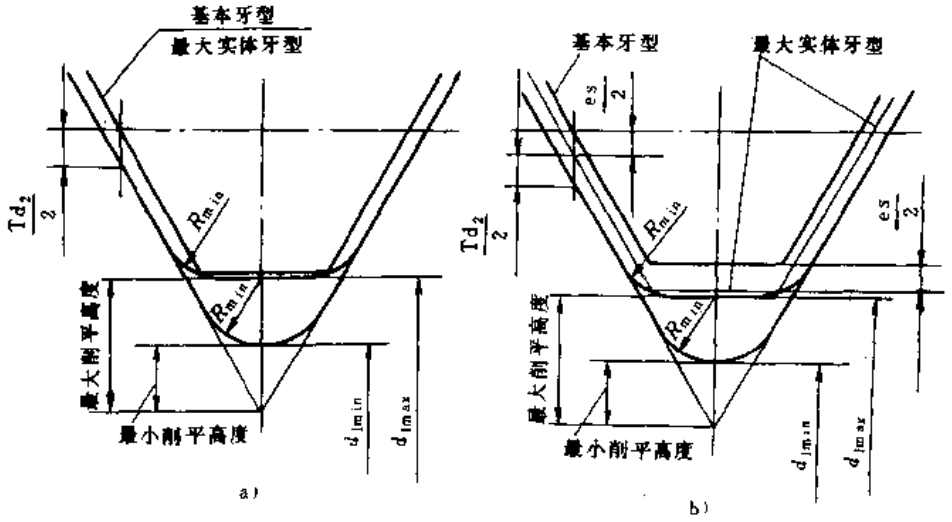



**图 6.3-5　外螺纹牙底形状**

a) h 位置　b) e、f、g 位置

(4) 机械性能等级低于 8.8 级的外螺纹牙底亦应尽可能与性能等级高于 8.8 级的外螺纹相一致，这对承受疲劳和冲击载荷的螺纹件是特别重要的。若不按上述要求时，则牙底可在最小削平高度为$\frac{H}{8}$处削平或倒圆。

## 3.5　电镀螺纹的使用

为了防止各种金属腐蚀现象，也为了美观，往往需要在螺纹的表面涂镀保护层，涂镀层的种类和厚度均应根据环境条件的防腐要求来决定。螺纹紧固件上最常用的保护层是镀锌钝化。

### 3.5.1　电镀螺纹公差带的选择

镀层会引起外螺纹的尺寸加大、内螺纹的尺寸减小，为使镀后的内、外螺纹仍能顺利旋合，应该在 GB197—81 中选取带有保证间隙的公差带做为镀前螺纹的公差带，以便用此间隙来补偿容纳镀层金属所需要的空间。标准中规定的 G、e、f、g 四种公差带位置均能提供一定的保证间隙，设计者应根据镀层厚度选取其中的一种。一般来说公差带位置的基本偏差值 EI 或 es 应大于或等于 4 倍的镀层厚度。实际生产中由于内螺纹的镀层不均匀（一般较薄）又难于测量，多数情况仅在外螺纹上留有间隙，只有在镀层较厚时才在内、外螺纹上同时留出间隙。

### 3.5.2　电镀螺纹的验收

对电镀螺纹的验收分为镀前和镀后两次进行。

(1) 为了保证镀后螺纹的旋合性能，在 GB197—81 标准的第 8 条中规定："对需要涂镀保护层的螺纹，如无特殊需要，镀前一般应按本标准规定选择螺纹公差带。镀后螺纹的实际轮廓上的任何点均不应超越按 H、h 确定的最大实体牙型"。即 H、h 位置的通规通过。不要求止规检验。

(2) 镀前必须采用镀前公差带的通、止规进行检验，做到通规通、止规止，确保镀前尺寸合格。通常情况下，螺纹的强度应以镀前尺寸为依据进行设计和验算。

# 4　极限尺寸的计算和极限偏差表

## 4.1　螺纹极限尺寸的计算

为了得到实际生产中所用的极限尺寸，需根据 GB196 -81 规定的基本尺寸和 GB197—81 中规定的基本偏差和公差进行计算，现以 M8×1- 6H/6g 为例计算其大、中、小径的极限尺寸如下：

(1) M8×1 大、中、小径的基本尺寸在表 6.3-3 中查取：

$D=d=8$mm（公称直径）

$D_2=d_2=7.350$mm

$D_1=d_1=6.917$mm

（2）计算M8×1—6H中径和小径的极限尺寸：

$D_{2max}=7.350+T_{D_2}=7.350+0.150$mm

$D_{2min}=7.350+EI_H=7.350+0=7.350$mm

$D_{1max}=6.917+T_{D_1}=6.917+0.236=7.153$mm

$D_{1min}=6.917+EI_H=6.917+0=6.917$mm

其中 $T_{D_2}$ 在表6.3-7中查取；

$EI_H$ 在表6.3-4中查取（$es_g$ 亦同）；

$T_{D1}$ 在表6.3-5中查取。

（3）计算M8×1—6g中径和大径的极限尺寸：

$d_{2max}=7.350-es_g=7.350-0.026=7.324$mm

$d_{2min}=d_{2max}-Td_2=7.324-0.112=7.212$mm

$d_{max}=8-es_g=8-0.026=7.974$mm

$d_{min}=d_{max}-Td=7.974-0.180=7.794$mm

其中 $Td_2$ 在表6.2-8中查取；

Td 在表6.3-6中查取。

## 4.2 普通螺纹的偏差表（GB2516—81）

为了节省时间并避免计算错误，在表6.3-13中列出了内、外螺纹选用公差带的极限偏差值。这样在计算极限尺寸时用基本尺寸直接加上极限偏差值就得到了，使计算大为简化。

**表6.3-13 选用公差带的极限偏差**（GB2516—81） （μm）

| 直径分段 D、d (mm) | | 螺距 P (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 0.99 | 1.4 | 0.2 | 4H | +40 | 0 | +38 | 0 | 3h4h | 0 | −24 | 0 | −36 |
| | | | 4H5H | +40 | 0 | +48 | 0 | 4h | 0 | −30 | 0 | −36 |
| | | | | | | | | 5g6g | −17 | −55 | −17 | −73 |
| | | | | | | | | 5h6h | 0 | −38 | 0 | −56 |
| | | | | | | | | 6g | −17 | −65 | −17 | −73 |
| | | | | | | | | 6h | 0 | −48 | 0 | −56 |
| | | 0.25 | 4H | +45 | 0 | +45 | 0 | 3h4h | 0 | −26 | 0 | −42 |
| | | | 4H5H | +45 | 0 | +56 | 0 | 4h | 0 | −34 | 0 | −42 |
| | | | 5G | +74 | +18 | +74 | +18 | 5g6g | −18 | −60 | −18 | −85 |
| | | | 5H | +56 | 0 | +56 | 0 | 5h4h | 0 | −42 | 0 | −42 |
| | | | | | | | | 5h6h | 0 | −42 | 0 | −67 |
| | | | | | | | | 6g | −18 | −71 | −18 | −85 |
| | | | | | | | | 6h | 0 | −53 | 0 | −67 |
| | | 0.3 | 4H | +48 | 0 | +53 | 0 | 3h4h | 0 | −28 | 0 | −48 |
| | | | 4H5H | +48 | 0 | +67 | 0 | 4h | 0 | −36 | 0 | −48 |
| | | | 5G | +78 | +18 | +85 | +18 | 5g6g | −18 | −63 | −18 | −93 |
| | | | 5H | +60 | 0 | +67 | 0 | 5h4h | 0 | −45 | 0 | −48 |
| | | | | | | | | 5h6h | 0 | −45 | 0 | −75 |
| | | | | | | | | 6g | −18 | −74 | −18 | −93 |
| | | | | | | | | 6h | 0 | −56 | 0 | −75 |

（续）

| 直径分段 $D$、$d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 1.4 | 2.8 | 0.2 | 4H | +42 | 0 | +38 | 0 | 3h4h | 0 | −25 | 0 | −36 |
| | | | 4H5H | +42 | 0 | +48 | 0 | 4h | 0 | −32 | 0 | −36 |
| | | | | | | | | 5g6g | −17 | −57 | −17 | −73 |
| | | | | | | | | 5h6h | 0 | −40 | 0 | −56 |
| | | | | | | | | 6g | −17 | −67 | −17 | −73 |
| | | | | | | | | 6h | 0 | −50 | 0 | −56 |
| | | 0.25 | 4H | +48 | 0 | +45 | 0 | 3h4h | 0 | −28 | 0 | −42 |
| | | | 4H5H | +48 | 0 | +56 | 0 | 4h | 0 | −36 | 0 | −42 |
| | | | 5G | +78 | +18 | +74 | +18 | 5g6g | −18 | −63 | −18 | −85 |
| | | | 5H | +60 | 0 | +56 | 0 | 5h6h | 0 | −45 | 0 | −67 |
| | | | 5H6H | +60 | 0 | +71 | 0 | 6g | −18 | −74 | −18 | −85 |
| | | | | | | | | 6h | 0 | −56 | 0 | −67 |
| | | 0.35 | 4H | +53 | 0 | +63 | 0 | 3h4h | 0 | −32 | 0 | −53 |
| | | | 4H5H | +53 | 0 | +80 | 0 | 4h | 0 | −40 | 0 | −53 |
| | | | 5G | +86 | +19 | +99 | +19 | 5g6g | −19 | −69 | −19 | −104 |
| | | | 5H | +67 | 0 | +80 | 0 | 5h4h | 0 | −50 | 0 | −53 |
| | | | 5H6H | +67 | 0 | +100 | 0 | 5h6h | 0 | −50 | 0 | −85 |
| | | | 6G | +104 | +19 | +119 | +19 | 6f | −34 | −97 | −34 | −119 |
| | | | 6H | +85 | 0 | +100 | 0 | 6g | −19 | −82 | −19 | −104 |
| | | | | | | | | 6h | 0 | −63 | 0 | −85 |
| | | | | | | | | 7g6g | −19 | −99 | −19 | −104 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −80 | 0 | −85 |
| | | 0.4 | 4H | +56 | 0 | +71 | 0 | 3h4h | 0 | −34 | 0 | −60 |
| | | | 4H5H | +56 | 0 | +90 | 0 | 4h | 0 | −42 | 0 | −60 |
| | | | 5G | +90 | +19 | +109 | +19 | 5g6g | −19 | −72 | −19 | −114 |
| | | | 5H | +71 | 0 | +90 | 0 | 5h4h | 0 | −53 | 0 | −60 |
| | | | 5H6H | +71 | 0 | +112 | 0 | 5h6h | 0 | −53 | 0 | −95 |

（续）

| 直径分段 $D$、$d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 1.4 | 2.8 | 0.4 | 6G | +109 | +19 | +131 | +19 | 6f | −34 | −101 | −34 | −129 |
| | | | 6H | +90 | 0 | +112 | 0 | 6g | −19 | −86 | −19 | −114 |
| | | | | | | | | 6h | 0 | −67 | 0 | −95 |
| | | | | | | | | 7g6g | −19 | −104 | −19 | −114 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −85 | 0 | −95 |
| | | 0.45 | 4H | +60 | 0 | +80 | 0 | 3h4h | 0 | −36 | 0 | −63 |
| | | | 4H5H | +60 | 0 | +100 | 0 | 4h | 0 | −45 | 0 | −63 |
| | | | 5G | +95 | +20 | +120 | +20 | 5g6g | −20 | −76 | −20 | −120 |
| | | | 5H | +75 | 0 | +100 | 0 | 5h4h | 0 | −56 | 0 | −63 |
| | | | 5H6H | +75 | 0 | +125 | 0 | 5h6h | 0 | −56 | 0 | −100 |
| | | | 6G | +115 | +20 | +145 | +20 | 6f | −35 | −106 | −35 | −135 |
| | | | 6H | +95 | 0 | +125 | 0 | 6g | −20 | −91 | −20 | −120 |
| | | | | | | | | 6h | 0 | −71 | 0 | −100 |
| | | | | | | | | 7g6g | −20 | −110 | −20 | −120 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −90 | 0 | −100 |
| 2.8 | 5.6 | 0.35 | 4H | +56 | 0 | +63 | 0 | 3h4h | 0 | −34 | 0 | −53 |
| | | | 4H5H | +56 | 0 | +80 | 0 | 4h | 0 | −42 | 0 | −53 |
| | | | 5G | +90 | +19 | +99 | +19 | 5g6g | −19 | −72 | −19 | −104 |
| | | | 5H | +71 | 0 | +80 | 0 | 5h4h | 0 | −53 | 0 | −53 |
| | | | 5H6H | +71 | 0 | +100 | 0 | 5h6h | 0 | −53 | 0 | −85 |
| | | | 6G | +109 | +19 | +119 | +19 | 6f | −34 | −101 | −34 | −119 |
| | | | 6H | +90 | 0 | +100 | 0 | 6g | −19 | −86 | −19 | −104 |
| | | | | | | | | 6h | 0 | −67 | 0 | −85 |
| | | | | | | | | 7g6g | −19 | −104 | −19 | −104 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −85 | 0 | −85 |
| | | 0.5 | 4H | +63 | 0 | +90 | 0 | 3h4h | 0 | −38 | 0 | −67 |
| | | | 4H5H | +63 | 0 | +112 | 0 | 4h | 0 | −48 | 0 | −67 |

（续）

| 直径分段 $D$、$d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 2.8 | 5.6 | 0.5 | 5G | +100 | +20 | +132 | +20 | 5g6g | −20 | −80 | −20 | −126 |
| | | | 5H | +80 | 0 | +112 | 0 | 5h4h | 0 | −60 | 0 | −67 |
| | | | 5H6H | +80 | 0 | +140 | 0 | 5h6h | 0 | −60 | 0 | −106 |
| | | | 6G | +120 | +20 | +160 | +20 | 6e | −50 | −125 | −50 | −156 |
| | | | 6H | +100 | 0 | +140 | 0 | 6f | −36 | −111 | −36 | −142 |
| | | | 7G | +145 | +20 | +200 | +20 | 6g | −20 | −95 | −20 | −126 |
| | | | 7H | +125 | 0 | +180 | 0 | 6h | 0 | −75 | 0 | −106 |
| | | | | | | | | 7g6g | −20 | −115 | −20 | −126 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −95 | 0 | −106 |
| | | 0.6 | 4H | +71 | 0 | +100 | 0 | 3h4h | 0 | −42 | 0 | −80 |
| | | | 4H5H | +71 | 0 | +125 | 0 | 4h | 0 | −53 | 0 | −80 |
| | | | 5G | +111 | +21 | +146 | +21 | 5g6g | −21 | −88 | −21 | −146 |
| | | | 5H | +90 | 0 | +125 | 0 | 5h4h | 0 | −67 | 0 | −80 |
| | | | 5H6H | +90 | 0 | +160 | 0 | 5h6h | 0 | −67 | 0 | −125 |
| | | | 6G | +133 | +21 | +181 | +21 | 6e | −53 | −138 | −53 | −178 |
| | | | 6H | +112 | 0 | +160 | 0 | 6f | −36 | −121 | −36 | −161 |
| | | | 7G | +161 | +21 | +221 | +21 | 6g | −21 | −106 | −21 | −146 |
| | | | 7H | +140 | 0 | +200 | 0 | 6h | 0 | −85 | 0 | −125 |
| | | | | | | | | 7g6g | −21 | −127 | −21 | −146 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −106 | 0 | −125 |
| | | 0.7 | 4H | +75 | 0 | +112 | 0 | 3h4h | 0 | −45 | 0 | −90 |
| | | | 4H5H | +75 | 0 | +140 | 0 | 4h | 0 | −56 | 0 | −90 |
| | | | 5G | +117 | +22 | +162 | +22 | 5g6g | −22 | −93 | −22 | −162 |
| | | | 5H | +95 | 0 | +140 | 0 | 5h4h | 0 | −71 | 0 | −90 |
| | | | 5H6H | +95 | 0 | +180 | 0 | 5h6h | 0 | −71 | 0 | −140 |
| | | | 6G | +140 | +22 | +202 | +22 | 6e | −56 | −146 | −56 | −196 |
| | | | 6H | +118 | 0 | +180 | 0 | 6f | −38 | −128 | −38 | −178 |

（续）

| 直径分段 $D$、$d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 2.8 | 5.6 | 0.7 | 7G | +172 | +22 | +246 | +22 | 6g | −22 | −112 | −22 | −162 |
| | | | 7H | +150 | 0 | 224 | 0 | 6h | 0 | −90 | 0 | −140 |
| | | | | | | | | 7g6g | −22 | −134 | −22 | −162 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −112 | 0 | −140 |
| | | 0.75 | 4H | +75 | 0 | +118 | 0 | 3h4h | 0 | −45 | 0 | −90 |
| | | | 4H5H | +75 | 0 | +150 | 0 | 4h | 0 | −56 | 0 | −90 |
| | | | 5G | +117 | +22 | +172 | +22 | 5g6g | −22 | −93 | −22 | −162 |
| | | | 5H | +95 | 0 | +150 | 0 | 5h4h | 0 | −71 | 0 | −90 |
| | | | 5H6H | +95 | 0 | +190 | 0 | 5h6h | 0 | −71 | 0 | −140 |
| | | | 6G | +140 | +22 | +212 | +22 | 6e | −56 | −146 | −56 | −196 |
| | | | 6H | +118 | 0 | +190 | 0 | 6f | −38 | −128 | −38 | −178 |
| | | | 7G | +172 | +22 | +258 | +22 | 6g | −22 | −112 | −22 | −162 |
| | | | 7H | +150 | 0 | +236 | 0 | 6h | 0 | −90 | 0 | −140 |
| | | | | | | | | 7g6g | −22 | −134 | −22 | −162 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −112 | 0 | −140 |
| | | 0.8 | 4H | +80 | 0 | +125 | 0 | 3h4h | 0 | −48 | 0 | −95 |
| | | | 4H5H | +80 | 0 | +160 | 0 | 4h | 0 | −60 | 0 | −95 |
| | | | 5G | +124 | +24 | +184 | +24 | 5g6g | −24 | −99 | −24 | −174 |
| | | | 5H | +100 | 0 | +160 | 0 | 5h4h | 0 | −75 | 0 | −95 |
| | | | 5H6H | +100 | 0 | +200 | 0 | 5h6h | 0 | −75 | 0 | −150 |
| | | | 6G | +149 | +24 | +224 | +24 | 6e | −60 | −155 | −60 | −210 |
| | | | 6H | +125 | 0 | +200 | 0 | 6f | −38 | −133 | −38 | −188 |
| | | | 7G | +184 | +24 | +274 | +24 | 6g | −24 | −119 | −24 | −174 |
| | | | 7H | +160 | 0 | +250 | 0 | 6h | 0 | −95 | 0 | −150 |
| | | | | | | | | 7g6g | −24 | −142 | −24 | −174 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −118 | 0 | −150 |
| | | | | | | | | 8g | −24 | −174 | −24 | −260 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −150 | 0 | −236 |

（续）

| 直径分段 $D$、$d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 5.6 | 11.2 | 0.5 | 4H | +71 | 0 | +90 | 0 | 3h4h | 0 | −42 | 0 | −67 |
| | | | 4H5H | +71 | 0 | +112 | 0 | 4h | 0 | −53 | 0 | −67 |
| | | | 5G | +110 | +20 | +132 | +20 | 5g6g | −20 | −87 | −20 | −126 |
| | | | 5H | +90 | 0 | +112 | 0 | 5h4h | 0 | −67 | 0 | −67 |
| | | | 5H6H | +90 | 0 | +140 | 0 | 5h6h | 0 | −67 | 0 | −106 |
| | | | 6G | +132 | +20 | +160 | +20 | 6e | −50 | −135 | −50 | −156 |
| | | | 6H | +112 | 0 | +140 | 0 | 6f | −36 | −121 | −36 | −142 |
| | | | 7G | +160 | +20 | +200 | +20 | 6g | −20 | −105 | −20 | −126 |
| | | | 7H | +140 | 0 | +180 | 0 | 6h | 0 | −85 | 0 | −106 |
| | | | | | | | | 7g6g | −20 | −126 | −20 | −126 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −106 | 0 | −106 |
| | | 0.75 | 4H | +85 | 0 | +118 | 0 | 3h4h | 0 | −50 | 0 | −90 |
| | | | 4H5H | +85 | 0 | +150 | 0 | 4h | 0 | −63 | 0 | −90 |
| | | | 5G | +128 | +22 | +172 | +22 | 5g6g | −22 | −102 | −22 | −162 |
| | | | 5H | +106 | 0 | +150 | 0 | 5h4h | 0 | −80 | 0 | −90 |
| | | | 5H6H | +106 | 0 | +190 | 0 | 5h6h | 0 | −80 | 0 | −140 |
| | | | 6G | +154 | +22 | +212 | +22 | 6e | −56 | −156 | −56 | −196 |
| | | | 6H | +132 | 0 | +190 | 0 | 6f | −38 | −138 | −38 | −178 |
| | | | 7G | +192 | +22 | +258 | +22 | 6g | −22 | −122 | −22 | −162 |
| | | | 7H | +170 | 0 | +236 | 0 | 6h | 0 | −100 | 0 | −140 |
| | | | | | | | | 7g6g | −22 | −147 | −22 | −162 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −125 | 0 | −140 |
| | | 1 | 4H | +95 | 0 | +150 | 0 | 3h4h | 0 | −56 | 0 | −112 |
| | | | 4H5H | +95 | 0 | +190 | 0 | 4h | 0 | −71 | 0 | −112 |
| | | | 5G | +144 | +26 | +216 | +26 | 5g6g | −26 | −116 | −26 | −206 |
| | | | 5H | +118 | 0 | +190 | 0 | 5h4h | 0 | −90 | 0 | −112 |
| | | | 5H6H | +118 | 0 | −236 | 0 | 5h6h | 0 | −90 | 0 | −180 |

（续）

| 直径分段 $D$、$d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 5.6 | 11.2 | 1 | 6G | +176 | +26 | +262 | +26 | 6e | −60 | −172 | −60 | −240 |
| | | | 6H | +150 | 0 | +236 | 0 | 6f | −40 | −152 | −40 | −220 |
| | | | 7G | +216 | +26 | +326 | +26 | 6g | −26 | −138 | −26 | −206 |
| | | | 7H | +190 | 0 | +300 | 0 | 6h | 0 | −112 | 0 | −180 |
| | | | | | | | | 7g6g | −26 | −166 | −26 | −206 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −140 | 0 | −180 |
| | | | | | | | | 8g | −26 | −206 | −26 | −306 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −180 | 0 | −280 |
| | | 1.25 | 4H | +100 | 0 | +170 | 0 | 3h4h | 0 | −60 | 0 | −132 |
| | | | 4H5H | +100 | 0 | +212 | 0 | 4h | 0 | −75 | 0 | −132 |
| | | | 5G | +153 | +28 | +240 | +28 | 5g6g | −28 | −123 | −28 | −240 |
| | | | 5H | +125 | 0 | +212 | 0 | 5h4h | 0 | −95 | 0 | −132 |
| | | | 5H6H | +125 | 0 | +265 | 0 | 5h6h | 0 | −95 | 0 | −212 |
| | | | 6G | +188 | +28 | +293 | +28 | 6e | −63 | −181 | −63 | −275 |
| | | | 6H | +160 | 0 | +265 | 0 | 6f | −42 | −160 | −42 | −254 |
| | | | 7G | +228 | +28 | +363 | +28 | 6g | −28 | −146 | −28 | −240 |
| | | | 7H | +200 | 0 | +335 | 0 | 6h | 0 | −118 | 0 | −212 |
| | | | | | | | | 7g6g | −28 | −178 | −28 | −240 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −150 | 0 | −212 |
| | | | | | | | | 8g | −28 | −218 | −28 | −363 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −190 | 0 | −335 |
| | | 1.5 | 4H | +112 | 0 | +190 | 0 | 3h4h | 0 | −67 | 0 | −150 |
| | | | 4H5H | +112 | 0 | +236 | 0 | 4h | 0 | −85 | 0 | −150 |
| | | | 5G | +172 | +32 | +268 | +32 | 5g6g | −32 | −138 | −32 | −268 |
| | | | 5H | +140 | 0 | +236 | 0 | 5h4h | 0 | −106 | 0 | −150 |
| | | | 5H6H | +140 | 0 | +300 | 0 | 5h6h | 0 | −106 | 0 | −236 |
| | | | 5G | +212 | +32 | +332 | +32 | 6e | −67 | −199 | −67 | −303 |

（续）

| 直径分段 $D$、$d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 5.6 | 11.2 | 1.5 | 6H | +180 | 0 | +300 | 0 | 6f | −45 | −177 | −45 | −281 |
| | | | 7G | +256 | +32 | +407 | +32 | 6g | −32 | −164 | −32 | −268 |
| | | | 7H | +224 | 0 | +375 | 0 | 6h | 0 | −132 | 0 | −236 |
| | | | | | | | | 7g6g | −32 | −202 | −32 | −268 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −170 | 0 | −236 |
| | | | | | | | | 8g | −32 | −244 | −32 | −407 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −212 | 0 | −375 |
| 11.2 | 22.4 | 0.5 | 4H | +75 | 0 | +90 | 0 | 3h4h | 0 | −45 | 0 | −67 |
| | | | 4H5H | +75 | 0 | +112 | 0 | 4h | 0 | −56 | 0 | −67 |
| | | | 5G | +115 | +20 | +132 | +20 | 5g6g | −20 | −91 | −20 | −126 |
| | | | 5H | +95 | 0 | +112 | 0 | 5h4h | 0 | −71 | 0 | −67 |
| | | | 5H6H | +95 | 0 | +140 | 0 | 5h6h | 0 | −71 | 0 | −106 |
| | | | 6G | +138 | +20 | +160 | +20 | 6e | −50 | −140 | −50 | −156 |
| | | | 6H | +118 | 0 | +140 | 0 | 6f | −36 | −126 | −36 | −142 |
| | | | 7G | +170 | +20 | +200 | +20 | 6g | −20 | −110 | −20 | −126 |
| | | | 7H | +150 | 0 | +180 | 0 | 6h | 0 | −90 | 0 | −106 |
| | | 0.75 | 4H | +90 | 0 | +118 | 0 | 3h4h | 0 | −53 | 0 | −90 |
| | | | 4H5H | +90 | 0 | +150 | 0 | 4h | 0 | −67 | 0 | −90 |
| | | | 5G | +134 | +22 | +172 | +22 | 5g6g | −22 | −107 | −22 | −162 |
| | | | 5H | +112 | 0 | +150 | 0 | 5h4h | 0 | −85 | 0 | −90 |
| | | | 5H6H | +112 | 0 | +190 | 0 | 5h6h | 0 | −85 | 0 | −140 |
| | | | 6G | +162 | +22 | +212 | +22 | 6e | −56 | −162 | −56 | −196 |
| | | | 6H | +140 | 0 | +190 | 0 | 6f | −38 | −144 | −38 | −178 |
| | | | 7G | +202 | +22 | +258 | +22 | 6g | −22 | −128 | −22 | −162 |
| | | | 7H | +180 | 0 | +236 | 0 | 6h | 0 | −106 | 0 | −140 |
| | | | | | | | | 7g6g | −22 | −154 | −22 | −162 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −132 | 0 | −140 |

（续）

| 直径分段 $D$、$d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 11.2 | 22.4 | 1 | 4H | +100 | 0 | +150 | 0 | 3h4h | 0 | −60 | 0 | −112 |
| | | | 4H5H | +100 | 0 | +190 | 0 | 4h | 0 | −75 | 0 | −112 |
| | | | 5G | +151 | +26 | +216 | +26 | 5g6g | −26 | −121 | −26 | −206 |
| | | | 5H | +125 | 0 | +190 | 0 | 5h4h | 0 | −95 | 0 | −112 |
| | | | 5H6H | +125 | 0 | +236 | 0 | 5h6h | 0 | −95 | 0 | −180 |
| | | | 6G | +186 | +26 | +262 | +26 | 6e | −60 | −178 | −60 | −240 |
| | | | 6H | +160 | 0 | +236 | 0 | 6f | −40 | −158 | −40 | −220 |
| | | | 7G | +226 | +26 | +326 | +26 | 6g | −26 | −144 | −26 | −206 |
| | | | 7H | +200 | 0 | +300 | 0 | 6h | 0 | −118 | 0 | −180 |
| | | | | | | | | 7g6g | −26 | −176 | −26 | −206 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −150 | 0 | −180 |
| | | | | | | | | 8g | −26 | −216 | −26 | −306 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −190 | 0 | −280 |
| | | 1.25 | 4H | +112 | 0 | +170 | 0 | 3h4h | 0 | −67 | 0 | −132 |
| | | | 4H5H | +112 | 0 | +212 | 0 | 4h | 0 | −85 | 0 | −132 |
| | | | 5G | +168 | +28 | +240 | +28 | 5g6g | −28 | −134 | −28 | −240 |
| | | | 5H | +140 | 0 | +212 | 0 | 5h4h | 0 | −106 | 0 | −132 |
| | | | 5H6H | +140 | 0 | +265 | 0 | 5h6h | 0 | −106 | 0 | −212 |
| | | | 6G | +208 | +28 | +293 | +28 | 6e | −63 | −195 | −63 | −275 |
| | | | 6H | +180 | 0 | +265 | 0 | 6f | −42 | −174 | −42 | −254 |
| | | | 7G | +252 | +28 | +363 | +28 | 6g | −28 | −160 | −28 | −240 |
| | | | 7H | +224 | 0 | +335 | 0 | 6h | 0 | −132 | 0 | −212 |
| | | | | | | | | 7g6g | −28 | −198 | −28 | −240 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −170 | 0 | −212 |
| | | | | | | | | 8g | −28 | −240 | −28 | −363 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −212 | 0 | −335 |
| | | 1.5 | 4H | +118 | 0 | +190 | 0 | 3h4h | 0 | −71 | 0 | −150 |

（续）

| 直径分段 $D$、$d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 11.2 | 22.4 | 1.5 | 4H5H | +118 | 0 | +236 | 0 | 4h | 0 | −90 | 0 | −150 |
| | | | 5G | +182 | +32 | +268 | +32 | 5g6g | −32 | −144 | −32 | −268 |
| | | | 5H | +150 | 0 | +236 | 0 | 5h4h | 0 | −112 | 0 | −150 |
| | | | 5H6H | +150 | 0 | +300 | 0 | 5h6h | 0 | −112 | 0 | −236 |
| | | | 6G | +222 | +32 | +332 | +32 | 6e | −67 | −207 | −67 | −303 |
| | | | 6H | +190 | 0 | −300 | 0 | 6f | −45 | −185 | −45 | −281 |
| | | | 7G | +268 | +32 | 407 | +32 | 6g | −32 | −172 | −32 | −268 |
| | | | 7H | +236 | 0 | +375 | 0 | 6h | 0 | −140 | 0 | −236 |
| | | | | | | | | 7g6g | −32 | −212 | −32 | −268 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −180 | 0 | −236 |
| | | | | | | | | 8g | −32 | −256 | −32 | −407 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −224 | 0 | −375 |
| | | 1.75 | 4H | +125 | 0 | +212 | 0 | 3h4h | 0 | −75 | 0 | −170 |
| | | | 4H5H | +125 | 0 | +265 | 0 | 4h | 0 | −95 | 0 | −170 |
| | | | 5G | +194 | +34 | +299 | +34 | 5g6g | −34 | −152 | −34 | −299 |
| | | | 5H | +160 | 0 | +265 | 0 | 5h4h | 0 | −118 | 0 | −170 |
| | | | 5H6H | +160 | 0 | +335 | 0 | 5h6h | 0 | −118 | 0 | −265 |
| | | | 6G | +234 | +34 | +369 | +34 | 6e | −71 | −221 | −71 | −336 |
| | | | 6H | +200 | 0 | +335 | 0 | 6f | −48 | −198 | −48 | −313 |
| | | | 7G | +284 | +34 | +459 | +34 | 6g | −34 | −184 | −34 | −299 |
| | | | 7H | +250 | 0 | +425 | 0 | 6h | 0 | −150 | 0 | −265 |
| | | | | | | | | 7g6g | −34 | −224 | −34 | −299 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −190 | 0 | −265 |
| | | | | | | | | 8g | −34 | −270 | −34 | −459 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −236 | 0 | −425 |
| | | 2 | 4H | +132 | 0 | +236 | 0 | 3h4h | 0 | −80 | 0 | −180 |
| | | | 4H5H | +132 | 0 | +300 | 0 | 4h | 0 | −100 | 0 | −180 |

（续）

| 直径分段 $D$、$d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 11.2 | 22.4 | 2 | 5G | +208 | +38 | +338 | +38 | 5g6g | −38 | −163 | −38 | −318 |
| | | | 5H | +170 | 0 | +300 | 0 | 5h4h | 0 | −125 | 0 | −180 |
| | | | 5H6H | +170 | 0 | +375 | 0 | 5h6h | 0 | −125 | 0 | −280 |
| | | | 6G | +250 | +38 | +413 | +38 | 6e | −71 | −231 | −71 | −351 |
| | | | 6H | +212 | 0 | +375 | 0 | 6f | −52 | −212 | −52 | −332 |
| | | | 7G | +303 | +38 | +513 | +38 | 6g | −38 | −198 | −38 | −318 |
| | | | 7H | +265 | 0 | +475 | 0 | 6h | 0 | −160 | 0 | −280 |
| | | | | | | | | 7g6g | −38 | −238 | −38 | −318 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −200 | 0 | −280 |
| | | | | | | | | 8g | −38 | −288 | −38 | −488 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −250 | 0 | −450 |
| | | 2.5 | 4H | +140 | 0 | +280 | 0 | 3h4h | 0 | −85 | 0 | −212 |
| | | | 4H5H | +140 | 0 | +355 | 0 | 4h | 0 | −106 | 0 | −212 |
| | | | 5G | +222 | +42 | +397 | +42 | 5g6g | −42 | −174 | −42 | −377 |
| | | | 5H | +180 | 0 | +355 | 0 | 5h4h | 0 | −132 | 0 | −212 |
| | | | 5H6H | +180 | 0 | +450 | 0 | 5h6h | 0 | −132 | 0 | −335 |
| | | | 6G | +266 | +42 | +492 | +42 | 6e | −80 | −250 | −80 | −415 |
| | | | 6H | +224 | 0 | +450 | 0 | 6f | −58 | −228 | −58 | −393 |
| | | | 7G | +322 | +42 | +602 | +42 | 6g | −42 | −212 | −42 | −377 |
| | | | 7H | +280 | 0 | +560 | 0 | 6h | 0 | 170 | 0 | −335 |
| | | | | | | | | 7g6g | −42 | −254 | −42 | −377 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −212 | 0 | −335 |
| | | | | | | | | 8g | −42 | −307 | −42 | −572 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −265 | 0 | −530 |
| 22.4 | 45 | 0.75 | 4H | +95 | 0 | +118 | 0 | 3h4h | 0 | −56 | 0 | −90 |
| | | | 4H5H | +95 | 0 | +150 | 0 | 4h | 0 | −71 | 0 | −90 |
| | | | 5G | +140 | +22 | +172 | +22 | 5g6g | −22 | −112 | −22 | −162 |

（续）

| 直径分段 $D$、$d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 22.4 | 45 | 0.75 | 5H | +118 | 0 | +150 | 0 | 5h4h | 0 | −90 | 0 | −90 |
| | | | 5H6H | +118 | 0 | +190 | 0 | 5h6h | 0 | −90 | 0 | −140 |
| | | | 6G | +172 | +22 | +212 | +22 | 6e | −56 | −168 | −56 | −196 |
| | | | 6H | +150 | 0 | +190 | 0 | 6f | −38 | −150 | −38 | −178 |
| | | | 7G | +212 | +22 | +258 | +22 | 6g | −22 | −134 | −22 | −162 |
| | | | 7H | +190 | 0 | +236 | 0 | 6h | 0 | −112 | 0 | −140 |
| | | | | | | | | 7g6g | −22 | −162 | −22 | −162 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −140 | 0 | −140 |
| | | 1 | 4H | +106 | 0 | +150 | 0 | 3h4h | 0 | −63 | 0 | −112 |
| | | | 4H5H | +106 | 0 | +190 | 0 | 4h | 0 | −80 | 0 | −112 |
| | | | 5G | +158 | +26 | +216 | +26 | 5g6g | −26 | −126 | −26 | −206 |
| | | | 5H | +132 | 0 | +190 | 0 | 5h4h | 0 | −100 | 0 | −112 |
| | | | 5H6H | +132 | 0 | +236 | 0 | 5h6h | 0 | −100 | 0 | −180 |
| | | | 6G | +196 | +26 | +262 | +26 | 6e | −60 | −185 | −60 | −240 |
| | | | 6H | +170 | 0 | +236 | 0 | 6f | −40 | −165 | −40 | −220 |
| | | | 7G | +238 | +26 | +326 | +26 | 6g | −26 | −151 | −26 | −206 |
| | | | 7H | +212 | 0 | +300 | 0 | 6h | 0 | −125 | 0 | −180 |
| | | | | | | | | 7g6g | −26 | −186 | −26 | −206 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −160 | 0 | −180 |
| | | | | | | | | 8g | −26 | −226 | −26 | −306 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −200 | 0 | −280 |
| | | 1.5 | 4H | +125 | 0 | +190 | 0 | 3h4h | 0 | −75 | 0 | −150 |
| | | | 4H5H | +125 | 0 | +236 | 0 | 4h | 0 | −95 | 0 | −150 |
| | | | 5G | +192 | +32 | +268 | +32 | 5g6g | −32 | −150 | −32 | −268 |
| | | | 5H | +160 | 0 | +236 | 0 | 5h4h | 0 | −118 | 0 | −150 |
| | | | 5H6H | +160 | 0 | +300 | 0 | 5h6h | 0 | −118 | 0 | −236 |
| | | | 6G | +232 | +32 | +332 | +32 | 6e | −67 | −217 | −67 | −303 |

（续）

| 直径分段 $D$、$d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 22.4 | 45 | 1.5 | 6H | +200 | 0 | +300 | 0 | 6f | −45 | −195 | −45 | −281 |
| | | | 7G | +282 | +32 | +407 | +32 | 6g | −32 | −182 | −32 | −268 |
| | | | 7H | +250 | 0 | +375 | 0 | 6h | 0 | −150 | 0 | −236 |
| | | | | | | | | 7g6g | −32 | −222 | −32 | −268 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −190 | 0 | −236 |
| | | | | | | | | 8g | −32 | −268 | −32 | −407 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −236 | 0 | −375 |
| | | 2 | 4H | +140 | 0 | +236 | 0 | 3h4h | 0 | −85 | 0 | −180 |
| | | | 4H5H | +140 | 0 | +300 | 0 | 4h | 0 | −106 | 0 | −180 |
| | | | 5G | +218 | +38 | +338 | +38 | 5g6g | −38 | −170 | −38 | −318 |
| | | | 5H | +180 | 0 | +300 | 0 | 5h4h | 0 | −132 | 0 | −180 |
| | | | 5H6H | +180 | 0 | +375 | 0 | 5h6h | 0 | −132 | 0 | −280 |
| | | | 6G | +262 | +38 | +413 | +38 | 6e | −71 | −241 | −71 | −351 |
| | | | 6H | +224 | 0 | +375 | 0 | 6f | −52 | −222 | −52 | −332 |
| | | | 7G | +318 | +38 | +513 | +38 | 6g | −38 | −208 | −38 | −318 |
| | | | 7H | +280 | 0 | +475 | 0 | 6h | 0 | −170 | 0 | −280 |
| | | | | | | | | 7g6g | −38 | −250 | −38 | −318 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −212 | 0 | −280 |
| | | | | | | | | 8g | −38 | −303 | −38 | −488 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −265 | 0 | −450 |
| | | 3 | 4H | +170 | 0 | +315 | 0 | 3h4h | 0 | −100 | 0 | −236 |
| | | | 4H5H | +170 | 0 | +400 | 0 | 4h | 0 | −125 | 0 | −236 |
| | | | 5G | +260 | +48 | +448 | +48 | 5g6g | −48 | −208 | −48 | −423 |
| | | | 5H | +212 | 0 | +400 | 0 | 5h4h | 0 | −160 | 0 | −236 |
| | | | 5H6H | +212 | 0 | +500 | 0 | 5h6h | 0 | −160 | 0 | −375 |
| | | | 6G | +313 | +48 | +548 | +48 | 6e | −85 | −285 | −85 | −460 |
| | | | 6H | +265 | 0 | +500 | 0 | 6f | −63 | −263 | −63 | −438 |

（续）

| 直径分段 $D$、$d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 22.4 | 45 | 3 | 7G | +383 | +48 | +678 | +48 | 6g | −48 | −248 | −48 | −423 |
| | | | 7H | +335 | 0 | +630 | 0 | 6h | 0 | −200 | 0 | −375 |
| | | | | | | | | 7g6g | −48 | −298 | −48 | −423 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −250 | 0 | −375 |
| | | | | | | | | 8g | −48 | −363 | −48 | −648 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −315 | 0 | −600 |
| | | 3.5 | 4H | +180 | 0 | +355 | 0 | 3h4h | 0 | −106 | 0 | −265 |
| | | | 4H5H | +180 | 0 | +450 | 0 | 4h | 0 | −132 | 0 | −265 |
| | | | 5G | +277 | +53 | +503 | +53 | 5g6g | −53 | −223 | −53 | −478 |
| | | | 5H | +224 | 0 | +450 | 0 | 5h4h | 0 | −170 | 0 | −265 |
| | | | 5H6H | +224 | 0 | +560 | 0 | 5h6h | 0 | −170 | 0 | −425 |
| | | | 6G | +333 | +53 | +613 | +53 | 6e | −90 | −302 | −90 | −515 |
| | | | 6H | +280 | 0 | +560 | 0 | 6f | −70 | −282 | −70 | −495 |
| | | | 7G | +408 | +53 | +763 | +53 | 6g | −53 | −265 | −53 | −478 |
| | | | 7H | +355 | 0 | +710 | 0 | 6h | 0 | −212 | 0 | −425 |
| | | | | | | | | 7g6g | −53 | −318 | −53 | −478 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −265 | 0 | −425 |
| | | | | | | | | 8g | −53 | −388 | −53 | −723 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −335 | 0 | −670 |
| | | 4 | 4H | +190 | 0 | +375 | 0 | 3h4h | 0 | −112 | 0 | −300 |
| | | | 4H5H | +190 | 0 | +475 | 0 | 4h | 0 | −140 | 0 | −300 |
| | | | 5G | +296 | +60 | +535 | +60 | 5g6g | −60 | −240 | −60 | −535 |
| | | | 5H | +236 | 0 | +475 | 0 | 5h4h | 0 | −180 | 0 | −300 |
| | | | 5H6H | +236 | 0 | +600 | 0 | 5h6h | 0 | −180 | 0 | −475 |
| | | | 6G | +360 | +60 | +660 | +60 | 6e | −95 | −319 | −95 | −570 |
| | | | 6H | +300 | 0 | +600 | 0 | 6f | −75 | −299 | −75 | −550 |
| | | | 7G | +435 | +60 | +810 | +60 | 6g | −60 | −284 | −60 | −535 |

（续）

| 直径分段 $D$、$d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 22.4 | 45 | 4 | 7H | +375 | 0 | +750 | 0 | 6h | 0 | −224 | 0 | −475 |
| | | | | | | | | 7g6g | −60 | −340 | −60 | −535 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −280 | 0 | −475 |
| | | | | | | | | 8g | −60 | −415 | −60 | −810 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −355 | 0 | −750 |
| | | 4.5 | 4H | +200 | 0 | +425 | 0 | 3h4h | 0 | −118 | 0 | −315 |
| | | | 4H5H | +200 | 0 | +530 | 0 | 4h | 0 | −150 | 0 | −315 |
| | | | 5G | +313 | +63 | +593 | +63 | 5g6g | −63 | −253 | −63 | −563 |
| | | | 5H | +250 | 0 | +530 | 0 | 5h4h | 0 | −190 | 0 | −315 |
| | | | 5H6H | +250 | 0 | +670 | 0 | 5h6h | 0 | −190 | 0 | −500 |
| | | | 6G | +378 | +63 | +733 | +63 | 6e | −100 | −336 | −100 | −600 |
| | | | 6H | +315 | 0 | +670 | 0 | 6f | −80 | 316 | −80 | −580 |
| | | | 7G | +463 | +63 | +913 | +63 | 6g | −63 | −299 | −63 | −563 |
| | | | 7H | +400 | 0 | +850 | 0 | 6h | 0 | −236 | 0 | −500 |
| | | | | | | | | 7g6g | −63 | −363 | −63 | −563 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −300 | 0 | −500 |
| | | | | | | | | 8g | −63 | −438 | −63 | −863 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −375 | 0 | −800 |
| 45 | 90 | 1 | 4H | +118 | 0 | +150 | 0 | 3h4h | 0 | −71 | 0 | −112 |
| | | | 4H5H | +118 | 0 | +190 | 0 | 4h | 0 | −90 | 0 | −112 |
| | | | 5G | +176 | +26 | +216 | +26 | 5g6g | −26 | −138 | −26 | −206 |
| | | | 5H | +150 | 0 | +190 | 0 | 5h4h | 0 | −112 | 0 | −112 |
| | | | 5H6H | +150 | 0 | +236 | 0 | 5h6h | 0 | −112 | 0 | −180 |
| | | | 6G | +206 | +26 | +262 | +26 | 6e | −60 | −200 | −60 | −240 |
| | | | 6H | +180 | 0 | +236 | 0 | 6f | −40 | −180 | −40 | −220 |
| | | | 7G | +262 | +26 | +326 | +26 | 6g | −26 | −166 | −26 | −206 |
| | | | 7H | +236 | 0 | +300 | 0 | 6h | 0 | −140 | 0 | −180 |

（续）

| 直径分段 D、d (mm) | | 螺距 P (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 45 | 90 | 1 | | | | | | 7g6g | −26 | −206 | −26 | −206 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −180 | 0 | −180 |
| | | | | | | | | 8g | −26 | −250 | −26 | −306 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −224 | 0 | −280 |
| | | 1.5 | 4H | +132 | 0 | +190 | 0 | 3h4h | 0 | −80 | 0 | −150 |
| | | | 4H5H | +132 | 0 | +236 | 0 | 4h | 0 | −100 | 0 | −150 |
| | | | 5G | +202 | +32 | +268 | +32 | 5g6g | −32 | −157 | −32 | −268 |
| | | | 5H | +170 | 0 | +236 | 0 | 5h4h | 0 | −125 | 0 | −150 |
| | | | 5H6H | +170 | 0 | +300 | 0 | 5h6h | 0 | −125 | 0 | −236 |
| | | | 6G | +244 | +32 | +332 | +32 | 6e | −67 | −227 | −67 | −303 |
| | | | 6H | +212 | 0 | +300 | 0 | 6f | −45 | −205 | −45 | −281 |
| | | | 7G | +297 | +32 | +407 | +32 | 6g | −32 | −192 | −32 | −268 |
| | | | 7H | +265 | 0 | +375 | 0 | 6h | 0 | −160 | 0 | −236 |
| | | | | | | | | 7g6g | −32 | −232 | −32 | −268 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −200 | 0 | −236 |
| | | | | | | | | 8g | −32 | −282 | −32 | −407 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −250 | 0 | −375 |
| | | 2 | 4H | +150 | 0 | +236 | 0 | 3h4h | 0 | −90 | 0 | −180 |
| | | | 4H5H | +150 | 0 | +300 | 0 | 4h | 0 | −112 | 0 | −180 |
| | | | 5G | +228 | +38 | +338 | +38 | 5g6g | −38 | −178 | −38 | −318 |
| | | | 5H | +190 | 0 | +300 | 0 | 5h4h | 0 | −140 | 0 | −180 |
| | | | 5H6H | +190 | 0 | +375 | 0 | 5h6h | 0 | −140 | 0 | −280 |
| | | | 6G | +274 | +38 | +413 | +38 | 6e | −71 | −251 | −71 | −351 |
| | | | 6H | +236 | 0 | +375 | 0 | 6f | −52 | −232 | −52 | −332 |
| | | | 7G | +338 | +38 | +513 | +38 | 6g | −38 | −218 | −38 | −318 |
| | | | 7H | +300 | 0 | +475 | 0 | 6h | 0 | −180 | 0 | −280 |
| | | | | | | | | 7g6g | −38 | −262 | −38 | −318 |

（续）

| 直径分段 $D$、$d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 45 | 90 | 2 | | | | | | 7h6h | 0 | −224 | 0 | −280 |
| | | | | | | | | 8g | −38 | −318 | −38 | −488 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −280 | 0 | −450 |
| | | 3 | 4H | +180 | 0 | +315 | 0 | 3h4h | 0 | −106 | 0 | −236 |
| | | | 4H5H | +180 | 0 | +400 | 0 | 4h | 0 | −132 | 0 | −236 |
| | | | 5G | +272 | +48 | +448 | +48 | 5g6g | −48 | −218 | −48 | −423 |
| | | | 5H | +224 | 0 | +400 | 0 | 5h4h | 0 | −170 | 0 | −236 |
| | | | 5H6H | +224 | 0 | +500 | 0 | 5h6h | 0 | −170 | 0 | −375 |
| | | | 6G | +328 | +48 | +548 | +48 | 6e | −85 | −297 | −85 | −460 |
| | | | 6H | +280 | 0 | +500 | 0 | 6f | −63 | −275 | −63 | −438 |
| | | | 7G | +403 | +48 | +678 | +48 | 6g | −48 | −260 | −48 | −423 |
| | | | 7H | +355 | 0 | +630 | 0 | 6h | 0 | −212 | 0 | −375 |
| | | | | | | | | 7g6g | −48 | −313 | −48 | −423 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −265 | 0 | −375 |
| | | | | | | | | 8g | −48 | −383 | −48 | −648 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −335 | 0 | −600 |
| | | 4 | 4H | +200 | 0 | +375 | 0 | 3h4h | 0 | −118 | 0 | −300 |
| | | | 4H5H | +200 | 0 | +475 | 0 | 4h | 0 | −150 | 0 | −300 |
| | | | 5G | +310 | −60 | +535 | +60 | 5g6g | −60 | −250 | −60 | −535 |
| | | | 5H | +250 | 0 | +475 | 0 | 5h4h | 0 | −190 | 0 | −300 |
| | | | 5H6H | +250 | 0 | +600 | 0 | 5h6h | 0 | −190 | 0 | −475 |
| | | | 6G | +375 | +60 | +660 | +60 | 6e | −95 | −331 | −95 | −570 |
| | | | 6H | +315 | 0 | +600 | 0 | 6f | −75 | −311 | −75 | −550 |
| | | | 7G | +460 | +60 | +810 | +60 | 6g | −60 | −296 | −60 | −535 |
| | | | 7H | +400 | 0 | +750 | 0 | 6h | 0 | −236 | 0 | −475 |
| | | | | | | | | 7g6g | −60 | −360 | −60 | −535 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −300 | 0 | −475 |

（续）

| 直径分段 $D$、$d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 45 | 90 | 4 | | | | | | 8g | −60 | −435 | −60 | −810 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −375 | 0 | −750 |
| | | 5 | 4H | +212 | 0 | +450 | 0 | 3h4h | 0 | −125 | 0 | −335 |
| | | | 4H5H | +212 | 0 | +560 | 0 | 4h | 0 | −160 | 0 | −335 |
| | | | 5G | +336 | +71 | −631 | +71 | 5g6g | −71 | −271 | −71 | −601 |
| | | | 5H | +265 | 0 | −560 | 0 | 5h4h | 0 | −200 | 0 | −335 |
| | | | 5H6H | +265 | 0 | +710 | 0 | 5h6h | 0 | −200 | 0 | −530 |
| | | | 6G | +406 | +71 | +781 | +71 | 6e | −106 | −356 | −106 | −636 |
| | | | 6H | +335 | 0 | +710 | 0 | 6f | −85 | −335 | −85 | −615 |
| | | | 7G | +496 | +71 | +971 | +71 | 6g | −71 | −321 | −71 | −601 |
| | | | 7H | +425 | 0 | +900 | 0 | 6h | 0 | −250 | 0 | −530 |
| | | | | | | | | 7g6g | −71 | −386 | −71 | −601 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −315 | 0 | −530 |
| | | | | | | | | 8g | −71 | −471 | −71 | −921 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −400 | 0 | −850 |
| | | 5.5 | 4H | +224 | 0 | +475 | 0 | 3h4h | 0 | −132 | 0 | −355 |
| | | | 4H5H | +224 | 0 | +600 | 0 | 4h | 0 | −170 | 0 | −355 |
| | | | 5G | +355 | +75 | +675 | +75 | 5g6g | −75 | −287 | −75 | −635 |
| | | | 5H | +280 | 0 | +600 | 0 | 5h4h | 0 | −212 | 0 | −355 |
| | | | 5H6H | +280 | 0 | +750 | 0 | 5h6h | 0 | −212 | 0 | −560 |
| | | | 6G | +430 | +75 | +825 | +75 | 6e | −112 | −377 | −112 | −672 |
| | | | 6H | +355 | 0 | +750 | 0 | 6f | −90 | −355 | −90 | −650 |
| | | | 7G | +525 | +75 | +1025 | +75 | 6g | −75 | −340 | −75 | −635 |
| | | | 7H | +450 | 0 | +950 | 0 | 6h | 0 | −265 | 0 | −560 |
| | | | | | | | | 7g6g | −75 | −410 | −75 | −635 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −335 | 0 | −560 |
| | | | | | | | | 8g | −75 | −500 | −75 | −975 |

（续）

| 直径分段 $D$、$d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 45 | 90 | 5.5 | | | | | | 8h | 0 | −425 | 0 | −900 |
| | | 6 | 4H | +236 | 0 | +500 | 0 | 3h4h | 0 | −140 | 0 | −375 |
| | | | 4H5H | +236 | 0 | +630 | 0 | 4h | 0 | −180 | 0 | −375 |
| | | | 5G | +380 | +80 | +710 | +80 | 5g6g | −80 | −304 | −80 | −680 |
| | | | 5H | +300 | 0 | +630 | 0 | 5h4h | 0 | −224 | 0 | −375 |
| | | | 5H6H | +300 | 0 | +800 | 0 | 5h6h | 0 | −224 | 0 | −600 |
| | | | 6G | +455 | +80 | +880 | +80 | 6e | −118 | −398 | −118 | −718 |
| | | | 6H | +375 | 0 | +800 | 0 | 6f | −95 | −375 | −95 | −695 |
| | | | 7G | +555 | +80 | +1080 | +80 | 6g | −80 | −360 | −80 | −680 |
| | | | 7H | +475 | 0 | +1000 | 0 | 6h | 0 | −280 | 0 | −600 |
| | | | | | | | | 7g6g | −80 | −435 | −80 | −680 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −355 | 0 | −600 |
| | | | | | | | | 8g | −80 | −530 | −80 | −1030 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −450 | 0 | −950 |
| 90 | 180 | 1.5 | 4H | +140 | 0 | +190 | 0 | 3h4h | 0 | −85 | 0 | −150 |
| | | | 4H5H | +140 | 0 | +236 | 0 | 4h | 0 | −106 | 0 | −150 |
| | | | 5G | +212 | +32 | +268 | +32 | 5g6g | −32 | −164 | −32 | −268 |
| | | | 5H | +180 | 0 | +236 | 0 | 5h4h | 0 | −132 | 0 | −150 |
| | | | 5H6H | +180 | 0 | +300 | 0 | 5h6h | 0 | −132 | 0 | −236 |
| | | | 6G | +256 | +32 | +332 | +32 | 6e | −67 | −237 | −67 | −303 |
| | | | 6H | +224 | 0 | +300 | 0 | 6f | −45 | −215 | −45 | −281 |
| | | | 7G | +312 | +32 | +407 | +32 | 6g | −32 | −202 | −32 | −268 |
| | | | 7H | +280 | 0 | +375 | 0 | 6h | 0 | −170 | 0 | −236 |
| | | | | | | | | 7g6g | −32 | −244 | −32 | −268 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −212 | 0 | −236 |
| | | | | | | | | 8g | −32 | −297 | −32 | −407 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −265 | 0 | −375 |

（续）

| 直径分段 $D$、$d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 90 | 180 | 2 | 4H | +160 | 0 | +236 | 0 | 3h4h | 0 | −95 | 0 | −180 |
| | | | 4H5H | +160 | 0 | +300 | 0 | 4h | 0 | −118 | 0 | −180 |
| | | | 5G | +238 | +38 | +338 | +38 | 5g6g | −38 | −188 | −38 | −318 |
| | | | 5H | +200 | 0 | +300 | 0 | 5h4h | 0 | −150 | 0 | −180 |
| | | | 5H6H | +200 | 0 | +375 | 0 | 5h6h | 0 | −150 | 0 | −280 |
| | | | 6G | +288 | +38 | +413 | +38 | 6e | −71 | −261 | −71 | −351 |
| | | | 6H | +250 | 0 | +375 | 0 | 6f | −52 | −242 | −52 | −332 |
| | | | 7G | +353 | +38 | +513 | +38 | 6g | −38 | −228 | −38 | −318 |
| | | | 7H | +315 | 0 | +475 | 0 | 6h | 0 | −190 | 0 | −280 |
| | | | | | | | | 7g6g | −38 | −274 | −38 | −318 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −236 | 0 | −280 |
| | | | | | | | | 8g | −38 | −338 | −38 | −488 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −300 | 0 | −450 |
| | | 3 | 4H | +190 | 0 | +315 | 0 | 3h4h | 0 | −112 | 0 | −236 |
| | | | 4H5H | +190 | 0 | +400 | 0 | 4h | 0 | −140 | 0 | −236 |
| | | | 5G | +284 | +48 | +448 | +48 | 5g6g | −48 | −228 | −48 | −423 |
| | | | 5H | +236 | 0 | +400 | 0 | 5h4h | 0 | −180 | 0 | −236 |
| | | | 5H6H | +236 | 0 | +500 | 0 | 5h6h | 0 | −180 | 0 | −375 |
| | | | 6G | +348 | +48 | +548 | +48 | 6e | −85 | −309 | −85 | −460 |
| | | | 6H | +300 | 0 | +500 | 0 | 6f | −63 | −287 | −63 | −438 |
| | | | 7G | +423 | +48 | +678 | +48 | 6g | −48 | −272 | −48 | −423 |
| | | | 7H | +375 | 0 | +630 | 0 | 6h | 0 | −224 | 0 | −375 |
| | | | | | | | | 7g6g | −48 | −328 | −48 | −423 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −280 | 0 | −375 |
| | | | | | | | | 8g | −48 | −403 | −48 | −648 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −355 | 0 | −600 |
| | | 4 | 4H | +212 | 0 | +375 | 0 | 3h4h | 0 | −125 | 0 | −300 |

（续）

| 直径分段 $D$、$d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 90 | 180 | 4 | 4H5H | +212 | 0 | +475 | 0 | 4h | 0 | −160 | 0 | −300 |
| | | | 5G | +325 | +60 | +535 | +60 | 5g6g | −60 | −260 | −60 | −535 |
| | | | 5H | +265 | 0 | +475 | 0 | 5h4h | 0 | −200 | 0 | −300 |
| | | | 5H6H | +265 | 0 | +600 | 0 | 5h6h | 0 | −200 | 0 | −475 |
| | | | 6G | +395 | +60 | +660 | +60 | 6e | −95 | −345 | −95 | −570 |
| | | | 6H | +335 | 0 | +600 | 0 | 6f | −75 | −325 | −75 | −550 |
| | | | 7G | +485 | +60 | +810 | +60 | 6g | −60 | −310 | −60 | −535 |
| | | | 7H | +425 | 0 | +750 | 0 | 6h | 0 | −250 | 0 | −475 |
| | | | | | | | | 7g6g | −60 | −375 | −60 | −535 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −315 | 0 | −475 |
| | | | | | | | | 8g | −60 | −460 | −60 | −810 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −400 | 0 | −750 |
| | | 6 | 4H | +250 | 0 | +500 | 0 | 3h4h | 0 | −150 | 0 | −375 |
| | | | 4H5H | +250 | 0 | +630 | 0 | 4h | 0 | −190 | 0 | −375 |
| | | | 5G | +395 | +80 | +710 | +80 | 5g6g | −80 | −316 | −80 | −680 |
| | | | 5H | +315 | 0 | +630 | 0 | 5h4h | 0 | −236 | 0 | −375 |
| | | | 5H6H | +315 | 0 | +800 | 0 | 5h6h | 0 | −236 | 0 | −600 |
| | | | 6G | +480 | +80 | +880 | +80 | 6e | −118 | −418 | −118 | −718 |
| | | | 6H | +400 | 0 | +800 | 0 | 6f | −95 | −395 | −95 | −695 |
| | | | 7G | +580 | +80 | +1080 | +80 | 6g | −80 | −380 | −80 | −680 |
| | | | 7H | +500 | 0 | +1000 | 0 | 6h | 0 | −300 | 0 | −600 |
| | | | | | | | | 7g6g | −80 | −455 | −80 | −680 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −375 | 0 | −600 |
| | | | | | | | | 8g | −80 | −555 | −80 | −1030 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −475 | 0 | −950 |
| 180 | 355 | 2 | 4H | +180 | 0 | +236 | 0 | 3h4h | 0 | −106 | 0 | −180 |
| | | | 4H5H | +180 | 0 | +300 | 0 | 4h | 0 | −132 | 0 | −180 |

（续）

| 直径分段 $D$、$d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 180 | 355 | 2 | 5G | +262 | +38 | +338 | +38 | 5g6g | −38 | −208 | −38 | −318 |
| | | | 5H | +224 | 0 | +300 | 0 | 5h4h | 0 | −170 | 0 | −180 |
| | | | 5H6H | +224 | 0 | +375 | 0 | 5h6h | 0 | −170 | 0 | −280 |
| | | | 6G | +318 | +38 | +413 | +38 | 6e | −71 | −283 | −71 | −351 |
| | | | 6H | +280 | 0 | +375 | 0 | 6f | −52 | −264 | −52 | −332 |
| | | | 7G | +393 | +38 | +513 | +38 | 6g | −38 | −250 | −38 | −318 |
| | | | 7H | +355 | 0 | +475 | 0 | 6h | 0 | −212 | 0 | −280 |
| | | | | | | | | 7g6g | −38 | −303 | −38 | −318 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −265 | 0 | −280 |
| | | | | | | | | 8g | −38 | −373 | −38 | −488 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −335 | 0 | −450 |
| | | 3 | 4H | +212 | 0 | +315 | 0 | 3h4h | 0 | −125 | 0 | −236 |
| | | | 4H5H | +212 | 0 | +400 | 0 | 4h | 0 | −160 | 0 | −236 |
| | | | 5G | +313 | +48 | +448 | +48 | 5g6g | −48 | −248 | −48 | −423 |
| | | | 5H | +265 | 0 | +400 | 0 | 5h4h | 0 | −200 | 0 | −236 |
| | | | 5H6H | +265 | 0 | +500 | 0 | 5h6h | 0 | −200 | 0 | −375 |
| | | | 6G | +383 | +48 | +548 | +48 | 6e | −85 | −335 | −85 | −460 |
| | | | 6H | +335 | 0 | +500 | 0 | 6f | −63 | −313 | −63 | −438 |
| | | | 7G | +473 | +48 | +678 | +48 | 6g | −48 | −298 | −48 | −423 |
| | | | 7H | +425 | 0 | +630 | 0 | 6h | 0 | −250 | 0 | −375 |
| | | | | | | | | 7g6g | −48 | −363 | −48 | −423 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −315 | 0 | −375 |
| | | | | | | | | 8g | −48 | −448 | −48 | −648 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −400 | 0 | −600 |
| | | 4 | 4H | +236 | 0 | +375 | 0 | 3h4h | 0 | −140 | 0 | −300 |
| | | | 4H5H | +236 | 0 | +475 | 0 | 4h | 0 | −180 | 0 | −300 |
| | | | 5G | +360 | +60 | +535 | +60 | 5g6g | −60 | −284 | −60 | −535 |

（续）

| 直径分段 D、d (mm) | | 螺距 P (mm) | 内螺纹 | | | | | 外螺纹 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 中径 $D_2$ | | 小径 $D_1$ | | 公差带 | 中径 $d_2$ | | 大径 $d$ | |
| > | ≤ | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 180 | 355 | 4 | 5H | +300 | 0 | +475 | 0 | 5h4h | 0 | −224 | 0 | −300 |
| | | | 5H6H | +300 | 0 | +600 | 0 | 5h6h | 0 | −224 | 0 | −475 |
| | | | 6G | +435 | +60 | +660 | +60 | 6e | −95 | −375 | −95 | −570 |
| | | | 6H | +375 | 0 | +600 | 0 | 6f | −75 | −355 | −75 | −550 |
| | | | 7G | +535 | +60 | +810 | +60 | 6g | −60 | −340 | −60 | −535 |
| | | | 7H | +475 | 0 | +750 | 0 | 6h | 0 | −280 | 0 | −475 |
| | | | | | | | | 7g6g | −60 | −415 | −60 | −535 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −355 | 0 | −475 |
| | | | | | | | | 8g | −60 | −340 | −60 | −810 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −450 | 0 | −750 |
| | | 6 | 4H | +265 | 0 | +500 | 0 | 3h4h | 0 | −160 | 0 | −375 |
| | | | 4H5H | +265 | 0 | +630 | 0 | 4h | 0 | −200 | 0 | −375 |
| | | | 5G | +415 | +80 | +710 | +80 | 5g6g | −80 | −330 | −80 | −680 |
| | | | 5H | +335 | 0 | +630 | 0 | 5h4h | 0 | −250 | 0 | −375 |
| | | | 5H6H | +335 | 0 | +800 | 0 | 5h6h | 0 | −250 | 0 | −600 |
| | | | 6G | +505 | +80 | +880 | +80 | 6e | −118 | −433 | −118 | −718 |
| | | | 6H | +425 | 0 | +800 | 0 | 6f | −95 | −410 | −95 | −695 |
| | | | 7G | +610 | +80 | +1080 | +80 | 6g | −80 | −395 | −80 | −680 |
| | | | 7H | +530 | 0 | +1000 | 0 | 6h | 0 | −315 | 0 | −600 |
| | | | | | | | | 7g6g | −80 | −480 | −80 | −680 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | −400 | 0 | −600 |
| | | | | | | | | 8g | −80 | −580 | −80 | −1030 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | −500 | 0 | −950 |

对使用表 6.3-13 的几点说明：当所选公差带的偏差值在表中没被列出时，则说明不推荐使用该公差带。此时有如下两种情况应加以考虑。

（1）属于尺寸偏小的螺纹不允许使用较低的公差等级。在 GB197—81 的第 8 条中规定有："对直径小于或等于 1.4mm 的螺纹副，应采用 5H/6h 或更精密的配合。"

（2）属于所选公差带的公差值不尽合理的情况，如

当所选公差带中的 $Td_2>Td$，此时会给工艺带来困难。又如当 $TD_2>\frac{P}{4}$ 时，则会使接触高度太小而影响强度。

## 5 普通螺纹的计算公式（GB197—81 附录）

在 GB197-81 的附录中给出了该标准中有关数值的计算式，这些计算式均来自国际标准 ISO965/1 "一般用途米制螺纹——公差原则"的规定。它是 ISO/TC1 在考虑了世界各国螺纹公差计算式的基础上经过综合整理得来的。标准中的中径公差、顶径公差、基本偏差等均是按公式算出数值后，在考虑系列均衡性的同时取最接近的 R40 系列的优先数或化整值列入标准的。这里将这些公式列出供读者参考。

（1）基本偏差的计算公式：

内螺纹下偏差：

$EI_G=+(15+11P)$

$EI_H=0$

外螺纹上偏差：

$es_e=-(50+11P)$

$es_f=-(30+11P)$

$es_g=-(15+11P)$

$es_h=0$

EI 和 es 的单位为 μm，$P$ 的单位为 mm。

当螺纹的螺距 $P\leqslant 0.75$mm 时，基本偏差表中的数值未按公式计算。

（2）各直径公差的计算式：

$TD_2=K118P^{0.4}d^{0.1}$

$Td_2=K90P^{0.4}d^{0.1}$

$TD_1=K(433P-190P^{1.22})$ $(P=0.2\sim0.8\text{mm})$

$=K230P^{0.7}$ $(P\geqslant 1\text{mm})$

$Td=K(180P^{2/3}-3.15P^{-1/2})$

各式中的公差等级系数 $K$ 值如下：

| 公差等级 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K$ | 0.5 | 0.63 | 0.8 | 1 | 1.25 | 1.6 | 2 |

式中 Td、$Td_2$、$TD_2$ 和 TD 的单位为 μm，$D$ 和 $d$ 的单位为 mm；$d$ 是取螺纹公称直径分段内首尾两数的几何平均值。

注：①对外螺纹，当按所给公式计算得到的 $Td_2$ 值超过与之相组合的 Td 值时，则不给出 $Td_2$ 值。②对为螺纹，当按所列公式计算得到的 $TD_2$ 值超过 $0.25P$ 时则不给出 $TD_2$ 值。③对小螺距的螺纹，某些等级中未给出公差值是由于没有足够的接触高度。

（3）中等旋合长度 $L_N$ 的计算式

$L_{N最小}=2.24Pd^{-0.2}$

$L_{N最大}=6.7Pd^{-0.2}$

$L_N$、$P$ 和 $d$ 的单位为 mm。

$d$ 是取螺纹公称直径分段内靠近最小直径的数值，而且此值又是在 GB193-81 "普通螺纹，直径与螺距系列"中规定的公称直径。

## 6 世界各国标准与我国标准的关系

### 6.1 我国标准与国际标准的异同

我国于 1981 年等效地采用了相应的国际标准，我国采用的国际标准均属于 ISO/TC1 标准中的米制系列标准，而没有采用相应的英制标准。与各项国际标准的关系如下：

1）基本牙型的尺寸和代号相同。

2）直径与螺距的组合系列相同，选择顺序相同，有关螺纹代号的规定相同。

3）公差原则、公差值、标记方法相同。

4）标准的编辑顺序和编辑方法不同。

5）选用公差带的品种和选用顺序略有差别，其具体差别见表 6.3-14 和 6.3-15。

**表 6.3-14 内螺纹选用公差带的对比**

| 精度 | G 位置 | | | H 位置 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $S$ | $N$ | $L$ | $S$ | $N$ | $L$ |
| 精密 | | | | 4H | 4H5H② | 5H6H③ |
| 中等 | (5G) | (6G) | (7G) | *5H | *6H | *7H |
| 粗糙 | | (7G) | 8G① | | 7H | 8H① |

① 我国标准没有选取此栏列出的 8 级公差，而在 ISO 标准中选用了。

② 在此栏中国际标准选用的公差带为 5H。

③在此栏中国际标准选用的公差带为 6H。

表 6.3-14 和 6.3-15 中的各项异同说明我国标准与国际标准是通用的，仅在不影响互换的前题下根据国情进行了有限的调整，以利于我国旧标准向新标准的过渡。

表 6.3-15 外螺纹的选用公差带的对比

| 精度 | e位置 | | | f位置 | | | G位置 | | | H位置 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | S | N | L | S | N | L | S | N | L | S | N | L |
| 精密 | | | | | | | | | | (3h4h) | *4h | (5h4h) |
| 中等 | | 6e | 7e6e③ | | 6f | | (5g6g) | *6g | (7g6g) | (5h6h) | *6h | (7h6h) |
| 粗糙 | | | | | | | | 8g | 9g8g② | | (8h)① | |

① 国标标准没有在此栏内选取 8h 公差带，而我国选取了，因为它相当于旧标准中使用最多的三级螺纹。

② 国际标准在此栏中选用了 9g8g 公差带，而我国没有选用。

③ 国际标准在此栏中选用了 7e6e 公差带，而我国没有选用。

## 6.2 "ISO 一般用途米制螺纹"标准在各国的采用

ISO 一般用途米制螺纹标准包括有牙型、尺寸、公差等一整套标准，标准体系完整，科学合理，已被绝大多数国家所采纳。现将采用 ISO 制订的各国标准号列入表 6.3-16。

表 6.3-16 采用 ISO 制订的各国标准号

| 项目 \ 国别 | 国际标准 ISO | 德国标准 DIN | 法国标准 NF | 英国标准 BS | 日本标准 JIS | 中国标准 GB |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 基本牙型 | 68 | 13/19 | E03—001 | 3643/1 | B0205 (粗牙) B0207 (细牙) | 192 |
| 直径/螺距 | 261 | 13/12 | E03—013 | | | 193 |
| 基本尺寸 | 724 | 13/1～11 | | | | 196 |
| 商品紧固件选用系列 | 262 | 13/14 | E03—014 | | | 9144 |
| 公差制 | 965/1 | 13/14～15 | E03—051～052 | 3643/2 | B0215 | 197 |
| 偏差表 | 965/3 | 13/27～26 | E03—053～056 | 3643/3 | | 2516 |
| 商品紧固件极限尺寸 | 965/2 | 13/13 | | 3643/2.3 | B0209 B0211 | 9145 |
| 术语 | 5408 | 2244 | E03—000 | 2517/6 | B0101 | 2515 |

表中所列的各国标准在牙型、尺寸，公差分级、公差数值及标记方法等方面均是相同的。与我国的做法相类似，各国也都根据自己的国情需要对 ISO 标准的选用公差带的品种和顺序做了一定的调整，同样这些调整均不影响各国标准间的通用和互换，因此当遇到表中所列的国外标准时，设计者就可以直接采用国标了。

## 7 我国新、旧标准的对比与过渡

现行的普通螺纹的各项标准（不包括有关商品紧固件的三个标准）是 1981 年颁布的，它代替了 63 年颁布的相应标准。现对这两代标准的主要内容进行对比，以便做好新标准的选用。

### 7.1 新、旧标准间的关系

(1) 新、旧标准的基本牙型完全相同，直径与螺距的组合关系没变，仅在尺寸的选择顺序方面做了有限的调整，因此新、旧标准的内、外螺纹能够旋合。过渡期间不会给实际使用带来困难。

(2) 新标准采用了 ISO 公差制，新、旧标准的公差制发生了原则性的变化，建立了螺纹精度的新概念，实现了一般用途电镀螺纹镀前尺寸的标准化。设计者应根据新标准中的新概念来设计和选取螺纹的精度。

(3) 由于新、旧标准的公差制不同，所以新、旧标准间没有很固定的级间关系。但新标准的级差小、分级细、旧标准的公差值均可在新标准中找到相应的公差

值，因此新、旧标准的过渡还是可能的。

### 7.2　推荐的过渡方案

根据常用尺寸段的公差带间的关系，推荐使用表6.3-17所列的过渡关系。

**表6.3-17　常用尺寸的过渡方案**

| | GB197—63 | GB197—81 | 中径公差的比较 |
|---|---|---|---|
| 内螺纹 | 1 | 4H5H | 4H比1级公差值大25%～50% |
| | 2 | 6H（5H6H） | 6H比2级大25%～50%<br>5H与2级相接近 |
| | 2a | 6H | 6H与2a级近似相等 |
| | 3 | 7H | 7H比3级大5%～25%，或小10%～15% |
| 外螺纹 | 1 | 4h | 4h与1级近似相等 |
| | 2 | 6g（6h） | 6g（6h）与2级接近 |
| | 2a | 6g | 6g比2a级小25% |
| | 3 | 8h | 8h与3级接近 |

使用表6.3-16时应注意如下问题：

（1）过渡表中带括号的公差带一般便接近于旧标准，但不是最优先的公差带，当产品性能认为使用带括号的公差带更好时，则可过渡为带括号的公差带。

（2）表中给出的过渡关系仅适用于中等旋合长度（N组）的螺纹，当螺纹的旋合长度为S或L组时应对表中列出的公差带做适当的调整，即L组螺纹应将推荐过渡的公差带的公差等级降低一级，而S组则应提高一级。

（3）由于在新标准中不允许小尺寸的螺纹使用过低的公差等级，所以当表中推荐的公差带在偏差表中没有列出数值时，应将其公差等级提高到允许使用（有数值列出）为止。

（4）国际上大量生产和使用的公差带为6H/6g，在条件允许的情况下，应将原来的三级螺纹也过渡为6H/6g。

## 8　对标准紧固件用普通螺纹的规定

### 8.1　商品紧固件普通螺纹选用系列（GB9144—88）

世界各国对标准紧固件均组织有专业化生产，ISO/TC1为更好地实现标准紧固件在世界范围内的商品化，规定了商品紧固件的选用系列，相应的我国标准为GB9144—88“商品紧固件的普通螺纹选用系列”，具体的尺寸系列规定如表6.3-18所示，目前国内各厂家均按此规定生产。

**表6.3-18　商品紧固件的选用系列**

（GB9144—88）　　（mm）

| 公称直径 | | 螺距 | |
|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 粗牙 | 细牙 |
| 1 | | 0.25 | |
| | 1.1 | 0.25 | |
| 1.2 | | 0.25 | |
| | 1.4 | 0.3 | |
| 1.6 | | 0.35 | |
| | 1.8 | 0.35 | |
| 2 | | 0.4 | |
| | 2.2 | 0.45 | |
| 2.5 | | 0.45 | |
| 3 | | 0.5 | |
| | 3.5 | 0.6 | |
| 4 | | 0.7 | |
| | 4.5 | 0.75 | |
| 5 | | 0.8 | |
| 6 | | 1 | |
| | 7 | (1) | |
| 8 | | 1.25 | 1 |
| 10 | | 1.5 | (1.25)　1 |
| 12 | | 1.75 | 1.5　(1.25) |
| | 14 | 2 | 1.5 |
| 16 | | 2 | 1.5 |
| | 18 | 2.5 | 1.5 |
| 20 | | 2.5 | 2　(1.5) |
| | 22 | 2.5 | 1.5 |
| 24 | | 3 | 2 |
| | 27 | 3 | 2 |
| 30 | | 3.5 | 2 |
| | 33 | 3.5 | 2 |
| 36 | | 4 | 3 |
| | 39 | 4 | 3 |

注：1. 应优先选用第一系列的直径，第二系列的直径尽可能不用。

2. 括号内的直径尽可能不用。

公称直径超过 39mm 的标准紧固件，推荐按表 6.3-19 所列规格组织生产。

**表 6.3-19 推荐的紧固件选用系列**

(GB9144—88 附录 A)

| 公称直径 | | 螺距 | |
|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 粗牙 | 细牙 |
| 42 | | 4.5 | 3 |
| | 45 | 4.5 | 3 |
| 48 | | 5 | 3 |
| | 52 | 5 | 3 |
| 56 | | 5.5 | 4 |
| | 60 | (5.5) | 4 |
| 64 | | 6 | 4 |
| | 68 | 6 | — |

8.2 商品紧固件的极限尺寸（GB9145～GB9146—88）

为了保证商品紧固件的互换性及方便使用列出了最常用的中等精度级及粗糙级精度商品紧固件的极限尺寸，使用者可以直接查表选用。具体尺寸见表 6.3-20～6.3-31。

**表 6.3-20 中等精度 6H 的粗牙内螺纹极限尺寸** (GB9145—88) (mm)

| 螺纹规格 | 旋合长度 | | 大径 | 中径 | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | > | ≤ | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 | 最小 |
| M1* | 0.6 | 1.7 | 1.000 | 0.894 | 0.838 | 0.785 | 0.729 |
| M1.1* | 0.6 | 1.7 | 1.100 | 0.994 | 0.938 | 0.885 | 0.829 |
| M1.2* | 0.6 | 1.7 | 1.200 | 1.094 | 1.038 | 0.985 | 0.929 |
| M1.4* | 0.7 | 2 | 1.400 | 1.265 | 1.205 | 1.142 | 1.075 |
| M1.6 | 0.8 | 2.6 | 1.600 | 1.458 | 1.373 | 1.321 | 1.221 |
| M1.8 | 0.8 | 2.6 | 1.800 | 1.658 | 1.573 | 1.521 | 1.421 |
| M2 | 1 | 3 | 2.000 | 1.830 | 1.740 | 1.679 | 1.567 |
| M2.2 | 1.3 | 3.8 | 2.200 | 2.003 | 1.908 | 1.838 | 1.713 |
| M2.5 | 1.3 | 3.8 | 2.500 | 2.303 | 2.208 | 2.138 | 2.013 |
| M3 | 1.5 | 4.5 | 3.000 | 2.775 | 2.675 | 2.599 | 2.459 |
| M3.5 | 1.7 | 5 | 3.500 | 3.222 | 3.110 | 3.010 | 2.850 |
| M4 | 2 | 6 | 4.000 | 3.663 | 3.545 | 3.422 | 3.242 |
| M4.5 | 2.2 | 6.7 | 4.500 | 4.131 | 4.013 | 3.878 | 3.688 |
| M5 | 2.5 | 7.5 | 5.000 | 4.605 | 4.480 | 4.334 | 4.134 |
| M6 | 3 | 9 | 6.000 | 5.500 | 5.350 | 5.153 | 4.917 |
| M7 | 3 | 9 | 7.000 | 6.500 | 6.350 | 6.153 | 5.917 |
| M8 | 4 | 12 | 8.000 | 7.348 | 7.188 | 6.912 | 6.647 |
| M10 | 5 | 15 | 10.000 | 9.206 | 9.026 | 8.676 | 8.376 |
| M12 | 6 | 18 | 12.000 | 11.063 | 10.863 | 10.441 | 10.106 |
| M14 | 8 | 24 | 14.000 | 12.913 | 12.701 | 12.210 | 11.835 |
| M16 | 8 | 24 | 16.000 | 14.913 | 14.701 | 14.210 | 13.835 |
| M18 | 10 | 30 | 18.000 | 16.600 | 16.376 | 15.744 | 15.294 |
| M20 | 10 | 30 | 20.000 | 18.600 | 18.376 | 17.744 | 17.294 |
| M22 | 10 | 30 | 22.000 | 20.600 | 20.376 | 19.744 | 19.294 |
| M24 | 12 | 36 | 24.000 | 22.316 | 22.051 | 21.252 | 20.752 |
| M27 | 12 | 36 | 27.000 | 25.316 | 25.051 | 24.252 | 23.752 |
| M30 | 15 | 45 | 30.000 | 28.007 | 27.727 | 26.771 | 26.211 |

（续）

| 螺纹规格 | 旋合长度 | | 大径 | 中径 | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | > | ≤ | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 | 最小 |
| M33 | 15 | 45 | 33.000 | 31.007 | 30.727 | 29.771 | 29.211 |
| M36 | 18 | 53 | 36.000 | 33.702 | 33.402 | 32.270 | 31.670 |
| M39 | 18 | 53 | 39.000 | 36.702 | 36.402 | 35.270 | 34.670 |

注：*对小于或等于M1.4的螺纹，其公差带为5H。

**表6.3-21　中等精度6g的粗牙外螺纹极限尺寸**（GB9145—88）　（mm）

| 螺纹规格 | 旋合长度 | | 大径 | | 中径 | | 牙底最小圆弧半径 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | > | ≤ | 最大 | 最小 | 最大 | 最小 | |
| M1* | 0.6 | 1.7 | 1.000 | 0.933 | 0.838 | 0.785 | 0.031 |
| M1.1* | 0.6 | 1.7 | 1.100 | 1.033 | 0.938 | 0.885 | 0.031 |
| M1.2* | 0.6 | 1.7 | 1.200 | 1.133 | 1.038 | 0.985 | 0.031 |
| M1.4* | 0.7 | 2 | 1.400 | 1.325 | 1.205 | 1.149 | 0.038 |
| M1.6 | 0.8 | 2.6 | 1.581 | 1.496 | 1.354 | 1.291 | 0.044 |
| M1.8 | 0.8 | 2.6 | 1.781 | 1.696 | 1.554 | 1.491 | 0.044 |
| M2 | 1 | 3 | 1.981 | 1.886 | 1.721 | 1.654 | 0.050 |
| M2.2 | 1.3 | 3.8 | 2.180 | 2.080 | 1.888 | 1.817 | 0.056 |
| M2.5 | 1.3 | 3.8 | 2.480 | 2.380 | 2.188 | 2.117 | 0.056 |
| M3 | 1.5 | 4.5 | 2.980 | 2.874 | 2.655 | 2.580 | 0.063 |
| M3.5 | 1.7 | 5 | 3.479 | 3.354 | 3.089 | 3.004 | 0.075 |
| M4 | 2 | 6 | 3.978 | 3.838 | 3.523 | 3.433 | 0.088 |
| M4.5 | 2.2 | 6.7 | 4.478 | 4.338 | 3.991 | 3.901 | 0.094 |
| M5 | 2.5 | 7.5 | 4.976 | 4.826 | 4.456 | 4.361 | 0.100 |
| M6 | 3 | 9 | 5.974 | 5.794 | 5.324 | 5.212 | 0.125 |
| M7 | 3 | 9 | 6.974 | 6.794 | 6.324 | 6.212 | 0.125 |
| M8 | 4 | 12 | 7.972 | 7.760 | 7.160 | 7.042 | 0.156 |
| M10 | 5 | 15 | 9.968 | 9.732 | 8.994 | 8.862 | 0.188 |
| M12 | 6 | 18 | 11.966 | 11.701 | 10.829 | 10.679 | 0.219 |
| M14 | 8 | 24 | 13.962 | 13.682 | 12.663 | 12.503 | 0.250 |
| M16 | 8 | 24 | 15.962 | 15.682 | 14.663 | 14.503 | 0.250 |
| M18 | 10 | 30 | 17.958 | 17.623 | 16.334 | 16.164 | 0.313 |
| M20 | 10 | 30 | 19.958 | 19.623 | 18.334 | 18.164 | 0.313 |
| M22 | 10 | 30 | 21.958 | 21.623 | 20.334 | 20.164 | 0.313 |
| M24 | 12 | 36 | 23.952 | 23.577 | 22.003 | 21.803 | 0.375 |
| M27 | 12 | 36 | 26.952 | 26.577 | 25.003 | 24.803 | 0.375 |
| M30 | 15 | 45 | 29.947 | 29.522 | 27.674 | 27.462 | 0.438 |
| M33 | 15 | 45 | 32.947 | 32.522 | 30.674 | 30.462 | 0.438 |
| M36 | 18 | 53 | 35.940 | 35.465 | 33.342 | 33.118 | 0.500 |
| M39 | 18 | 53 | 38.940 | 38.465 | 36.342 | 36.118 | 0.500 |

注：*对于小于或等于M1.4的螺纹，其公差带为6h。

**表 6.3-22 中等精度 6H 的细牙内螺纹极限尺寸**（GB9145—88） (mm)

| 螺纹规格 | 旋合长度 | | 大径 | 中径 | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | > | ≤ | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 | 最小 |
| M8×1 | 3 | 9 | 8.000 | 7.500 | 7.350 | 7.153 | 6.917 |
| M10×1 | 3 | 9 | 10.000 | 9.500 | 9.350 | 9.153 | 8.917 |
| M10×1.25 | 4 | 12 | 10.000 | 9.348 | 9.188 | 8.912 | 8.647 |
| M12×1.25 | 4.5 | 13 | 12.000 | 11.368 | 11.188 | 10.912 | 10.647 |
| M12×1.5 | 5.6 | 16 | 12.000 | 11.216 | 11.026 | 10.676 | 10.376 |
| M14×1.5 | 5.6 | 16 | 14.000 | 13.216 | 13.026 | 12.676 | 12.376 |
| M16×1.5 | 5.6 | 16 | 16.000 | 15.216 | 15.026 | 14.676 | 14.376 |
| M18×1.5 | 5.6 | 16 | 18.000 | 17.216 | 17.026 | 16.676 | 16.376 |
| M20×1.5 | 5.6 | 16 | 20.000 | 19.216 | 19.026 | 18.676 | 18.376 |
| M20×2 | 8 | 24 | 20.000 | 18.913 | 18.701 | 18.210 | 17.835 |
| M22×1.5 | 5.6 | 16 | 22.000 | 21.216 | 21.026 | 20.676 | 20.376 |
| M24×2 | 8.5 | 25 | 24.000 | 22.925 | 22.701 | 22.210 | 21.835 |
| M27×2 | 8.5 | 25 | 27.000 | 25.925 | 25.701 | 25.210 | 24.835 |
| M30×2 | 8.5 | 25 | 30.000 | 28.925 | 28.701 | 28.210 | 27.835 |
| M33×2 | 8.5 | 25 | 33.000 | 31.925 | 31.701 | 31.210 | 30.835 |
| M36×3 | 12 | 36 | 36.000 | 34.316 | 34.051 | 33.252 | 32.752 |
| M39×3 | 12 | 36 | 39.000 | 37.316 | 37.051 | 36.252 | 35.752 |

**表 6.3-23 中等精度 6g 的细牙外螺纹极限尺寸**（GB9145—88） (mm)

| 螺纹规格 | 旋合长度 | | 大径 | | 中径 | | 牙底最小圆弧半径 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | > | ≤ | 最大 | 最小 | 最大 | 最小 | |
| M8×1 | 3 | 9 | 7.974 | 7.794 | 7.324 | 7.212 | 0.125 |
| M10×1 | 3 | 9 | 9.974 | 9.794 | 9.324 | 9.212 | 0.125 |
| M10×1.25 | 4 | 12 | 9.972 | 9.760 | 9.160 | 9.042 | 0.156 |
| M12×1.25 | 4.5 | 13 | 11.972 | 11.760 | 11.160 | 11.028 | 0.156 |
| M12×1.5 | 5.6 | 16 | 11.968 | 11.732 | 10.994 | 10.854 | 0.188 |
| M14×1.5 | 5.6 | 16 | 13.968 | 13.732 | 12.994 | 12.854 | 0.188 |
| M16×1.5 | 5.6 | 16 | 15.968 | 15.732 | 14.994 | 14.854 | 0.188 |
| M18×1.5 | 5.6 | 16 | 17.968 | 17.732 | 16.994 | 16.854 | 0.188 |
| M20×1.5 | 5.6 | 16 | 19.968 | 19.732 | 18.994 | 18.854 | 0.188 |
| M20×2 | 8 | 24 | 19.962 | 19.682 | 18.663 | 18.503 | 0.250 |
| M22×1.5 | 5.6 | 16 | 21.968 | 21.732 | 20.994 | 20.854 | 0.188 |
| M24×2 | 8.5 | 25 | 23.962 | 23.682 | 22.663 | 22.493 | 0.250 |
| M27×2 | 8.5 | 25 | 26.962 | 26.682 | 25.663 | 25.493 | 0.250 |
| M30×2 | 8.5 | 25 | 29.962 | 29.682 | 28.663 | 28.493 | 0.250 |
| M33×2 | 8.5 | 25 | 32.962 | 32.682 | 31.663 | 31.493 | 0.250 |
| M36×3 | 12 | 36 | 35.952 | 35.577 | 34.003 | 33.803 | 0.375 |
| M39×3 | 12 | 36 | 38.952 | 38.577 | 37.003 | 36.803 | 0.375 |

**表 6.3-24　公称直径 42～68mm 中等精度 6H 的粗牙内螺纹极限尺寸**（GB9145—88）（mm）

| 螺纹规格 | 旋合长度 | | 大径 | 中径 | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | > | ≤ | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 | 最小 |
| M42 | 21 | 63 | 42.000 | 39.392 | 39.077 | 37.799 | 37.129 |
| M45 | 21 | 63 | 45.000 | 42.392 | 42.077 | 40.799 | 40.129 |
| M48 | 24 | 71 | 48.000 | 45.087 | 44.752 | 43.297 | 42.587 |
| M52 | 24 | 71 | 52.000 | 49.087 | 48.752 | 47.297 | 46.587 |
| M56 | 28 | 85 | 56.000 | 52.783 | 52.428 | 50.796 | 50.046 |
| M60 | 28 | 85 | 60.000 | 56.783 | 56.428 | 54.796 | 54.046 |
| M64 | 32 | 95 | 64.000 | 60.478 | 60.103 | 58.305 | 57.505 |
| M68 | 32 | 95 | 68.000 | 64.478 | 64.103 | 62.305 | 61.505 |

**表 6.3-25　公称直径 42～68mm 中等精度 6g 的粗牙外螺纹极限尺寸**（GB9145—88）（mm）

| 螺纹规格 | 旋合长度 | | 大径 | | 中径 | | 牙底最小圆弧半径 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | > | ≤ | 最大 | 最小 | 最大 | 最小 | |
| M42 | 21 | 63 | 41.937 | 41.437 | 39.014 | 38.778 | 0.563 |
| M45 | 21 | 63 | 44.937 | 44.437 | 42.014 | 41.778 | 0.563 |
| M48 | 24 | 71 | 47.929 | 47.399 | 44.681 | 44.431 | 0.625 |
| M52 | 24 | 71 | 51.929 | 51.399 | 48.681 | 48.431 | 0.625 |
| M56 | 28 | 85 | 55.925 | 55.365 | 52.353 | 52.088 | 0.688 |
| M60 | 28 | 85 | 59.925 | 59.365 | 56.353 | 56.088 | 0.688 |
| M64 | 32 | 95 | 63.920 | 63.320 | 60.023 | 59.743 | 0.750 |
| M68 | 32 | 95 | 67.920 | 67.320 | 64.023 | 63.743 | 0.750 |

**表 6.3-26　公称直径 42～68mm 中等精度 6H 的细牙内螺纹极限尺寸**（GB9145—88）（mm）

| 螺纹规格 | 旋合长度 | | 大径 | 中径 | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | > | ≤ | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 | 最小 |
| M42×3 | 12 | 36 | 42.000 | 40.316 | 40.051 | 39.252 | 38.752 |
| M45×3 | 12 | 36 | 45.000 | 43.316 | 43.051 | 42.252 | 41.752 |
| M48×3 | 15 | 45 | 48.000 | 46.331 | 46.051 | 45.252 | 44.752 |
| M52×3 | 15 | 45 | 52.000 | 50.331 | 50.051 | 49.252 | 48.752 |
| M56×4 | 19 | 56 | 56.000 | 53.717 | 53.402 | 52.270 | 51.670 |
| M60×4 | 19 | 56 | 60.000 | 57.717 | 57.402 | 56.270 | 55.670 |
| M64×4 | 19 | 56 | 64.000 | 61.717 | 61.402 | 60.270 | 59.670 |

**表 6.3-27　公称直径 42～68mm 中等精度 6g 的细牙外螺纹极限尺寸**（GB9145—88）（mm）

| 螺纹规格 | 旋合长度 | | 大径 | | 中径 | | 牙底最小圆弧半径 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | > | ≤ | 最大 | 最小 | 最大 | 最小 | |
| M42×3 | 12 | 36 | 41.952 | 41.577 | 40.003 | 39.803 | 0.375 |
| M45×3 | 12 | 36 | 44.952 | 44.577 | 43.003 | 42.803 | 0.375 |
| M48×3 | 15 | 45 | 47.952 | 47.577 | 46.003 | 45.791 | 0.375 |
| M52×3 | 15 | 45 | 51.952 | 51.577 | 50.003 | 49.791 | 0.375 |
| M56×4 | 19 | 56 | 55.940 | 55.465 | 53.342 | 53.106 | 0.500 |
| M60×4 | 19 | 56 | 59.940 | 59.465 | 57.342 | 57.106 | 0.500 |
| M64×4 | 19 | 56 | 63.940 | 63.465 | 61.342 | 61.106 | 0.500 |

**表 6.3-28　粗糙精度 7H 的粗牙内螺纹极限尺寸**（GB9146—88）　（mm）

| 螺纹规格 | 旋合长度 | | 大径 | 中径 | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | > | ≤ | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 | 最小 |
| M5 | 2.5 | 7.5 | 5.000 | 4.640 | 4.480 | 4.384 | 4.134 |
| M6 | 3 | 9 | 6.000 | 5.540 | 5.350 | 5.217 | 4.917 |
| M7 | 3 | 9 | 7.000 | 6.540 | 6.350 | 6.217 | 5.917 |
| M8 | 4 | 12 | 8.000 | 7.388 | 7.188 | 6.982 | 6.647 |
| M10 | 5 | 15 | 10.000 | 9.250 | 9.026 | 8.751 | 8.376 |
| M12 | 6 | 18 | 12.000 | 11.113 | 10.863 | 10.531 | 10.106 |
| M14 | 8 | 24 | 14.000 | 12.966 | 12.701 | 12.310 | 11.835 |
| M16 | 8 | 24 | 16.000 | 14.966 | 14.701 | 14.310 | 13.835 |
| M18 | 10 | 30 | 18.000 | 16.656 | 16.376 | 15.854 | 15.294 |
| M20 | 10 | 30 | 20.000 | 18.656 | 18.376 | 17.854 | 17.294 |
| M22 | 10 | 30 | 22.000 | 20.656 | 20.376 | 19.854 | 19.294 |
| M24 | 12 | 36 | 24.000 | 22.386 | 22.051 | 21.382 | 20.752 |
| M27 | 12 | 36 | 27.000 | 25.386 | 25.051 | 24.382 | 23.752 |
| M30 | 15 | 45 | 30.000 | 28.082 | 27.727 | 26.921 | 26.211 |
| M33 | 15 | 45 | 33.000 | 31.082 | 30.727 | 29.921 | 29.211 |
| M36 | 18 | 53 | 36.000 | 33.777 | 33.402 | 32.420 | 31.670 |
| M39 | 18 | 53 | 39.000 | 36.777 | 36.402 | 35.420 | 34.670 |

**表 6.3-29　粗糙精度 8g 的粗牙外螺纹极限尺寸**（GB9146—88）　（mm）

| 螺纹规格 | 旋合长度 | | 大径 | | 中径 | | 牙底最小圆弧半径 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | > | ≤ | 最大 | 最小 | 最大 | 最小 | |
| M5 | 2.5 | 7.5 | 4.976 | 4.740 | 4.456 | 4.306 | 0.100 |
| M6 | 3 | 9 | 5.974 | 5.694 | 5.324 | 5.144 | 0.125 |
| M7 | 3 | 9 | 6.974 | 6.694 | 6.324 | 6.144 | 0.125 |
| M8 | 4 | 12 | 7.972 | 7.637 | 7.160 | 6.970 | 0.156 |
| M10 | 5 | 15 | 9.968 | 9.593 | 8.994 | 8.782 | 0.188 |
| M12 | 6 | 18 | 11.966 | 11.541 | 10.829 | 10.593 | 0.219 |

（续）

| 螺纹规格 | 旋合长度 | | 大径 | | 中径 | | 牙底最小圆弧半径 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | > | ≤ | 最大 | 最小 | 最大 | 最小 | |
| M14 | 8 | 24 | 13.962 | 13.512 | 12.663 | 12.413 | 0.250 |
| M16 | 8 | 24 | 15.962 | 15.512 | 14.663 | 14.413 | 0.250 |
| M18 | 10 | 30 | 17.958 | 17.428 | 16.334 | 16.069 | 0.313 |
| M20 | 10 | 30 | 19.958 | 19.428 | 18.334 | 18.069 | 0.313 |
| M22 | 10 | 30 | 21.958 | 21.428 | 20.334 | 20.069 | 0.313 |
| M24 | 12 | 36 | 23.952 | 23.352 | 22.003 | 21.688 | 0.375 |
| M27 | 12 | 36 | 26.952 | 26.352 | 25.003 | 24.688 | 0.375 |
| M30 | 15 | 45 | 29.947 | 29.277 | 27.674 | 27.339 | 0.438 |
| M33 | 15 | 45 | 32.947 | 32.277 | 30.674 | 30.339 | 0.438 |
| M36 | 18 | 53 | 35.940 | 35.190 | 33.342 | 32.987 | 0.500 |
| M39 | 18 | 53 | 38.940 | 38.190 | 36.342 | 35.987 | 0.500 |

**表 6.3-30　公称直径 42～68mm 粗糙精度 7H 的粗牙内螺纹极限尺寸**（GB9146—88）（mm）

| 螺纹规格 | 旋合长度 | | 大径 | 中径 | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | > | ≤ | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 | 最小 |
| M42 | 21 | 63 | 42.000 | 39.477 | 39.077 | 37.979 | 37.129 |
| M45 | 21 | 63 | 45.000 | 42.477 | 42.077 | 40.979 | 40.129 |
| M48 | 24 | 71 | 48.000 | 45.177 | 44.752 | 43.487 | 42.587 |
| M52 | 24 | 71 | 52.000 | 49.177 | 48.752 | 47.487 | 46.587 |
| M56 | 28 | 85 | 56.000 | 52.878 | 52.428 | 50.996 | 50.046 |
| M60 | 28 | 85 | 60.000 | 56.878 | 56.428 | 54.996 | 54.046 |
| M64 | 32 | 95 | 64.000 | 60.578 | 60.103 | 58.505 | 57.505 |
| M68 | 32 | 95 | 68.000 | 64.578 | 64.103 | 62.505 | 61.505 |

**表 6.3-31　公称直径 42～68mm 粗糙精度 8g 的粗牙外螺纹极限尺寸**（GB9146—88）（mm）

| 螺纹规格 | 旋合长度 | | 大径 | | 中径 | | 牙底最小圆弧半径 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | > | ≤ | 最大 | 最小 | 最大 | 最小 | |
| M42 | 21 | 63 | 41.937 | 41.137 | 39.014 | 38.639 | 0.563 |
| M45 | 21 | 63 | 44.937 | 44.137 | 42.014 | 41.639 | 0.563 |
| M48 | 24 | 71 | 47.929 | 47.079 | 44.681 | 44.281 | 0.625 |
| M52 | 24 | 71 | 51.929 | 51.079 | 48.681 | 48.281 | 0.625 |
| M56 | 28 | 85 | 55.925 | 55.025 | 52.353 | 51.928 | 0.688 |
| M60 | 28 | 85 | 59.925 | 59.025 | 56.353 | 55.928 | 0.688 |
| M64 | 32 | 95 | 63.920 | 62.970 | 60.023 | 59.573 | 0.750 |
| M68 | 32 | 95 | 67.920 | 66.970 | 64.023 | 63.573 | 0.750 |

# 第 4 章　梯形螺纹（GB5796.1—86～GB5796.4—86）

梯形螺纹是传动螺纹中使用最普遍的一种，通过内、外螺纹的相对运动实现力和运动的传递，最常见的是旋转运动和直线运动的相互转换。

国家标准 GB5796.1～4—86 所规定的螺纹为一般用途的梯形螺纹，用于对传动精度没有特殊要求的场合。如机床尾座和手动进给机构、印刷机各部件间工作位置的调整等均使用该标准规定的梯形螺纹。它不适用于对传动精度有较高要求的机床丝杠，如螺纹磨床的主轴丝杠等均不能采用该标准规定的公差。以下分别介绍标准的主要内容、应用说明以及新旧标准的对比。

## 1　梯形螺纹牙型（GB5796.1—86）

GB5796.1—86“梯形螺纹牙型”中分别规定了梯形螺纹的基本牙型和最大实体牙型。该标准与国际标准 ISO2901“ISO 米制梯形螺纹——基本牙型和最大实体牙型”等效。

### 1.1　关于两种牙型的规定

（1）基本牙型　基本牙型是由梯形螺纹的原始三角形截去顶部和底部所构成的、内、外螺纹共有的理论牙型。具体的形状和尺寸关系见图 6.4-1，基本牙型的尺寸列于表 6.4-1。

（2）最大实体牙型　它是以基本牙型为基础，由大径间或小径间的间隙和各直径的基本偏差所决定的螺纹牙型。其具体的牙型见图 6.4-2 和图 6.4-3，最大实体牙型的尺寸列于表 6.4-2。

**表 6.4-1　基本牙型尺寸**（GB5796.1—86）

（mm）

| 螺　距 $P$ | $H$ 1.866$P$ | $H/2$ 0.933$P$ | $H_1$ 0.5$P$ | 0.366$P$ |
|---|---|---|---|---|
| 1.5 | 2.799 | 1.400 | 0.75 | 0.549 |
| 2 | 3.732 | 1.866 | 1 | 0.732 |
| 3 | 5.598 | 2.799 | 1.5 | 1.098 |
| 4 | 7.464 | 3.732 | 2 | 1.464 |
| 5 | 9.330 | 4.665 | 2.5 | 1.830 |
| 6 | 11.196 | 5.598 | 3 | 2.196 |
| 7 | 13.062 | 6.531 | 3.5 | 2.562 |
| 8 | 14.928 | 7.464 | 4 | 2.928 |
| 9 | 16.794 | 8.397 | 4.5 | 3.294 |
| 10 | 18.660 | 9.330 | 5 | 3.660 |
| 12 | 22.392 | 11.196 | 6 | 4.392 |
| 14 | 26.124 | 13.062 | 7 | 5.124 |
| 16 | 29.856 | 14.928 | 8 | 5.856 |
| 18 | 33.588 | 16.794 | 9 | 6.588 |
| 20 | 37.320 | 18.660 | 10 | 7.320 |
| 22 | 41.052 | 20.526 | 11 | 8.052 |
| 24 | 44.784 | 22.392 | 12 | 8.784 |
| 28 | 52.248 | 26.124 | 14 | 10.248 |
| 32 | 59.712 | 29.856 | 16 | 11.712 |
| 36 | 67.176 | 33.588 | 18 | 13.176 |
| 40 | 74.640 | 37.320 | 20 | 14.640 |
| 44 | 82.104 | 41.052 | 22 | 16.104 |

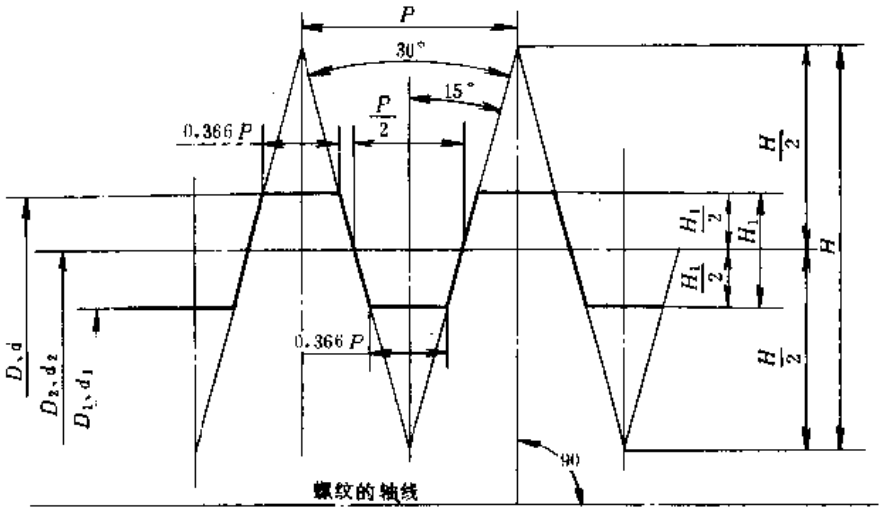



**图 6.4-1**　基本牙型

$D$—内螺纹大径　$d$—外螺纹大径（公称直径）　$D_2$—内螺纹中径　$d_2$—外螺纹中径　$D_1$—内螺纹小径　$d_1$—外螺纹小径　$P$—螺距　$H$—原始三角形高度　$H_1$—基本牙型高度

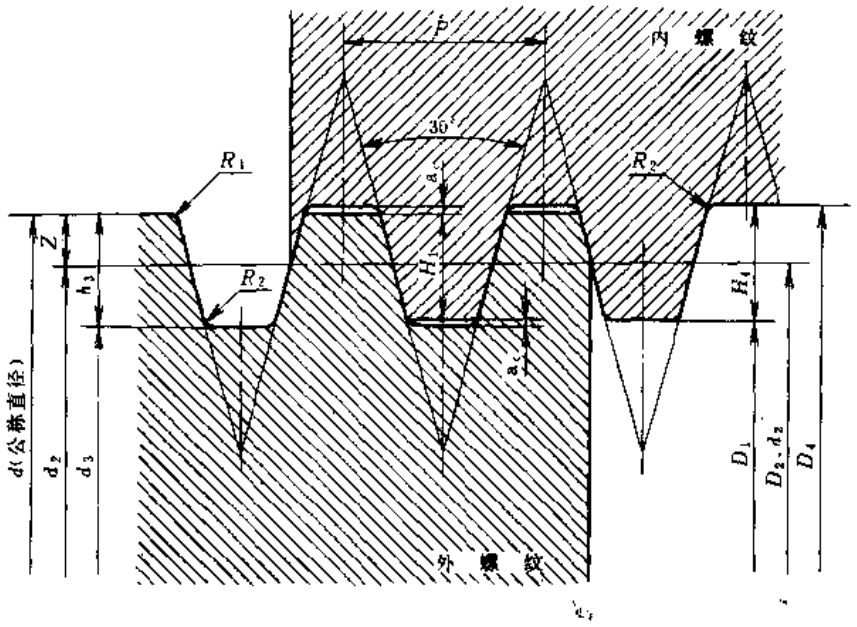



图 6.4-2　基本偏差为零的最大实体牙型

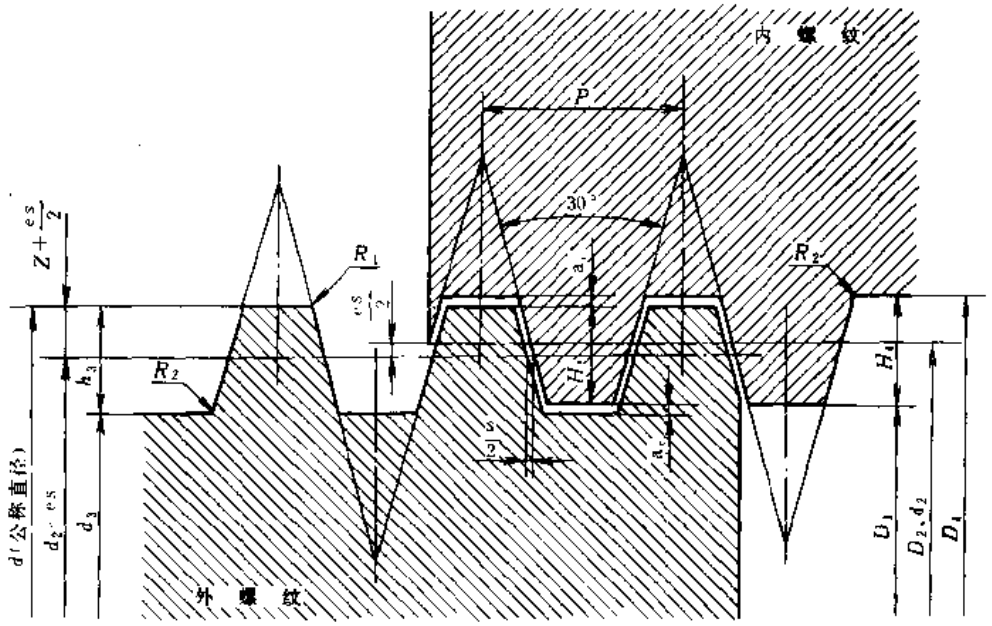



图 6.4-3　外螺纹中径基本偏差不为零的最大实体牙型

最大实体牙型图中的符号名称如下：

$H_1$——基本牙型高度；

$h_3$——外螺纹牙高；

$H_1$　内螺纹牙高；

$d_2$——外螺纹中径；

$D_2$　内螺纹中径；

$d_3$　外螺纹小径；

$S$——轴向间隙（$S=0.26795es$）；

es——外螺纹中径基本偏差；

$D_1$——内螺纹小径；

$D_2$——内螺纹大径；

$R_{1max}$——牙顶圆弧半径；

$R_{2max}$——牙底圆弧半径；

**表 6.4-2　最大实体牙型尺寸**（GB5796.1—86）

（mm）

| 螺　距 $P$ | $a_c$ | $H_4=h_3$ | $R_1$ max | $R_2$ max |
|---|---|---|---|---|
| 1.5 | 0.15 | 0.9 | 0.075 | 0.15 |
| 2 | 0.25 | 1.25 | 0.125 | 0.25 |
| 3 | 0.25 | 1.75 | 0.125 | 0.25 |
| 4 | 0.25 | 2.25 | 0.125 | 0.25 |
| 5 | 0.25 | 2.75 | 0.125 | 0.25 |
| 6 | 0.5 | 3.5 | 0.25 | 0.5 |
| 7 | 0.5 | 4 | 0.25 | 0.5 |
| 8 | 0.5 | 4.5 | 0.25 | 0.5 |
| 9 | 0.5 | 5 | 0.25 | 0.5 |
| 10 | 0.5 | 5.5 | 0.25 | 0.5 |
| 12 | 0.5 | 6.5 | 0.25 | 0.5 |
| 14 | 1 | 8 | 0.5 | 1 |
| 16 | 1 | 9 | 0.5 | 1 |
| 18 | 1 | 10 | 0.5 | 1 |
| 20 | 1 | 11 | 0.5 | 1 |
| 22 | 1 | 12 | 0.5 | 1 |
| 24 | 1 | 13 | 0.5 | 1 |
| 28 | 1 | 15 | 0.5 | 1 |
| 32 | 1 | 17 | 0.5 | 1 |
| 36 | 1 | 19 | 0.5 | 1 |
| 40 | 1 | 21 | 0.5 | 1 |
| 44 | 1 | 23 | 0.5 | 1 |

### 1.2　关于牙型的说明

(1)由于梯形螺纹的主要功能是传递运动和力，为保证传递运动的灵活性，需要在内、外螺纹间留有保证间隙。此间隙能用来贮油。一般来说梯形螺纹不能使用内、外螺纹共有的基本牙型直接进行工作。

(2)梯形螺纹的保证间隙是在基本牙型的基础上，在内、外螺纹的牙底处分别挖除一部份材料而得到的 $a_c$。这个间隙分别位于内、外螺纹的大径司和小径司，被挖去 $a_c$ 的牙型是设计者给定的工作牙型，应称为设计牙型。此牙型恰好是 GB5796.1—86 中规定的 H/h 位置的最大实体牙型。

(3)当采用滚压方法加工时，外螺纹牙底圆弧的尺寸允许比表 6.4-2 中规定的数值大，此时允许外螺纹的小径 $d_3$ 减小 $0.15P$。

## 2　梯形螺纹直径与螺距系列（GB5796.2—86）

### 2.1　关于直径与螺距系列的规定

标准规定了公称直径 8～300mm，牙型符合 GB5796.1—86 的梯形螺纹的直径与螺距系列。该系列与国际标准 ISO2902—1977《ISO 米制梯形螺纹——总方案》等效。具体的系列按表 6.4-3 的规定。

**表 6.4-3　直径与螺距系列**　（mm）

| 公称直径 | | 螺　距 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 44 | 40 | 36 | 32 | 28 | 24 | 22 | 20 | 18 | 16 | 14 | 12 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1.5 |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.5 |
| | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 1.5 |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 1.5 |
| | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 2 | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 2 | |
| | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 2 | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | | 2 | |
| | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | | 2 | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | | 2 | |
| | 22 | | | | | | | | | | | | | | | 8 | | | 5 | | 3 | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | 8 | | | 5 | | 3 | | |
| | 26 | | | | | | | | | | | | | | | 8 | | | 5 | | 3 | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | | | 8 | | | 5 | | 3 | | |
| | 30 | | | | | | | | | | | | | 10 | | | | 6 | | | 3 | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | 10 | | | | 6 | | | 3 | | |
| | 34 | | | | | | | | | | | | | 10 | | | | 6 | | | 3 | | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | 10 | | | | 6 | | | 3 | | |

（续）

| 公称直径 | | 螺距 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 44 | 40 | 36 | 32 | 28 | 24 | 22 | 20 | 18 | 16 | 14 | 12 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1.5 |
| | 38 | | | | | | | | | | | | | 10 | | | 7 | | | | 3 | | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | 10 | | | 7 | | | | 3 | | |
| | 42 | | | | | | | | | | | | | 10 | | | 7 | | | | 3 | | |
| 44 | | | | | | | | | | | | | 12 | | | | 7 | | | | 3 | | |
| | 46 | | | | | | | | | | | | 12 | | | 8 | | | | | 3 | | |
| 48 | | | | | | | | | | | | | 12 | | | 8 | | | | | 3 | | |
| | 50 | | | | | | | | | | | | 12 | | | 8 | | | | | 3 | | |
| 52 | | | | | | | | | | | | | 12 | | | 8 | | | | | 3 | | |
| | 55 | | | | | | | | | | | 14 | | | 9 | | | | | | 3 | | |
| 60 | | | | | | | | | | | | 14 | | | 9 | | | | | | 3 | | |
| | 65 | | | | | | | | | | 16 | | | 10 | | | | | | 4 | | | |
| 70 | | | | | | | | | | | 16 | | | 10 | | | | | | 4 | | | |
| | 75 | | | | | | | | | | 16 | | | 10 | | | | | | 4 | | | |
| 80 | | | | | | | | | | | 16 | | | 10 | | | | | | 4 | | | |
| | 85 | | | | | | | | | 18 | | | 12 | | | | | | | 4 | | | |
| 90 | | | | | | | | | | 18 | | | 12 | | | | | | | 4 | | | |
| | 95 | | | | | | | | | 18 | | | 12 | | | | | | | 4 | | | |
| 100 | | | | | | | | | 20 | | | | 12 | | | | | | | 4 | | | |
| | 110 | | | | | | | | 20 | | | | 12 | | | | | | | 4 | | | |
| 120 | | | | | | | | 22 | | | | 14 | | | | | | 6 | | | | | |
| | 130 | | | | | | | 22 | | | | 14 | | | | | | 6 | | | | | |
| 140 | | | | | | | 24 | | | | | 14 | | | | | | 6 | | | | | |
| | 150 | | | | | | 24 | | | | 16 | | | | | | | 6 | | | | | |
| 160 | | | | | | 28 | | | | | 16 | | | | | | | 6 | | | | | |
| | 170 | | | | | 28 | | | | | 16 | | | | | | | 6 | | | | | |
| 180 | | | | | | 28 | | | | 18 | | | | | | 8 | | | | | | | |
| | 190 | | | | 32 | | | | | 18 | | | | | | 8 | | | | | | | |
| 200 | | | | | 32 | | | | | 18 | | | | | | 8 | | | | | | | |
| | 210 | | | 36 | | | | | 20 | | | | | | | 8 | | | | | | | |
| 220 | | | | 36 | | | | | 20 | | | | | | | 8 | | | | | | | |
| | 230 | | | 36 | | | | | 20 | | | | | | | 8 | | | | | | | |
| 240 | | | | 36 | | | | 22 | | | | | | | | 8 | | | | | | | |
| | 250 | | 40 | | | | | 22 | | | | | 12 | | | | | | | | | | |
| 260 | | | 40 | | | | | 22 | | | | | 12 | | | | | | | | | | |
| | 270 | | 40 | | | | 24 | | | | | | 12 | | | | | | | | | | |
| 280 | | | 40 | | | | 24 | | | | | | 12 | | | | | | | | | | |
| | 290 | 44 | | | | | 24 | | | | | | 12 | | | | | | | | | | |
| 300 | | 44 | | | | | 24 | | | | | | 12 | | | | | | | | | | |

表 6.4-3 中仅规定了公称直径 8～300mm，螺距 1.5～44mm 范围内的组合系列，当用到公称直径超过 300mm 的梯形螺纹时推荐采用表 6.4-4 所列出的直径与螺距的组合关系。

**表 6.4-4　公称直径 300～600mm 梯形螺纹的直径与螺距**（GB5796.2—86 附录 A）

（mm）

| 公称直径 | | | 螺距 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | 48 | 24 | 20 | 16 | 12 |
| 320 | | | 48 | | | | 12 |
| | | 340 | 48 | | | | 12 |
| | 360 | | 48 | | | | 12 |
| | | 380 | 48 | | | | 12 |
| 400 | | | 48 | | | | 12 |
| | | 420 | | | | 16 | |
| | 440 | | | | | 16 | |
| | | 460 | | | | 16 | |
| | | 480 | | | | 16 | |
| 500 | | | | | | 16 | |
| | | 520 | | | 20 | | |
| | | 540 | | | 20 | | |
| | 560 | | | | 20 | | |
| | | 580 | | | 20 | | |
| 600 | | | | 24 | | | |
| | 620 | | | 24 | | | |
| | | 640 | | 24 | | | |

应优先选用第一系列，其次是第二系列，第三系列尽量不用。

### 2.2　直径与螺距的选择

关于选用原则的规定：

在 GB5796.2—86 中规定了如下的选择原则：

(1) 应优先选择第一系列的直径。

(2) 在每个直径所对应的诸多螺距中应优先选择粗黑线内的螺距。

(3)特殊需要时，允许选用表中邻近直径所对应的螺距。

关于选用原则的说明：

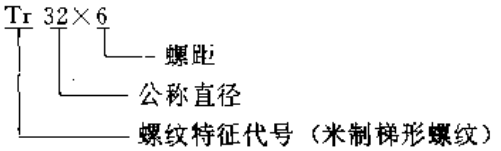
上述第 (3) 条的规定表明设计中应选择标准中规定的螺距，而不应使用标准中没有出现的螺距，由于允许选择“邻近直径”所对应的螺距，所以直径和螺距组合关系的自由度还是很大的，但在一般情况下应在表中给出的搭配中选择，只在特殊情况下，即表中规定的搭配不能满足产品的性能需要时才允许使用第 (3) 条的规定。

### 2.3　梯形螺纹的代号

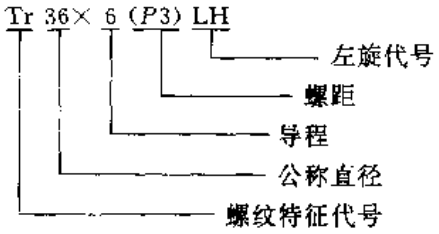
梯形螺纹的代号包括螺纹种类、尺寸和旋向三方面的内容，GB5796.2—86 中规定：“符合 GB5796.1—86“梯形螺纹牙型”规定的螺纹用字母“Tr”表示；单线螺纹的尺寸用“公称直径×螺距”表示；多线螺纹的尺寸用“公称直径×导程（$P$ 螺距）”表示，单位均为 mm。当螺纹为左旋时，需在尺寸代号之后加注“LH”，右旋不注出旋向代号。

代号示例如下：

单线螺纹




多线左旋螺纹




## 3　梯形螺纹基本尺寸（GB5796.3—86）

梯形螺纹的基本尺寸在梯形螺纹的设计牙型上，即本章所述基本偏差为零的最大实体牙型（见图 6.4-2）上。现将基本尺寸中出现的各要素的名称、代号和关系式列于表 6.4-5。

**表 6.4-5　基本尺寸的代号和关系**

| 名　称 | 代号 | 关　系　式 |
|---|---|---|
| 外螺纹大径 | $d$ | |
| 螺距 | $P$ | |
| 牙顶间隙 | $a_c$ | |
| 基本牙型高度 | $H_1$ | $H_1=0.5P$ |
| 外螺纹牙高 | $h_3$ | $h_3=H_1+a_c=0.5P+a_c$ |
| 内螺纹牙高 | $H_4$ | $H_4=H_1+a_c=0.5P+a_c$ |
| 牙顶高 | $Z$ | $Z=0.25P=\frac{H_1}{2}$ |
| 外螺纹中径 | $d_2$ | $d_2=d-2Z=d-0.5P$ |
| 内螺纹中径 | $D_2$ | $D_2=d_2$ |
| 外螺纹小径 | $d_3$ | $d_3=d-2h_3$ |
| 内螺纹小径 | $D_1$ | $D_1=d-2H_1=d-P$ |
| 内螺纹大径 | $D_4$ | $D_4=d+2a_c$ |
| 外螺纹牙顶圆角 | $R_1$ | $R_{1\max}=0.5a_c$ |
| 牙底圆角 | $R_2$ | $R_{2\max}=a_c$ |

梯形螺纹的基本尺寸就是根据表 6.4-5 中列出的关系式计算得到的，具体尺寸列于表 6.4-6。

表 6.4-6　梯形螺纹基本尺寸（GB5796.3—86）　（mm）

| 公称直径 $d$ | | 螺距 $P$ | 中径 $d_2=D_2$ | 大径 $D_4$ | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | | | | $d_3$ | $D_1$ |
| 8 | | 1.5 | 7.250 | 8.300 | 6.200 | 6.500 |
| | 9 | 1.5 | 8.250 | 9.300 | 7.200 | 7.500 |
| | | 2 | 8.000 | 9.500 | 6.500 | 7.000 |
| 10 | | 1.5 | 9.250 | 10.300 | 8.200 | 8.500 |
| | | 2 | 9.000 | 10.500 | 7.500 | 8.000 |
| | 11 | 2 | 10.000 | 11.500 | 8.500 | 9.000 |
| | | 3 | 9.500 | 11.500 | 7.500 | 8.000 |
| 12 | | 2 | 11.000 | 12.500 | 9.500 | 10.000 |
| | | 3 | 10.500 | 12.500 | 8.500 | 9.000 |
| | 14 | 2 | 13.000 | 14.500 | 11.500 | 12.000 |
| | | 3 | 12.500 | 14.500 | 10.500 | 11.000 |
| 16 | | 2 | 15.000 | 16.500 | 13.500 | 14.000 |
| | | 4 | 14.000 | 16.500 | 11.500 | 12.000 |
| | 18 | 2 | 17.000 | 18.500 | 15.500 | 16.000 |
| | | 4 | 16.000 | 18.500 | 13.500 | 14.000 |
| 20 | | 2 | 19.000 | 20.500 | 17.500 | 18.000 |
| | | 4 | 18.000 | 20.500 | 15.500 | 16.000 |
| | 22 | 3 | 20.500 | 22.500 | 18.500 | 19.000 |
| | | 5 | 19.500 | 22.500 | 16.500 | 17.000 |
| | | 8 | 18.000 | 23.000 | 13.000 | 14.000 |
| 24 | | 3 | 22.500 | 24.500 | 20.500 | 21.000 |
| | | 5 | 21.500 | 24.500 | 18.500 | 19.000 |
| | | 8 | 20.000 | 25.000 | 15.000 | 16.000 |
| | 26 | 3 | 24.500 | 26.500 | 22.500 | 23.000 |
| | | 5 | 23.500 | 26.500 | 20.500 | 21.000 |
| | | 8 | 22.000 | 27.000 | 17.000 | 18.000 |
| 28 | | 3 | 26.500 | 28.500 | 24.500 | 25.000 |
| | | 5 | 25.500 | 28.500 | 22.500 | 23.000 |
| | | 8 | 24.000 | 29.000 | 19.000 | 20.000 |
| | 30 | 3 | 28.500 | 30.500 | 26.500 | 27.000 |
| | | 6 | 27.000 | 31.000 | 23.000 | 24.000 |
| | | 10 | 25.000 | 31.000 | 19.000 | 20.000 |
| 32 | | 3 | 30.500 | 32.500 | 28.500 | 29.000 |
| | | 6 | 29.000 | 33.000 | 25.000 | 26.000 |
| | | 10 | 27.000 | 33.000 | 21.000 | 22.000 |

（续）

| 公称直径 $d$ | | 螺距 $P$ | 中径 $d_2=D_2$ | 大径 $D_4$ | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | | | | $d_3$ | $D_1$ |
| | 34 | 3 | 32.500 | 34.500 | 30.500 | 31.000 |
| | | 6 | 31.000 | 35.000 | 27.000 | 28.000 |
| | | 10 | 29.000 | 35.000 | 23.000 | 24.000 |
| 36 | | 3 | 34.500 | 36.500 | 32.500 | 33.000 |
| | | 6 | 33.000 | 37.000 | 29.000 | 30.000 |
| | | 10 | 31.000 | 37.000 | 25.000 | 26.000 |
| | 38 | 3 | 36.500 | 38.500 | 34.500 | 35.000 |
| | | 7 | 34.500 | 39.000 | 30.000 | 31.000 |
| | | 10 | 33.000 | 39.000 | 27.000 | 28.000 |
| 40 | | 3 | 38.500 | 40.500 | 36.500 | 37.000 |
| | | 7 | 36.500 | 41.000 | 32.000 | 33.000 |
| | | 10 | 35.000 | 41.000 | 29.000 | 30.000 |
| | 42 | 3 | 40.500 | 42.500 | 38.500 | 39.000 |
| | | 7 | 38.500 | 43.000 | 34.000 | 35.000 |
| | | 10 | 37.000 | 43.000 | 31.000 | 32.000 |
| 44 | | 3 | 42.500 | 44.500 | 40.500 | 41.000 |
| | | 7 | 40.500 | 45.000 | 36.000 | 37.000 |
| | | 12 | 38.000 | 45.000 | 31.000 | 32.000 |
| | 46 | 3 | 44.500 | 46.500 | 42.500 | 43.000 |
| | | 8 | 42.000 | 47.000 | 37.000 | 38.000 |
| | | 12 | 40.000 | 47.000 | 33.000 | 34.000 |
| 48 | | 3 | 46.500 | 48.500 | 44.500 | 45.000 |
| | | 8 | 44.000 | 49.000 | 39.000 | 40.000 |
| | | 12 | 42.000 | 49.000 | 35.000 | 36.000 |
| | 50 | 3 | 48.500 | 50.500 | 46.500 | 47.000 |
| | | 8 | 46.000 | 51.000 | 41.000 | 42.000 |
| | | 12 | 44.000 | 51.000 | 37.000 | 38.000 |
| 52 | | 3 | 50.500 | 52.500 | 48.500 | 49.000 |
| | | 8 | 48.000 | 53.000 | 43.000 | 44.000 |
| | | 12 | 46.000 | 53.000 | 39.000 | 40.000 |
| | 55 | 3 | 53.500 | 55.500 | 51.500 | 52.000 |
| | | 9 | 50.500 | 56.000 | 45.000 | 46.000 |
| | | 14 | 48.000 | 57.000 | 39.000 | 41.000 |
| 60 | | 3 | 58.500 | 60.500 | 56.500 | 57.000 |
| | | 9 | 55.500 | 61.000 | 50.000 | 51.000 |
| | | 14 | 53.000 | 62.000 | 44.000 | 46.000 |
| | 65 | 4 | 63.000 | 65.500 | 60.500 | 61.000 |
| | | 10 | 60.000 | 66.000 | 54.000 | 55.000 |
| | | 16 | 57.000 | 67.000 | 47.000 | 49.000 |

（续）

| 公称直径 $d$ | | 螺距 $P$ | 中径 $d_2=D_2$ | 大径 $D_4$ | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | | | | $d_3$ | $D_1$ |
| 70 | | 4 | 68.000 | 70.500 | 65.500 | 66.000 |
| | | 10 | 65.000 | 71.000 | 59.000 | 60.000 |
| | | 16 | 62.000 | 72.000 | 62.000 | 54.000 |
| | 75 | 4 | 73.000 | 75.500 | 70.500 | 71.000 |
| | | 10 | 70.000 | 76.000 | 64.000 | 65.000 |
| | | 16 | 67.000 | 77.000 | 57.000 | 59.000 |
| 80 | | 4 | 78.000 | 80.500 | 75.500 | 76.000 |
| | | 10 | 75.000 | 81.000 | 69.000 | 70.000 |
| | | 16 | 72.000 | 82.000 | 62.000 | 64.000 |
| | 85 | 4 | 83.000 | 85.500 | 80.500 | 81.000 |
| | | 12 | 79.000 | 86.000 | 72.000 | 73.000 |
| | | 18 | 76.000 | 87.000 | 65.000 | 67.000 |
| 90 | | 4 | 88.000 | 90.500 | 85.500 | 86.000 |
| | | 12 | 84.000 | 91.000 | 77.000 | 78.000 |
| | | 18 | 81.000 | 92.000 | 70.000 | 72.000 |
| | 95 | 4 | 93.000 | 95.500 | 90.500 | 91.000 |
| | | 12 | 89.000 | 96.000 | 82.000 | 83.000 |
| | | 18 | 86.000 | 97.000 | 75.000 | 77.000 |
| 100 | | 4 | 98.000 | 100.500 | 95.500 | 96.000 |
| | | 12 | 94.000 | 101.000 | 87.000 | 88.000 |
| | | 20 | 90.000 | 102.000 | 78.000 | 80.000 |
| | 110 | 4 | 108.000 | 110.500 | 105.500 | 106.000 |
| | | 12 | 104.000 | 111.000 | 97.000 | 98.000 |
| | | 20 | 100.000 | 112.000 | 88.000 | 90.000 |
| 120 | | 6 | 117.000 | 121.000 | 113.000 | 114.000 |
| | | 14 | 113.000 | 122.000 | 104.000 | 106.000 |
| | | 22 | 109.000 | 122.000 | 96.000 | 98.000 |
| | 130 | 6 | 127.000 | 131.000 | 123.000 | 124.000 |
| | | 14 | 123.000 | 132.000 | 114.000 | 116.000 |
| | | 22 | 119.000 | 132.000 | 106.000 | 108.000 |
| 140 | | 6 | 137.000 | 141.000 | 133.000 | 134.000 |
| | | 14 | 133.000 | 142.000 | 124.000 | 126.000 |
| | | 24 | 128.000 | 142.000 | 114.000 | 116.000 |
| | 150 | 6 | 147.000 | 151.000 | 143.000 | 144.000 |
| | | 16 | 142.000 | 152.000 | 132.000 | 134.000 |
| | | 24 | 138.000 | 152.000 | 124.000 | 126.000 |
| 160 | | 6 | 157.000 | 161.000 | 153.000 | 154.000 |
| | | 16 | 152.000 | 162.000 | 142.000 | 144.000 |
| | | 28 | 146.000 | 162.000 | 130.000 | 132.000 |

（续）

| 公称直径 $d$ | | 螺　距 $P$ | 中　径 $d_2=D_2$ | 大　径 $D_4$ | 小　径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | | | | $d_3$ | $D_1$ |
| | 170 | 6 | 167.000 | 171.000 | 163.000 | 164.000 |
| | | 16 | 162.000 | 172.000 | 152.000 | 154.000 |
| | | 28 | 156.000 | 172.000 | 140.000 | 142.000 |
| 180 | | 8 | 176.000 | 181.000 | 171.000 | 172.000 |
| | | 18 | 171.000 | 182.000 | 160.000 | 162.000 |
| | | 28 | 166.000 | 182.000 | 150.000 | 152.000 |
| | 90 | 8 | 186.000 | 191.000 | 181.000 | 182.000 |
| | | 18 | 181.000 | 192.000 | 170.000 | 172.000 |
| | | 32 | 174.000 | 192.000 | 156.000 | 158.000 |
| 200 | | 8 | 196.000 | 201.000 | 191.000 | 192.000 |
| | | 18 | 191.000 | 202.000 | 180.000 | 182.000 |
| | | 32 | 184.000 | 202.000 | 166.000 | 168.000 |
| | 210 | 8 | 206.000 | 211.000 | 201.000 | 202.000 |
| | | 20 | 200.000 | 212.000 | 188.000 | 190.000 |
| | | 36 | 192.000 | 212.000 | 172.000 | 174.000 |
| 220 | | 8 | 216.000 | 221.000 | 211.000 | 212.000 |
| | | 20 | 210.000 | 222.000 | 198.000 | 200.000 |
| | | 36 | 202.000 | 222.000 | 182.000 | 184.000 |
| | 230 | 8 | 226.000 | 231.000 | 221.000 | 222.000 |
| | | 20 | 220.000 | 232.000 | 208.000 | 210.000 |
| | | 36 | 212.000 | 232.000 | 192.000 | 194.000 |
| 240 | | 8 | 236.000 | 241.000 | 231.000 | 232.000 |
| | | 22 | 229.000 | 242.000 | 216.000 | 218.000 |
| | | 36 | 222.000 | 242.000 | 202.000 | 204.000 |
| | 250 | 12 | 244.000 | 251.000 | 237.000 | 238.000 |
| | | 22 | 239.000 | 252.000 | 226.000 | 228.000 |
| | | 40 | 230.000 | 252.000 | 208.000 | 210.000 |
| 260 | | 12 | 254.000 | 261.000 | 247.000 | 248.000 |
| | | 22 | 249.000 | 262.000 | 236.000 | 238.000 |
| | | 40 | 240.000 | 262.000 | 218.000 | 220.000 |
| | 270 | 12 | 264.000 | 271.000 | 257.000 | 258.000 |
| | | 24 | 258.000 | 272.000 | 244.000 | 246.000 |
| | | 40 | 250.000 | 272.000 | 228.000 | 230.000 |
| 280 | | 12 | 274.000 | 281.000 | 267.000 | 268.000 |
| | | 24 | 268.000 | 282.000 | 254.000 | 256.000 |
| | | 40 | 260.000 | 282.000 | 238.000 | 240.000 |
| | 290 | 12 | 284.000 | 291.000 | 277.000 | 278.000 |
| | | 24 | 278.000 | 292.000 | 264.000 | 266.000 |
| | | 44 | 268.000 | 292.000 | 244.000 | 246.000 |

（续）

| 公称直径 $d$ | | 螺距 $P$ | 中径 $d_2=D_2$ | 大径 $D_4$ | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | | | | $d_3$ | $D_1$ |
| 300 | | 12 | 294.000 | 301.000 | 287.000 | 288.000 |
| | | 24 | 288.000 | 302.000 | 274.000 | 276.000 |
| | | 44 | 278.000 | 302.000 | 254.000 | 256.000 |

## 4　梯形螺纹的公差制（GB5796.4—86）

GB5796.4—86“梯形螺纹公差”等效地采用了相应的国际标准ISO2903，该标准所依据的公差原则来自普通螺纹。普通螺纹公差制中的精度概念。公差带的选用原则、中径合格性的判断原则等均适用于梯形螺纹，只是梯形螺纹的螺距较普通螺纹大，功能也有所不同，故在公差计算式和设计牙型方面都有一定的差别。

### 4.1　公差带位置与基本偏差的规定

在GB5796.4—86中对各直径的公差带位置做了如下规定：

(1)公差带的位置由基本偏差的数值决定，标准规定外螺纹的上偏差es和内螺纹的下偏差EI为基本偏差。

(2)内、外螺纹各直径的公差带位置如下，决定公差带位置的基本偏差值列于表6.3-7。

| 直径 | 公差带位置 |
|---|---|
| 内螺纹大径 | H |
| 内螺纹中径 | H |
| 内螺纹小径 | H |
| 外螺纹大径 | h |
| 外螺纹中径 | h、e、c |
| 外螺纹小径 | h |

内、外螺纹的公差带如图6.4-4和图6.4-5。

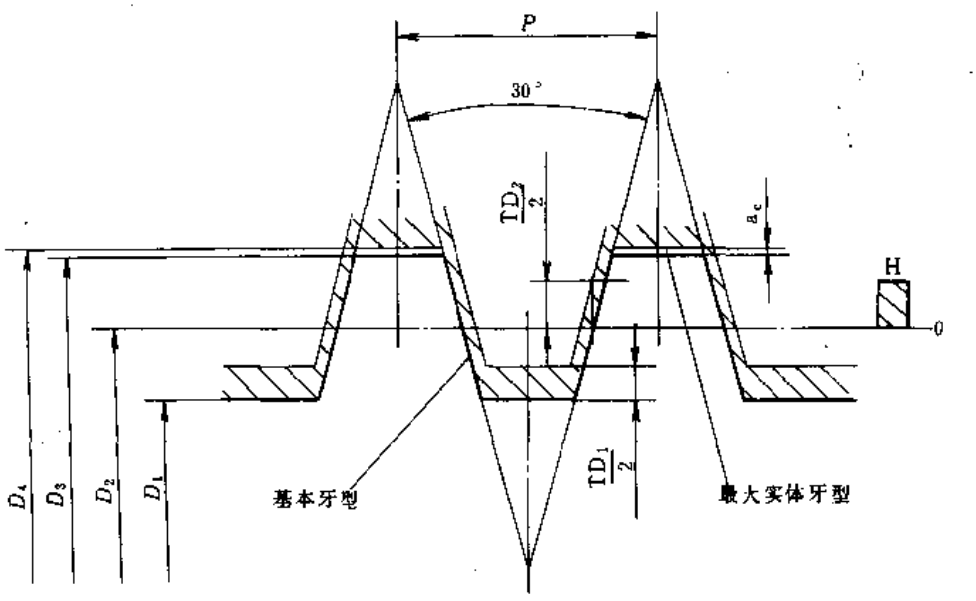



**图6.4-4　内螺纹公差带**

$D_4$—内螺纹大径　$D_1$—内螺纹小径

$TD_1$—内螺纹小径公差　$TD_2$—内螺纹中径公差

$D_2$—内螺纹中径　$P$—螺距

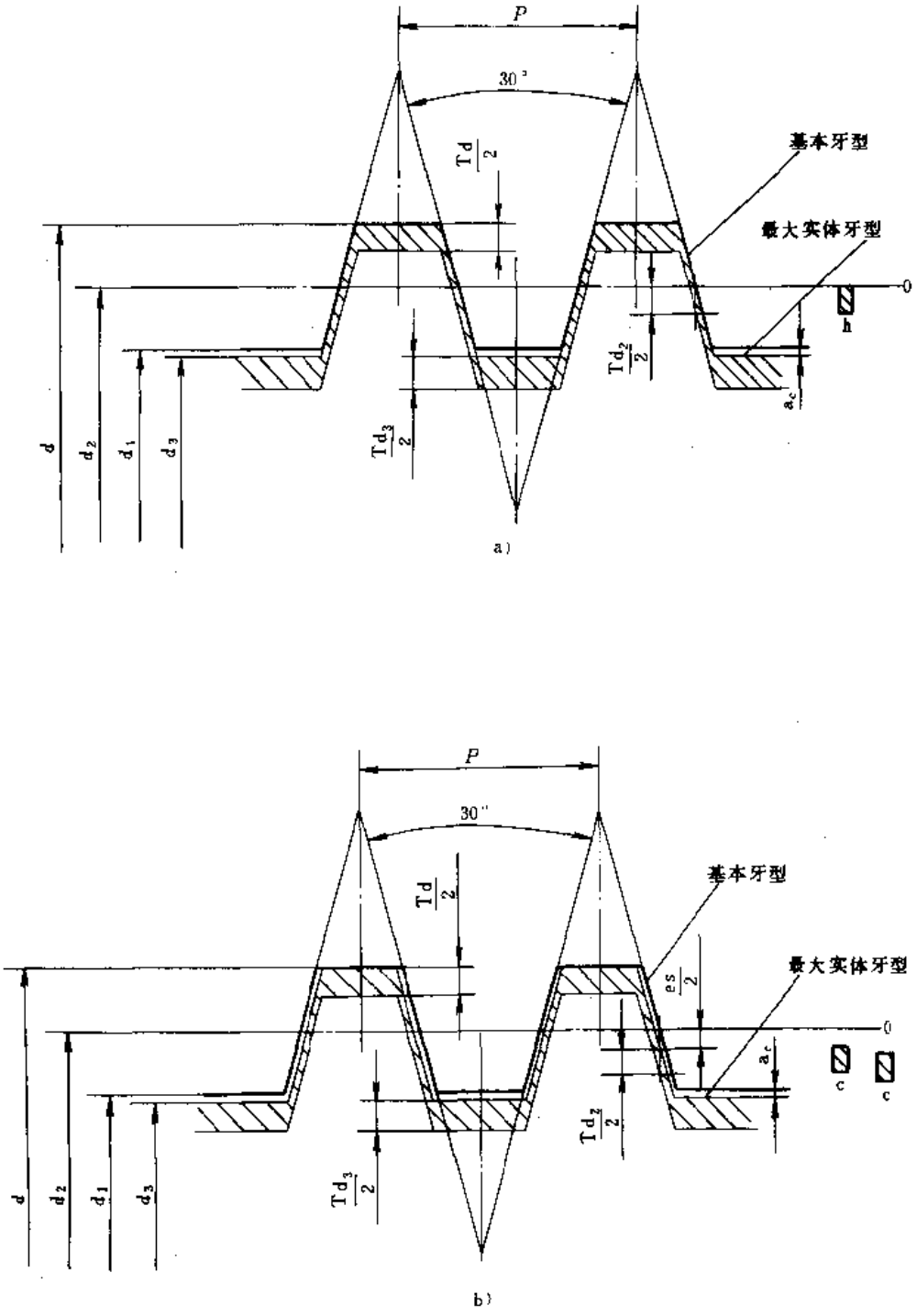



**图 6.4-5　外螺纹公差带**

a）大、中、小径的公差带位置为 h　b）大、小径的位置为 h，中径为 e、c

*d*—外螺纹大径　$d_2$—外螺纹中径　$d_3$—外螺纹小径　*P*—螺距　es—中径基本偏差

*Td*—外螺纹大径公差　$Td_2$—外螺纹中径公差　$Td_3$—外螺纹小径公差

**表 6.4-7　内、外螺纹中径基本偏差**

(GB 5796.4—86)　　(μm)

| 螺距 P (mm) | 基本偏差 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 内螺纹 | 外螺纹 | | |
| | $D_2$ | $d_2$ | | |
| | H EI | c es | e es | h es |
| 1.5 | 0 | −140 | −67 | 0 |
| 2 | 0 | −150 | −71 | 0 |
| 3 | 0 | −170 | −85 | 0 |
| 4 | 0 | −190 | −95 | 0 |
| 5 | 0 | −212 | −106 | 0 |
| 6 | 0 | −236 | −118 | 0 |
| 7 | 0 | −250 | 125 | 0 |
| 8 | 0 | −265 | −132 | 0 |
| 9 | 0 | −280 | −140 | 0 |
| 10 | 0 | −300 | −150 | 0 |
| 12 | 0 | −335 | −160 | 0 |
| 14 | 0 | −355 | −180 | 0 |
| 16 | 0 | −375 | −190 | 0 |
| 18 | 0 | −400 | −200 | 0 |
| 20 | 0 | −425 | −212 | 0 |
| 22 | 0 | −450 | −224 | 0 |
| 24 | 0 | −475 | −236 | 0 |
| 28 | 0 | −500 | −250 | 0 |
| 32 | 0 | −530 | −265 | 0 |
| 36 | 0 | −560 | −280 | 0 |
| 40 | 0 | −600 | −300 | 0 |
| 44 | 0 | −630 | −315 | 0 |

## 4.2　公差带大小与公差等级的规定

公差带的大小由代表公差值大小的公差等级表示。标准对内，外螺纹各直径规定的公差如下：

| 直　径 | 公差等级 |
|---|---|
| 内螺纹小径 $D_1$ | 4 |
| 内螺纹中径 $D_2$ | 7、8、9 |
| 外螺纹大径 $d$ | 4 |
| 外螺纹中径 $d_2$ | (6) 7、8、9 |
| 外螺纹小径 $d_3$ | 7、8、9 |

上述各直径的各级公差值列于表 6.4-8～6.4-12。其中带＊号的6级公差值仅为了计算7、8、9级的值而列出，标准中并没有规定6级公差的梯形螺纹。

**表 6.4-8　内螺纹小径公差 $TD_1$**

(GB 5796.3—86)　　(μm)

| 螺距 P (mm) | 4级公差 |
|---|---|
| 1.5 | 190 |
| 2 | 236 |
| 3 | 315 |
| 4 | 375 |
| 5 | 450 |
| 6 | 500 |
| 7 | 560 |
| 8 | 630 |
| 9 | 670 |
| 10 | 710 |
| 12 | 800 |
| 14 | 900 |
| 16 | 1000 |
| 18 | 1120 |
| 20 | 1180 |
| 22 | 1250 |
| 24 | 1320 |
| 28 | 1500 |
| 32 | 1600 |
| 36 | 1800 |
| 40 | 1900 |
| 44 | 2000 |

**表 6.4-9　外螺纹大径公差 Td**

(GB 5796.4—86)　　(μm)

| 螺距 P (mm) | 4级公差 |
|---|---|
| 1.5 | 150 |
| 2 | 180 |
| 3 | 236 |
| 4 | 300 |
| 5 | 335 |
| 6 | 375 |
| 7 | 425 |
| 8 | 450 |
| 9 | 500 |
| 10 | 530 |
| 12 | 600 |
| 14 | 670 |

（续）

| 螺距 P (mm) | 4 级公差 |
|---|---|
| 16 | 710 |
| 18 | 800 |
| 20 | 850 |
| 22 | 900 |
| 24 | 950 |
| 28 | 1060 |
| 32 | 1120 |
| 36 | 1250 |
| 40 | 1320 |
| 44 | 1400 |

**表 6.4-10　内螺纹中径公差 T $D_2$**

（GB 5796.3—86）　（μm）

| 公称直径 d (mm) | | 螺距 P (mm) | 公差等级 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| > | ≤ | | 7 | 8 | 9 |
| 5.6 | 11.2 | 1.5 | 224 | 280 | 355 |
| | | 2 | 250 | 315 | 400 |
| | | 3 | 280 | 355 | 450 |
| 11.2 | 22.4 | 2 | 265 | 335 | 425 |
| | | 3 | 300 | 375 | 475 |
| | | 4 | 355 | 450 | 560 |
| | | 5 | 375 | 475 | 600 |
| | | 8 | 475 | 600 | 750 |
| 22.4 | 45 | 3 | 335 | 425 | 530 |
| | | 5 | 400 | 500 | 630 |
| | | 6 | 450 | 560 | 710 |
| | | 7 | 475 | 600 | 750 |
| | | 8 | 500 | 630 | 800 |
| | | 10 | 530 | 670 | 850 |
| | | 12 | 560 | 710 | 900 |
| 45 | 90 | 3 | 355 | 450 | 560 |
| | | 4 | 400 | 500 | 630 |
| | | 8 | 530 | 670 | 850 |
| | | 9 | 560 | 710 | 900 |
| | | 10 | 560 | 710 | 900 |
| | | 12 | 630 | 800 | 1000 |
| | | 14 | 670 | 850 | 1060 |
| | | 16 | 710 | 900 | 1120 |
| | | 18 | 750 | 950 | 1180 |
| 90 | 180 | 4 | 425 | 530 | 670 |
| | | 6 | 500 | 630 | 800 |
| | | 8 | 560 | 710 | 900 |
| | | 12 | 670 | 850 | 1060 |
| | | 14 | 710 | 900 | 1120 |
| | | 16 | 750 | 950 | 1180 |
| | | 18 | 800 | 1000 | 1250 |
| | | 20 | 800 | 1000 | 1250 |
| | | 22 | 850 | 1060 | 1320 |
| | | 24 | 900 | 1120 | 1400 |
| | | 28 | 950 | 1180 | 1500 |
| 180 | 355 | 8 | 600 | 750 | 950 |
| | | 12 | 710 | 900 | 1120 |
| | | 18 | 850 | 1060 | 1320 |
| | | 20 | 900 | 1120 | 1400 |
| | | 22 | 900 | 1120 | 1400 |
| | | 24 | 950 | 1180 | 1500 |
| | | 32 | 1060 | 1320 | 1700 |
| | | 36 | 1120 | 1400 | 1800 |
| | | 40 | 1120 | 1400 | 1800 |
| | | 44 | 1250 | 1500 | 1900 |

**表 6.4-11　外螺纹中径公差 T $d_2$**（GB 5796.4—86）

（μm）

| 公称直径 d (mm) | | 螺距 P (mm) | 公差等级 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| > | ≤ | | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 5.6 | 11.2 | 1.5 | 132 | 170 | 212 | 265 |
| | | 2 | 150 | 190 | 236 | 300 |
| | | 3 | 170 | 212 | 265 | 335 |
| 11.2 | 22.4 | 2 | 160 | 200 | 250 | 315 |
| | | 3 | 180 | 224 | 280 | 355 |
| | | 4 | 212 | 265 | 335 | 425 |
| | | 5 | 224 | 280 | 355 | 450 |
| | | 8 | 280 | 355 | 450 | 560 |

（续）

| 公称直径 $d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 公差等级 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| > | ≤ | | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 22.4 | 45 | 3 | 200 | 250 | 315 | 400 |
| | | 5 | 236 | 300 | 375 | 475 |
| | | 6 | 265 | 335 | 425 | 530 |
| | | 7 | 280 | 355 | 450 | 560 |
| | | 8 | 300 | 375 | 475 | 600 |
| | | 10 | 315 | 400 | 500 | 630 |
| | | 12 | 335 | 425 | 530 | 670 |
| 45 | 90 | 3 | 212 | 265 | 335 | 425 |
| | | 4 | 236 | 300 | 375 | 475 |
| | | 8 | 315 | 400 | 500 | 630 |
| | | 9 | 335 | 425 | 530 | 670 |
| | | 10 | 335 | 425 | 530 | 670 |
| | | 12 | 375 | 475 | 600 | 750 |
| | | 14 | 400 | 500 | 630 | 800 |
| | | 16 | 425 | 530 | 670 | 850 |
| | | 18 | 450 | 560 | 710 | 900 |
| 90 | 180 | 4 | 250 | 315 | 400 | 500 |
| | | 6 | 300 | 375 | 475 | 600 |
| | | 8 | 335 | 425 | 530 | 670 |
| | | 12 | 400 | 500 | 630 | 800 |

（续）

| 公称直径 $d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 公差等级 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| > | ≤ | | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 90 | 180 | 14 | 425 | 530 | 670 | 850 |
| | | 16 | 450 | 560 | 710 | 900 |
| | | 18 | 475 | 600 | 750 | 950 |
| | | 20 | 475 | 600 | 750 | 950 |
| | | 22 | 500 | 630 | 800 | 1000 |
| | | 24 | 530 | 670 | 850 | 1060 |
| | | 28 | 560 | 710 | 900 | 1120 |
| 180 | 355 | 8 | 355 | 450 | 560 | 710 |
| | | 12 | 425 | 530 | 670 | 850 |
| | | 18 | 500 | 630 | 800 | 1000 |
| | | 20 | 530 | 670 | 850 | 1060 |
| | | 22 | 530 | 670 | 850 | 1060 |
| | | 24 | 560 | 710 | 900 | 1120 |
| | | 32 | 630 | 800 | 1000 | 1250 |
| | | 36 | 670 | 850 | 1060 | 1320 |
| | | 40 | 670 | 850 | 1060 | 1320 |
| | | 44 | 710 | 900 | 1120 | 1400 |

**表 6.4-12　外螺纹小径公差 $T_{d_1}$（GB 5796.4—86）**　　（μm）

| 公称直径 $d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 中径公差带位置为 c | | | 中径公差带位置为 e | | | 中径公差带位置为 h | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差等级 | | | 公差等级 | | | 公差等级 | | |
| > | ≤ | | 7 | 8 | 9 | 7 | 8 | 9 | 7 | 8 | 9 |
| 5.6 | 11.2 | 1.5 | 352 | 405 | 471 | 279 | 332 | 398 | 212 | 265 | 331 |
| | | 2 | 388 | 445 | 525 | 309 | 366 | 446 | 238 | 295 | 375 |
| | | 3 | 435 | 501 | 589 | 350 | 416 | 504 | 265 | 331 | 419 |
| 11.2 | 22.4 | 2 | 400 | 462 | 544 | 321 | 383 | 465 | 250 | 312 | 394 |
| | | 3 | 450 | 520 | 614 | 365 | 435 | 529 | 280 | 350 | 444 |
| | | 4 | 521 | 609 | 690 | 426 | 514 | 595 | 331 | 419 | 531 |
| | | 5 | 562 | 656 | 775 | 456 | 550 | 669 | 350 | 444 | 562 |
| | | 8 | 709 | 828 | 965 | 576 | 695 | 832 | 444 | 562 | 700 |
| 22.4 | 45 | 3 | 482 | 564 | 670 | 397 | 479 | 585 | 312 | 394 | 500 |
| | | 5 | 587 | 681 | 806 | 481 | 575 | 700 | 375 | 469 | 594 |
| | | 6 | 655 | 767 | 899 | 537 | 649 | 781 | 419 | 531 | 662 |
| 22.4 | 45 | 7 | 694 | 813 | 950 | 569 | 688 | 825 | 444 | 562 | 700 |
| | | 8 | 734 | 859 | 1015 | 601 | 726 | 882 | 469 | 594 | 750 |
| | | 10 | 800 | 925 | 1087 | 650 | 775 | 937 | 500 | 625 | 788 |
| | | 12 | 866 | 998 | 1223 | 691 | 823 | 1048 | 531 | 662 | 838 |

（续）

| 公称直径 d（mm） | | 螺距 P（mm） | 中径公差带位置为c | | | 中径公差带位置为e | | | 中径公差带位置为h | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差等级 | | | 公差等级 | | | 公差等级 | | |
| > | ≤ | | 7 | 8 | 9 | 7 | 8 | 9 | 7 | 8 | 9 |
| 45 | 90 | 3 | 501 | 589 | 701 | 416 | 504 | 616 | 331 | 419 | 531 |
| | | 4 | 565 | 659 | 784 | 470 | 564 | 689 | 375 | 469 | 594 |
| | | 8 | 765 | 890 | 1052 | 632 | 757 | 919 | 500 | 625 | 788 |
| | | 9 | 811 | 943 | 1118 | 671 | 803 | 978 | 531 | 662 | 838 |
| | | 10 | 831 | 963 | 1138 | 681 | 813 | 988 | 531 | 662 | 838 |
| | | 12 | 929 | 1085 | 1273 | 754 | 910 | 1098 | 594 | 750 | 938 |
| | | 14 | 970 | 1142 | 1355 | 805 | 967 | 1180 | 625 | 788 | 1000 |
| | | 16 | 1038 | 1213 | 1438 | 853 | 1028 | 1253 | 662 | 838 | 1062 |
| | | 18 | 1100 | 1288 | 1525 | 900 | 1088 | 1320 | 700 | 888 | 1125 |
| 90 | 180 | 4 | 584 | 690 | 815 | 489 | 595 | 720 | 394 | 500 | 625 |
| | | 6 | 705 | 830 | 986 | 587 | 712 | 868 | 469 | 594 | 750 |
| | | 8 | 796 | 928 | 1103 | 663 | 795 | 970 | 531 | 662 | 838 |
| | | 12 | 960 | 1122 | 1335 | 785 | 947 | 1160 | 625 | 788 | 1000 |
| | | 14 | 1018 | 1193 | 1418 | 843 | 1018 | 1243 | 662 | 838 | 1062 |
| | | 16 | 1075 | 1263 | 1500 | 890 | 1078 | 1315 | 700 | 888 | 1125 |
| | | 18 | 1150 | 1338 | 1588 | 950 | 1138 | 1388 | 750 | 938 | 1188 |
| | | 20 | 1175 | 1363 | 1613 | 962 | 1150 | 1400 | 750 | 938 | 1188 |
| | | 22 | 1232 | 1450 | 1700 | 1011 | 1224 | 1474 | 788 | 1000 | 1250 |
| | | 24 | 1313 | 1538 | 1800 | 1074 | 1299 | 1561 | 838 | 1062 | 1325 |
| | | 28 | 1388 | 1625 | 1900 | 1138 | 1375 | 1650 | 888 | 1125 | 1400 |
| 180 | 355 | 8 | 828 | 965 | 1153 | 695 | 832 | 1020 | 562 | 700 | 888 |
| | | 12 | 998 | 1173 | 1398 | 823 | 998 | 1223 | 662 | 838 | 1062 |
| | | 18 | 1187 | 1400 | 1650 | 987 | 1200 | 1450 | 788 | 1000 | 1250 |
| | | 20 | 1263 | 1488 | 1750 | 1050 | 1275 | 1537 | 838 | 1062 | 1325 |
| | | 22 | 1288 | 1513 | 1775 | 1062 | 1287 | 1549 | 838 | 1062 | 1325 |
| | | 24 | 1363 | 1600 | 1875 | 1124 | 1361 | 1636 | 888 | 1125 | 1400 |
| | | 32 | 1530 | 1780 | 2092 | 1265 | 1515 | 1827 | 1000 | 1250 | 1562 |
| | | 36 | 1623 | 1885 | 2210 | 1343 | 1605 | 1930 | 1062 | 1325 | 1650 |
| | | 40 | 1663 | 1925 | 2250 | 1363 | 1625 | 1950 | 1062 | 1325 | 1650 |
| | | 44 | 1755 | 2030 | 2380 | 1440 | 1715 | 2065 | 1125 | 1400 | 1750 |

## 4.3 旋合长度

（1）关于旋合长度的规定 该标准对梯形螺纹规定了中等旋合长度 $N$ 和长旋合长度 $L$ 两个旋合长度组。具体的旋合长度分组值列于表 6.4-13。

**表 6.4-13 螺纹旋合长度**（GB 5796.4—86）

（mm）

| 公称直径 d | | 螺距 P | 旋合长度组 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | N | | L |
| > | ≤ | | > | ≤ | > |
| 5.6 | 11.2 | 1.5 | 5 | 15 | 15 |
| | | 2 | 6 | 19 | 19 |
| | | 3 | 10 | 28 | 28 |

（续）

| 公称直径 d | | 螺距 P | 旋合长度组 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | N | | L |
| > | ≤ | | > | ≤ | > |
| 11.2 | 22.4 | 2 | 8 | 24 | 24 |
| | | 3 | 11 | 32 | 32 |
| | | 4 | 15 | 43 | 43 |
| | | 5 | 18 | 53 | 53 |
| | | 8 | 30 | 85 | 85 |
| 22.4 | 45 | 3 | 12 | 36 | 36 |
| | | 5 | 21 | 63 | 63 |
| | | 6 | 25 | 75 | 75 |

（续）

| 公称直径 $d$ | | 螺距 $P$ | 旋合长度组 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | $N$ | | $L$ |
| > | ≤ | | > | ≤ | > |
| 22.4 | 45 | 7 | 30 | 85 | 85 |
| | | 8 | 34 | 100 | 100 |
| | | 10 | 42 | 125 | 125 |
| | | 12 | 50 | 150 | 150 |
| 45 | 90 | 3 | 15 | 45 | 45 |
| | | 4 | 19 | 56 | 56 |
| | | 8 | 38 | 118 | 118 |
| | | 9 | 43 | 132 | 132 |
| | | 10 | 50 | 140 | 140 |
| | | 12 | 60 | 170 | 170 |
| | | 14 | 67 | 200 | 200 |
| | | 16 | 75 | 236 | 236 |
| | | 18 | 85 | 265 | 265 |
| 90 | 180 | 4 | 24 | 71 | 71 |
| | | 6 | 36 | 106 | 106 |
| | | 8 | 45 | 132 | 132 |
| | | 12 | 67 | 200 | 200 |
| | | 14 | 75 | 236 | 236 |
| | | 16 | 90 | 265 | 265 |
| | | 18 | 100 | 300 | 300 |
| | | 20 | 112 | 335 | 335 |
| | | 22 | 118 | 355 | 355 |
| | | 24 | 132 | 400 | 400 |
| | | 28 | 150 | 450 | 450 |
| 180 | 355 | 8 | 50 | 150 | 150 |
| | | 12 | 75 | 224 | 224 |
| | | 18 | 112 | 335 | 335 |
| | | 20 | 125 | 375 | 375 |
| | | 22 | 140 | 425 | 425 |
| | | 24 | 150 | 450 | 450 |
| | | 32 | 200 | 600 | 600 |
| | | 36 | 224 | 670 | 670 |
| | | 40 | 250 | 750 | 750 |
| | | 44 | 280 | 850 | 850 |

（2）关于旋合长度的说明：由于梯形螺纹主要用于传动，为了保证传动过程的平稳可靠梯形螺纹不采用短旋合长度组。一般情况下均采用中等旋合长度，只有在强度、平稳性或结构上有特殊要求时才采用长旋合长度。

## 4.4　有关螺纹精度与公差带选择的规定

标准中对螺纹精度与公差带的选择做了如下规定：

（1）由于标准对内螺纹的小径 $D_1$ 和外螺纹大径 $d$ 只规定了一种公差带（4H、4h）；标准还规定外螺纹小径 $d_3$ 的公差带位置永远为 h，公差等级数与中径公差等级数相同，故梯形螺纹仅选择并标记中径公差带，以代表梯形螺纹公差带。

（2）标准对梯形螺纹规定了中等和粗糙两种精度。其选用原则是：中等精度级用于一般用途，粗糙级用于对精度要求不高的场合。

（3）一般情况下应按表 6.4-14 规定选用中径公差带。

**表 6.4-14　内、外螺纹的选用公差带**

（GB 5796.4—86）

| 精度 | 内螺纹 | | 外螺纹 | |
|---|---|---|---|---|
| | $N$ | $L$ | $N$ | $L$ |
| 中等 | 7H | 8H | 7h、7e | 8e |
| 粗糙 | 8H | 9H | 8e、8c | 9e |

## 4.5　关于选用公差带的说明

（1）梯形螺纹标准中没有规定精密级螺纹，因为该螺纹不用来做精密传动。在今后的产品设计中如有需要也可考虑采用 6 级中径公差值，此时需根据附录中给出的计算式计算小径的公差值。

（2）从表 6.4-14 中可以看出螺纹精度，旋合长度、公差等级三者之间的关系。当旋合长度由 $N$ 组加长到 $L$ 组时，需降低公差等级一级，在选用表外规定的公差带时，也应遵循这一原则。

（3）表 6.4-14 中 $N$ 组外螺纹的每栏中都并列两组公差带 8e 和 8c、7h 和 7e，他们的公差带位置不同，但公差值大小相等。根据产品性能要求选用哪一组都属于同一精度级别。而不是分别代表中径和顶径公差的一组公差带。

## 4.6　关于多线螺纹的规定

（1）多线螺纹的顶径公差和底径公差与单线螺纹相同。

（2）多线螺纹的中径公差是在单线螺纹中径公差的基础上按线数不同分别乘一系数而得，各种不同线数的系数列于表 6.4-15。

**表 6.4-15　多线螺纹的系数**

（GB 5796.4—86）

| 线数 | 2 | 3 | 4 | ≥5 |
|---|---|---|---|---|
| 系数 | 1.12 | 1.25 | 1.4 | 1.6 |

## 4.7　螺纹标记

（1）关于螺纹标记的规定

梯形螺纹的标记由梯形螺纹代号、公差带代号和旋合长度代号组成。

1）梯形螺纹代号见GB 5796.2—86《梯形螺纹直径与螺距系列》标准的规定。

2）梯形螺纹的公差带代号只标注中径公差带（由表示公差等级的数字及公差带位置的字母组成）。

3）当旋合长度为$N$组时，不标注旋合长度代号。当旋合长度为$L$组时，应将组别代号写在公差带代号的后面，并用"—"隔开。特殊需要时可用具体旋合长度数值代替组别代号$L$。

4）梯形螺纹副的公差带要分别注出内、外螺纹的公差带代号。前面是内螺纹公差带代号，后面是外螺纹公差带代号，中间用斜线分开。

（2）标记示例及说明

1）当标记中没有注出旋合长度组别代号时，则表示该螺纹为$N$组旋合长度。

2）在标记中写出具体的旋合长度值多属要求采用全长量规进行检验的情况，以此保证工件的全部旋合。由于制造专用量规的费用高、周期长，一般不做这样的要求，因此称之为特殊需要。

3）具体的标记示例如下：

内螺纹：Tr40×7—7H

外螺纹：Tr40×7—7e

左旋外螺纹：Tr40×7LH—7e

螺纹副：Tr40×7—7H/7e

旋合长度为$L$组的多线螺纹：

Tr40×14（P7）—8e—L

旋合长度为特殊需要时的螺纹：

Tr40×7—7e—140

## 4.8 梯形螺纹的计算公式（GB 5796.4—86附录）

在GB 5796.4—86《梯形螺纹 公差》标准的附录中列出了各直径基本偏差、公差和旋合长度的计算式。为了系列的均衡并符合优先数系，将计算结果圆整到R40系列最接近的值。但外螺纹小径公差$Td_3$的计算结果不修约。

（1）基本偏差计算式

$EI_H=0$

$es_h=0$

$es_c=-(125+11P)\quad P\leqslant 2$

$es_e=-(5+94.12\sqrt{P})\quad P=3\sim 44$

$es_e=-(50+11P)\quad P\leqslant 3$

$es_r=-47.49\sqrt{P}\quad P=4\sim 44$

式中EI和es的单位为μm；$P$的单位为mm。

（2）内螺纹小径公差计算式

$$TD_1\ (4)=0.63\ (230P^{0.7})$$

式中 $TD_1$的单位为μm；$P$的单位为mm。

（3）外螺纹大径公差计算式

$$Td\ (4)=0.63\left(180\sqrt[3]{P^2}-\frac{3.15}{\sqrt{P}}\right)$$

式中 Td的单位为μm；$P$的单位为mm。

（4）外螺纹中径公差计算式

$$Td_2\ (6)=90P^{0.4}d^{0.1}$$

$$Td_2\ (7)=1.25Td_2\ (6)$$

$$Td_2\ (8)=1.6Td_2\ (6)$$

$$Td_2\ (9)=2Td_2\ (6)$$

式中 $Td_2$单位为μm；$P$和$d$的单位为mm。$d$值取相应公称直径分段首尾两数的几何平均值。

（5）内螺纹中径公差计算式

$$TD_2\ (7)=1.7Td_2\ (6)$$

$$TD_2\ (8)=2.12Td_2\ (6)$$

$$TD_2\ (9)=2.65Td_2\ (6)$$

式中 $TD_2$、$Td_2$单位为μm。

（6）外螺纹小径公差计算式

$$Td_3=1.25Td^2+|es|$$

式中各项的单位均为μm。

（7）旋合长度的计算式

$$l_{N\min}=2.24Pd^{0.2}$$

$$l_{N\max}=6.7Pd^{0.2}$$

式中各参数单位均为mm。$d$值应是GB 5796.4—86规定的公称直径，同时还应使该值在$d$所在尺寸段内尽可能地小。

# 5 梯形螺纹 极限尺寸（GB 12359—90）

GB 12359—90标准中规定了梯形螺纹中内、外螺纹选用公差带的极限尺寸。适用于GB 5796.1～4—86所规定的梯形螺纹。

## 5.1 内螺纹的极限尺寸

内螺纹的公差带位置如图6.4-6所示，其极限尺寸的计算式如下：

内螺纹大径的最小尺寸 $D_{4\min}=D_4+EI_H$

内螺纹中径的最小尺寸 $D_{2\min}=D_2+EI_H$

内螺纹中径的最大尺寸 $D_{2\max}=D_4-EI_H+TD_2$

内螺纹小径的最小尺寸 $D_{1\min}=D_1-EI_H$

内螺纹小径的最大尺寸 $D_{1\max}=D_1-EI_H+TD_1$

式中 $D_4$——内螺纹大径基本尺寸；

$D_2$——内螺纹中径基本尺寸；

$D_1$——内螺纹小径基本尺寸；

$TD_1$——内螺纹小径公差；

$TD_2$——内螺纹中径公差；

$EI_H$——H位置的基本偏差。

内螺纹的极限尺寸列于表6.4-16。

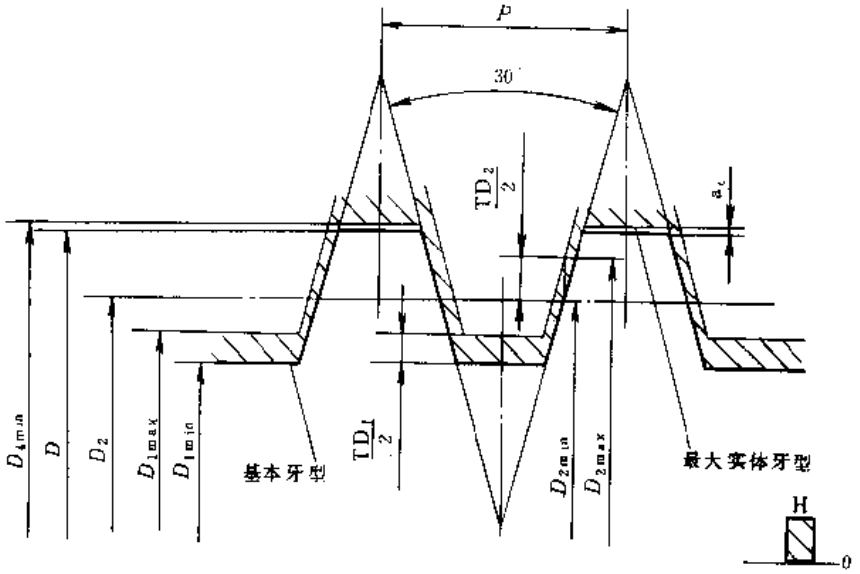



**图 6.4-6**　内螺纹公差带及极限尺寸

$D_{4min}$—内螺纹大径最小尺寸　$D$—内螺纹公称直径　$D_2$—内螺纹中径基本尺寸

$D_{1max}$—内螺纹小径最大尺寸　$D_{1min}$—内螺纹小径最小尺寸　$D_{2min}$—内螺纹中径最小尺寸

$D_{2max}$—内螺纹中径最大尺寸　$P$—螺距　$a_c$—牙顶间隙

**表 6.4-16　内螺纹极限尺寸**　(mm)

| 公称直径 $D$ | 螺距 $P$ | 大径 $D_1=D_{4min}$ | 中径 | | | 小径 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 最小尺寸 $D_{2min}$ | 最大尺寸 $D_{2max}$ | 公差带 | 最小尺寸 $D_{1min}$ | 最大尺寸 $D_{1max}$ |
| 8 | 1.5 | 8.300 | 7H | 7.250 | 7.474 | 4H | 6.500 | 6.690 |
| | | | 8H | | 7.530 | | | |
| | | | 9H | | 7.605 | | | |
| 9 | 1.5 | 9.300 | 7H | 8.250 | 8.474 | 4H | 7.500 | 7.690 |
| | | | 8H | | 8.530 | | | |
| | | | 9H | | 8.605 | | | |
| | 2 | 9.500 | 7H | 8.000 | 8.250 | 4H | 7.000 | 7.236 |
| | | | 8H | | 8.315 | | | |
| | | | 9H | | 8.400 | | | |
| 10 | 1.5 | 10.300 | 7H | 9.250 | 9.474 | 4H | 8.500 | 8.690 |
| | | | 8H | | 9.530 | | | |
| | | | 9H | | 9.605 | | | |
| | 2 | 10.500 | 7H | 9.000 | 9.250 | 4H | 8.000 | 8.236 |
| | | | 8H | | 9.315 | | | |
| | | | 9H | | 9.400 | | | |
| 11 | 2 | 11.500 | 7H | 10.000 | 10.250 | 4H | 9.000 | 9.236 |
| | | | 8H | | 10.315 | | | |
| | | | 9H | | 10.400 | | | |
| | 3 | 11.500 | 7H | 9.500 | 9.780 | 4H | 8.000 | 8.315 |
| | | | 8H | | 9.855 | | | |
| | | | 9H | | 9.950 | | | |

（续）

| 公称直径 $D$ | 螺距 $P$ | 大径 $D_4=D_{4\min}$ | 中径 公差带 | 中径 最小尺寸 $D_{2\min}$ | 中径 最大尺寸 $D_{2\max}$ | 小径 公差带 | 小径 最小尺寸 $D_{1\min}$ | 小径 最大尺寸 $D_{1\max}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | 2 | 12.500 | 7H<br>8H<br>9H | 11.000 | 11.265<br>11.335<br>11.425 | 4H | 10.000 | 10.236 |
| | 3 | 12.500 | 7H<br>8H<br>9H | 10.500 | 10.800<br>10.875<br>10.975 | 4H | 9.000 | 9.315 |
| 14 | 2 | 14.500 | 7H<br>8H<br>9H | 13.000 | 13.265<br>13.335<br>13.425 | 4H | 12.000 | 12.236 |
| | 3 | 14.500 | 7H<br>8H<br>9H | 12.500 | 12.800<br>12.875<br>12.975 | 4H | 11.000 | 11.315 |
| 16 | 2 | 16.500 | 7H<br>8H<br>9H | 15.000 | 15.265<br>15.335<br>15.425 | 4H | 14.000 | 14.236 |
| | 4 | 16.500 | 7H<br>8H<br>9H | 14.000 | 14.355<br>14.450<br>14.560 | 4H | 12.000 | 12.375 |
| 18 | 2 | 18.500 | 7H<br>8H<br>9H | 17.000 | 17.265<br>17.335<br>17.425 | 4H | 16.000 | 16.236 |
| | 4 | 18.500 | 7H<br>8H<br>9H | 16.000 | 16.355<br>16.450<br>16.560 | 4H | 14.000 | 14.375 |
| 20 | 2 | 20.500 | 7H<br>8H<br>9H | 19.000 | 19.265<br>19.335<br>19.425 | 4H | 18.000 | 18.236 |
| | 4 | 20.500 | 7H<br>8H<br>9H | 18.000 | 18.355<br>18.450<br>18.560 | 4H | 16.000 | 16.375 |
| 22 | 3 | 22.500 | 7H<br>8H<br>9H | 20.500 | 20.800<br>20.875<br>20.975 | 4H | 19.000 | 19.315 |
| | 5 | 22.500 | 7H<br>8H<br>9H | 19.500 | 19.875<br>19.975<br>20.100 | 4H | 17.000 | 17.450 |
| | 8 | 23.000 | 7H<br>8H<br>9H | 18.000 | 18.475<br>18.600<br>18.750 | 4H | 14.000 | 14.630 |

（续）

| 公称直径 $D$ | 螺距 $P$ | 大径 $D_4=D_{4\min}$ | 中径 | | | 小径 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 最小尺寸 $D_{2\min}$ | 最大尺寸 $D_{2\max}$ | 公差带 | 最小尺寸 $D_{1\min}$ | 最大尺寸 $D_{1\max}$ |
| 24 | 3 | 24.500 | 7H<br>8H<br>9H | 22.500 | 22.835<br>22.925<br>23.030 | 4H | 21.000 | 21.315 |
| | 5 | 24.500 | 7H<br>8H<br>9H | 21.500 | 21.900<br>22.000<br>22.130 | 4H | 19.000 | 19.450 |
| | 8 | 25.00 | 7H<br>8H<br>9H | 20.000 | 20.500<br>20.630<br>20.800 | 4H | 16.000 | 16.630 |
| 26 | 3 | 26.500 | 7H<br>8H<br>9H | 24.500 | 24.835<br>24.925<br>25.030 | 4H | 23.000 | 23.315 |
| | 5 | 26.500 | 7H<br>8H<br>9H | 23.500 | 23.900<br>24.000<br>24.130 | 4H | 21.000 | 21.450 |
| | 8 | 27.000 | 7H<br>8H<br>9H | 22.000 | 22.500<br>22.630<br>22.800 | 4H | 18.000 | 18.630 |
| 28 | 3 | 28.500 | 7H<br>8H<br>9H | 26.500 | 26.835<br>26.925<br>27.030 | 4H | 25.000 | 25.315 |
| | 5 | 28.500 | 7H<br>8H<br>9H | 25.500 | 25.900<br>26.000<br>26.130 | 4H | 23.000 | 23.450 |
| | 8 | 29.000 | 7H<br>8H<br>9H | 24.000 | 24.500<br>24.630<br>24.800 | 4H | 20.000 | 20.630 |
| 30 | 3 | 30.500 | 7H<br>8H<br>9H | 28.500 | 28.835<br>28.925<br>29.030 | 4H | 27.000 | 27.315 |
| | 6 | 31.000 | 7H<br>8H<br>9H | 27.000 | 27.450<br>27.560<br>27.710 | 4H | 24.000 | 24.500 |
| | 10 | 31.000 | 7H<br>8H<br>9H | 25.000 | 25.530<br>25.670<br>25.850 | 4H | 20.000 | 20.710 |

（续）

| 公称直径 $D$ | 螺距 $P$ | 大径 $D_4=D_{4\min}$ | 中径 | | | 小径 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 最小尺寸 $D_{2\min}$ | 最大尺寸 $D_{2\max}$ | 公差带 | 最小尺寸 $D_{1\min}$ | 最大尺寸 $D_{1\max}$ |
| 32 | 3 | 32.500 | 7H<br>8H<br>9H | 30.500 | 30.835<br>30.925<br>31.030 | 4H | 29.000 | 29.315 |
| | 6 | 33.000 | 7H<br>8H<br>9H | 29.000 | 29.450<br>29.560<br>29.710 | 4H | 26.000 | 26.500 |
| | 10 | 33.000 | 7H<br>8H<br>9H | 27.000 | 27.530<br>27.670<br>27.850 | 4H | 22.000 | 22.710 |
| 34 | 3 | 34.500 | 7H<br>8H<br>9H | 32.500 | 32.835<br>32.925<br>33.030 | 4H | 31.000 | 31.315 |
| | 6 | 35.000 | 7H<br>8H<br>9H | 31.000 | 31.450<br>31.560<br>31.710 | 4H | 28.000 | 28.500 |
| | 10 | 35.000 | 7H<br>8H<br>9H | 29.000 | 29.530<br>29.670<br>29.850 | 4H | 24.000 | 24.710 |
| 36 | 3 | 36.500 | 7H<br>8H<br>9H | 34.500 | 34.835<br>34.925<br>35.030 | 4H | 33.000 | 33.315 |
| | 6 | 37.000 | 7H<br>8H<br>9H | 33.000 | 33.450<br>33.560<br>33.710 | 4H | 30.000 | 30.500 |
| | 10 | 37.000 | 7H<br>8H<br>9H | 31.000 | 31.530<br>31.670<br>31.850 | 4H | 26.000 | 26.710 |
| 38 | 3 | 38.500 | 7H<br>8H<br>9H | 36.500 | 36.835<br>36.925<br>37.030 | 4H | 35.000 | 35.315 |
| | 7 | 39.000 | 7H<br>8H<br>9H | 34.500 | 34.975<br>35.100<br>35.250 | 4H | 31.000 | 31.560 |
| | 10 | 39.000 | 7H<br>8H<br>9H | 33.000 | 33.530<br>33.670<br>33.850 | 4H | 28.000 | 28.710 |
| 40 | 3 | 40.500 | 7H<br>8H<br>9H | 38.500 | 38.835<br>38.925<br>39.030 | 4H | 37.000 | 37.315 |

（续）

| 公称直径 $D$ | 螺距 $P$ | 大径 $D_4=D_{4\min}$ | 中径 | | | 小径 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 最小尺寸 $D_{2\min}$ | 最大尺寸 $D_{2\max}$ | 公差带 | 最小尺寸 $D_{1\min}$ | 最大尺寸 $D_{1\max}$ |
| 40 | 7 | 41.000 | 7H<br>8H<br>9H | 36.500 | 36.975<br>37.100<br>37.250 | 4H | 33.000 | 33.560 |
| | 10 | 41.000 | 7H<br>8H<br>9H | 35.000 | 35.530<br>35.670<br>35.850 | 4H | 30.000 | 30.710 |
| 42 | 3 | 42.500 | 7H<br>8H<br>9H | 40.500 | 40.835<br>40.925<br>41.030 | 4H | 39.000 | 39.315 |
| | 7 | 43.000 | 7H<br>8H<br>9H | 38.500 | 38.975<br>39.100<br>39.250 | 4H | 35.000 | 35.560 |
| | 10 | 43.000 | 7H<br>8H<br>9H | 37.000 | 37.530<br>37.670<br>37.850 | 4H | 32.000 | 32.710 |
| 44 | 3 | 44.500 | 7H<br>8H<br>9H | 42.500 | 42.835<br>42.925<br>43.030 | 4H | 41.000 | 41.315 |
| | 7 | 45.000 | 7H<br>8H<br>9H | 40.500 | 40.975<br>41.100<br>41.250 | 4H | 37.000 | 37.560 |
| | 12 | 45.000 | 7H<br>8H<br>9H | 38.000 | 38.560<br>38.710<br>38.900 | 4H | 32.000 | 32.800 |
| 46 | 3 | 46.500 | 7H<br>8H<br>9H | 44.500 | 44.855<br>44.950<br>45.060 | 4H | 43.000 | 43.315 |
| | 8 | 47.000 | 7H<br>8H<br>9H | 42.000 | 42.530<br>42.670<br>42.850 | 4H | 38.000 | 38.630 |
| | 12 | 47.000 | 7H<br>8H<br>9H | 40.000 | 40.630<br>40.800<br>41.000 | 4H | 34.000 | 34.800 |
| 48 | 3 | 48.500 | 7H<br>8H<br>9H | 46.500 | 46.855<br>46.950<br>47.060 | 4H | 45.000 | 45.315 |
| | 8 | 49.000 | 7H<br>8H<br>9H | 44.000 | 44.530<br>44.670<br>44.850 | 4H | 40.000 | 40.630 |
| | 12 | 49.000 | 7H<br>8H<br>9H | 42.000 | 42.630<br>42.800<br>43.000 | 4H | 38.000 | 36.800 |

（续）

| 公称直径 $D$ | 螺距 $P$ | 大径 $D_4=D_{4min}$ | 中径 | | | 小径 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 最小尺寸 $D_{2min}$ | 最大尺寸 $D_{2max}$ | 公差带 | 最小尺寸 $D_{1min}$ | 最大尺寸 $D_{1max}$ |
| 50 | 3 | 50.500 | 7H<br>8H<br>9H | 48.500 | 48.855<br>48.950<br>49.060 | 4H | 47.000 | 47.315 |
| | 8 | 51.000 | 7H<br>8H<br>9H | 46.000 | 46.530<br>46.670<br>46.850 | 4H | 42.000 | 42.630 |
| | 12 | 51.000 | 7H<br>8H<br>9H | 44.000 | 44.630<br>44.800<br>45.000 | 4H | 38.000 | 38.800 |
| 52 | 3 | 52.500 | 7H<br>8H<br>9H | 50.500 | 50.855<br>50.950<br>51.060 | 4H | 49.000 | 49.315 |
| | 8 | 53.000 | 7H<br>8H<br>9H | 48.000 | 48.530<br>48.670<br>48.850 | 4H | 44.000 | 44.630 |
| | 12 | 53.000 | 7H<br>8H<br>9H | 46.000 | 46.630<br>46.800<br>47.000 | 4H | 40.000 | 40.800 |
| 55 | 3 | 55.500 | 7H<br>8H<br>9H | 53.500 | 53.855<br>53.950<br>54.060 | 4H | 52.000 | 52.315 |
| | 9 | 56.000 | 7H<br>8H<br>9H | 50.500 | 51.060<br>51.210<br>51.400 | 4H | 46.000 | 46.670 |
| | 4 | 57.000 | 7H<br>8H<br>9H | 48.000 | 48.670<br>48.850<br>49.060 | 4H | 41.000 | 41.900 |
| 60 | 3 | 60.500 | 7H<br>8H<br>9H | 58.500 | 58.855<br>58.950<br>59.060 | 4H | 57.000 | 57.315 |
| | 9 | 61.000 | 7H<br>8H<br>9H | 55.500 | 56.060<br>56.210<br>56.400 | 4H | 51.000 | 51.670 |
| | 14 | 62.000 | 7H<br>8H<br>9H | 53.000 | 53.670<br>53.850<br>54.060 | 4H | 46.000 | 46.900 |
| 65 | 4 | 65.500 | 7H<br>8H<br>9H | 63.000 | 63.400<br>63.500<br>63.630 | 4H | 61.000 | 61.375 |
| | 10 | 66.000 | 7H<br>8H<br>9H | 60.000 | 60.560<br>60.710<br>60.900 | 4H | 55.000 | 55.710 |

（续）

| 公称直径 $D$ | 螺距 $P$ | 大径 $D_4=D_{4\min}$ | 中径 | | | 小径 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 最小尺寸 $D_{2\min}$ | 最大尺寸 $D_{2\max}$ | 公差带 | 最小尺寸 $D_{1\min}$ | 最大尺寸 $D_{1\max}$ |
| 65 | 16 | 67.000 | 7H<br>8H<br>9H | 57.000 | 57.710<br>57.900<br>58.120 | 4H | 49.000 | 50.000 |
| 70 | 4 | 70.500 | 7H<br>8H<br>9H | 68.000 | 68.400<br>68.500<br>68.630 | 4H | 66.000 | 66.375 |
| | 10 | 71.000 | 7H<br>8H<br>9H | 65.000 | 65.560<br>65.710<br>65.900 | 4H | 60.000 | 60.710 |
| | 16 | 72.000 | 7H<br>8H<br>9H | 62.000 | 62.710<br>62.900<br>63.120 | 4H | 54.000 | 55.000 |
| 75 | 4 | 75.500 | 7H<br>8H<br>9H | 73.000 | 73.400<br>73.500<br>73.630 | 4H | 71.000 | 71.375 |
| | 10 | 76.000 | 7H<br>8H<br>9H | 70.000 | 70.560<br>70.710<br>70.900 | 4H | 65.000 | 65.710 |
| | 16 | 77.000 | 7H<br>8H<br>9H | 67.000 | 67.710<br>67.900<br>68.120 | 4H | 59.000 | 60.000 |
| 80 | 4 | 80.500 | 7H<br>8H<br>9H | 78.000 | 78.400<br>78.500<br>78.630 | 4H | 76.000 | 76.375 |
| | 10 | 81.000 | 7H<br>8H<br>9H | 75.000 | 75.560<br>75.710<br>75.900 | 4H | 70.000 | 70.710 |
| | 16 | 82.000 | 7H<br>8H<br>9H | 72.000 | 72.710<br>72.900<br>73.120 | 4H | 64.000 | 65.000 |
| 85 | 4 | 85.500 | 7H<br>8H<br>9H | 83.000 | 83.400<br>83.500<br>83.630 | 4H | 81.000 | 81.375 |
| | 12 | 86.000 | 7H<br>8H<br>9H | 79.000 | 79.630<br>79.800<br>80.000 | 4H | 73.000 | 73.800 |
| | 18 | 87.000 | 7H<br>8H<br>9H | 76.000 | 76.750<br>76.950<br>77.180 | 4H | 67.000 | 68.120 |

（续）

| 公称直径 $D$ | 螺距 $P$ | 大径 $D_4=D_{4\min}$ | 中径 | | | 小径 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 最小尺寸 $D_{2\min}$ | 最大尺寸 $D_{2\max}$ | 公差带 | 最小尺寸 $D_{1\min}$ | 最大尺寸 $D_{1\max}$ |
| 90 | 4 | 90.500 | 7H<br>8H<br>9H | 88.000 | 88.400<br>88.500<br>88.630 | 4H | 86.000 | 86.375 |
| | 12 | 91.000 | 7H<br>8H<br>9H | 84.000 | 84.630<br>84.800<br>85.000 | 4H | 78.000 | 78.800 |
| | 18 | 92.000 | 7H<br>8H<br>9H | 81.000 | 81.750<br>81.950<br>82.180 | 4H | 72.000 | 73.120 |
| 95 | 4 | 95.500 | 7H<br>8H<br>9H | 93.000 | 93.425<br>93.530<br>93.670 | 4H | 91.000 | 91.375 |
| | 12 | 96.000 | 7H<br>8H<br>9H | 89.000 | 89.670<br>89.850<br>90.060 | 4H | 83.000 | 83.800 |
| | 18 | 97.000 | 7H<br>8H<br>9H | 86.000 | 86.800<br>87.000<br>87.250 | 4H | 77.000 | 78.120 |
| 100 | 4 | 100.500 | 7H<br>8H<br>9H | 98.000 | 98.425<br>98.530<br>98.670 | 4H | 96.000 | 96.375 |
| | 12 | 101.000 | 7H<br>8H<br>9H | 94.000 | 94.670<br>94.850<br>95.060 | 4H | 88.000 | 88.800 |
| | 20 | 102.000 | 7H<br>8H<br>9H | 90.000 | 90.800<br>91.000<br>91.250 | 4H | 80.000 | 81.180 |
| 110 | 4 | 110.500 | 7H<br>8H<br>9H | 108.000 | 108.425<br>108.530<br>108.670 | 4H | 106.000 | 106.375 |
| | 12 | 111.000 | 7H<br>8H<br>9H | 104.000 | 104.670<br>104.850<br>105.060 | 4H | 98.000 | 98.800 |
| | 20 | 112.000 | 7H<br>8H<br>9H | 100.000 | 100.800<br>101.000<br>101.250 | 4H | 90.000 | 91.180 |
| 120 | 6 | 121.000 | 7H<br>8H<br>9H | 117.000 | 117.500<br>117.630<br>117.800 | 4H | 114.000 | 114.500 |

（续）

| 公称直径 $D$ | 螺距 $P$ | 大径 $D_4=D_{4\min}$ | 中径 | | | 小径 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 最小尺寸 $D_{2\min}$ | 最大尺寸 $D_{2\max}$ | 公差带 | 最小尺寸 $D_{1\min}$ | 最大尺寸 $D_{1\max}$ |
| 120 | 14 | 122.000 | 7H<br>8H<br>9H | 113.000 | 113.710<br>113.900<br>114.120 | 4H | 106.000 | 106.900 |
| | 22 | 122.000 | 7H<br>8H<br>9H | 109.000 | 109.850<br>110.060<br>110.320 | 4H | 98.000 | 99.250 |
| 130 | 6 | 131.000 | 7H<br>8H<br>9H | 127.000 | 127.500<br>127.630<br>127.800 | 4H | 124.000 | 124.500 |
| | 14 | 132.000 | 7H<br>8H<br>9H | 123.000 | 123.710<br>123.900<br>124.120 | 4H | 116.000 | 116.900 |
| | 22 | 132.000 | 7H<br>8H<br>9H | 119.000 | 119.850<br>120.060<br>120.320 | 4H | 108.000 | 109.250 |
| 140 | 6 | 141.000 | 7H<br>8H<br>9H | 137.000 | 137.500<br>137.630<br>137.800 | 4H | 134.000 | 134.500 |
| | 14 | 142.000 | 7H<br>8H<br>9H | 133.000 | 133.710<br>133.900<br>134.120 | 4H | 126.000 | 126.900 |
| | 24 | 142.000 | 7H<br>8H<br>9H | 128.000 | 128.900<br>129.120<br>129.400 | 4H | 116.000 | 117.320 |
| 150 | 6 | 151.000 | 7H<br>8H<br>9H | 147.000 | 147.500<br>147.630<br>147.800 | 4H | 144.000 | 144.500 |
| | 16 | 152.000 | 7H<br>8H<br>9H | 142.000 | 142.750<br>142.950<br>143.180 | 4H | 134.000 | 135.000 |
| | 24 | 152.000 | 7H<br>8H<br>9H | 138.000 | 138.900<br>139.120<br>139.400 | 4H | 126.000 | 127.320 |
| 160 | 6 | 161.000 | 7H<br>8H<br>9H | 157.000 | 157.500<br>157.630<br>157.800 | 4H | 154.000 | 154.500 |
| | 16 | 162.000 | 7H<br>8H<br>9H | 152.000 | 152.750<br>152.950<br>153.180 | 4H | 144.000 | 145.000 |
| | 28 | 162.000 | 7H<br>8H<br>9H | 146.000 | 146.950<br>147.180<br>147.500 | 4H | 132.000 | 133.500 |

（续）

| 公称直径 $D$ | 螺距 $P$ | 大径 $D_4=D_{4min}$ | 中径 | | | 小径 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 最小尺寸 $D_{2min}$ | 最大尺寸 $D_{2max}$ | 公差带 | 最小尺寸 $D_{1min}$ | 最大尺寸 $D_{1max}$ |
| 170 | 6 | 171.000 | 7H<br>8H<br>9H | 167.000 | 167.500<br>167.630<br>167.800 | 4H | 164.000 | 164.500 |
| | 16 | 172.000 | 7H<br>8H<br>9H | 162.000 | 162.750<br>162.950<br>163.180 | 4H | 154.000 | 155.000 |
| | 28 | 172.000 | 7H<br>8H<br>9H | 156.000 | 156.950<br>157.180<br>157.500 | 4H | 142.000 | 143.500 |
| 180 | 8 | 181.000 | 7H<br>8H<br>9H | 176.000 | 176.560<br>176.710<br>176.900 | 4H | 172.000 | 172.630 |
| | 18 | 182.000 | 7H<br>8H<br>9H | 171.000 | 171.800<br>172.000<br>172.250 | 4H | 162.000 | 163.120 |
| | 28 | 182.000 | 7H<br>8H<br>9H | 166.000 | 166.950<br>167.180<br>167.500 | 4H | 152.000 | 153.500 |
| 190 | 8 | 191.000 | 7H<br>8H<br>9H | 186.000 | 186.000<br>186.750<br>186.950 | 4H | 182.000 | 182.630 |
| | 18 | 192.000 | 7H<br>8H<br>9H | 181.000 | 181.850<br>182.060<br>182.320 | 4H | 172.000 | 173.120 |
| | 32 | 192.000 | 7H<br>8H<br>9H | 174.000 | 175.060<br>175.320<br>175.700 | 4H | 158.000 | 159.600 |
| 200 | 8 | 201.000 | 7H<br>8H<br>9H | 196.000 | 196.600<br>196.750<br>196.950 | 4H | 192.000 | 192.630 |
| | 18 | 202.000 | 7H<br>8H<br>9H | 191.000 | 191.850<br>192.060<br>192.320 | 4H | 182.000 | 183.120 |
| | 32 | 202.000 | 7H<br>8H<br>9H | 184.000 | 185.060<br>185.320<br>185.700 | 4H | 168.000 | 169.600 |

（续）

| 公称直径 $D$ | 螺距 $P$ | 大径 $D_4=D_{4\min}$ | 中径 | | | 小径 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 最小尺寸 $D_{2\min}$ | 最大尺寸 $D_{2\max}$ | 公差带 | 最小尺寸 $D_{1\min}$ | 最大尺寸 $D_{1\max}$ |
| 210 | 8 | 211.000 | 7H<br>8H<br>9H | 206.000 | 206.600<br>206.750<br>206.950 | 4H | 202.000 | 202.630 |
| | 20 | 212.000 | 7H<br>8H<br>9H | 200.000 | 200.900<br>201.120<br>201.400 | 4H | 190.000 | 191.180 |
| | 36 | 212.000 | 7H<br>8H<br>9H | 192.000 | 193.120<br>193.400<br>193.800 | 4H | 174.000 | 175.800 |
| 220 | 8 | 221.000 | 7H<br>8H<br>9H | 216.000 | 216.600<br>216.750<br>216.950 | 4H | 212.000 | 212.630 |
| | 20 | 222.000 | 7H<br>8H<br>9H | 210.000 | 210.900<br>211.120<br>211.400 | 4H | 200.000 | 201.180 |
| | 36 | 222.000 | 7H<br>8H<br>9H | 202.000 | 203.120<br>203.400<br>203.800 | 4H | 184.000 | 185.800 |
| 230 | 8 | 231.000 | 7H<br>8H<br>9H | 226.000 | 226.600<br>226.750<br>226.950 | 4H | 222.000 | 222.630 |
| | 20 | 232.000 | 7H<br>8H<br>9H | 220.000 | 220.900<br>221.120<br>221.400 | 4H | 210.000 | 211.180 |
| | 36 | 232.000 | 7H<br>8H<br>9H | 212.000 | 213.120<br>213.400<br>213.800 | 4H | 194.000 | 195.800 |
| 240 | 8 | 241.000 | 7H<br>8H<br>9H | 236.000 | 236.600<br>236.750<br>236.950 | 4H | 232.000 | 232.630 |
| | 22 | 242.000 | 7H<br>8H<br>9H | 229.000 | 229.900<br>230.120<br>230.400 | 4H | 218.000 | 219.250 |
| | 36 | 242.000 | 7H<br>8H<br>9H | 222.000 | 223.120<br>223.400<br>223.800 | 4H | 204.000 | 205.800 |

（续）

| 公称直径 $D$ | 螺距 $P$ | 大径 $D_4=D_{4\min}$ | 中径 | | | 小径 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 最小尺寸 $D_{2\min}$ | 最大尺寸 $D_{2\max}$ | 公差带 | 最小尺寸 $D_{1\min}$ | 最大尺寸 $D_{1\max}$ |
| 250 | 12 | 251.000 | 7H<br>8H<br>9H | 244.000 | 244.710<br>244.900<br>245.120 | 4H | 238.000 | 238.800 |
| | 22 | 252.000 | 7H<br>8H<br>9H | 239.000 | 239.900<br>240.120<br>240.400 | 4H | 228.000 | 229.250 |
| | 40 | 252.000 | 7H<br>8H<br>9H | 230.000 | 231.120<br>231.400<br>231.800 | 4H | 210.000 | 211.900 |
| 260 | 12 | 261.000 | 7H<br>8H<br>9H | 254.000 | 254.710<br>254.900<br>255.120 | 4H | 248.000 | 248.800 |
| | 22 | 262.000 | 7H<br>8H<br>9H | 249.000 | 249.900<br>250.120<br>250.400 | 4H | 238.000 | 239.250 |
| | 40 | 262.000 | 7H<br>8H<br>9H | 240.000 | 241.120<br>241.400<br>241.800 | 4H | 220.000 | 221.900 |
| 270 | 12 | 271.000 | 7H<br>8H<br>9H | 264.000 | 264.710<br>264.900<br>265.120 | 4H | 258.000 | 258.800 |
| | 24 | 272.000 | 7H<br>8H<br>9H | 258.000 | 258.950<br>259.180<br>259.500 | 4H | 246.000 | 247.320 |
| | 40 | 272.000 | 7H<br>8H<br>9H | 250.000 | 251.120<br>251.400<br>251.800 | 4H | 230.000 | 231.900 |
| 280 | 12 | 281.000 | 7H<br>8H<br>9H | 274.000 | 274.710<br>274.900<br>275.120 | 4H | 268.000 | 268.800 |
| | 24 | 282.000 | 7H<br>8H<br>9H | 268.000 | 268.950<br>269.180<br>269.500 | 4H | 256.000 | 257.320 |

（续）

| 公称直径 $D$ | 螺距 $P$ | 大径 $D_4=D_{4min}$ | 中径 | | | 小径 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 公差带 | 最小尺寸 $D_{2min}$ | 最大尺寸 $D_{2max}$ | 公差带 | 最小尺寸 $D_{1min}$ | 最大尺寸 $D_{1max}$ |
| 280 | 40 | 282.000 | 7H<br>8H<br>9H | 260.000 | 261.120<br>261.400<br>261.800 | 4H | 240.000 | 241.900 |
| 290 | 12 | 291.000 | 7H<br>8H<br>9H | 284.000 | 284.710<br>284.900<br>285.120 | 4H | 278.000 | 278.800 |
| | 24 | 292.000 | 7H<br>8H<br>9H | 278.000 | 278.950<br>279.180<br>279.500 | 4H | 266.000 | 267.320 |
| | 44 | 292.000 | 7H<br>8H<br>9H | 268.000 | 269.250<br>269.500<br>269.900 | 4H | 246.000 | 248.000 |
| 300 | 12 | 301.000 | 7H<br>8H<br>9H | 294.000 | 294.710<br>294.900<br>295.120 | 4H | 288.000 | 288.800 |
| | 24 | 302.000 | 7H<br>8H<br>9H | 288.000 | 288.950<br>289.180<br>289.500 | 4H | 276.000 | 277.320 |
| | 44 | 302.000 | 7H<br>8H<br>9H | 278.000 | 279.250<br>279.500<br>279.900 | 4H | 256.000 | 258.000 |

## 5.2　外螺纹的极限尺寸

外螺纹的公差带位置如图 6.4-7 所示，其极限尺寸的计算式如下：

外螺纹大径（公差带位置均为 h）：

$$d_{max}=d+es_h$$

$$d_{min}=d+es_h-T_d$$

$$es_h=0$$

外螺纹中径（公差带位置为 h、e、c）：

$$d_{2max}=d_2+es$$

$$d_{2min}=d_2+es-T_{d_2}$$

$$es_h=0$$

$es_e$、$es_c$ 值见表（6·4-7）

外螺纹小径（公差带位置为 h）

$$d_{3max}=d_3+es_h$$

$$d_{3min}=d_3+es_h-T_{d_3}$$

$$es_h=0$$

式中　$d$——外螺纹大径的基本尺寸；

$d_2$——外螺纹中径的基本尺寸；

$d_3$——外螺纹小径的基本尺寸；

$T_d$——外螺纹大径公差；

$T_{d_2}$——外螺纹中径公差；

$T_{d_3}$——外螺纹小径公差；

$es_h$、$es_e$、$es_c$——基本偏差。

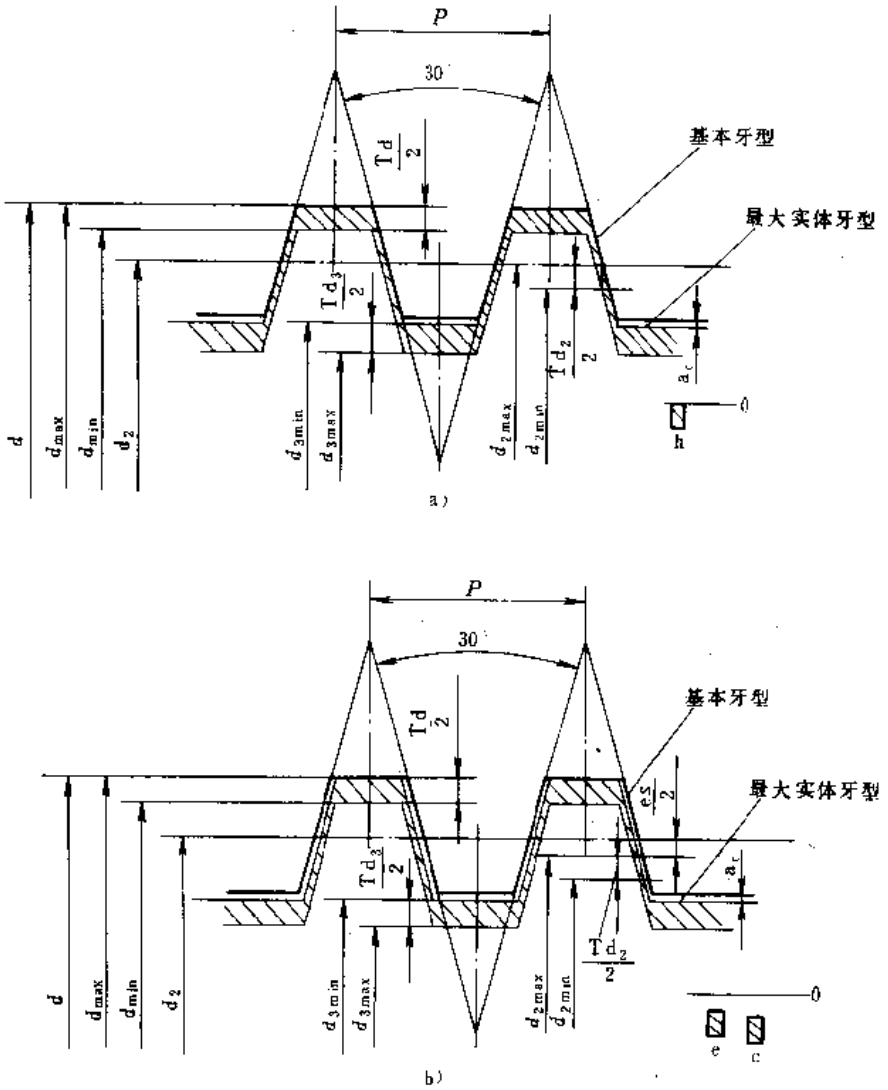



**图 6.4-7　外螺纹公差带及极限尺寸**

a）大、中、小径的公差带位置为 h　b）大、小径公差带位置为 h，中径为 e、c

$d$—外螺纹公称直径　$d_{2min}$—外螺纹中径最小尺寸

$d_{max}$—外螺纹大径最大尺寸　$d_{3max}$—外螺纹小径最大尺寸

$d_{min}$—外螺纹大径最小尺寸　$d_{3min}$—外螺纹小径最小尺寸

$d_2$—外螺纹中径基本尺寸　$P$—螺距

$d_{2max}$—外螺纹中径最大尺寸　$a_c$—牙顶间隙

**表 6.4-17　外螺纹极限尺寸**　(mm)

| 公称直径 $d$ | 螺　距 $P$ | 大　径 | | | 中　径 | | | 小　径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公差带 | 最大尺寸 $d_{max}$ | 最小尺寸 $d_{min}$ | 公差带 | 最大尺寸 $d_{2max}$ | 最小尺寸 $d_{2min}$ | 最大尺寸 $d_{3max}$ | 最小尺寸 $d_{3min}$ |
| 8 | 1.5 | 4h | 8.000 | 7.850 | 7h | 7.250 | 7.080 | 6.200 | 5.988 |
| | | | | | 7e | 7.183 | 7.013 | | 5.921 |

（续）

| 公称直径 $d$ | 螺距 $P$ | 大径 | | | 中径 | | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公差带 | 最大尺寸 $d_{max}$ | 最小尺寸 $d_{min}$ | 公差带 | 最大尺寸 $d_{2max}$ | 最小尺寸 $d_{2min}$ | 最大尺寸 $d_{3max}$ | 最小尺寸 $d_{3min}$ |
| 8 | 1.5 | 4h | 8.000 | 7.850 | 8e | 7.183 | 6.971 | 6.200 | 5.868 |
| | | | | | 8c | 7.110 | 6.898 | | 5.795 |
| | | | | | 9c | 7.110 | 6.845 | | 5.729 |
| 9 | 1.5 | 4h | 9.000 | 8.850 | 7h | 8.250 | 8.080 | 7.200 | 6.988 |
| | | | | | 7e | 8.183 | 8.013 | | 6.921 |
| | | | | | 8e | 8.183 | 7.971 | | 6.868 |
| | | | | | 8c | 8.110 | 7.898 | | 6.795 |
| | | | | | 9c | 8.110 | 7.845 | | 6.729 |
| | 2 | 4h | 9.000 | 8.820 | 7h | 8.000 | 7.810 | 6.500 | 6.262 |
| | | | | | 7e | 7.929 | 7.739 | | 6.191 |
| | | | | | 8e | 7.929 | 7.693 | | 6.134 |
| | | | | | 8c | 7.850 | 7.614 | | 6.055 |
| | | | | | 9c | 7.850 | 7.550 | | 5.975 |
| 10 | 1.5 | 4h | 10.000 | 9.850 | 7h | 9.250 | 9.080 | 8.200 | 7.988 |
| | | | | | 7e | 9.183 | 9.013 | | 7.921 |
| | | | | | 8e | 9.183 | 8.971 | | 7.868 |
| | | | | | 8c | 9.110 | 8.898 | | 7.795 |
| | | | | | 9c | 9.110 | 8.845 | | 7.729 |
| | 2 | 4h | 10.000 | 9.820 | 7h | 9.000 | 8.810 | 7.500 | 7.262 |
| | | | | | 7e | 8.929 | 8.739 | | 7.191 |
| | | | | | 8e | 8.929 | 8.693 | | 7.134 |
| | | | | | 8c | 8.850 | 8.614 | | 7.055 |
| | | | | | 9c | 8.850 | 8.550 | | 6.975 |
| 11 | 2 | 4h | 11.000 | 10.820 | 7h | 10.000 | 9.810 | 8.500 | 8.262 |
| | | | | | 7e | 9.929 | 9.739 | | 8.191 |
| | | | | | 8e | 9.929 | 9.693 | | 8.134 |
| | | | | | 8c | 9.850 | 9.614 | | 8.055 |
| | | | | | 9c | 9.850 | 9.550 | | 7.975 |
| | 3 | 4h | 11.000 | 10.764 | 7h | 9.500 | 9.288 | 7.500 | 7.235 |
| | | | | | 7e | 9.415 | 9.203 | | 7.150 |
| | | | | | 8e | 9.415 | 9.150 | | 7.084 |
| | | | | | 8c | 9.330 | 9.065 | | 6.999 |
| | | | | | 9c | 9.330 | 8.995 | | 6.911 |
| 12 | 2 | 4h | 12.000 | 11.820 | 7h | 11.000 | 10.800 | 9.500 | 9.250 |
| | | | | | 7e | 10.929 | 10.729 | | 9.179 |
| | | | | | 8e | 10.929 | 10.679 | | 9.117 |
| | | | | | 8c | 10.850 | 10.600 | | 9.038 |
| | | | | | 9c | 10.850 | 10.535 | | 8.956 |
| | 3 | 4h | 12.000 | 11.764 | 7h | 10.500 | 10.276 | 8.500 | 8.220 |
| | | | | | 7e | 10.415 | 10.191 | | 8.135 |
| | | | | | 8e | 10.415 | 10.135 | | 8.065 |
| | | | | | 8c | 10.330 | 10.050 | | 7.980 |
| | | | | | 9c | 10.330 | 9.975 | | 7.886 |

（续）

| 公称直径 $d$ | 螺距 $P$ | 大径 | | | 中径 | | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公差带 | 最大尺寸 $d_{max}$ | 最小尺寸 $d_{min}$ | 公差带 | 最大尺寸 $d_{2max}$ | 最小尺寸 $d_{2min}$ | 最大尺寸 $d_{3max}$ | 最小尺寸 $d_{3min}$ |
| 14 | 2 | 4h | 14.000 | 13.820 | 7h | 13.000 | 12.800 | 11.500 | 11.250 |
| | | | | | 7e | 12.929 | 12.729 | | 11.179 |
| | | | | | 8e | 12.929 | 12.679 | | 11.117 |
| | | | | | 8c | 12.850 | 12.600 | | 11.038 |
| | | | | | 9c | 12.850 | 12.535 | | 10.956 |
| | 3 | 4h | 14.000 | 13.764 | 7h | 12.500 | 12.276 | 10.500 | 10.220 |
| | | | | | 7e | 12.415 | 12.191 | | 10.135 |
| | | | | | 8e | 12.415 | 12.135 | | 10.065 |
| | | | | | 8c | 12.330 | 12.050 | | 9.980 |
| | | | | | 9c | 12.330 | 11.975 | | 9.866 |
| 16 | 2 | 4h | 16.000 | 15.820 | 7h | 15.000 | 14.800 | 13.500 | 13.250 |
| | | | | | 7e | 14.929 | 14.729 | | 13.179 |
| | | | | | 8e | 14.929 | 14.679 | | 13.117 |
| | | | | | 8c | 14.850 | 14.600 | | 13.038 |
| | | | | | 9c | 14.850 | 14.535 | | 12.956 |
| | 4 | 4h | 16.000 | 15.700 | 7h | 14.000 | 13.735 | 11.500 | 11.169 |
| | | | | | 7e | 13.905 | 13.640 | | 11.074 |
| | | | | | 8e | 13.905 | 13.570 | | 10.986 |
| | | | | | 8c | 13.810 | 13.475 | | 10.891 |
| | | | | | 9c | 13.810 | 13.385 | | 10.810 |
| 18 | 2 | 4h | 18.000 | 17.820 | 7h | 17.000 | 16.800 | 15.500 | 15.250 |
| | | | | | 7e | 16.929 | 16.729 | | 15.179 |
| | | | | | 8e | 16.929 | 16.679 | | 15.117 |
| | | | | | 8c | 16.850 | 16.600 | | 15.038 |
| | | | | | 9c | 16.850 | 16.535 | | 14.956 |
| | 4 | 4h | 18.000 | 17.700 | 7h | 16.000 | 15.735 | 13.500 | 13.169 |
| | | | | | 7e | 15.905 | 15.640 | | 13.074 |
| | | | | | 8e | 15.905 | 15.570 | | 12.986 |
| | | | | | 8c | 15.810 | 15.475 | | 12.891 |
| | | | | | 9c | 15.810 | 15.385 | | 12.810 |
| 20 | 2 | 4h | 20.000 | 19.820 | 7h | 19.000 | 18.800 | 17.500 | 17.250 |
| | | | | | 7e | 18.929 | 18.729 | | 17.179 |
| | | | | | 8e | 18.929 | 18.679 | | 17.117 |
| | | | | | 8c | 18.850 | 18.600 | | 17.038 |
| | | | | | 9c | 18.850 | 18.535 | | 16.956 |
| | 4 | 4h | 20.000 | 19.700 | 7h | 18.000 | 17.735 | 15.500 | 15.169 |
| | | | | | 7e | 17.905 | 17.640 | | 15.074 |
| | | | | | 8e | 17.905 | 17.570 | | 14.986 |
| | | | | | 8c | 17.810 | 17.475 | | 14.891 |
| | | | | | 9c | 17.810 | 17.385 | | 14.810 |

（续）

| 公称直径 $d$ | 螺距 $P$ | 大径 | | | 中径 | | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公差带 | 最大尺寸 $d_{max}$ | 最小尺寸 $d_{min}$ | 公差带 | 最大尺寸 $d_{2max}$ | 最小尺寸 $d_{2min}$ | 最大尺寸 $d_{3max}$ | 最小尺寸 $d_{3min}$ |
| 22 | 3 | 4h | 22.000 | 21.764 | 7h | 20.500 | 20.276 | 18.500 | 18.220 |
| | | | | | 7e | 20.415 | 20.191 | | 18.135 |
| | | | | | 8e | 20.415 | 20.135 | | 18.065 |
| | | | | | 8c | 20.330 | 20.050 | | 17.980 |
| | | | | | 9c | 20.330 | 19.975 | | 17.886 |
| | 5 | 4h | 22.000 | 21.665 | 7h | 19.500 | 19.220 | 16.500 | 16.150 |
| | | | | | 7e | 19.394 | 19.114 | | 16.044 |
| | | | | | 8e | 19.394 | 19.039 | | 15.950 |
| | | | | | 8c | 19.288 | 18.933 | | 15.844 |
| | | | | | 9c | 19.288 | 18.838 | | 15.725 |
| | 8 | 4h | 22.000 | 21.550 | 7h | 18.000 | 17.645 | 13.000 | 12.556 |
| | | | | | 7e | 17.868 | 17.513 | | 12.424 |
| | | | | | 8e | 17.868 | 17.418 | | 12.305 |
| | | | | | 8c | 17.735 | 17.285 | | 12.172 |
| | | | | | 9c | 17.735 | 17.175 | | 12.035 |
| 24 | 3 | 4h | 24.000 | 23.764 | 7h | 22.500 | 22.250 | 20.500 | 20.188 |
| | | | | | 7e | 22.415 | 22.165 | | 20.103 |
| | | | | | 8e | 22.415 | 22.100 | | 20.021 |
| | | | | | 8c | 22.330 | 22.015 | | 19.936 |
| | | | | | 9c | 22.330 | 21.930 | | 19.830 |
| | 5 | 4h | 24.000 | 23.665 | 7h | 21.500 | 21.200 | 18.500 | 18.125 |
| | | | | | 7e | 21.394 | 21.094 | | 18.019 |
| | | | | | 8e | 21.394 | 21.019 | | 17.925 |
| | | | | | 8c | 21.288 | 20.913 | | 17.819 |
| | | | | | 9c | 21.288 | 20.813 | | 17.694 |
| | 8 | 4h | 24.000 | 23.550 | 7h | 20.000 | 19.625 | 15.000 | 14.531 |
| | | | | | 7e | 19.868 | 19.493 | | 14.399 |
| | | | | | 8e | 19.868 | 19.393 | | 14.274 |
| | | | | | 8c | 19.735 | 19.260 | | 14.141 |
| | | | | | 9c | 19.735 | 19.135 | | 13.985 |
| 26 | 3 | 4h | 26.000 | 25.764 | 7h | 24.500 | 24.250 | 22.500 | 22.188 |
| | | | | | 7e | 24.415 | 24.165 | | 22.103 |
| | | | | | 8e | 24.415 | 24.100 | | 22.021 |
| | | | | | 8c | 24.330 | 24.015 | | 21.936 |
| | | | | | 9c | 24.330 | 23.930 | | 21.830 |
| | 5 | 4h | 26.000 | 25.665 | 7h | 23.500 | 23.200 | 20.500 | 20.125 |
| | | | | | 7e | 23.394 | 23.094 | | 20.019 |
| | | | | | 8e | 23.394 | 23.019 | | 19.925 |
| | | | | | 8c | 23.288 | 22.913 | | 19.819 |
| | | | | | 9c | 23.288 | 22.813 | | 19.694 |

（续）

| 公称直径 $d$ | 螺距 $P$ | 大径 | | | 中径 | | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公差带 | 最大尺寸 $d_{max}$ | 最小尺寸 $d_{min}$ | 公差带 | 最大尺寸 $d_{2max}$ | 最小尺寸 $d_{2min}$ | 最大尺寸 $d_{3max}$ | 最小尺寸 $d_{3min}$ |
| 26 | 8 | 4h | 26.000 | 25.550 | 7h | 22.000 | 21.625 | 17.000 | 16.531 |
| | | | | | 7e | 21.868 | 21.493 | | 16.399 |
| | | | | | 8e | 21.868 | 21.393 | | 16.274 |
| | | | | | 8c | 21.735 | 21.260 | | 16.141 |
| | | | | | 9c | 21.735 | 21.135 | | 15.985 |
| 28 | 3 | 4h | 28.000 | 27.764 | 7h | 26.500 | 26.250 | 24.500 | 24.188 |
| | | | | | 7e | 26.415 | 26.165 | | 24.103 |
| | | | | | 8e | 26.415 | 26.100 | | 24.021 |
| | | | | | 8c | 26.330 | 26.015 | | 23.936 |
| | | | | | 9c | 26.330 | 25.930 | | 23.830 |
| | 5 | 4h | 28.000 | 27.665 | 7h | 25.500 | 25.200 | 22.500 | 22.125 |
| | | | | | 7e | 25.394 | 25.094 | | 22.019 |
| | | | | | 8e | 25.394 | 25.019 | | 21.925 |
| | | | | | 8c | 25.288 | 24.913 | | 21.819 |
| | | | | | 9c | 25.288 | 24.813 | | 21.694 |
| | 8 | 4h | 28.000 | 27.550 | 7h | 24.000 | 23.625 | 19.000 | 18.531 |
| | | | | | 7e | 23.868 | 23.493 | | 18.399 |
| | | | | | 8e | 23.868 | 23.393 | | 18.274 |
| | | | | | 8c | 23.735 | 23.260 | | 18.141 |
| | | | | | 9c | 23.735 | 23.135 | | 17.985 |
| 30 | 3 | 4h | 30.000 | 29.764 | 7h | 28.500 | 28.250 | 26.500 | 26.188 |
| | | | | | 7e | 28.415 | 28.165 | | 26.103 |
| | | | | | 8e | 28.415 | 28.100 | | 26.021 |
| | | | | | 8c | 28.330 | 28.015 | | 25.936 |
| | | | | | 9c | 28.330 | 27.930 | | 25.830 |
| | 6 | 4h | 30.000 | 29.625 | 7h | 27.000 | 26.665 | 23.000 | 22.581 |
| | | | | | 7e | 26.882 | 26.547 | | 22.463 |
| | | | | | 8e | 26.882 | 26.457 | | 22.351 |
| | | | | | 8c | 26.764 | 26.339 | | 22.233 |
| | | | | | 9c | 26.764 | 26.234 | | 22.101 |
| | 10 | 4h | 30.000 | 29.470 | 7h | 25.000 | 24.600 | 19.000 | 18.500 |
| | | | | | 7e | 24.850 | 24.450 | | 18.350 |
| | | | | | 8e | 24.850 | 24.350 | | 18.225 |
| | | | | | 8c | 24.700 | 24.200 | | 18.075 |
| | | | | | 9c | 24.700 | 24.070 | | 17.913 |
| 32 | 3 | 4h | 32.000 | 31.764 | 7h | 30.500 | 30.250 | 28.500 | 28.188 |
| | | | | | 7e | 30.415 | 30.165 | | 28.103 |
| | | | | | 8e | 30.415 | 30.100 | | 28.021 |
| | | | | | 8c | 30.330 | 30.015 | | 27.936 |
| | | | | | 9c | 30.330 | 29.930 | | 27.830 |

（续）

| 公称直径 $d$ | 螺距 $P$ | 大径 | | | 中径 | | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公差带 | 最大尺寸 $d_{max}$ | 最小尺寸 $d_{min}$ | 公差带 | 最大尺寸 $d_{2max}$ | 最小尺寸 $d_{2min}$ | 最大尺寸 $d_{3max}$ | 最小尺寸 $d_{3min}$ |
| 32 | 6 | 4h | 32.000 | 31.625 | 7h | 29.000 | 28.665 | 25.000 | 24.581 |
| | | | | | 7e | 28.882 | 28.547 | | 24.463 |
| | | | | | 8e | 28.882 | 28.457 | | 24.351 |
| | | | | | 8c | 28.764 | 28.339 | | 24.233 |
| | | | | | 9c | 28.764 | 28.234 | | 24.101 |
| | 10 | 4h | 32.000 | 31.470 | 7h | 27.000 | 26.600 | 21.000 | 20.500 |
| | | | | | 7e | 26.850 | 26.450 | | 20.350 |
| | | | | | 8e | 26.850 | 26.350 | | 20.225 |
| | | | | | 8c | 26.700 | 26.200 | | 20.075 |
| | | | | | 9c | 26.700 | 26.070 | | 19.913 |
| 34 | 3 | 4h | 34.000 | 33.764 | 7h | 32.500 | 32.250 | 30.500 | 30.188 |
| | | | | | 7e | 32.415 | 32.165 | | 30.103 |
| | | | | | 8e | 32.415 | 32.100 | | 30.021 |
| | | | | | 8c | 32.330 | 32.015 | | 29.936 |
| | | | | | 9c | 32.330 | 31.930 | | 29.830 |
| | 6 | 4h | 34.000 | 33.625 | 7h | 31.000 | 30.665 | 27.000 | 26.581 |
| | | | | | 7e | 30.882 | 30.547 | | 26.463 |
| | | | | | 8e | 30.882 | 30.457 | | 26.351 |
| | | | | | 8c | 30.764 | 30.339 | | 26.233 |
| | | | | | 9c | 30.764 | 30.234 | | 26.101 |
| | 10 | 4h | 34.000 | 33.470 | 7h | 29.000 | 28.600 | 23.000 | 22.500 |
| | | | | | 7e | 28.850 | 28.450 | | 22.350 |
| | | | | | 8e | 28.850 | 28.350 | | 22.225 |
| | | | | | 8c | 28.700 | 28.200 | | 22.075 |
| | | | | | 9c | 28.700 | 28.070 | | 21.913 |
| 36 | 3 | 4h | 36.000 | 35.764 | 7h | 34.500 | 34.250 | 32.500 | 32.188 |
| | | | | | 7e | 34.415 | 34.165 | | 32.103 |
| | | | | | 8e | 34.415 | 34.100 | | 32.021 |
| | | | | | 8c | 34.330 | 34.015 | | 31.936 |
| | | | | | 9c | 34.330 | 33.930 | | 31.830 |
| | 6 | 4h | 36.000 | 35.625 | 7h | 33.000 | 32.665 | 29.000 | 28.581 |
| | | | | | 7e | 32.882 | 32.547 | | 28.463 |
| | | | | | 8e | 32.882 | 32.457 | | 28.351 |
| | | | | | 8c | 32.764 | 32.339 | | 28.233 |
| | | | | | 9c | 32.764 | 32.234 | | 28.101 |
| | 10 | 4h | 36.000 | 35.470 | 7h | 31.000 | 30.600 | 25.000 | 24.500 |
| | | | | | 7e | 30.850 | 30.450 | | 24.350 |
| | | | | | 8e | 30.850 | 30.350 | | 24.225 |
| | | | | | 8c | 30.700 | 30.200 | | 24.075 |
| | | | | | 9c | 30.700 | 30.070 | | 23.913 |

（续）

| 公称直径 $d$ | 螺距 $P$ | 大径 | | | 中径 | | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公差带 | 最大尺寸 $d_{max}$ | 最小尺寸 $d_{min}$ | 公差带 | 最大尺寸 $d_{2max}$ | 最小尺寸 $d_{2min}$ | 最大尺寸 $d_{3max}$ | 最小尺寸 $d_{3min}$ |
| 38 | 3 | 4h | 38.000 | 37.764 | 7h | 36.500 | 36.250 | 34.500 | 34.188 |
| | | | | | 7e | 36.415 | 36.165 | | 34.103 |
| | | | | | 8e | 36.415 | 36.100 | | 34.021 |
| | | | | | 8c | 36.330 | 36.015 | | 33.936 |
| | | | | | 9c | 36.330 | 35.930 | | 33.830 |
| | 7 | 4h | 38.000 | 37.575 | 7h | 34.500 | 34.145 | 30.000 | 29.556 |
| | | | | | 7e | 34.375 | 34.020 | | 29.431 |
| | | | | | 8e | 34.375 | 33.925 | | 29.312 |
| | | | | | 8c | 34.250 | 33.800 | | 29.187 |
| | | | | | 9c | 34.250 | 33.690 | | 29.050 |
| | 10 | 4h | 38.000 | 37.470 | 7h | 33.000 | 32.600 | 27.000 | 26.500 |
| | | | | | 7e | 32.850 | 32.450 | | 26.350 |
| | | | | | 8e | 32.850 | 32.350 | | 26.225 |
| | | | | | 8c | 32.700 | 32.200 | | 26.075 |
| | | | | | 9c | 32.700 | 32.070 | | 25.913 |
| 40 | 3 | 4h | 40.000 | 39.764 | 7h | 38.500 | 38.250 | 36.500 | 36.188 |
| | | | | | 7e | 38.415 | 38.165 | | 36.103 |
| | | | | | 8e | 38.415 | 38.100 | | 36.021 |
| | | | | | 8c | 38.330 | 38.015 | | 35.936 |
| | | | | | 9c | 38.330 | 37.930 | | 35.830 |
| | 7 | 4h | 40.000 | 39.575 | 7h | 36.500 | 36.145 | 32.000 | 31.556 |
| | | | | | 7e | 36.375 | 36.020 | | 31.431 |
| | | | | | 8e | 36.375 | 35.925 | | 31.312 |
| | | | | | 8c | 36.250 | 35.800 | | 31.187 |
| | | | | | 9c | 36.250 | 35.690 | | 31.050 |
| | 10 | 4h | 40.000 | 39.470 | 7h | 35.000 | 34.600 | 29.000 | 28.500 |
| | | | | | 7e | 34.850 | 34.450 | | 28.350 |
| | | | | | 8e | 34.850 | 34.350 | | 28.225 |
| | | | | | 8c | 34.700 | 34.200 | | 28.075 |
| | | | | | 9c | 34.700 | 34.070 | | 27.913 |
| 42 | 3 | 4h | 42.000 | 41.764 | 7h | 40.500 | 40.250 | 38.500 | 38.188 |
| | | | | | 7e | 40.415 | 40.165 | | 38.103 |
| | | | | | 8e | 40.415 | 40.100 | | 38.021 |
| | | | | | 8c | 40.330 | 40.015 | | 37.936 |
| | | | | | 9c | 40.330 | 39.930 | | 37.830 |
| | 7 | 4h | 42.000 | 41.575 | 7h | 38.500 | 38.145 | 34.000 | 33.556 |
| | | | | | 7e | 38.375 | 38.020 | | 33.431 |
| | | | | | 8e | 38.375 | 37.925 | | 33.312 |
| | | | | | 8c | 38.250 | 37.800 | | 33.187 |
| | | | | | 9c | 38.250 | 37.690 | | 33.050 |

（续）

| 公称直径 $d$ | 螺距 $P$ | 大径 | | | 中径 | | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公差带 | 最大尺寸 $d_{max}$ | 最小尺寸 $d_{min}$ | 公差带 | 最大尺寸 $d_{2max}$ | 最小尺寸 $d_{2min}$ | 最大尺寸 $d_{3max}$ | 最小尺寸 $d_{3min}$ |
| 42 | 10 | 4h | 42.000 | 41.470 | 7h | 37.000 | 36.600 | 31.000 | 30.500 |
| | | | | | 7e | 36.850 | 36.450 | | 30.350 |
| | | | | | 8e | 36.850 | 36.350 | | 30.225 |
| | | | | | 8c | 36.700 | 36.200 | | 30.075 |
| | | | | | 9c | 36.700 | 36.070 | | 29.913 |
| 44 | 3 | 4h | 44.000 | 43.764 | 7h | 42.500 | 42.250 | 40.500 | 40.188 |
| | | | | | 7e | 42.415 | 42.165 | | 40.103 |
| | | | | | 8e | 42.415 | 42.100 | | 40.021 |
| | | | | | 8c | 42.330 | 42.015 | | 39.936 |
| | | | | | 9c | 42.330 | 41.930 | | 39.830 |
| | 7 | 4h | 44.000 | 43.575 | 7h | 40.500 | 40.145 | 36.000 | 35.556 |
| | | | | | 7e | 40.375 | 40.020 | | 35.431 |
| | | | | | 8e | 40.375 | 39.925 | | 35.312 |
| | | | | | 8c | 40.250 | 39.800 | | 35.187 |
| | | | | | 9c | 40.250 | 39.690 | | 35.050 |
| | 12 | 4h | 44.000 | 43.400 | 7h | 38.000 | 37.575 | 31.000 | 30.469 |
| | | | | | 7e | 37.840 | 37.415 | | 30.309 |
| | | | | | 8e | 37.840 | 37.310 | | 30.177 |
| | | | | | 8c | 37.665 | 37.135 | | 30.002 |
| | | | | | 9c | 37.665 | 36.995 | | 29.777 |
| 46 | 3 | 4h | 46.000 | 45.764 | 7h | 44.500 | 44.235 | 42.500 | 42.169 |
| | | | | | 7e | 44.415 | 44.150 | | 42.084 |
| | | | | | 8e | 44.415 | 44.080 | | 41.996 |
| | | | | | 8c | 44.330 | 43.995 | | 41.911 |
| | | | | | 9c | 44.330 | 43.905 | | 41.799 |
| | 8 | 4h | 46.000 | 45.550 | 7h | 42.000 | 41.600 | 37.000 | 36.500 |
| | | | | | 7e | 41.868 | 41.468 | | 36.368 |
| | | | | | 8e | 41.868 | 41.368 | | 36.243 |
| | | | | | 8c | 41.735 | 41.235 | | 36.110 |
| | | | | | 9c | 41.735 | 41.105 | | 35.948 |
| | 12 | 4h | 46.000 | 45.400 | 7h | 40.000 | 39.525 | 33.000 | 32.406 |
| | | | | | 7e | 39.840 | 39.365 | | 32.246 |
| | | | | | 8e | 39.840 | 39.240 | | 32.090 |
| | | | | | 8c | 39.665 | 39.065 | | 31.915 |
| | | | | | 9c | 39.665 | 38.915 | | 31.727 |
| 48 | 3 | 4h | 48.000 | 47.764 | 7h | 46.500 | 46.235 | 44.500 | 44.169 |
| | | | | | 7e | 46.415 | 46.150 | | 44.084 |
| | | | | | 8e | 46.415 | 46.080 | | 43.996 |
| | | | | | 8c | 46.330 | 45.995 | | 43.911 |
| | | | | | 9c | 46.330 | 45.905 | | 43.799 |

（续）

| 公称直径 $d$ | 螺距 $P$ | 大径 | | | 中径 | | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公差带 | 最大尺寸 $d_{max}$ | 最小尺寸 $d_{min}$ | 公差带 | 最大尺寸 $d_{2max}$ | 最小尺寸 $d_{2min}$ | 最大尺寸 $d_{3max}$ | 最小尺寸 $d_{3min}$ |
| 48 | 8 | 4h | 48.000 | 47.550 | 7h | 44.000 | 43.600 | 39.000 | 38.500 |
| | | | | | 7e | 43.868 | 43.468 | | 38.368 |
| | | | | | 8e | 43.868 | 43.368 | | 38.243 |
| | | | | | 8c | 43.735 | 43.235 | | 38.110 |
| | | | | | 9c | 43.735 | 43.105 | | 37.948 |
| | 12 | 4h | 48.000 | 47.400 | 7h | 42.000 | 41.525 | 35.000 | 34.406 |
| | | | | | 7e | 41.840 | 41.365 | | 34.246 |
| | | | | | 8e | 41.840 | 41.240 | | 34.090 |
| | | | | | 8c | 41.665 | 41.065 | | 33.915 |
| | | | | | 9c | 41.665 | 40.915 | | 33.727 |
| 50 | 3 | 4h | 50.000 | 49.764 | 7h | 48.500 | 48.235 | 46.500 | 46.169 |
| | | | | | 7e | 48.415 | 48.150 | | 46.084 |
| | | | | | 8e | 48.415 | 48.080 | | 45.996 |
| | | | | | 8c | 48.330 | 47.995 | | 45.911 |
| | | | | | 9c | 48.330 | 47.905 | | 45.799 |
| | 8 | 4h | 50.000 | 49.550 | 7h | 46.000 | 45.600 | 41.000 | 40.500 |
| | | | | | 7e | 45.868 | 45.468 | | 40.368 |
| | | | | | 8e | 45.868 | 45.368 | | 40.243 |
| | | | | | 8c | 45.735 | 45.235 | | 40.110 |
| | | | | | 9c | 45.735 | 45.105 | | 39.948 |
| | 12 | 4h | 50.000 | 49.400 | 7h | 44.000 | 43.525 | 37.000 | 36.406 |
| | | | | | 7e | 43.840 | 43.365 | | 36.246 |
| | | | | | 8e | 43.840 | 43.240 | | 36.090 |
| | | | | | 8c | 43.665 | 43.065 | | 35.915 |
| | | | | | 9c | 43.665 | 42.915 | | 35.727 |
| 52 | 3 | 4h | 52.000 | 51.764 | 7h | 50.500 | 50.235 | 48.500 | 48.169 |
| | | | | | 7e | 50.415 | 50.150 | | 48.084 |
| | | | | | 8e | 50.415 | 50.080 | | 47.996 |
| | | | | | 8c | 50.330 | 49.995 | | 47.911 |
| | | | | | 9c | 50.330 | 49.905 | | 47.799 |
| | 8 | 4h | 52.000 | 51.550 | 7h | 48.000 | 47.600 | 43.000 | 42.500 |
| | | | | | 7e | 47.868 | 47.468 | | 42.368 |
| | | | | | 8e | 47.868 | 47.368 | | 42.243 |
| | | | | | 8c | 47.735 | 47.235 | | 42.110 |
| | | | | | 9c | 47.735 | 47.105 | | 41.948 |
| | 12 | 4h | 52.000 | 51.400 | 7h | 46.000 | 45.525 | 39.000 | 38.406 |
| | | | | | 7e | 45.840 | 45.365 | | 38.246 |
| | | | | | 8e | 45.840 | 45.240 | | 38.090 |
| | | | | | 8c | 45.665 | 45.065 | | 37.915 |
| | | | | | 9c | 45.665 | 44.915 | | 37.727 |

（续）

| 公称直径 $d$ | 螺距 $P$ | 大径 | | | 中径 | | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公差带 | 最大尺寸 $d_{max}$ | 最小尺寸 $d_{min}$ | 公差带 | 最大尺寸 $d_{2max}$ | 最小尺寸 $d_{2min}$ | 最大尺寸 $d_{3max}$ | 最小尺寸 $d_{3min}$ |
| 55 | 3 | 4h | 55.000 | 54.764 | 7h | 53.500 | 53.235 | 51.500 | 51.169 |
| | | | | | 7e | 53.415 | 53.150 | | 51.084 |
| | | | | | 8e | 53.415 | 53.080 | | 50.996 |
| | | | | | 8c | 53.330 | 52.995 | | 50.911 |
| | | | | | 9c | 53.330 | 52.905 | | 50.799 |
| | 9 | 4h | 55.000 | 54.500 | 7h | 50.500 | 50.075 | 45.000 | 44.469 |
| | | | | | 7e | 50.360 | 49.935 | | 44.329 |
| | | | | | 8e | 50.360 | 49.830 | | 44.197 |
| | | | | | 8c | 50.220 | 49.690 | | 44.057 |
| | | | | | 9c | 50.220 | 49.550 | | 43.882 |
| | 14 | 4h | 55.000 | 54.330 | 7h | 48.000 | 47.500 | 39.000 | 38.375 |
| | | | | | 7e | 47.820 | 47.320 | | 38.195 |
| | | | | | 8e | 47.820 | 47.190 | | 38.033 |
| | | | | | 8c | 47.645 | 47.015 | | 37.858 |
| | | | | | 9c | 47.645 | 46.845 | | 37.645 |
| 60 | 3 | 4h | 60.000 | 59.764 | 7h | 58.500 | 58.235 | 56.500 | 56.169 |
| | | | | | 7e | 58.415 | 68.150 | | 56.084 |
| | | | | | 8e | 58.415 | 58.080 | | 56.996 |
| | | | | | 8c | 58.330 | 57.995 | | 56.911 |
| | | | | | 9c | 58.330 | 57.905 | | 56.799 |
| | 9 | 4h | 60.000 | 59.500 | 7h | 55.500 | 55.075 | 50.000 | 49.469 |
| | | | | | 7e | 55.360 | 54.935 | | 49.329 |
| | | | | | 8e | 55.360 | 54.830 | | 49.197 |
| | | | | | 8c | 55.220 | 54.690 | | 49.057 |
| | | | | | 9c | 55.220 | 54.550 | | 48.882 |
| | 14 | 4h | 60.000 | 59.330 | 7h | 53.000 | 52.500 | 44.000 | 43.375 |
| | | | | | 7e | 52.820 | 52.320 | | 43.195 |
| | | | | | 8e | 52.820 | 52.190 | | 43.033 |
| | | | | | 8c | 52.645 | 52.015 | | 42.858 |
| | | | | | 9c | 52.645 | 51.845 | | 42.645 |
| 65 | 4 | 4h | 65.000 | 64.700 | 7h | 63.000 | 62.700 | 60.500 | 60.125 |
| | | | | | 7e | 62.905 | 62.605 | | 60.030 |
| | | | | | 8e | 62.905 | 62.530 | | 59.936 |
| | | | | | 8c | 62.810 | 62.435 | | 59.841 |
| | | | | | 9c | 62.810 | 62.335 | | 59.716 |
| | 10 | 4h | 65.000 | 64.470 | 7h | 60.000 | 59.575 | 54.000 | 53.469 |
| | | | | | 7e | 59.850 | 59.425 | | 53.319 |
| | | | | | 8e | 59.850 | 59.320 | | 53.187 |
| | | | | | 8c | 59.700 | 59.170 | | 53.037 |
| | | | | | 9c | 59.700 | 59.030 | | 52.862 |

（续）

| 公称直径 $d$ | 螺距 $P$ | 大径 | | | 中径 | | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公差带 | 最大尺寸 $d_{max}$ | 最小尺寸 $d_{min}$ | 公差带 | 最大尺寸 $d_{2max}$ | 最小尺寸 $d_{2min}$ | 最大尺寸 $d_{3max}$ | 最小尺寸 $d_{3min}$ |
| 65 | 16 | 4h | 65.000 | 64.290 | 7h | 57.000 | 56.470 | 47.000 | 46.338 |
| | | | | | 7e | 56.810 | 56.280 | | 46.147 |
| | | | | | 8e | 56.810 | 56.140 | | 45.972 |
| | | | | | 8c | 56.625 | 55.955 | | 45.787 |
| | | | | | 9c | 56.625 | 55.775 | | 45.562 |
| 70 | 4 | 4h | 70.000 | 69.700 | 7h | 68.000 | 67.700 | 65.500 | 65.125 |
| | | | | | 7e | 67.905 | 67.605 | | 65.030 |
| | | | | | 8e | 67.905 | 67.530 | | 64.936 |
| | | | | | 8c | 67.810 | 67.435 | | 64.841 |
| | | | | | 9c | 67.810 | 67.335 | | 64.716 |
| | 10 | 4h | 70.000 | 69.470 | 7h | 65.000 | 64.575 | 59.000 | 58.469 |
| | | | | | 7e | 64.850 | 64.425 | | 58.319 |
| | | | | | 8e | 64.850 | 64.320 | | 58.187 |
| | | | | | 8c | 64.700 | 64.170 | | 58.037 |
| | | | | | 9c | 64.700 | 64.030 | | 57.862 |
| | 16 | 4h | 70.000 | 69.290 | 7h | 62.000 | 61.470 | 52.000 | 51.338 |
| | | | | | 7e | 61.810 | 61.280 | | 51.147 |
| | | | | | 8e | 61.810 | 61.140 | | 50.972 |
| | | | | | 8c | 61.625 | 60.955 | | 50.787 |
| | | | | | 9c | 61.625 | 60.775 | | 50.562 |
| 75 | 4 | 4h | 75.000 | 74.700 | 7h | 73.000 | 72.700 | 70.500 | 70.125 |
| | | | | | 7e | 72.905 | 72.605 | | 70.030 |
| | | | | | 8e | 72.905 | 72.530 | | 69.936 |
| | | | | | 8c | 72.810 | 72.435 | | 69.841 |
| | | | | | 9c | 72.810 | 72.335 | | 69.716 |
| | 10 | 4h | 75.000 | 74.470 | 7h | 70.000 | 69.575 | 64.000 | 63.469 |
| | | | | | 7e | 69.850 | 69.425 | | 63.319 |
| | | | | | 8e | 69.850 | 69.320 | | 63.187 |
| | | | | | 8c | 69.700 | 69.170 | | 63.037 |
| | | | | | 9c | 69.700 | 69.030 | | 62.862 |
| | 16 | 4h | 75.000 | 74.290 | 7h | 67.000 | 66.470 | 57.000 | 56.338 |
| | | | | | 7e | 66.810 | 66.280 | | 56.147 |
| | | | | | 8e | 66.810 | 66.140 | | 55.972 |
| | | | | | 8c | 66.625 | 65.955 | | 55.787 |
| | | | | | 9c | 66.625 | 65.775 | | 55.562 |
| 80 | 4 | 4h | 80.000 | 79.700 | 7h | 78.000 | 77.700 | 75.500 | 75.125 |
| | | | | | 7e | 77.905 | 77.605 | | 75.030 |
| | | | | | 8e | 77.905 | 77.530 | | 74.936 |
| | | | | | 8c | 77.810 | 77.435 | | 74.841 |
| | | | | | 9c | 77.810 | 77.335 | | 74.716 |

（续）

| 公称直径 $d$ | 螺距 $P$ | 大径 | | | 中径 | | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公差带 | 最大尺寸 $d_{max}$ | 最小尺寸 $d_{min}$ | 公差带 | 最大尺寸 $d_{2max}$ | 最小尺寸 $d_{2min}$ | 最大尺寸 $d_{3max}$ | 最小尺寸 $d_{3min}$ |
| 80 | 10 | 4h | 80.000 | 79.470 | 7h | 75.000 | 74.575 | 69.000 | 68.469 |
| | | | | | 7e | 74.850 | 74.425 | | 68.319 |
| | | | | | 8e | 74.850 | 74.320 | | 68.187 |
| | | | | | 8c | 74.700 | 74.170 | | 68.037 |
| | | | | | 9c | 74.700 | 74.030 | | 67.862 |
| | 16 | 4h | 80.000 | 79.290 | 7h | 72.000 | 71.470 | 62.000 | 61.338 |
| | | | | | 7e | 71.810 | 71.280 | | 61.147 |
| | | | | | 8e | 71.810 | 71.140 | | 60.972 |
| | | | | | 8c | 71.625 | 70.955 | | 60.787 |
| | | | | | 9c | 71.625 | 70.775 | | 60.562 |
| 85 | 4 | 4h | 85.000 | 84.700 | 7h | 83.000 | 82.700 | 80.500 | 80.125 |
| | | | | | 7e | 82.905 | 82.605 | | 80.030 |
| | | | | | 8e | 82.905 | 82.530 | | 79.936 |
| | | | | | 8c | 82.810 | 82.435 | | 79.841 |
| | | | | | 9c | 82.810 | 82.335 | | 79.716 |
| | 12 | 4h | 85.000 | 84.400 | 7h | 79.000 | 78.525 | 72.000 | 71.406 |
| | | | | | 7e | 78.840 | 78.365 | | 71.246 |
| | | | | | 8e | 78.840 | 78.240 | | 71.090 |
| | | | | | 8c | 78.665 | 78.065 | | 70.915 |
| | | | | | 9c | 78.665 | 77.915 | | 70.727 |
| | 18 | 4h | 85.000 | 84.200 | 7h | 76.000 | 75.440 | 65.000 | 64.300 |
| | | | | | 7e | 75.800 | 75.240 | | 64.100 |
| | | | | | 8e | 75.800 | 75.090 | | 63.912 |
| | | | | | 8c | 75.600 | 74.890 | | 63.712 |
| | | | | | 9c | 75.600 | 74.700 | | 63.475 |
| 90 | 4 | 4h | 90.000 | 89.700 | 7h | 88.000 | 87.700 | 85.500 | 85.125 |
| | | | | | 7e | 87.905 | 87.605 | | 85.030 |
| | | | | | 8e | 87.905 | 87.530 | | 84.936 |
| | | | | | 8c | 87.810 | 87.435 | | 84.841 |
| | | | | | 9c | 87.810 | 87.335 | | 84.716 |
| | 12 | 4h | 90.000 | 89.400 | 7h | 84.000 | 83.525 | 77.000 | 76.406 |
| | | | | | 7e | 83.840 | 83.365 | | 76.246 |
| | | | | | 8e | 83.840 | 83.240 | | 76.090 |
| | | | | | 8c | 83.665 | 83.065 | | 75.915 |
| | | | | | 9c | 83.665 | 82.915 | | 75.727 |
| | 18 | 4h | 90.000 | 89.200 | 7h | 81.000 | 80.440 | 70.000 | 69.300 |
| | | | | | 7e | 80.800 | 80.240 | | 69.100 |
| | | | | | 8e | 80.800 | 80.090 | | 68.912 |
| | | | | | 8c | 80.600 | 79.890 | | 68.712 |
| | | | | | 9c | 80.600 | 79.700 | | 68.475 |

（续）

| 公称直径 $d$ | 螺距 $P$ | 大径 | | | 中径 | | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公差带 | 最大尺寸 $d_{max}$ | 最小尺寸 $d_{min}$ | 公差带 | 最大尺寸 $d_{2max}$ | 最小尺寸 $d_{2min}$ | 最大尺寸 $d_{3max}$ | 最小尺寸 $d_{3min}$ |
| 95 | 4 | 4h | 95.000 | 94.700 | 7h | 93.000 | 92.685 | 90.500 | 90.106 |
| | | | | | 7e | 92.905 | 92.590 | | 90.011 |
| | | | | | 8e | 92.905 | 92.505 | | 89.905 |
| | | | | | 8c | 92.810 | 92.410 | | 89.810 |
| | | | | | 9c | 92.810 | 92.310 | | 89.685 |
| | 12 | 4h | 95.000 | 94.400 | 7h | 89.000 | 88.500 | 82.000 | 81.375 |
| | | | | | 7e | 88.840 | 88.340 | | 81.215 |
| | | | | | 8e | 88.840 | 88.210 | | 81.053 |
| | | | | | 8c | 88.665 | 88.035 | | 80.878 |
| | | | | | 9c | 88.665 | 87.865 | | 80.665 |
| | 18 | 4h | 95.000 | 94.200 | 7h | 86.000 | 85.400 | 75.000 | 74.250 |
| | | | | | 7e | 85.800 | 85.200 | | 74.050 |
| | | | | | 8e | 85.800 | 85.050 | | 73.862 |
| | | | | | 8c | 85.600 | 84.850 | | 73.662 |
| | | | | | 9c | 85.600 | 84.650 | | 73.412 |
| 100 | 4 | 4h | 100.000 | 99.700 | 7h | 98.000 | 97.685 | 95.500 | 95.106 |
| | | | | | 7e | 97.905 | 97.590 | | 95.011 |
| | | | | | 8e | 97.905 | 97.505 | | 94.905 |
| | | | | | 8c | 97.810 | 97.410 | | 94.810 |
| | | | | | 9c | 97.810 | 97.310 | | 94.685 |
| | 12 | 4h | 100.000 | 99.400 | 7h | 94.000 | 93.500 | 87.000 | 86.375 |
| | | | | | 7e | 93.840 | 93.340 | | 86.215 |
| | | | | | 8e | 93.840 | 93.210 | | 86.053 |
| | | | | | 8c | 93.665 | 93.035 | | 85.878 |
| | | | | | 9c | 93.665 | 92.865 | | 85.665 |
| | 20 | 4h | 100.000 | 99.150 | 7h | 90.000 | 89.400 | 78.000 | 77.250 |
| | | | | | 7e | 89.788 | 89.188 | | 77.038 |
| | | | | | 8e | 89.788 | 89.038 | | 76.850 |
| | | | | | 8c | 89.575 | 88.825 | | 76.637 |
| | | | | | 9c | 89.575 | 88.625 | | 76.387 |
| 110 | 4 | 4h | 110.000 | 109.100 | 7h | 108.000 | 107.685 | 105.500 | 105.106 |
| | | | | | 7e | 107.905 | 107.590 | | 105.011 |
| | | | | | 8e | 107.905 | 107.505 | | 104.905 |
| | | | | | 8c | 107.810 | 107.410 | | 104.810 |
| | | | | | 9c | 107.810 | 107.310 | | 104.685 |
| | 12 | 4h | 110.000 | 109.400 | 7h | 104.000 | 103.500 | 97.000 | 96.375 |
| | | | | | 7e | 103.840 | 103.340 | | 96.215 |
| | | | | | 8e | 103.840 | 103.210 | | 96.053 |
| | | | | | 8c | 103.665 | 103.035 | | 95.878 |
| | | | | | 9c | 103.665 | 102.865 | | 95.665 |

（续）

| 公称直径 $d$ | 螺距 $P$ | 大径 | | | 中径 | | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公差带 | 最大尺寸 $d_{max}$ | 最小尺寸 $d_{min}$ | 公差带 | 最大尺寸 $d_{2max}$ | 最小尺寸 $d_{2min}$ | 最大尺寸 $d_{3max}$ | 最小尺寸 $d_{3min}$ |
| 110 | 20 | 4h | 110.000 | 109.150 | 7h | 100.000 | 99.400 | 88.000 | 87.250 |
| | | | | | 7e | 99.788 | 99.188 | | 87.038 |
| | | | | | 8e | 99.788 | 99.038 | | 86.850 |
| | | | | | 8c | 99.575 | 98.825 | | 86.637 |
| | | | | | 9c | 99.575 | 98.625 | | 86.387 |
| 120 | 6 | 4h | 120.000 | 119.625 | 7h | 117.000 | 116.625 | 113.000 | 112.531 |
| | | | | | 7e | 116.882 | 116.507 | | 112.413 |
| | | | | | 8e | 116.882 | 116.407 | | 112.288 |
| | | | | | 8c | 116.764 | 116.289 | | 112.170 |
| | | | | | 9c | 116.764 | 116.164 | | 112.014 |
| | 14 | 4h | 120.000 | 119.330 | 7h | 113.000 | 112.470 | 104.000 | 103.338 |
| | | | | | 7e | 112.820 | 112.290 | | 103.157 |
| | | | | | 8e | 112.820 | 112.150 | | 102.982 |
| | | | | | 8c | 112.645 | 111.975 | | 102.807 |
| | | | | | 9c | 112.645 | 111.795 | | 102.582 |
| | 22 | 4h | 120.000 | 119.100 | 7h | 109.000 | 108.370 | 96.000 | 95.212 |
| | | | | | 7e | 108.776 | 108.146 | | 94.989 |
| | | | | | 8e | 108.776 | 107.976 | | 94.776 |
| | | | | | 8c | 108.550 | 107.750 | | 94.550 |
| | | | | | 9c | 108.550 | 107.550 | | 94.300 |
| 130 | 6 | 4h | 130.000 | 129.625 | 7h | 127.000 | 126.625 | 123.000 | 122.531 |
| | | | | | 7e | 126.882 | 126.507 | | 122.413 |
| | | | | | 8e | 126.882 | 126.407 | | 122.288 |
| | | | | | 8c | 126.764 | 126.289 | | 122.170 |
| | | | | | 9c | 126.764 | 126.164 | | 122.014 |
| | 14 | 4h | 130.000 | 129.330 | 7h | 123.000 | 122.470 | 114.000 | 113.388 |
| | | | | | 7e | 122.820 | 122.290 | | 113.157 |
| | | | | | 8e | 122.820 | 122.150 | | 112.982 |
| | | | | | 8c | 122.645 | 121.975 | | 112.807 |
| | | | | | 9c | 122.645 | 121.795 | | 112.582 |
| | 22 | 4h | 130.000 | 129.100 | 7h | 119.000 | 118.370 | 106.000 | 105.212 |
| | | | | | 7e | 118.776 | 118.146 | | 104.989 |
| | | | | | 8e | 118.776 | 117.976 | | 104.776 |
| | | | | | 8c | 118.550 | 117.750 | | 104.550 |
| | | | | | 9c | 118.550 | 117.550 | | 104.300 |
| 140 | 6 | 4h | 140.000 | 139.625 | 7h | 137.000 | 136.625 | 133.000 | 132.531 |
| | | | | | 7e | 136.882 | 136.507 | | 132.413 |
| | | | | | 8e | 136.882 | 136.407 | | 132.288 |
| | | | | | 8c | 136.764 | 136.289 | | 132.170 |
| | | | | | 9c | 136.764 | 136.164 | | 132.014 |

（续）

| 公称直径 $d$ | 螺距 $P$ | 大径 | | | 中径 | | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公差带 | 最大尺寸 $d_{max}$ | 最小尺寸 $d_{min}$ | 公差带 | 最大尺寸 $d_{2max}$ | 最小尺寸 $d_{2min}$ | 最大尺寸 $d_{3max}$ | 最小尺寸 $d_{3min}$ |
| 140 | 14 | 4h | 140.000 | 139.330 | 7h | 133.000 | 132.470 | 124.000 | 123.338 |
| | | | | | 7e | 132.820 | 132.290 | | 123.157 |
| | | | | | 8e | 132.820 | 132.150 | | 122.982 |
| | | | | | 8c | 132.645 | 131.975 | | 122.807 |
| | | | | | 9 | 132.645 | 131.795 | | 122.582 |
| | 24 | 4h | 140.000 | 139.050 | 7h | 128.000 | 127.330 | 114.000 | 113.162 |
| | | | | | 7e | 127.764 | 127.094 | | 112.926 |
| | | | | | 8e | 127.764 | 126.914 | | 112.701 |
| | | | | | 8c | 127.525 | 126.675 | | 112.462 |
| | | | | | 9c | 127.525 | 126.465 | | 112.200 |
| 150 | 6 | 4h | 150.000 | 149.625 | 7h | 147.000 | 146.625 | 143.000 | 142.531 |
| | | | | | 7e | 146.882 | 146.507 | | 142.413 |
| | | | | | 8e | 146.882 | 146.407 | | 142.288 |
| | | | | | 8c | 146.764 | 146.289 | | 142.170 |
| | | | | | 9c | 146.764 | 146.164 | | 142.014 |
| | 16 | 4h | 150.000 | 149.290 | 7h | 142.000 | 141.440 | 132.000 | 131.300 |
| | | | | | 7e | 141.810 | 141.250 | | 131.110 |
| | | | | | 8e | 141.810 | 141.100 | | 130.922 |
| | | | | | 8c | 141.625 | 140.915 | | 130.737 |
| | | | | | 9c | 141.625 | 140.725 | | 130.500 |
| | 24 | 4h | 150.000 | 149.050 | 7h | 138.000 | 137.330 | 124.000 | 123.162 |
| | | | | | 7e | 137.764 | 137.094 | | 122.926 |
| | | | | | 8e | 137.764 | 136.914 | | 122.701 |
| | | | | | 8c | 137.525 | 136.675 | | 122.462 |
| | | | | | 9c | 137.525 | 136.465 | | 122.200 |
| 160 | 6 | 4h | 160.000 | 159.625 | 7h | 157.000 | 156.625 | 153.000 | 152.531 |
| | | | | | 7e | 156.882 | 156.507 | | 152.413 |
| | | | | | 8e | 156.882 | 156.407 | | 152.288 |
| | | | | | 8c | 156.764 | 156.289 | | 152.170 |
| | | | | | 9c | 156.764 | 156.164 | | 152.014 |
| | 16 | 4h | 160.000 | 159.290 | 7h | 152.000 | 151.440 | 142.000 | 141.300 |
| | | | | | 7e | 151.810 | 151.250 | | 141.110 |
| | | | | | 8e | 151.810 | 151.100 | | 140.922 |
| | | | | | 8c | 151.625 | 150.915 | | 140.737 |
| | | | | | 9c | 151.625 | 150.725 | | 140.500 |
| | 28 | 4h | 160.000 | 158.940 | 7h | 146.000 | 145.290 | 130.000 | 129.112 |
| | | | | | 7e | 145.750 | 145.040 | | 128.862 |
| | | | | | 8e | 145.750 | 144.850 | | 128.625 |
| | | | | | 8c | 145.500 | 144.600 | | 128.375 |
| | | | | | 9c | 145.500 | 144.380 | | 128.100 |

（续）

| 公称直径 $d$ | 螺距 $P$ | 大径 | | | 中径 | | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公差带 | 最大尺寸 $d_{max}$ | 最小尺寸 $d_{min}$ | 公差带 | 最大尺寸 $d_{2max}$ | 最小尺寸 $d_{2min}$ | 最大尺寸 $d_{3max}$ | 最小尺寸 $d_{3min}$ |
| 170 | 6 | 4h | 170.000 | 169.625 | 7h | 167.000 | 166.623 | 163.000 | 162.531 |
| | | | | | 7e | 166.882 | 166.507 | | 162.413 |
| | | | | | 8e | 166.882 | 166.407 | | 162.288 |
| | | | | | 8c | 166.764 | 166.289 | | 162.170 |
| | | | | | 9c | 166.764 | 166.164 | | 162.014 |
| | 16 | 4h | 170.000 | 169.290 | 7h | 162.000 | 161.400 | 152.000 | 151.300 |
| | | | | | 7e | 161.810 | 161.250 | | 151.110 |
| | | | | | 8e | 161.810 | 161.100 | | 150.922 |
| | | | | | 8c | 161.625 | 160.915 | | 150.737 |
| | | | | | 9c | 161.625 | 160.725 | | 150.500 |
| | 28 | 4h | 170.000 | 168.940 | 7h | 156.000 | 155.290 | 140.000 | 139.112 |
| | | | | | 7e | 155.750 | 155.040 | | 138.862 |
| | | | | | 8e | 155.750 | 154.850 | | 138.625 |
| | | | | | 8c | 155.500 | 154.600 | | 138.375 |
| | | | | | 9c | 155.500 | 154.380 | | 138.100 |
| 180 | 8 | 4h | 180.000 | 179.550 | 7h | 176.000 | 175.575 | 171.000 | 170.469 |
| | | | | | 7e | 175.868 | 175.443 | | 170.337 |
| | | | | | 8e | 175.868 | 175.338 | | 170.205 |
| | | | | | 8c | 175.735 | 175.205 | | 170.072 |
| | | | | | 9c | 175.735 | 175.065 | | 169.897 |
| | 18 | 4h | 180.000 | 179.200 | 7h | 171.000 | 170.400 | 150.000 | 159.250 |
| | | | | | 7e | 170.800 | 170.200 | | 159.050 |
| | | | | | 8e | 170.800 | 170.050 | | 158.862 |
| | | | | | 8c | 170.600 | 169.850 | | 158.662 |
| | | | | | 9c | 170.600 | 169.650 | | 158.412 |
| | 28 | 4h | 180.000 | 178.940 | 7h | 166.000 | 165.290 | 150.000 | 149.112 |
| | | | | | 7e | 165.750 | 165.040 | | 148.862 |
| | | | | | 8e | 165.750 | 165.850 | | 148.625 |
| | | | | | 8c | 165.500 | 164.600 | | 148.375 |
| | | | | | 9c | 165.500 | 164.380 | | 148.100 |
| 190 | 8 | 4h | 190.000 | 189.550 | 7h | 186.000 | 185.550 | 181.000 | 180.438 |
| | | | | | 7e | 185.868 | 185.418 | | 180.305 |
| | | | | | 8e | 185.868 | 185.308 | | 180.168 |
| | | | | | 8c | 185.735 | 185.175 | | 180.035 |
| | | | | | 9c | 185.735 | 185.025 | | 179.847 |
| | 18 | 4h | 190.000 | 189.200 | 7h | 181.000 | 180.370 | 170.000 | 169.212 |
| | | | | | 7e | 180.800 | 180.170 | | 169.013 |
| | | | | | 8e | 180.800 | 180.000 | | 168.800 |
| | | | | | 8c | 180.600 | 179.800 | | 168.600 |
| | | | | | 9c | 180.600 | 179.600 | | 168.350 |

（续）

| 公称直径 $d$ | 螺距 $P$ | 大径 | | | 中径 | | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公差带 | 最大尺寸 $d_{1max}$ | 最小尺寸 $d_{1min}$ | 公差带 | 最大尺寸 $d_{2max}$ | 最小尺寸 $d_{2min}$ | 最大尺寸 $d_{3max}$ | 最小尺寸 $d_{3min}$ |
| 190 | 32 | 4h | 190.000 | 188.880 | 7h | 174.000 | 173.200 | 156.000 | 155.000 |
| | | | | | 7e | 173.735 | 172.935 | | 154.735 |
| | | | | | 8e | 173.735 | 172.735 | | 154.485 |
| | | | | | 8c | 173.470 | 172.470 | | 154.220 |
| | | | | | 9c | 173.470 | 172.220 | | 153.908 |
| 200 | 8 | 4h | 200.000 | 199.550 | 7h | 196.000 | 195.550 | 191.000 | 190.438 |
| | | | | | 7e | 195.868 | 195.418 | | 190.305 |
| | | | | | 8e | 195.868 | 195.308 | | 190.168 |
| | | | | | 8c | 195.735 | 195.175 | | 190.035 |
| | | | | | 9c | 195.735 | 195.025 | | 189.847 |
| | 18 | 4h | 200.000 | 199.200 | 7h | 191.000 | 190.370 | 180.000 | 179.212 |
| | | | | | 7e | 190.800 | 190.170 | | 179.613 |
| | | | | | 8e | 190.800 | 190.000 | | 178.800 |
| | | | | | 8c | 190.600 | 189.800 | | 178.600 |
| | | | | | 9c | 190.600 | 189.600 | | 178.350 |
| | 32 | 4h | 200.000 | 198.880 | 7h | 184.000 | 183.200 | 166.000 | 165.000 |
| | | | | | 7e | 183.735 | 182.935 | | 164.735 |
| | | | | | 8e | 183.735 | 182.735 | | 164.485 |
| | | | | | 8c | 183.470 | 182.470 | | 164.220 |
| | | | | | 9c | 183.470 | 182.220 | | 163.908 |
| 210 | 8 | 4h | 210.000 | 209.550 | 7h | 206.000 | 205.550 | 201.000 | 200.438 |
| | | | | | 7e | 205.868 | 205.418 | | 200.305 |
| | | | | | 8e | 205.868 | 205.308 | | 200.168 |
| | | | | | 8c | 205.735 | 205.175 | | 200.035 |
| | | | | | 9c | 205.735 | 205.025 | | 199.847 |
| | 20 | 4h | 210.000 | 209.150 | 7h | 200.000 | 199.330 | 188.000 | 187.162 |
| | | | | | 7e | 199.788 | 199.118 | | 186.950 |
| | | | | | 8e | 199.788 | 198.938 | | 186.725 |
| | | | | | 8c | 199.575 | 198.725 | | 186.512 |
| | | | | | 9c | 199.575 | 198.515 | | 186.250 |
| | 36 | 4h | 210.000 | 208.750 | 7h | 192.000 | 191.150 | 172.000 | 170.938 |
| | | | | | 7e | 191.720 | 190.870 | | 170.657 |
| | | | | | 8e | 191.720 | 190.660 | | 170.395 |
| | | | | | 8c | 191.440 | 190.380 | | 170.115 |
| | | | | | 9c | 191.440 | 190.120 | | 169.790 |
| 220 | 8 | 4h | 220.000 | 219.550 | 7h | 216.000 | 215.550 | 211.000 | 210.438 |
| | | | | | 7e | 215.868 | 215.418 | | 210.305 |
| | | | | | 8e | 215.868 | 215.308 | | 210.168 |
| | | | | | 8c | 215.735 | 215.175 | | 210.035 |
| | | | | | 9c | 215.735 | 215.025 | | 209.847 |

（续）

| 公称直径 $d$ | 螺距 $P$ | 大径 | | | 中径 | | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公差带 | 最大尺寸 $d_{max}$ | 最小尺寸 $d_{min}$ | 公差带 | 最大尺寸 $d_{2max}$ | 最小尺寸 $d_{2min}$ | 最大尺寸 $d_{3max}$ | 最小尺寸 $d_{3min}$ |
| 220 | 20 | 4h | 220.000 | 219.150 | 7h | 210.000 | 209.330 | 198.000 | 197.162 |
| | | | | | 7e | 209.788 | 209.118 | | 196.950 |
| | | | | | 8e | 209.788 | 208.938 | | 196.725 |
| | | | | | 8c | 209.575 | 208.725 | | 196.512 |
| | | | | | 9c | 209.575 | 208.515 | | 196.250 |
| | 36 | 4h | 220.000 | 218.750 | 7h | 202.000 | 201.150 | 182.000 | 180.938 |
| | | | | | 7e | 201.720 | 200.870 | | 180.657 |
| | | | | | 8e | 201.720 | 200.660 | | 180.395 |
| | | | | | 8c | 201.440 | 200.380 | | 180.115 |
| | | | | | 9c | 201.440 | 200.120 | | 179.790 |
| 230 | 8 | 4h | 230.000 | 229.550 | 7h | 226.000 | 225.550 | 221.000 | 220.438 |
| | | | | | 7e | 225.868 | 225.418 | | 220.305 |
| | | | | | 8e | 225.868 | 225.308 | | 220.168 |
| | | | | | 8c | 225.735 | 225.175 | | 220.035 |
| | | | | | 9c | 225.735 | 225.025 | | 219.847 |
| | 20 | 4h | 230.000 | 229.150 | 7h | 220.000 | 219.330 | 208.000 | 207.162 |
| | | | | | 7e | 219.788 | 219.118 | | 206.950 |
| | | | | | 8e | 219.788 | 218.938 | | 206.725 |
| | | | | | 8c | 219.575 | 218.725 | | 206.512 |
| | | | | | 9c | 219.575 | 218.515 | | 206.250 |
| | 36 | 4h | 230.000 | 228.750 | 7h | 212.000 | 211.150 | 192.000 | 190.938 |
| | | | | | 7e | 211.720 | 210.870 | | 190.657 |
| | | | | | 8e | 211.720 | 210.660 | | 190.395 |
| | | | | | 8c | 211.440 | 210.380 | | 190.115 |
| | | | | | 9c | 211.440 | 210.120 | | 189.790 |
| 240 | 8 | 4h | 240.000 | 239.550 | 7h | 236.000 | 235.550 | 231.000 | 230.438 |
| | | | | | 7e | 235.868 | 235.418 | | 230.305 |
| | | | | | 8e | 235.868 | 235.308 | | 230.168 |
| | | | | | 8c | 235.735 | 235.175 | | 230.035 |
| | | | | | 9c | 235.735 | 235.025 | | 229.847 |
| | 22 | 4h | 240.000 | 239.100 | 7h | 229.000 | 228.330 | 216.000 | 215.162 |
| | | | | | 7e | 228.776 | 228.106 | | 214.938 |
| | | | | | 8e | 228.776 | 227.926 | | 214.713 |
| | | | | | 8c | 228.550 | 227.700 | | 214.487 |
| | | | | | 9c | 228.550 | 227.490 | | 214.225 |
| | 36 | 4h | 240.000 | 238.750 | 7h | 222.000 | 221.150 | 202.000 | 200.938 |
| | | | | | 7e | 221.720 | 220.870 | | 200.657 |
| | | | | | 8e | 221.720 | 220.660 | | 200.395 |
| | | | | | 8c | 221.440 | 220.380 | | 200.115 |
| | | | | | 9c | 221.440 | 220.120 | | 199.790 |

（续）

| 公称直径 $d$ | 螺距 $P$ | 大径 | | | 中径 | | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公差带 | 最大尺寸 $d_{max}$ | 最小尺寸 $d_{min}$ | 公差带 | 最大尺寸 $d_{2max}$ | 最小尺寸 $d_{2min}$ | 最大尺寸 $d_{3max}$ | 最小尺寸 $d_{3min}$ |
| 250 | 12 | 4h | 250.000 | 249.400 | 7h | 244.000 | 243.470 | 237.000 | 236.338 |
| | | | | | 7e | 243.840 | 243.310 | | 236.177 |
| | | | | | 8e | 243.840 | 243.170 | | 236.002 |
| | | | | | 8c | 243.665 | 242.995 | | 235.827 |
| | | | | | 9c | 243.665 | 242.815 | | 235.602 |
| | 22 | 4h | 250.000 | 249.100 | 7h | 239.000 | 238.330 | 226.000 | 225.162 |
| | | | | | 7e | 238.776 | 238.106 | | 224.938 |
| | | | | | 8e | 238.776 | 237.926 | | 224.713 |
| | | | | | 8c | 238.550 | 237.700 | | 224.487 |
| | | | | | 9c | 238.550 | 237.490 | | 224.225 |
| | 40 | 4h | 250.000 | 248.680 | 7h | 230.000 | 229.150 | 208.000 | 206.938 |
| | | | | | 7e | 229.700 | 228.850 | | 206.637 |
| | | | | | 8e | 229.700 | 228.640 | | 206.375 |
| | | | | | 8c | 229.400 | 228.340 | | 206.075 |
| | | | | | 9c | 229.400 | 228.080 | | 205.750 |
| 260 | 12 | 4h | 260.000 | 259.400 | 7h | 254.000 | 253.470 | 247.000 | 246.338 |
| | | | | | 7e | 253.810 | 253.310 | | 246.177 |
| | | | | | 8e | 253.840 | 253.170 | | 246.002 |
| | | | | | 8c | 253.665 | 252.995 | | 245.827 |
| | | | | | 9c | 253.665 | 252.815 | | 245.602 |
| | 22 | 4h | 260.000 | 259.100 | 7h | 249.000 | 248.330 | 236.000 | 235.162 |
| | | | | | 7e | 248.776 | 248.106 | | 234.938 |
| | | | | | 8e | 248.776 | 247.926 | | 234.713 |
| | | | | | 8c | 248.550 | 247.700 | | 234.487 |
| | | | | | 9c | 248.550 | 247.490 | | 234.225 |
| | 40 | 4h | 260.000 | 258.680 | 7h | 240.000 | 239.150 | 218.000 | 216.938 |
| | | | | | 7e | 239.700 | 238.850 | | 216.637 |
| | | | | | 8e | 239.700 | 238.640 | | 216.375 |
| | | | | | 8c | 239.400 | 238.340 | | 216.075 |
| | | | | | 9c | 239.400 | 238.080 | | 215.750 |
| 270 | 12 | 4h | 270.000 | 269.400 | 7h | 264.000 | 263.470 | 257.000 | 256.338 |
| | | | | | 7e | 263.840 | 263.310 | | 256.177 |
| | | | | | 8e | 263.840 | 263.170 | | 256.002 |
| | | | | | 8c | 263.665 | 262.995 | | 255.827 |
| | | | | | 9c | 263.665 | 262.815 | | 255.602 |
| | 24 | 4h | 270.000 | 269.050 | 7h | 258.000 | 257.290 | 244.000 | 243.112 |
| | | | | | 7e | 257.764 | 257.054 | | 242.876 |
| | | | | | 8e | 257.764 | 256.864 | | 242.639 |
| | | | | | 8c | 257.525 | 256.625 | | 242.400 |
| | | | | | 9c | 257.525 | 256.405 | | 242.125 |

（续）

| 公称直径 $d$ | 螺距 $P$ | 大径 | | | 中径 | | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公差带 | 最大尺寸 $d_{max}$ | 最小尺寸 $d_{min}$ | 公差带 | 最大尺寸 $d_{2max}$ | 最小尺寸 $d_{2min}$ | 最大尺寸 $d_{3max}$ | 最小尺寸 $d_{3min}$ |
| 270 | 40 | 4h | 270.000 | 268.680 | 7h | 250.000 | 249.150 | 228.000 | 226.938 |
| | | | | | 7e | 249.700 | 248.850 | | 226.637 |
| | | | | | 8e | 249.700 | 248.640 | | 226.375 |
| | | | | | 8c | 249.400 | 248.340 | | 226.075 |
| | | | | | 9c | 249.400 | 248.080 | | 225.750 |
| 280 | 12 | 4h | 280.000 | 279.400 | 7h | 274.000 | 273.470 | 267.000 | 226.338 |
| | | | | | 7e | 273.840 | 273.310 | | 226.177 |
| | | | | | 8e | 273.840 | 273.170 | | 226.002 |
| | | | | | 8c | 273.665 | 272.995 | | 265.827 |
| | | | | | 9c | 273.665 | 272.815 | | 265.602 |
| | 24 | 4h | 280.000 | 279.050 | 7h | 268.000 | 267.290 | 254.000 | 253.112 |
| | | | | | 7e | 267.764 | 267.054 | | 252.876 |
| | | | | | 8e | 267.764 | 266.864 | | 252.639 |
| | | | | | 8c | 267.525 | 266.625 | | 252.400 |
| | | | | | 9c | 267.525 | 266.405 | | 252.125 |
| | 40 | 4h | 280.000 | 278.680 | 7h | 260.000 | 259.150 | 238.000 | 236.938 |
| | | | | | 7e | 259.700 | 258.850 | | 236.637 |
| | | | | | 8e | 259.700 | 258.640 | | 236.375 |
| | | | | | 8c | 259.400 | 258.340 | | 236.075 |
| | | | | | 9c | 259.400 | 258.080 | | 235.750 |
| 290 | 12 | 4h | 290.000 | 289.400 | 7h | 284.000 | 283.470 | 277.000 | 276.338 |
| | | | | | 7e | 283.840 | 283.310 | | 276.177 |
| | | | | | 8e | 283.840 | 283.170 | | 276.002 |
| | | | | | 8c | 283.665 | 282.995 | | 275.827 |
| | | | | | 9c | 283.665 | 282.815 | | 275.602 |
| | 24 | 4h | 290.000 | 289.050 | 7h | 278.000 | 277.290 | 264.000 | 263.112 |
| | | | | | 7e | 277.764 | 277.054 | | 262.876 |
| | | | | | 8e | 277.764 | 276.864 | | 262.639 |
| | | | | | 8c | 277.525 | 276.625 | | 262.400 |
| | | | | | 9c | 277.525 | 276.405 | | 262.125 |
| | 44 | 4h | 290.000 | 288.600 | 7h | 268.000 | 267.100 | 244.000 | 242.875 |
| | | | | | 7e | 267.685 | 266.785 | | 242.560 |
| | | | | | 8e | 267.685 | 266.565 | | 242.285 |
| | | | | | 8c | 267.370 | 266.250 | | 241.970 |
| | | | | | 9c | 267.370 | 265.970 | | 241.620 |
| 300 | 12 | 4h | 300.000 | 299.400 | 7h | 294.000 | 293.470 | 287.000 | 286.338 |
| | | | | | 7e | 293.840 | 293.310 | | 286.177 |
| | | | | | 8e | 293.840 | 293.170 | | 286.002 |
| | | | | | 8c | 293.665 | 292.995 | | 285.827 |
| | | | | | 9c | 293.665 | 292.815 | | 285.602 |

（续）

| 公称直径 $d$ | 螺距 $P$ | 大径 | | | 中径 | | | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公差带 | 最大尺寸 $d_{max}$ | 最小尺寸 $d_{min}$ | 公差带 | 最大尺寸 $d_{2max}$ | 最小尺寸 $d_{2min}$ | 最大尺寸 $d_{3max}$ | 最小尺寸 $d_{3min}$ |
| 300 | 24 | 4h | 300.000 | 299.050 | 7h | 288.000 | 287.290 | 274.000 | 273.112 |
| | | | | | 7e | 287.764 | 287.054 | | 272.876 |
| | | | | | 8c | 287.764 | 286.864 | | 272.639 |
| | | | | | 8c | 287.525 | 286.625 | | 272.400 |
| | | | | | 9c | 287.525 | 286.405 | | 272.125 |
| | 44 | 4h | 300.000 | 298.600 | 7h | 278.000 | 277.100 | 254.000 | 252.875 |
| | | | | | 7e | 277.685 | 276.785 | | 252.560 |
| | | | | | 8e | 277.685 | 276.565 | | 252.285 |
| | | | | | 8c | 277.370 | 276.250 | | 251.970 |
| | | | | | 9c | 277.370 | 275.970 | | 251.620 |

## 6　新、旧标准对照

### 6.1　新、旧术语和代号的对照

由于 GB 5796－86 标准等效地采用了相应的国际标准，其中的代号当与国际标准完全相同，因此旧标准中的部分代号有变化，现将新、旧标准中术语或代号有变化者列入表 6.4-18 进行对照，请使用者注意更正。

**表 6.4-18　新、旧标准术语及代号对照**

| 新标准 | | 旧标准 | |
|---|---|---|---|
| 术语 | 代号 | 术语 | 代号 |
| 螺距 | $P$ | 螺距 | $t$ |
| 牙型高度 | $h_3$、$H_4$ | 螺纹高度 | $h_1$ |
| 基本牙型高度 | $H_1$ | 工作高度 | $h$ |
| 牙顶间隙 | $a_c$ | 间隙 | $Z$ |
| 牙底圆角半径 | $R_2$ | 圆角半径 | $r$ |
| 内螺纹小径 | $D_1$ | 内螺纹内径 | $d'$ |
| 内螺纹中径 | $D_2$ | 内螺纹中径 | $d_2$ |
| 最大实体牙型的外螺纹小径 | $d_3$ | 外螺纹内径 | $d_1$ |
| 最大实体牙型的内螺纹大径 | $D_4$ | 内螺纹外径 | $d'$ |

### 6.2　新、旧标准牙型和尺寸系列的关系

（1）新、旧标准牙型的对比

新、旧标准所规定的牙型（包括基本牙型和最大实体牙型）基本相同，其中基本牙型完全相同；设计牙型上大径间和小径间的间隙值不完全相同，例如：当 $P=5$mm 时，新标准的间隙值 $a_c=0.25$mm，而旧标准的间隙值 $Z=0.5$mm，从而引起了牙高的变化。另一点区别就是新、旧标准对内、外螺纹牙顶和牙底圆弧的要求稍有不同，比如：①新标准增加了对内螺纹牙底和外螺纹牙顶的圆弧规定。②虽然新、旧标准均规定了外螺纹牙底的圆弧要求，但新标准给出的最大圆角半径值比旧标准要大些，并且还规定当采用滚压方法加工时，外螺纹牙底形状可以做成较大的圆弧等。上述的这些区别均不影响互换，应在工艺上加以注意。

（2）直径与螺距系列的对比

1）旧标准的公称直径范围为 10～600mm，新标准根据国际标准的规定将公称直径的范围缩小为 8～300mm，并将超出部分的尺寸列入了该标准的附录。在新标准中包括了旧标准中相应尺寸段内的所有直径和螺距，并增加了六种直径和八种螺距。

2）新、旧标准中直径与螺距的组合关系变动较大，但由于在 GB 5796.2－86 标准的第 2.3 条中规定："特殊需要时，允许选用表中邻近直径所对应的螺距。"使旧标准中公称直径 10～300mm 尺寸段内的所有规格都能被允许继续使用。

### 6.3　新、旧标准公差带的对照和过渡

（1）新、旧标准公差带的对照

1）新、旧标准中内螺纹的公差带位置是相同的并且均分为三个公差等级，只是公差分级的方法和公差值均不相同。

2）新、旧标准中外螺纹的公差带位置和公差等级的划分均不相同，从图 6.4-8 中可以看出它们之间的大致情况。

现就图 6.4-8 中的情况对比如下：

1）新标准有三种公差带位置 h、e 和 c，后两种位置具有保证间隙，其基本偏差为负值。每种位置都对应有 7、8、9 三个公差等级。将公差带位置和公差等级分

别规定标准系列是新标准公差制的特点。

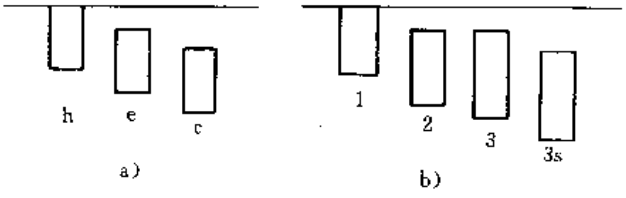



图 6.4-8　新、旧标准梯形外螺纹公差带的对比

a）新标准公差带　b）旧标准公差带

2)旧标准将公差带位置和公差等级混为一体规定了四种精度等级，1级、2级、3级和3s级。其中1级的公差带位置相当于新标准的H位置，2、3和3s级的基本偏差为负值，配合后具有保证间隙。2级和3级的基本偏差相同、公差数值不同，3级和3s级的基本偏差不同，公差数值相同。

3）由新标准中规定的选用公差带表可知，新标准的螺纹精度与旋合长度相关，而旧标准的螺纹精度与旋合长度没有直接的关系。这是由于新、旧标准中螺纹精度概念不同的关系。

（2）新、旧标准的过渡方案

由于新、旧标准的尺寸分段、分级方法的不同，新、旧标准的各级公差(旧标准的精度)之间没有很固定的级间关系，现仅就常用尺寸段、中等旋合长度的螺纹，推荐使用如下的过渡方案（见表6.4-19）。

**表 6.4-19　推荐的新、旧梯形螺纹国家标准过渡方案**

| | GB 785—65 精度 | GB 5796.4—86 公差带 | 中径极限偏差 | 中径公差值 | 顶径公差值 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 内螺纹 | 1级 | 7H | 下偏差相同（均为零） | $P\leqslant12$mm，7H比1级大30%<br>$P>12$mm，7H比1级大7%～19% | $P\leqslant24$mm时，4H比旧公差大10%<br>$P>24$mm时，新、旧公差值相接近 | |
| | 2级 | 7H | | $P\leqslant12$mm，两者接近<br>$P>12$mm，7H比2级小20% | | $P>12$mm时，应采用8H代2级 |
| | | 8H | | $P\leqslant12$mm，8H比2级大20%<br>$P>12$mm，8H与2级相近 | | |
| | 3级 | 8H | | $P\leqslant12$mm，两者相接近<br>$P>12$mm，8H比3级小11%～20% | | $P>12$mm时，应采用9H代3级 |
| | | 9H | | $P\leqslant12$mm，9H比3级大12%～30%<br>$P>12$mm　两者相接近 | | |
| 外螺纹 | 1级 | 7h | 上偏差相同（均为零） | $P\leqslant12$mm，两者相接近<br>$P>12$mm，7h比1级小20% | $P<8$mm时，4h比旧公差大8%～12%；<br>$P=10$，12mm时，4h与旧公差相等；<br>$P<12$mm时，4H比旧标准小11%～34% | |
| | | 7e | 7e上偏差移向1级公差带内30%<br>下偏差移向1级公差带外 | | | |
| | 2级 | 8e | 8e上偏差移向2级公差带内12%<br>下偏差两者很接近 | $P<8$mm，两者相接近<br>$P>8$mm，8e比2级小11%～24% | | |
| | 3级 | 8c | 8c上偏差移向3级公差带内30%<br>下偏差相接近 | 8c比3级小14%～40% | | 3级与9e更接近 |
| | 3s级 | 9c | 上偏差相接近<br>9c下偏差移入3S公差带内20% | $P\leqslant8$mm，两者相接近<br>$P>8$mm，9c比3S小11%～24% | | |

对过渡方案的几点说明：

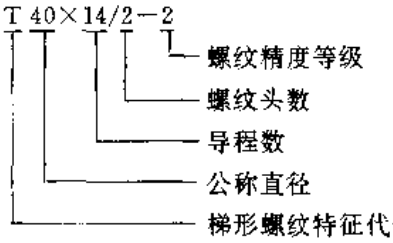
1）当螺纹的旋合长度属 *L* 组时，过渡为新标准时应将表中推荐的公差等级降低一级。

2）过渡表是在尽量保持各自原有规律性的情况下列出的，同时也是仅从公差带的角度去进行对照的，并没能从产品使用性能方面去寻找理想的替代公差带。所以在有了具体的产品之后应根据各自产品的性能要求对推荐过渡的公差带进行必要的调整和选择。

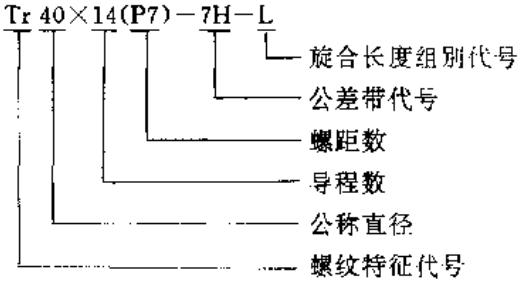
### 6.4　新、旧标准中标记方法的变化

新标准采用了国际标准规定的标记方法，故与旧标准中规定的标记有所不同。

（1）旧标准的标记示例如下：




（2）新标准的标记示例如下：




（3）示例中没包括的还有需将旧标准的旋向标记“左”改为：“LH”，其位置不改动。

## 7　世界各国梯形螺纹应用简介

### 7.1　ISO 米制梯形螺纹在各国的应用

**表 6.4-20　采用 ISO 的各国梯形螺纹标准号**

| 标准名称 / 标准代号 | 牙　型 | 直径与螺距系列 | 公　差 | 基本尺寸 |
|---|---|---|---|---|
| ISO | 2901 | 2902 | 2903 | 2904 |
| BS | 5346 | 5346 | 5346 | 5346 |
| NF | E03－615 | E03－616 | E03－617/618 | — |
| DIN | 103/1 | 103/2 | 103/3 | 103/4 |
| JIS | B 0216 | B 0216 | B 0217 | B 0216 |
| ГОСТ | 9484 | 9484 | 9562 | 9484 |
| GB | 5796.1 | 5796.2 | 5796.4 | 5796.3 |

国际标准化组织第一技术委员会 ISO/TC1 自 1972 年就着手米制梯形螺纹标准的制订工作，1977 年颁布了包括牙型、直径与螺距系列、基本尺寸和公差在内的国际标准 ISO 2901～2904－1977，该项标准一经颁布就得到了各国的认可，现将等效采用国际标准的各国标准号列入表 6.4-20。

现对表 6.4-20 中所列各国标准的大致情况说明如下：

（1）上述各国标准的牙型本身完全相同，但各国标准在牙型的命名、尺寸代号的处理方法上不完全相同。

（2）在关于直径/螺距系列的规定方面，BS、DIN 和 JIS 与 ISO 标准基本相同；我国仅采用了 ISO 标准中的第 1、2 系列的直径，没有采纳第 3 系列，其组合关系与 ISO 相同；ГОСТ 的组合规格少于 ISO；与 ISO 相差最多的要算 NF 了，它不仅规格少而且还有 25、45、56、63mm 四个公称直径是 ISO 标准中所没有的。总的看，各国间的规定虽然有这样那样的差别，但均包括有 ISO 标准中的绝大多数规格。

（3）各国标准均采用了 ISO 规定的公差制，所以在公差带、旋合长度、螺纹精度、公差带的选用、标记方法和代号、公差计算式等均趋于一致。为适于各自的国情仅在选用公差带的品种和顺序上稍有不同，这些不同不影响互换，因此在广义上讲采用 ISO 的各国标准是通用的。各国选用公差带的品种列于表 6.4-21，在表中看到，各国的选用公差带中只有英国设有精密级螺纹，我国和原苏联标准设有 h 位置的外螺纹公差带，这些选择上的不同均来自各国的原有标准的情况和使用的习惯不同。

**表 6.4-21　各国标准的选用公差带**

| 标准号 | 精　度 | 内　螺　纹 | | 外　螺　纹 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | *N* | *L* | *N* | *L* |
| ISO<br>DIN<br>JIS<br>NF | 中　等 | 7H | 8H | 7e | 8e |
| | 粗　糙 | 8H | 9H | 8c | 9e |
| BS | 精　密 | 6H | 7H | 6e | 7e |
| | 中　等 | 7H | 8H | 7e | 8e |
| | 粗　糙 | 8H | 9H | 8c | 9c |
| ГОСТ | 中　等 | 7H | 8H | 7h、7e | 8e |
| | 粗　糙 | 8H | 9H | 8e、8c | 9c |
| GB | 中　等 | 7H | 8H | 7h、7e | 8e |
| | 粗　糙 | 8H | 9H | 8e、8c | 9c |

### 7.2　爱克母螺纹在各国的应用

从 7.1 节介绍的情况看，世界主要的工业国中只有美国没有采纳 ISO 米制梯形螺纹标准制订本国标准，在美国的绝大多数产品中都使用了牙型角为 29°、尺寸单位为英制的梯形螺纹，其标准号为 ANSIB 1.5－1977，这种螺纹通常被称为爱克母（Acme）螺纹，该螺纹的用途与梯形螺纹相仿，对世界各国产品的影响

较大，尤其是以前使用英制的国家，一些产品仍然延用这种螺纹，世界各国的爱克母螺纹均与美国标准的规定类同，所以凡在引进产品中涉及这种螺纹时均可查阅美国标准。

# 第5章 锯齿形螺纹
## (GB/T 13576.1—92～GB/T 13576.4—92)

### 1 概述

锯齿形螺纹是非对称牙型的螺纹，具有轴向承载能力大、径向分力小、传动效率高等特点。由于它具有一定的止推作用常用于筒式件的螺纹联结和传动。这种螺纹目前已被广泛地应用于冶金、矿山等重型机械和兵器上。

我国标准所规定的锯齿形螺纹的牙侧角为3°和30°，主要是参照德国标准制定的，与66年发布的原一机部标准JB 923属同一种牙型。各国根据地区和行业的不同，使用的牙侧角也有不同。例如以英国、美国和加拿大为代表的国家使用的牙侧角为7°和45°；以法国为代表的则使用3°和45°。国际标准化组织ISO/TC1曾于1974年根据德国的提案提出了一个锯齿形螺纹标准的建议草案ISO/DP 5412—74，但由于各方意见分歧未能通过。到目前为止ISO/TC1仍没有在这方面进行统一的打算，针对这种情况原苏联为了满足不同产品的要求，分别制订有3°和30°及3°和45°两种牙型的锯齿形螺纹国家标准。

一般用途锯齿形螺纹的各国标准号列于表6.5-1。

**表6.5-1 一般用途锯齿形螺纹的各国标准号**

| 牙侧角 | 3°、30° | 7°、45° | 3°，45° |
|---|---|---|---|
| 单位制 | 米制 | 英制 | 米制 |
| 标准号 | DIN513—85<br>ГОСТ10177—82<br>ГОСТ25096—82<br>GB/T13576.1～4—92<br>ISO/DP5412—74 | ANSIB1.9—73<br>BS1657—50 | NFE03—611—82<br>ГОСТ13535—87 |

### 2 锯齿形(3°、30°)螺纹牙型(GB/T13576.1—92)

锯齿形螺纹的牙型包括基本牙型和设计牙型两种牙型。

基本牙型如图6.5-1所示，其尺寸列于表6.5-2。

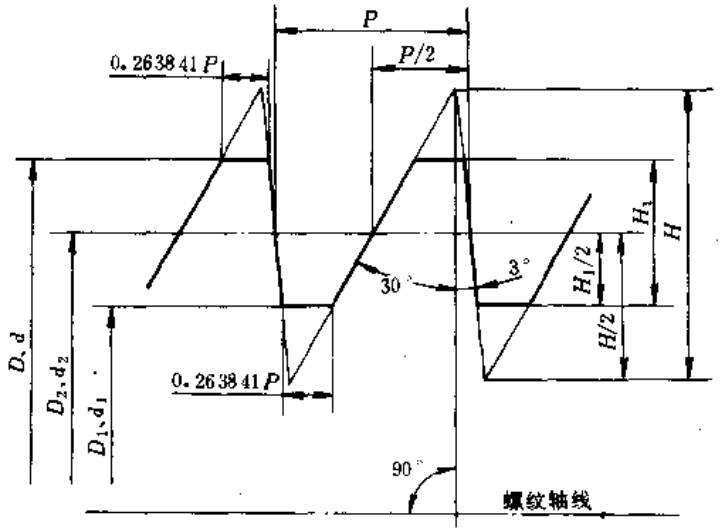



**图6.5-1 基本牙型**

$D$—内螺纹大径 $d$—外螺纹大径 $H$—原始三角形高度
$D_2$—内螺纹中径 $d_2$—外螺纹中径 $H_1$—基本牙型高度
$D_1$—内螺纹小径 $d_1$—外螺纹小径 $P$—螺距

**表 6.5-2 基本牙型尺寸** (mm)

| 螺距 $P$ | $H$ 1.587911$P$ | $H/2$ 0.793956$P$ | $H_1$ 0.75$P$ | 牙顶（牙底）宽 0.263841$P$ |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 3.176 | 1.588 | 1.50 | 0.528 |
| 3 | 4.764 | 2.382 | 2.25 | 0.792 |
| 4 | 6.352 | 3.176 | 3.00 | 1.055 |
| 5 | 7.940 | 3.970 | 3.75 | 1.319 |
| 6 | 9.527 | 4.764 | 4.50 | 1.583 |
| 7 | 11.115 | 5.558 | 5.25 | 1.847 |
| 8 | 12.703 | 6.352 | 6.00 | 2.111 |
| 9 | 14.291 | 7.146 | 6.75 | 2.375 |
| 10 | 15.879 | 7.940 | 7.50 | 2.638 |
| 12 | 19.055 | 9.527 | 9.00 | 3.166 |
| 14 | 22.231 | 11.115 | 10.50 | 3.694 |
| 16 | 25.407 | 12.703 | 12.00 | 4.221 |

(续)

| 螺距 $P$ | $H$ 1.587911$P$ | $H/2$ 0.793956$P$ | $H_1$ 0.75$P$ | 牙顶（牙底）宽 0.263841$P$ |
|---|---|---|---|---|
| 18 | 28.582 | 14.291 | 13.50 | 4.749 |
| 20 | 31.758 | 15.879 | 15.00 | 5.277 |
| 22 | 34.934 | 17.467 | 16.50 | 5.804 |
| 24 | 38.110 | 19.055 | 18.00 | 6.332 |
| 28 | 44.462 | 22.231 | 21.00 | 7.388 |
| 32 | 50.813 | 25.407 | 24.00 | 8.443 |
| 36 | 57.165 | 28.582 | 27.00 | 9.498 |
| 40 | 63.516 | 31.758 | 30.00 | 10.554 |
| 44 | 69.868 | 34.934 | 33.00 | 11.609 |

设计牙型如图 6.5-2 所示，其数值列于表 6.5-3。

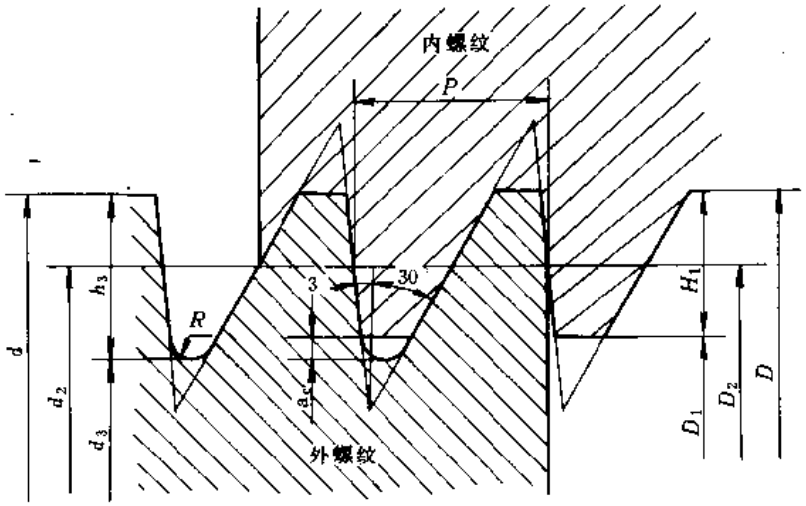



**图 6.5-2 设计牙型**

$H_1=0.75P$ $D_2=d_2=d-H_1=d-0.75P$

$a_c=0.117767P$ $D_1=d-2H_1=d-1.5P$

$h_3=H_1+a_c=0.867767P$ $d_3=d-2h_3=d-1.735534P$

$D=d$ $R=0.124271P$

**表 6.5-3 设计牙型的尺寸** (mm)

| $P$ | $a_c$ | $h_3$ | $R$ |
|---|---|---|---|
| 2 | 0.236 | 1.736 | 0.249 |
| 3 | 0.353 | 2.603 | 0.373 |
| 4 | 0.471 | 3.471 | 0.497 |
| 5 | 0.589 | 4.339 | 0.621 |
| 6 | 0.707 | 5.207 | 0.746 |
| 7 | 0.824 | 6.074 | 0.870 |
| 8 | 0.942 | 6.942 | 0.994 |
| 9 | 1.060 | 7.810 | 1.118 |
| 10 | 1.178 | 8.678 | 1.243 |

(续)

| $P$ | $a_c$ | $h_3$ | $R$ |
|---|---|---|---|
| 12 | 1.413 | 10.413 | 1.491 |
| 14 | 1.649 | 12.149 | 1.740 |
| 16 | 1.884 | 13.884 | 1.988 |
| 18 | 2.120 | 15.620 | 2.237 |
| 20 | 2.355 | 17.355 | 2.485 |
| 22 | 2.591 | 19.091 | 2.734 |
| 24 | 2.826 | 20.826 | 2.982 |
| 28 | 3.297 | 24.297 | 3.480 |
| 32 | 3.769 | 27.769 | 3.977 |
| 36 | 4.240 | 31.240 | 4.474 |
| 40 | 4.711 | 34.711 | 4.971 |
| 44 | 5.182 | 38.182 | 5.468 |

## 3　锯齿形螺纹的直径与螺距系列

(GB/T13576.2—92)

### 3.1　关于直径与螺距系列的规定

国家标准GB/T 13576.2规定了公称直径10～640mm、牙型符合GB/T 13576.1—91《锯齿形（3°、30°）螺纹牙型》的锯齿形螺纹的直径与螺距，具体的直径与螺距的组合关系按表6.5-4的规定。

表6.5-4　直径/螺距系列　(mm)

| 公称直径 | | 螺距 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 44 | 40 | 36 | 32 | 28 | 24 | 22 | 20 | 18 | 16 | 14 | 12 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 2 |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 2 |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | | 2 |
| | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | | 2 |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | | 2 |
| | 22 | | | | | | | | | | | | | | | 8 | | | 5 | | 3 | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | 8 | | | 5 | | 3 | |
| | 26 | | | | | | | | | | | | | | | 8 | | | 5 | | 3 | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | | | 8 | | | 5 | | 3 | |
| | 30 | | | | | | | | | | | | | 10 | | | | 6 | | | 3 | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | 10 | | | | 6 | | | 3 | |
| | 34 | | | | | | | | | | | | | 10 | | | | 6 | | | 3 | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | 10 | | | | 6 | | | 3 | |
| | 38 | | | | | | | | | | | | | 10 | | | 7 | | | | 3 | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | 10 | | | 7 | | | | 3 | |
| | 42 | | | | | | | | | | | | | 10 | | | 7 | | | | 3 | |
| 44 | | | | | | | | | | | | | 12 | | | | 7 | | | | 3 | |
| | 46 | | | | | | | | | | | | | 12 | | | 8 | | | | 3 | |
| 48 | | | | | | | | | | | | | | 12 | | | 8 | | | | 3 | |
| | 50 | | | | | | | | | | | | | 12 | | | 8 | | | | 3 | |
| 52 | | | | | | | | | | | | | | 12 | | | 8 | | | | 3 | |
| | 55 | | | | | | | | | | | | 14 | | | 9 | | | | | 3 | |
| 60 | | | | | | | | | | | | | 14 | | | 9 | | | | | 3 | |
| | 65 | | | | | | | | | | | 16 | | | | 10 | | | | 4 | | |
| 70 | | | | | | | | | | | | 16 | | | | 10 | | | | 4 | | |
| | 75 | | | | | | | | | | | 16 | | | | 10 | | | | 4 | | |
| 80 | | | | | | | | | | | | 16 | | | 10 | | | | | 4 | | |
| | 85 | | | | | | | | | | 18 | | | 12 | | | | | | 4 | | |
| 90 | | | | | | | | | | | 18 | | | 12 | | | | | | 4 | | |

（续）

| 公称直径 | | 螺距 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | 44 | 40 | 36 | 32 | 28 | 24 | 22 | 20 | 18 | 16 | 14 | 12 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| | 95 | | | | | | | | | 18 | | | 12 | | | | | | | 4 | | |
| 100 | | | | | | | | | 20 | | | | 12 | | | | | | | 4 | | |
| | 100 | | | | | | | | 20 | | | | 12 | | | | | | | 4 | | |
| 120 | | | | | | | | 22 | | | | 14 | | | | | | 6 | | | | |
| | 130 | | | | | | | 22 | | | | 14 | | | | | | 6 | | | | |
| 140 | | | | | | | 24 | | | | | 14 | | | | | | 6 | | | | |
| | 150 | | | | | | 24 | | | | 16 | | | | | | | 6 | | | | |
| 160 | | | | | | 28 | | | | | 16 | | | | | | | 6 | | | | |
| | 170 | | | | | 28 | | | | | 16 | | | | | | | 6 | | | | |
| 180 | | | | | | 28 | | | | 18 | | | | | | 8 | | | | | | |
| | 190 | | | | 32 | | | | | 18 | | | | | | 8 | | | | | | |
| 200 | | | | | 32 | | | | | 18 | | | | | | 8 | | | | | | |
| | 210 | | | 36 | | | | | 20 | | | | | | | 8 | | | | | | |
| 220 | | | | 36 | | | | | 20 | | | | | | | 8 | | | | | | |
| | 230 | | | 36 | | | | | 20 | | | | | | | 8 | | | | | | |
| 240 | | | | 36 | | | | 22 | | | | | | | | 8 | | | | | | |
| | 250 | | 40 | | | | | 22 | | | | | 12 | | | | | | | | | |
| 260 | | | 40 | | | | | 22 | | | | | 12 | | | | | | | | | |
| | 270 | | 40 | | | | 24 | | | | | | 12 | | | | | | | | | |
| 280 | | | 40 | | | | 24 | | | | | | 12 | | | | | | | | | |
| | 290 | 44 | | | | | 24 | | | | | | 12 | | | | | | | | | |
| 300 | | 44 | | | | | 24 | | | | | | 12 | | | | | | | | | |
| | 320 | 44 | | | | | | | | | | | 12 | | | | | | | | | |
| 340 | | 44 | | | | | | | | | | | 12 | | | | | | | | | |
| | 360 | | | | | | | | | | | | 12 | | | | | | | | | |
| 380 | | | | | | | | | | | | | 12 | | | | | | | | | |
| | 400 | | | | | | | | | | | | 12 | | | | | | | | | |
| 420 | | | | | | | | | | 18 | | | | | | | | | | | | |
| | 440 | | | | | | | | | 18 | | | | | | | | | | | | |
| 460 | | | | | | | | | | 18 | | | | | | | | | | | | |
| | 480 | | | | | | | | | 18 | | | | | | | | | | | | |
| 500 | | | | | | | | | | 18 | | | | | | | | | | | | |
| | 520 | | | | | | 24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 540 | | | | | | | 24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 560 | | | | | | 24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 580 | | | | | | | 24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 600 | | | | | | 24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 620 | | | | | | | 24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 640 | | | | | | 24 | | | | | | | | | | | | | | | |

### 3.2　直径与螺距的选择

标准规定直径/螺距系列表中给出的组合尺寸应按下述顺序进行选用：

(1) 应优先选择第一系列的直径；

(2) 在每一个直径所对应的诸螺距中应优先选择粗黑框内的螺距；

(3) 特殊需要时，允许选用表中邻近直径的螺距。

### 3.3　螺纹代号

标准规定锯齿形螺纹代号包括如下内容：

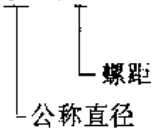
(1) 凡牙型符合 GB/T 13576.1—92 标准规定的锯齿形螺纹用大写字母 B 表示。

(2) 单线螺纹的尺寸规格用“公称直径×螺距”表示；多线螺纹的尺寸规格用“公称直径×导程（$P$ 螺距）”表示，单位均为 mm。

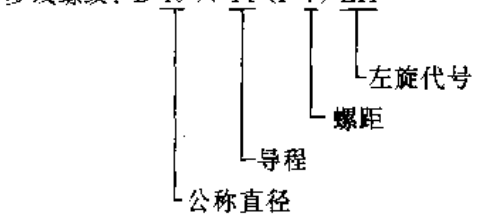
(3) 当螺纹为左旋时，需在尺寸规格之后加注“LH”，右旋不注出。

(4) 代号示例

单线螺纹：B 40 × 7




多线螺纹：B 40 × 14 (P 7) LH




## 4　锯齿形螺纹基本尺寸（GB/T 13576.3—92）

### 4.1　基本尺寸的名称、代号和关系式

基本尺寸的名称、代号和关系式列于表 6.5-5。表中各要素的关系见图 6.5-3。

**表 6.5-5　基本尺寸的名称和代号**

| 名　称 | 代号 | 关　系　式 |
|---|---|---|
| 外螺纹大径 | $d$ | |
| 内螺纹大径 | $D$ | $D=d$ |
| 螺　距 | $P$ | |
| 牙顶与牙底间的间隙 | $a_c$ | $a_c=0.117767P$ |
| 基本牙型高度 | $H_1$ | $H_1=0.75P$ |
| 外螺纹牙高 | $h_3$ | $h_3=H_1+a_c=0.867767P$ |
| 外螺纹中径 | $d_2$ | $d_2=d-H_1=d-0.75P$ |
| 内螺纹中径 | $D_2$ | $D_2=d_2$ |
| 外螺纹小径 | $d_3$ | $d_3=d-2h_3=d-1.735534P$ |
| 内螺纹小径 | $D_1$ | $D_1=d-2H_1=d-1.5P$ |
| 牙底圆弧半径 | $R$ | $R=0.124271P$ |

### 4.2　各直径的基本尺寸

表 6.5-6 中列出了牙型符合 GB/T 13576.1—92 直径与螺距的关系符合 GB/T 13576.2—92 的锯齿形螺纹大、中、小径的基本尺寸。

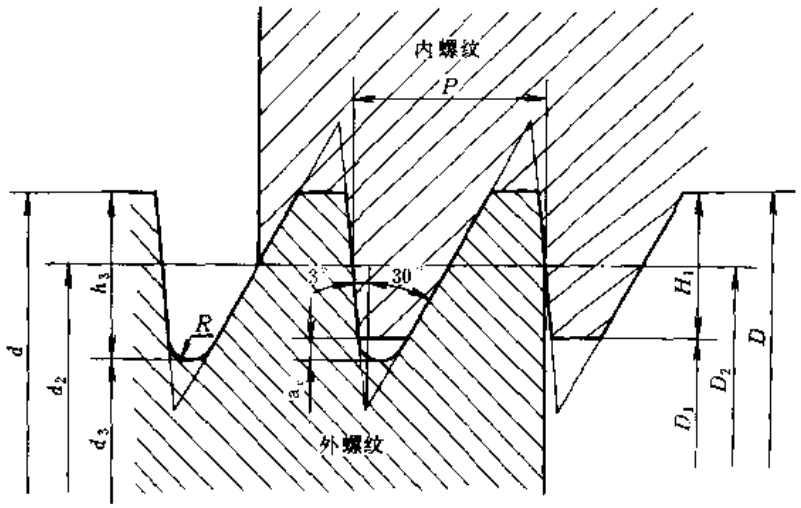



图 6.5-3　基本尺寸

表 6.5-6　基本尺寸　(mm)

| 公称直径 $d$ | | 螺距 | 中　径 | 小　径 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | $P$ | $d_2=D_2$ | $d_3$ | $D_1$ |
| 10 | | 2 | 8.500 | 6.529 | 7.000 |
| 12 | | 2 | 10.500 | 8.529 | 9.000 |
| | | 3 | 9.750 | 6.793 | 7.500 |
| | 14 | 2 | 12.500 | 10.529 | 11.000 |
| | | 3 | 11.750 | 8.793 | 9.500 |
| 16 | | 2 | 14.500 | 12.529 | 13.000 |
| | | 4 | 13.000 | 9.058 | 10.000 |
| | 18 | 2 | 16.500 | 14.529 | 15.000 |
| | | 4 | 15.000 | 11.058 | 12.000 |
| 20 | | 2 | 18.500 | 16.529 | 17.000 |
| | | 4 | 17.000 | 13.058 | 14.000 |
| | | 3 | 19.750 | 16.793 | 17.500 |
| | 22 | 5 | 18.250 | 13.322 | 14.500 |
| | | 8 | 16.000 | 8.116 | 10.000 |
| | | 3 | 21.750 | 18.793 | 19.500 |
| 24 | | 5 | 20.250 | 15.322 | 16.500 |
| | | 8 | 18.000 | 10.116 | 12.000 |
| | | 3 | 23.750 | 20.793 | 21.500 |
| | 26 | 5 | 22.250 | 17.322 | 18.500 |
| | | 8 | 20.000 | 12.116 | 14.000 |
| | | 3 | 25.750 | 22.793 | 23.500 |
| 28 | | 5 | 24.250 | 19.322 | 20.500 |
| | | 8 | 22.000 | 14.116 | 16.000 |
| | | 3 | 27.750 | 24.793 | 25.500 |
| | 30 | 6 | 25.500 | 19.587 | 21.000 |
| | | 10 | 22.500 | 12.645 | 15.000 |
| | | 3 | 29.750 | 26.793 | 27.500 |
| 32 | | 6 | 27.500 | 21.587 | 23.000 |
| | | 10 | 24.500 | 14.645 | 17.000 |
| | | 3 | 31.750 | 28.793 | 29.500 |
| | 34 | 6 | 29.500 | 23.587 | 25.000 |
| | | 10 | 26.500 | 16.645 | 19.000 |
| | | 3 | 33.750 | 30.793 | 31.500 |
| 36 | | 6 | 31.500 | 25.587 | 27.000 |
| | | 10 | 28.500 | 18.645 | 21.000 |
| | | 3 | 35.750 | 32.793 | 33.500 |
| | 38 | 7 | 32.750 | 25.851 | 27.500 |
| | | 10 | 30.500 | 20.645 | 23.000 |
| | | 3 | 37.750 | 34.793 | 35.500 |
| 40 | | 7 | 34.750 | 27.851 | 29.500 |
| | | 10 | 32.500 | 22.645 | 25.000 |

（续）

| 公称直径 $d$ | | 螺距 | 中　径 | 小　径 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | $P$ | $d_2=D_2$ | $d_3$ | $D_1$ |
| | | 3 | 39.750 | 36.793 | 37.500 |
| | 42 | 7 | 36.750 | 29.851 | 31.500 |
| | | 10 | 34.500 | 24.645 | 27.000 |
| | | 3 | 41.750 | 38.793 | 39.500 |
| 44 | | 7 | 38.750 | 31.851 | 33.500 |
| | | 12 | 35.000 | 23.174 | 26.000 |
| | | 3 | 43.750 | 40.793 | 41.500 |
| | 46 | 8 | 40.000 | 32.116 | 34.000 |
| | | 12 | 37.000 | 25.174 | 28.000 |
| | | 3 | 45.750 | 42.793 | 43.500 |
| 48 | | 8 | 42.000 | 34.116 | 36.000 |
| | | 12 | 39.000 | 27.174 | 30.000 |
| | | 3 | 47.750 | 44.793 | 45.500 |
| | 50 | 8 | 44.000 | 36.116 | 38.000 |
| | | 12 | 41.000 | 29.174 | 32.000 |
| | | 3 | 49.750 | 46.793 | 47.500 |
| 52 | | 8 | 46.000 | 38.116 | 40.000 |
| | | 12 | 43.000 | 31.174 | 34.000 |
| | | 3 | 52.750 | 49.793 | 50.500 |
| | 55 | 9 | 48.250 | 39.380 | 41.500 |
| | | 14 | 44.500 | 30.702 | 34.000 |
| | | 3 | 57.750 | 54.793 | 55.500 |
| 60 | | 9 | 53.250 | 44.380 | 46.500 |
| | | 14 | 49.500 | 35.702 | 39.000 |
| | | 4 | 62.000 | 58.058 | 59.000 |
| | 65 | 10 | 57.500 | 47.645 | 50.000 |
| | | 16 | 53.000 | 37.231 | 41.000 |
| | | 4 | 67.000 | 63.058 | 64.000 |
| 70 | | 10 | 62.500 | 52.645 | 55.000 |
| | | 16 | 58.000 | 42.231 | 46.000 |
| | | 4 | 72.000 | 68.058 | 69.000 |
| | 75 | 10 | 67.500 | 57.645 | 60.000 |
| | | 16 | 63.000 | 47.231 | 51.000 |
| | | 4 | 77.000 | 73.058 | 74.000 |
| 80 | | 10 | 72.500 | 62.645 | 65.000 |
| | | 16 | 68.000 | 52.231 | 56.000 |
| | | 4 | 82.000 | 78.058 | 79.000 |
| | 85 | 12 | 76.000 | 64.174 | 67.000 |
| | | 18 | 71.500 | 53.760 | 58.000 |
| | | 4 | 87.000 | 83.058 | 84.000 |
| 90 | | 12 | 81.000 | 69.174 | 72.000 |
| | | 18 | 76.500 | 58.760 | 63.000 |

（续）

| 公称直径 $d$ | | 螺距 | 中径 | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | $P$ | $d_2=D_2$ | $d_3$ | $D_1$ |
| | 95 | 4 | 92.000 | 88.058 | 89.000 |
| | | 12 | 86.000 | 74.174 | 77.000 |
| | | 18 | 81.500 | 63.760 | 68.000 |
| 100 | | 4 | 97.000 | 93.058 | 94.000 |
| | | 12 | 91.000 | 79.174 | 82.000 |
| | | 20 | 85.000 | 65.289 | 70.000 |
| | 110 | 4 | 107.000 | 103.058 | 104.000 |
| | | 12 | 101.000 | 89.174 | 92.000 |
| | | 20 | 95.000 | 75.289 | 80.000 |
| 120 | | 6 | 115.500 | 109.587 | 111.000 |
| | | 14 | 109.500 | 95.702 | 99.000 |
| | | 22 | 103.500 | 81.818 | 87.000 |
| | 130 | 6 | 125.500 | 119.587 | 121.000 |
| | | 14 | 119.500 | 105.702 | 109.000 |
| | | 22 | 113.500 | 91.818 | 97.000 |
| 140 | | 6 | 135.500 | 129.587 | 131.000 |
| | | 14 | 129.500 | 115.702 | 119.000 |
| | | 24 | 122.000 | 98.347 | 104.000 |
| | 150 | 6 | 145.500 | 139.587 | 141.000 |
| | | 16 | 138.000 | 122.231 | 126.000 |
| | | 24 | 132.000 | 108.347 | 114.000 |
| 160 | | 6 | 155.500 | 149.587 | 151.000 |
| | | 16 | 148.000 | 132.231 | 136.000 |
| | | 28 | 139.000 | 111.405 | 118.000 |
| | 170 | 6 | 165.500 | 159.587 | 161.000 |
| | | 16 | 158.000 | 142.231 | 146.000 |
| | | 28 | 149.000 | 121.405 | 128.000 |
| 180 | | 8 | 174.000 | 166.116 | 168.000 |
| | | 18 | 166.500 | 148.760 | 153.000 |
| | | 28 | 159.000 | 131.405 | 138.000 |
| | 190 | 8 | 184.000 | 176.116 | 178.000 |
| | | 18 | 176.500 | 158.760 | 163.000 |
| | | 32 | 166.000 | 134.463 | 142.000 |
| 200 | | 8 | 194.000 | 186.116 | 188.000 |
| | | 18 | 186.500 | 168.760 | 173.000 |
| | | 32 | 176.000 | 144.463 | 152.000 |
| | 210 | 8 | 204.000 | 196.116 | 198.000 |
| | | 20 | 195.000 | 175.289 | 180.000 |
| | | 36 | 183.000 | 147.521 | 156.000 |
| 220 | | 8 | 214.000 | 206.116 | 208.000 |
| | | 20 | 205.000 | 185.289 | 190.000 |
| | | 36 | 193.000 | 157.521 | 166.000 |

（续）

| 公称直径 $d$ | | 螺距 | 中径 | 小径 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 第一系列 | 第二系列 | $P$ | $d_2=D_2$ | $d_3$ | $D_1$ |
| | 230 | 8 | 224.000 | 216.116 | 218.000 |
| | | 20 | 215.000 | 195.289 | 200.000 |
| | | 36 | 203.000 | 167.521 | 176.000 |
| 240 | | 8 | 234.000 | 226.116 | 228.000 |
| | | 22 | 223.500 | 201.818 | 207.000 |
| | | 36 | 213.000 | 177.521 | 186.000 |
| | 250 | 12 | 241.000 | 229.174 | 232.000 |
| | | 22 | 233.500 | 211.818 | 217.000 |
| | | 40 | 220.000 | 180.578 | 190.000 |
| 260 | | 12 | 251.000 | 239.174 | 242.000 |
| | | 22 | 243.500 | 221.818 | 227.000 |
| | | 40 | 230.000 | 190.578 | 200.000 |
| | 270 | 12 | 261.000 | 249.174 | 252.000 |
| | | 24 | 252.000 | 228.347 | 234.000 |
| | | 40 | 240.000 | 200.578 | 210.000 |
| 280 | | 12 | 271.000 | 259.174 | 262.000 |
| | | 24 | 262.000 | 238.347 | 244.000 |
| | | 40 | 250.000 | 210.578 | 220.000 |
| | 290 | 12 | 281.000 | 269.174 | 272.000 |
| | | 24 | 272.000 | 248.347 | 254.000 |
| | | 44 | 257.000 | 213.636 | 224.000 |
| 300 | | 12 | 291.000 | 279.174 | 282.000 |
| | | 24 | 282.000 | 258.347 | 264.000 |
| | | 44 | 267.000 | 223.636 | 234.000 |
| | 320 | 12 | 311.000 | 299.174 | 302.000 |
| | | 44 | 287.000 | 243.636 | 254.000 |
| 340 | | 12 | 331.000 | 319.174 | 322.000 |
| | | 44 | 307.000 | 263.636 | 274.000 |
| | 360 | 12 | 351.000 | 339.174 | 342.000 |
| 380 | | 12 | 371.000 | 359.174 | 362.000 |
| | 400 | 12 | 391.000 | 379.174 | 382.000 |
| 420 | | 18 | 406.500 | 388.760 | 393.000 |
| | 440 | 18 | 426.500 | 408.760 | 413.000 |
| 460 | | 18 | 446.500 | 428.760 | 433.000 |
| | 480 | 18 | 466.500 | 448.760 | 453.000 |
| 500 | | 18 | 486.500 | 468.760 | 473.000 |
| | 520 | 24 | 502.000 | 478.347 | 484.000 |
| 540 | | 24 | 522.000 | 498.347 | 504.000 |
| | 560 | 24 | 542.000 | 518.347 | 524.000 |
| 580 | | 24 | 562.000 | 538.347 | 544.000 |
| | 600 | 24 | 582.000 | 558.347 | 564.000 |
| 620 | | 24 | 602.000 | 578.347 | 584.000 |
| | 640 | 24 | 622.000 | 598.347 | 604.000 |

## 5 锯齿形螺纹公差（GB/T 13576.4—92）

在GB/T 13576.4—92《锯齿形（3°、30°）螺纹公差》标准中规定了牙型符合GB/T 13576.1—92，直径与螺距系列符合13576.2—92标准的锯齿形螺纹的公差、旋合长度、标记方法及精度与公差带的选用。

### 5.1 公差带

内、外螺纹的公差带分别见图6.5-4和图6.5-5。

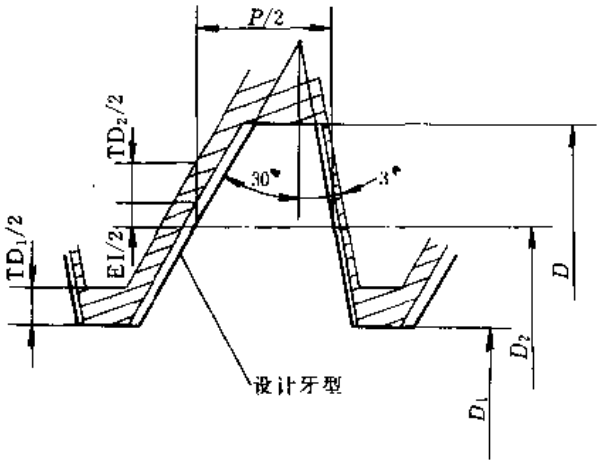



**图6.5-4** 内螺纹公差带

$D$—内螺纹大径 $D_2$—内螺纹中径

$D_1$—内螺纹小径 $TD_1$—内螺纹小径公差

$TD_2$—内螺纹中径公差 $P$—螺距

EI—中径基本偏差

锯齿形螺纹的公差带由公差带的位置和公差带的大小两个要素组成，其中公差带的位置由基本偏差来确定，公差带的大小用公差等级来表示。标准对内、外螺纹的公差带做了如下规定：

(1) 外螺纹的基本偏差为上偏差es。大径$d$和小径$d_3$的公差带位置为h，其基本偏差为零；中径$d_2$的公差带位置为c，其基本偏差值为负。

(2) 内螺纹的基本偏差为下偏差EI。大径$D$和小径$D_1$的公差带位置为H，其基本偏差为零；中径$D_2$的公差带位置为A，其基本偏差值为正。

(3) 内、外螺纹中径的基本偏差值列于表6.5-7。

(4) 内螺纹的小径$D_1$和外螺纹的大径$d$只有一个公差等级——4级，分别列于表6.5-8和表6.5-9。

(5) 内、外螺纹的中径均设有三个公差等级7、8和9，它们的数值分别列于表6.5-10和表6.5-11。

(6) 外螺纹小径$d_3$也设有7、8、9三个公差等级，并且必须选取与其中径$d_2$相同的公差等级数。小径$d_3$的公差数值列于表6.5-12。

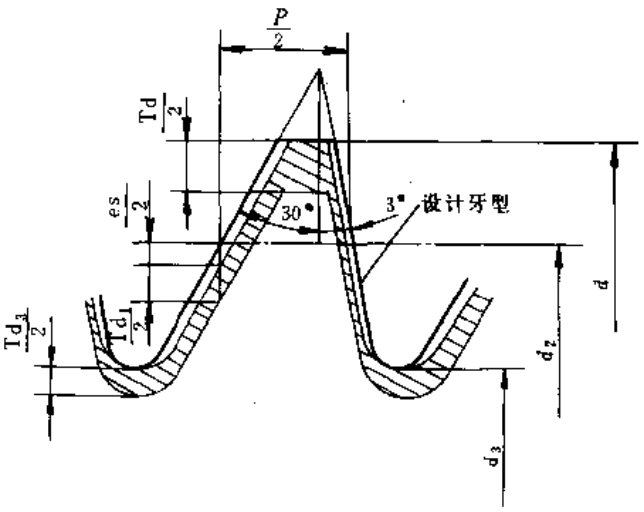



**图6.5-5** 外螺纹公差带

$d$—外螺纹大径 $d_2$—外螺纹中径

$d_3$—外螺纹小径 Td—外螺纹大径公差

$Td_2$—外螺纹中径公差 $Td_3$—外螺纹小径公差

$P$—螺距 es—中径基本偏差

**表6.5-7 内、外螺纹中径的基本偏差**

(μm)

| 螺距 $P$ (mm) | 基本偏差 | |
|---|---|---|
| | 外螺纹 $d_2$ c es | 内螺纹 $D_2$ A EI |
| 2 | −150 | +560 |
| 3 | −170 | +600 |
| 4 | −190 | +630 |
| 5 | −212 | +670 |
| 6 | −236 | +710 |
| 7 | −250 | +750 |
| 8 | −265 | +750 |
| 9 | −280 | +800 |
| 10 | −300 | +850 |
| 12 | −335 | +900 |
| 14 | −355 | +950 |
| 16 | −375 | +1030 |

（续）

| 螺距 P (mm) | 基本偏差 外螺纹 $d_2$ c es | 基本偏差 内螺纹 $D_2$ A EI |
|---|---|---|
| 18 | −400 | +1090 |
| 20 | −425 | +1150 |
| 22 | −450 | +1220 |
| 24 | −475 | +1280 |
| 28 | −500 | +1450 |
| 32 | −530 | +1550 |
| 36 | −560 | +1650 |
| 40 | −600 | +1850 |
| 44 | −630 | +1950 |

**表 6.5-8　内螺纹小径公差 $TD_1$**

（μm）

| 螺距 P (mm) | 公差等级 4 | 螺距 P (mm) | 公差等级 4 |
|---|---|---|---|
| 2 | 236 | 18 | 1120 |
| 3 | 315 | 20 | 1180 |
| 4 | 375 | 22 | 1250 |
| 5 | 450 | 24 | 1320 |
| 6 | 500 | 28 | 1500 |
| 7 | 560 | 32 | 1600 |
| 8 | 630 | 36 | 1800 |
| 9 | 670 | 40 | 1900 |
| 10 | 710 | 44 | 2000 |
| 12 | 800 | | |
| 14 | 900 | | |
| 16 | 1000 | | |

**表 6.5-9　外螺纹大径公差 Td（μm）**

| 螺距 P (mm) | 公差等级 4 | 螺距 P (mm) | 公差等级 4 |
|---|---|---|---|
| 2 | 180 | 18 | 800 |
| 3 | 236 | 20 | 850 |
| 4 | 300 | 22 | 900 |
| 5 | 335 | 24 | 950 |
| 6 | 375 | 28 | 1060 |
| 7 | 425 | 32 | 1120 |
| 8 | 450 | 36 | 1250 |
| 9 | 500 | 40 | 1320 |
| 10 | 530 | 44 | 1400 |
| 12 | 600 | | |
| 14 | 670 | | |
| 16 | 710 | | |

**表 6.5-10　内螺纹中径公差 $TD_2$**

（μm）

| 公称直径 d (mm) > | 公称直径 d (mm) ≤ | 螺距 P (mm) | 公差等级 7 | 公差等级 8 | 公差等级 9 |
|---|---|---|---|---|---|
| 5.6 | 11.2 | 2 | 250 | 315 | 400 |
| | | 3 | 280 | 355 | 450 |
| 11.2 | 22.4 | 2 | 265 | 335 | 425 |
| | | 3 | 300 | 375 | 475 |
| | | 4 | 355 | 450 | 560 |
| | | 5 | 375 | 475 | 600 |
| | | 8 | 475 | 600 | 750 |
| 22.4 | 45 | 3 | 335 | 425 | 530 |
| | | 5 | 400 | 500 | 630 |
| | | 6 | 450 | 560 | 710 |
| | | 7 | 475 | 600 | 750 |
| | | 8 | 500 | 630 | 800 |
| | | 10 | 530 | 670 | 850 |
| | | 12 | 560 | 710 | 900 |
| 45 | 90 | 3 | 355 | 450 | 560 |
| | | 4 | 400 | 500 | 630 |
| | | 8 | 530 | 670 | 850 |
| | | 9 | 560 | 710 | 900 |
| | | 10 | 560 | 710 | 900 |
| | | 12 | 630 | 800 | 1000 |
| | | 14 | 670 | 850 | 1060 |
| | | 16 | 710 | 900 | 1120 |
| | | 18 | 750 | 950 | 1180 |
| 90 | 180 | 4 | 425 | 530 | 670 |
| | | 6 | 500 | 630 | 800 |
| | | 8 | 560 | 710 | 900 |
| | | 12 | 670 | 850 | 1060 |
| | | 14 | 710 | 900 | 1120 |
| | | 16 | 750 | 950 | 1180 |
| | | 18 | 800 | 1000 | 1250 |
| | | 20 | 800 | 1000 | 1250 |
| | | 22 | 850 | 1060 | 1320 |
| | | 24 | 900 | 1120 | 1400 |
| | | 28 | 950 | 1180 | 1500 |

（续）

| 公称直径 $d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 公差等级 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| > | ≤ | | 7 | 8 | 9 |
| 180 | 355 | 8 | 600 | 750 | 950 |
| | | 12 | 710 | 900 | 1120 |
| | | 18 | 850 | 1060 | 1320 |
| | | 20 | 900 | 1120 | 1400 |
| | | 22 | 900 | 1120 | 1400 |
| | | 24 | 950 | 1180 | 1500 |
| | | 32 | 1060 | 1320 | 1700 |
| | | 36 | 1120 | 1400 | 1800 |
| | | 40 | 1120 | 1400 | 1800 |
| | | 44 | 1250 | 1500 | 1900 |
| 355 | 640 | 12 | 760 | 950 | 1200 |
| | | 18 | 900 | 1120 | 1400 |
| | | 24 | 950 | 1180 | 1480 |
| | | 44 | 1290 | 1610 | 2000 |

**表 6.5-11　外螺纹中径公差 $T_{d_2}$**

（μm）

| 公称直径 $d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 公差等级 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| > | ≤ | | 7 | 8 | 9 |
| 5.6 | 11.2 | 2 | 190 | 236 | 300 |
| | | 3 | 212 | 265 | 335 |
| 11.2 | 22.4 | 2 | 200 | 250 | 315 |
| | | 3 | 224 | 280 | 355 |
| | | 4 | 265 | 335 | 425 |
| | | 5 | 280 | 355 | 450 |
| | | 8 | 355 | 450 | 560 |
| 22.4 | 45 | 3 | 250 | 315 | 400 |
| | | 5 | 300 | 375 | 475 |
| | | 6 | 335 | 425 | 530 |
| | | 7 | 355 | 450 | 560 |
| | | 8 | 375 | 475 | 600 |
| | | 10 | 400 | 500 | 630 |
| | | 12 | 425 | 530 | 670 |

（续）

| 公称直径 $d$ (mm) | | 螺距 $P$ (mm) | 公差等级 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| > | ≤ | | 7 | 8 | 9 |
| 45 | 90 | 3 | 265 | 335 | 425 |
| | | 4 | 300 | 375 | 475 |
| | | 8 | 400 | 500 | 630 |
| | | 9 | 425 | 530 | 670 |
| | | 10 | 425 | 530 | 670 |
| | | 12 | 475 | 600 | 750 |
| | | 14 | 500 | 630 | 800 |
| | | 16 | 530 | 670 | 850 |
| | | 18 | 560 | 710 | 900 |
| 90 | 180 | 4 | 315 | 400 | 500 |
| | | 6 | 375 | 475 | 600 |
| | | 8 | 425 | 530 | 670 |
| | | 12 | 500 | 630 | 800 |
| | | 14 | 530 | 670 | 850 |
| | | 16 | 560 | 710 | 900 |
| | | 18 | 600 | 750 | 950 |
| | | 20 | 600 | 750 | 950 |
| | | 22 | 630 | 800 | 1000 |
| | | 24 | 670 | 850 | 1060 |
| | | 28 | 710 | 900 | 1120 |
| 180 | 355 | 8 | 450 | 560 | 710 |
| | | 12 | 530 | 670 | 850 |
| | | 18 | 630 | 800 | 1000 |
| | | 20 | 670 | 850 | 1060 |
| | | 22 | 670 | 850 | 1060 |
| | | 24 | 710 | 900 | 1120 |
| | | 32 | 800 | 1000 | 1250 |
| | | 36 | 850 | 1060 | 1320 |
| | | 40 | 850 | 1060 | 1320 |
| | | 44 | 900 | 1120 | 1400 |
| 355 | 640 | 12 | 560 | 710 | 900 |
| | | 18 | 670 | 850 | 1060 |
| | | 24 | 710 | 900 | 1120 |
| | | 44 | 950 | 1220 | 1520 |

**表 6.5-12　外螺纹小径公差 $T_{d_3}$**

（μm）

| 公称直径 d (mm) | | 螺距 P (mm) | 公差等级 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| > | ≤ | | 7 | 8 | 9 |
| 5.6 | 11.2 | 2 | 388 | 445 | 525 |
| | | 3 | 435 | 501 | 589 |
| 11.2 | 22.4 | 2 | 400 | 462 | 544 |
| | | 3 | 450 | 520 | 614 |
| | | 4 | 521 | 609 | 690 |
| | | 5 | 562 | 656 | 775 |
| | | 8 | 709 | 828 | 965 |
| 22.4 | 45 | 3 | 482 | 564 | 670 |
| | | 5 | 587 | 681 | 806 |
| | | 6 | 655 | 767 | 899 |
| | | 7 | 694 | 813 | 950 |
| | | 8 | 734 | 859 | 1015 |
| | | 10 | 800 | 925 | 1087 |
| | | 12 | 866 | 998 | 1223 |
| 45 | 90 | 3 | 501 | 589 | 701 |
| | | 4 | 565 | 659 | 784 |
| | | 8 | 765 | 890 | 1052 |
| | | 9 | 811 | 943 | 1118 |
| | | 10 | 831 | 963 | 1138 |
| | | 12 | 929 | 1085 | 1273 |
| | | 14 | 970 | 1142 | 1355 |
| | | 16 | 1038 | 1213 | 1438 |
| | | 18 | 1100 | 1288 | 1525 |
| 90 | 180 | 4 | 584 | 690 | 815 |
| | | 6 | 705 | 830 | 986 |
| | | 8 | 796 | 928 | 1103 |
| | | 12 | 960 | 1122 | 1335 |
| | | 14 | 1018 | 1193 | 1418 |
| | | 16 | 1075 | 1263 | 1500 |
| | | 18 | 1150 | 1338 | 1588 |
| | | 20 | 1175 | 1363 | 1613 |
| | | 22 | 1232 | 1450 | 1700 |
| | | 24 | 1313 | 1538 | 1800 |
| | | 28 | 1388 | 1625 | 1900 |
| 180 | 355 | 8 | 828 | 965 | 1153 |
| | | 12 | 998 | 1173 | 1398 |
| | | 18 | 1187 | 1400 | 1650 |
| | | 20 | 1263 | 1488 | 1750 |
| | | 22 | 1288 | 1513 | 1775 |
| | | 24 | 1363 | 1600 | 1875 |
| | | 32 | 1530 | 1780 | 2092 |
| | | 36 | 1623 | 1885 | 2210 |
| | | 40 | 1663 | 1925 | 2250 |
| | | 44 | 1755 | 2030 | 2380 |
| 355 | 640 | 12 | 1035 | 1223 | 1460 |
| | | 18 | 1238 | 1462 | 1725 |
| | | 24 | 1363 | 1600 | 1875 |
| | | 44 | 1818 | 2155 | 2530 |

## 5.2　螺纹的旋合长度

在标准中按公称直径和螺距的大小将锯齿形螺纹的旋合长度分为 $N$、$L$ 两组，$N$ 代表中等长度，$L$ 代表长旋合长度。旋合长度的分组范围在表 6.5-13 中查取。

**表 6.5-13　螺纹旋合长度**　（mm）

| 公称直径 d | | 螺距 P | 旋合长度组 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | N | | L |
| > | ≤ | | > | ≤ | > |
| 5.6 | 11.2 | 2 | 6 | 19 | 19 |
| | | 3 | 10 | 28 | 28 |
| 11.2 | 22.4 | 2 | 8 | 24 | 24 |
| | | 3 | 11 | 32 | 32 |
| | | 4 | 15 | 43 | 43 |
| | | 5 | 18 | 53 | 53 |
| | | 8 | 30 | 85 | 85 |
| 22.5 | 45 | 3 | 12 | 36 | 36 |
| | | 5 | 21 | 63 | 63 |
| | | 6 | 25 | 75 | 75 |
| | | 7 | 30 | 85 | 85 |
| | | 8 | 34 | 100 | 100 |
| | | 10 | 42 | 125 | 125 |
| | | 12 | 50 | 150 | 150 |

（续）

| 公称直径 $d$ | | 螺距 $P$ | 旋合长度组 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | $N$ | | $L$ |
| > | ≤ | | > | ≤ | > |
| 45 | 90 | 3 | 15 | 45 | 45 |
| | | 4 | 19 | 56 | 56 |
| | | 8 | 38 | 118 | 118 |
| | | 9 | 43 | 132 | 132 |
| | | 10 | 50 | 140 | 140 |
| | | 12 | 60 | 170 | 170 |
| | | 14 | 67 | 200 | 200 |
| | | 16 | 75 | 236 | 236 |
| | | 18 | 85 | 265 | 265 |
| 90 | 180 | 4 | 24 | 71 | 71 |
| | | 6 | 36 | 106 | 106 |
| | | 8 | 45 | 132 | 132 |
| | | 12 | 67 | 200 | 200 |
| | | 14 | 75 | 236 | 236 |
| | | 16 | 90 | 265 | 265 |
| | | 18 | 100 | 300 | 300 |
| | | 20 | 112 | 335 | 335 |
| | | 22 | 118 | 355 | 355 |
| | | 24 | 132 | 400 | 400 |
| | | 28 | 150 | 450 | 450 |
| 180 | 355 | 8 | 50 | 150 | 150 |
| | | 12 | 75 | 224 | 224 |
| | | 18 | 112 | 335 | 335 |
| | | 20 | 125 | 375 | 375 |
| | | 22 | 140 | 425 | 425 |
| | | 24 | 150 | 450 | 450 |
| | | 32 | 200 | 600 | 600 |
| | | 36 | 224 | 670 | 670 |
| | | 40 | 250 | 750 | 750 |
| | | 44 | 280 | 850 | 850 |
| 355 | 640 | 12 | 87 | 260 | 260 |
| | | 18 | 132 | 390 | 390 |
| | | 24 | 174 | 520 | 520 |
| | | 44 | 319 | 950 | 950 |

### 5.3 多线螺纹的公差

标准规定多线螺纹的顶径公差与单线螺纹相同，多线螺纹的中径公差是在单线螺纹中径公差的基础上按线数不同分别乘以线数的系数而得，不同线数的系数见表 6.5-14。

**表 6.5-14 多线螺纹的系数**

| 线数 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| 系数 | 1.12 | 1.25 | 1.4 | 1.6 |

## 6 螺纹的标记方法

### 6.1 关于标记的规定

锯齿形螺纹的标记是由锯齿形螺纹代号、公差带代号及旋合长度代号组成。

(1) 锯齿形螺纹的代号见 GB/T 13576.2—92《锯齿形（3°、30°）螺纹 直径与螺距系列》标准的规定。

(2)锯齿形螺纹的公差带代号只标注中径公差带，中径公差带的代号由公差等级数和代表基本偏差的字母组成。

(3) 当螺纹的旋合长度为 $N$ 组时，不标注旋合长度组别代号；当旋合长度为 $L$ 组时，应将组别代号 $L$ 写在公差带代号的后面，并用“—”隔开。特殊需要时可用具体旋合长度数值代替组别代号 $L$。

(4)螺纹副的公差带要分别注出内、外螺纹的公差带代号。前面是内螺纹公差带代号，后面是外螺纹公差带代号，中间用斜线分开。

### 6.2 标记示例

内螺纹：B40×7—7A

外螺纹：B40×7—7c

左旋外螺纹：B40×7LH—7c

螺纹副：B40×7—7A/7c

旋合长度为 L 组的多线螺纹：

B40×14（P7）—8c—L

旋合长度为特殊需要时的螺纹：

B40×7—7c—140

## 7 螺纹精度与公差带的选用

锯齿形螺纹分为中等和粗糙两个精度级别，一般情况下多选用中等精度，粗糙精度用于要求不高的场合。

一般情况下应该选用表 6.5-15 规定的选用公差带。

**表 6.5-15 内、外螺纹选用公差带**

| 精度 | 内螺纹 | | 外螺纹 | |
|---|---|---|---|---|
| | $N$ | $L$ | $N$ | $L$ |
| 中等 | 7A | 8A | 7C | 8C |
| 粗糙 | 8A | 9A | 8C | 9C |

## 8　锯齿形螺纹的基本偏差和公差计算式

锯齿形螺纹采用了普通螺纹的公差原理，即以普通螺纹公差制中列出的计算式为基础，结合锯齿形螺纹的特点做适当调整后列出了锯齿形螺纹的计算式，再以此计算出锯齿形螺纹的基本偏差、公差和旋合长度。为了使系列均衡和符合优先数系，内、外螺纹中径和顶径的公差计算值需圆整到R40系列中最接近的值，但其中外螺纹小径公差（$Td_3$）的计算值不修约。

在GB/T 13576.4—92《锯齿形（3°、30°）螺纹公差》标准的附录A（参考件）中列出了这些计算式供设计和选用者参考。

（1）基本偏差计算式

$EI_H=0$

（2）$EI_A=500+33P$；

$es_h=0$；

$es_c=-(125+11P)$　$P\leqslant 2$；

$es_e=-(5+94.12\sqrt{P})$　$P=3\sim 44$。

式中EI和es的单位为μm；$P$的单位为mm。

（2）内螺纹小径公差计算式

$T_{D_1}(4)=0.63(230P^{0.7})$

式中$T_{D_1}$的单位为μm；$P$的单位为mm。

（3）外螺纹大径公差计算式

$T_d(4)=0.63(180\sqrt[3]{P^2}-3.15/\sqrt{P})$

式中$T_d$的单位为μm；$P$的单位为mm。

（4）外螺纹中径公差计算式

$Td_2(6)=90P^{0.4}d^{0.1}$；

$Td_2(7)=1.25Td_2(6)$

$Td_2(8)=1.6Td_2(6)$

$Td_2(9)=2Td_2(6)$

式中$Td_2$单位为μm；$P$和$d$的单位为mm。$d$值取相应公称直径分段首尾两数的几何平均值。

（5）内螺纹中径公差计算式

$T_{D_2}(7)=1.7Td_2(6)$；

$T_{D_2}(8)=2.12Td_2(6)$；

$T_{D_3}(9)=2.65Td_2(6)$。

式中$T_{D_2}$和$Td_2$单位为μm。

（6）外螺纹小径公差计算式

$Td_3=1.25Td_2+|es_c|$

式中$es_c$、$Td_2$和$Td_3$单位为μm

（7）旋合长度的计算式

$l_{Nmin}=2.24Pd^{0.2}$；

$l_{Nmax}=6.7Pd^{0.2}$。

式中各参数单位均为mm，$d$为所在直径分段中的最小直径。

## 9　大径定心的公差值

在螺纹水平装配或安装精度要求较高的情况下需采用大径定心，此时内、外螺纹的大径公差应按表6.5-16列出的数值执行。

当采用大径定心时，其螺纹的标记还需在GB/T 13576.4—92规定之公差带代号之后加注大径的代号"$D$"（对内螺纹）或"$d$"（对外螺纹）并用括号将其括上。具体标记示例如下：

（1）采用大径定心的长组内螺纹

$B40\times 7$—7A（$D$）—L

（2）采用大径定心的双线左旋外螺纹：

B40×14（$P7$）LH—8c（$d$）

**表6.5-16　大径定心用大径公差**

（μm）

| 公称直径 $d$（mm） | | 内螺纹大径公差 $T_D$ | 外螺纹大径公差 $T_d$ |
|---|---|---|---|
| > | ≤ | | |
| 6 | 10 | 58 | 36 |
| 10 | 18 | 70 | 43 |
| 18 | 30 | 84 | 52 |
| 30 | 50 | 100 | 62 |
| 50 | 80 | 120 | 74 |
| 80 | 120 | 140 | 87 |
| 120 | 180 | 160 | 100 |
| 180 | 250 | 185 | 115 |
| 250 | 315 | 210 | 130 |
| 315 | 400 | 230 | 140 |
| 400 | 500 | 250 | 155 |
| 500 | 630 | 280 | 175 |
| 630 | 800 | 320 | 200 |

## 10　对锯齿形螺纹标准的若干说明

（1）关于直径和螺距系列　GB/T 13576.2—92《锯齿形（3°、30°）螺纹直径与螺距系列》标准中采用的直径与螺距的组合关系与DIN513—85的一、二系列大体相同，由于该标准规定其第三系列不用于新设计，而我国又从未使用过，所以没有采用。

GB/T 13576.2—92规定的直径与螺距系列与旧标准JB 923—66有较大的出入，但由于JB 923在国内基本上没有应用，因此不存在难于过渡的问题。相反新国标与重机行业86年颁布的行业标准很接近，故可以认为新国标在国内的贯彻是有基础的。

（2）关于定心方式　大径定心具有定位准确、受力均匀、传动平稳、紧固后不易松动等优点，但内螺纹大径的加工和测量均较困难。需要配制大径塞规。中径定

心螺纹制造较为简单；不需要严格地控制内螺纹大径的尺寸，从而也就不必添置专门的大径塞规了。因此这两种定心方式是各有千秋的。

在GB/T 13576.4—92《锯齿形（3°、30°）螺纹公差》中规定了中径定心时大径公差带的位置为H，没有规定其公差值，其尺寸由刀具来控制。在该标准的附录B中给出了使用大径定心时所需要的大径公差值，此值相当于H10/h9。根据目前各国标准的规定得知，德国较多地使用大径定心方式，而美、英、法等国则更多地采用中径定心。我国标准提供了选择的余地，设计者可根据各自产品的性能要求来选取所需的定心方式。

(3) 关于牙侧间隙的给定方法　为保证锯齿形螺纹的正常工作，应在螺纹牙侧留有一定量的轴向保证间隙。这个间隙的形成有两种途径，一是在设计牙型上规定出一个特定的牙侧间隙；二是给螺纹中径设置一个基本偏差不为零的公差带，该公差带位置使中径具有所需的轴向保证间隙。由于第一种方法会使基本牙型与设计牙型上的中径尺寸发生变化，从而引起概念上的混乱，所以在国标GB/T 13576.4—92《锯齿形（3°、30°）螺纹　公差》标准中采用了在内、外螺纹的中径上均能形成保证间隙的公差带（内螺纹的中径公差带位置为A，外螺纹为C），使之获得牙侧间隙。世界其他国家，如美国、英国和法国也都是这样的办法，只有德国同时使用两种方法。

(4) 新、旧标准的关系　在GB/T 13576.1～4—92颁布之前，我国没有颁布过锯齿形螺纹的国家标准，所谓旧标准系指机标JB 923—66《锯齿形螺纹》。该机标与新国标的关系大致如下：

1) GB/T 13576.1—92与JB 923—66的牙型基本相同，左、右牙侧角均为3°、30°，其中基本牙型完全相同，设计牙型没有原则性差别。

2) GB/T 13576.2—92与JB 923—66规定的直径和螺距的系列以及两者间的组合均有较大的出入，国标的规定更能满足目前的需要。

3) GB/T 13576.3—92与JB 923—66列出的基本尺寸不同，这是由于两者所依据的直径与螺距的组合系列不同的原故。

4) GB/T 13576.4—92采用了与普通螺纹和梯形螺纹相协调的现代公差制，而JB 923—66则使用60年代前的旧公差制，因此两者的公差制没有共同处。从公差数值上看，JB 923—66的内螺纹相当于GB/T 13576.4—92的7级公差，而JB 923—66的一级外螺纹相当于GB/T 13576.4—92的8级公差、二级相当于9级。总的看国标规定的外螺纹精度较原机标有所提高，就我国梯形螺纹标准的贯彻情况看，锯齿形螺纹加工达到国标的规定不是很困难，但应注意工、量具和工艺尺寸的改变。

(5) 关于锯齿形螺纹的代号　JB 923—66标准中使用字母“S”表示锯齿形螺纹，这个代号来源于德国和原苏联标准。GB 13576—92则规定用字母“B”代表牙侧角为3°、30°的锯齿形螺纹，这是因为国际标准化组织已在ISO/DIS1501中采用“S”代表小螺纹，为此我国也决定采用“S”表示小螺纹，以求得与ISO标准的一致。这样一来就只能另行规定尚没有国际标准的锯齿形螺纹的代号了。

# 第6章　管螺纹（GB 7306—87，GB 7307—87）

## 1　概述

按照用途可以将管螺纹分为用螺纹密封的管螺纹和非螺纹密封的管螺纹两大类，其中每一类中都包括有55°和60°两种牙型的螺纹。从用途上看，55°牙型角和60°牙型角的管螺纹没有什么差别，从性能上看，60°牙型角的美国标准规定了牙高公差用以直接控制内、外螺纹的牙顶高和牙底高的尺寸对保证螺纹副的密封会更加有效。

由于大多数国家，如英国、法国、德国。日本以及原苏联均使用55°牙型角的管螺纹，因而国际标准化组织ISO颁布了有关55°管螺纹的国际标准ISO7《用螺纹密封的管螺纹》和ISO228《非螺纹密封的管螺纹》，这两个标准是由国际标准化组织第五技术委员会ISO/TC5制订的，目前已被世界上许多国家采纳。美国及受美国经济影响较大的国家和产品则使用60°管螺纹，这种螺纹有美国标准，以及依据美国标准制订的其他标准，但没有制订国际标准。

在我国，55°管螺纹更多的应用于水、煤气管路的连接，其数量仅次于普通螺纹，在其他设备上虽然也有使用，但其数量有限。而60°管螺纹则更多地被用于各种机器设备、汽车、飞机和石油、化工等行业，而在水、煤气管路系统中则基本上没有应用。

## 2　55°牙型角的管螺纹

### 2.1　用螺纹密封的管螺纹（GB 7306—87）

国家标准GB 7306—87《用螺纹密封的管螺纹》等效地采用了国际标准ISO7/1—1982。该标准规定的管螺纹包括有圆锥内螺纹与圆锥外螺纹的配合及圆柱内螺纹与圆锥外螺纹的配合共两种联结形式。这两种联结形式的螺纹副本身均具有密封能力。适用于各种管子、管接头、旋塞、阀门和其他螺纹联结的管路附件。为提高其密封能力，必要时允许在螺纹副内添加密封物。

#### 2.1.1　关于牙型的规定

GB 7306中规定的管螺纹牙型是由顶角为55°的等腰三角形，在顶角削去$\frac{H}{6}$构成的牙型角为55°的螺纹牙型，其牙顶和牙底均为圆弧形，圆弧半径为$r$。其中圆锥螺纹的锥度比为1∶16，具体的形状及尺寸关系见图6.6-1和6.6-2

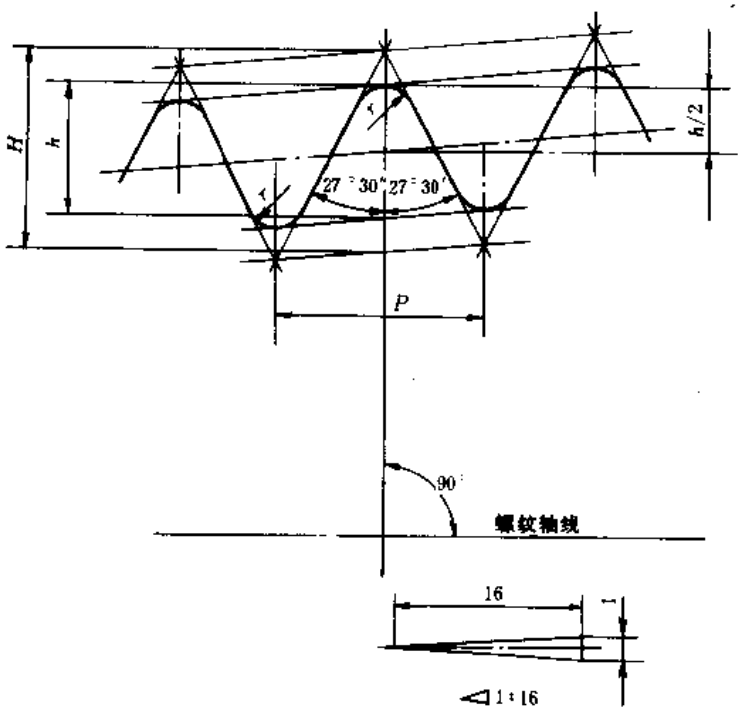



图6.6-1　圆锥螺纹基本牙型

$P=\frac{25.4}{n}$　$H=0.960237P$　$h=0.640327P$　$r=0.137278P$

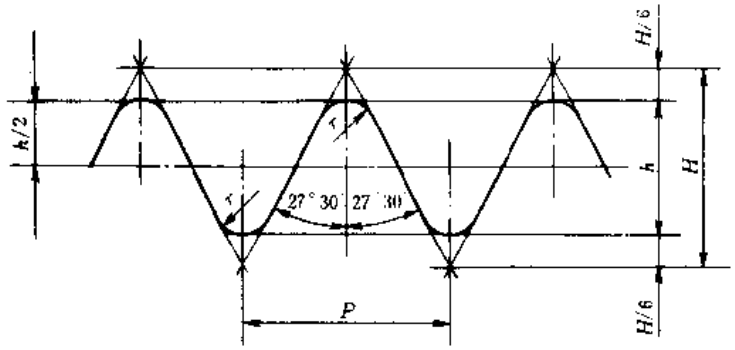



图6.6-2　圆柱内螺纹基本牙型

$P=\frac{25.4}{n}$　$H=0.960491P$　$h=0.640327P$　$r=0.137329P$　$\frac{H}{6}=0.160082P$

### 2.1.2　螺纹各要素的术语及代号

将 GB 7306 中各要素的术语及代号列于表 6.6-1。

**表 6.6-1　GB 7306 的术语代号**

| 术　语 | 代号 | 术　语 | 代号 |
|---|---|---|---|
| 内螺纹大径 | $D$ | 原始三角形高度 | $H$ |
| 外螺纹大径 | $d$ | 牙型高度 | $h$ |
| 内螺纹中径 | $D_2$ | 圆弧半径 | $r$ |
| 外螺纹中径 | $d_2$ | 每 25.4mm 内的螺纹牙数 | $n$ |
| 内螺纹小径 | $D_1$ | | |
| 外螺纹小径 | $d_1$ | 基准距离的公差① | $T_1$ |
| 螺距 | $P$ | 基准平面轴向位移公差② | $T_2$ |

注：① 对外螺纹；
② 对圆锥内螺纹。

### 2.1.3　关于基本尺寸的规定

(1) 圆锥管螺纹的尺寸在基准平面上给出，与圆锥外螺纹配合的圆柱内螺纹的尺寸与同规格的圆锥内螺纹基面上的尺寸相同。

(2) 管螺纹大、中、小径的尺寸以大径和螺距为基础进行计算。中径和小径尺寸的计算式如下：

$$d_2=D_2=d-0.640327P$$

$$d_1=D_1=d-1.280654P$$

(3) 螺纹的基本尺寸见表 6.6-2 的规定。

**表 6.6-2　螺纹的基本尺寸**（GB 7306－87）　(mm)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 尺寸代号 | 每 25.4mm 内的牙数 $n$ | 螺距 $P$ | 牙高 $h$ | 圆弧半径 $r\approx$ | 基面上的基本直径 | | | 基准距离 | 有效螺纹长度 |
| | | | | | 大径（基准直径）$d=D$ | 中径 $d_2=D_2$ | 小径 $d_1=D_1$ | | |
| 1/16 | 28 | 0.907 | 0.581 | 0.125 | 7.723 | 7.142 | 6.561 | 4.0 | 6.5 |
| 1/8 | 28 | 0.907 | 0.581 | 0.125 | 9.728 | 9.147 | 8.566 | 4.0 | 6.5 |
| 1/4 | 19 | 1.337 | 0.856 | 0.184 | 13.157 | 12.301 | 11.445 | 6.0 | 9.7 |
| 3/8 | 19 | 1.337 | 0.856 | 0.184 | 16.662 | 15.806 | 14.950 | 6.4 | 10.1 |
| 1/2 | 14 | 1.814 | 1.162 | 0.249 | 20.955 | 19.793 | 18.631 | 8.2 | 13.2 |
| 3/4 | 14 | 1.814 | 1.162 | 0.249 | 26.441 | 25.279 | 24.117 | 9.5 | 14.5 |
| 1 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 33.249 | 31.770 | 30.291 | 10.4 | 16.8 |
| 1¼ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 41.910 | 40.431 | 38.952 | 12.7 | 19.1 |
| 1½ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 47.803 | 46.324 | 44.845 | 12.7 | 19.1 |
| 2 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 59.614 | 58.135 | 56.656 | 15.9 | 23.4 |
| 2½ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 75.184 | 73.705 | 72.226 | 17.5 | 26.7 |
| 3 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 87.884 | 86.405 | 84.926 | 20.6 | 29.8 |
| 3½① | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 100.330 | 98.851 | 97.372 | 22.2 | 31.4 |
| 4 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 113.030 | 111.551 | 110.072 | 25.4 | 35.8 |
| 5 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 138.430 | 136.951 | 135.472 | 28.6 | 40.1 |
| 6 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 163.830 | 162.351 | 160.872 | 28.6 | 40.1 |

① 尺寸代号为 3½的螺纹，限用于蒸汽机车。

### 2.1.4　关于公差的规定和说明

(1) 圆锥螺纹公差的由来

由于锥螺纹在其轴线方向有1∶16的锥度，当在规定的轴向位置上的螺纹大径尺寸产生误差时，通过该位置的平面就不再符合基准平面定义中所要求的条件，即因为它不具有基准直径而不再是基准平面。同时必定能够在另外一个轴向位置上找到一个符合基准平面定义的平面，即该平面上的大径等于基准直径，它就是重新找到的基准平面。这个新基准平面所在的轴向位置到原来规定之理论位置的轴向距离被称之为基准平面的轴向位移。这个位移量是由于制造上的误差而产生的，所以只要规定一个基准平面轴向位移的公差就相当于规定了管螺纹直径尺寸的公差。

(2) 圆锥外螺纹的公差和极限偏差

基于标准规定基准距离为基准平面到外螺纹小端的轴向距离，当基准平面在轴向上的位置发生变化时将直接引起基准距离的变动，为此标准中对圆锥外螺纹规定出基准距离的公差和极限偏差就相当于规定了圆锥外螺纹基面轴向位移的公差和极限偏差。具体数值见表6.6-3的4、5、6栏。

(3) 圆锥内螺纹的公差和极限偏差

由于圆锥内螺纹基准平面的理想位置在内螺纹的大端面，所以标准中直接规定了圆锥内螺纹基面轴向位移的极限偏差，正、负极限偏差之间的距离就是圆锥内螺纹的公差值。具体数值列于表6.6-3的第七栏。

(4) 圆柱内螺纹的公差和极限偏差

与圆锥外螺纹配合的圆柱内螺纹的公差及极限偏差与圆锥内螺纹的公差级别相同。由于圆柱内螺纹没有锥度，不能用轴向量给出，故需将圆锥内螺纹的极限偏差值换算成径向尺寸，即将圆锥内螺纹的基面轴向位移的极限偏差值乘以$\frac{1}{16}$就是圆柱内螺纹各直径的极限偏差值。

**表6.6-3　螺纹公差** (GB 7306—87)　　(mm)

| 1 | 2 | 3 | 4 | | 5 | 6 | 7 | | 8 | | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 尺寸代号 | 每25.4 mm内的牙数$n$ | 基准距离 | | | | | 圆锥内螺纹基面轴向位移的极限偏差$\pm T_2/2$ | | 装配余量 | | 有效螺纹长度不小于* | | |
| | | 基本 | 极限偏差$\pm T_1/2$ | | 最大 | 最小 | | | | | 基本 | 最大 | 最小 |
| | | | ≈ | 圈数 | | | ≈ | 圈数 | ≈ | 圈数 | | | |
| 1/16 | 28 | 4.0 | 0.9 | 1 | 4.9 | 3.1 | 1.1 | 1¼ | 2.5 | 2¾ | 6.5 | 7.4 | 5.6 |
| 1/8 | 28 | 4.0 | 0.9 | 1 | 4.9 | 3.1 | 1.1 | 1¼ | 2.5 | 2¾ | 6.5 | 7.4 | 5.6 |
| 1/4 | 19 | 6.0 | 1.3 | 1 | 7.3 | 4.7 | 1.7 | 1¼ | 3.7 | 2¾ | 9.7 | 11.0 | 8.4 |
| 3/8 | 19 | 6.4 | 1.3 | 1 | 7.7 | 5.1 | 1.7 | 1¼ | 3.7 | 2¾ | 10.1 | 11.4 | 8.8 |
| 1/2 | 14 | 8.2 | 1.8 | 1 | 10.0 | 6.4 | 2.3 | 1¼ | 5.0 | 2¾ | 13.2 | 15.0 | 11.4 |
| 3/4 | 14 | 9.5 | 1.8 | 1 | 11.3 | 7.7 | 2.3 | 1¼ | 5.0 | 2¾ | 14.5 | 16.3 | 12.7 |
| 1 | 11 | 10.4 | 2.3 | 1 | 12.7 | 8.1 | 2.9 | 1¼ | 6.4 | 2¾ | 16.8 | 19.1 | 14.5 |
| 1¼ | 11 | 12.7 | 2.3 | 1 | 15.0 | 10.4 | 2.9 | 1¼ | 6.4 | 2¾ | 19.1 | 21.4 | 16.8 |
| 1½ | 11 | 12.7 | 2.3 | 1 | 15.0 | 10.4 | 2.9 | 1¼ | 6.4 | 2¾ | 19.1 | 21.4 | 16.8 |
| 2 | 11 | 15.9 | 2.3 | 1 | 18.2 | 13.6 | 2.9 | 1¼ | 7.5 | 3¼ | 23.4 | 25.7 | 21.1 |
| 2½ | 11 | 17.5 | 3.5 | 1½ | 21.0 | 14.0 | 3.5 | 1½ | 9.2 | 4 | 26.7 | 30.2 | 23.2 |
| 3 | 11 | 20.6 | 3.5 | 1½ | 24.1 | 17.1 | 3.5 | 1½ | 9.2 | 4 | 29.8 | 33.3 | 26.3 |
| 3½** | 11 | 22.2 | 3.5 | 1½ | 25.7 | 18.7 | 3.5 | 1½ | 9.2 | 4 | 31.4 | 34.9 | 27.9 |
| 4 | 11 | 25.4 | 3.5 | 1½ | 28.9 | 21.9 | 3.5 | 1½ | 10.4 | 4½ | 35.8 | 39.3 | 32.3 |
| 5 | 11 | 28.6 | 3.5 | 1½ | 32.1 | 25.1 | 3.5 | 1½ | 11.5 | 5 | 40.1 | 43.6 | 36.6 |
| 6 | 11 | 28.6 | 3.5 | 1½ | 32.1 | 25.1 | 3.5 | 1½ | 11.5 | 5 | 40.1 | 43.6 | 36.6 |

注：* 内、外螺纹有效螺纹长度的最小值—基准距离+装配余量。第9、10、11栏内的数值是相对三种基准距离而规定的有效螺纹长度的最小值。为了容纳外螺纹，当内螺纹的有效螺纹长度小于第10栏的数值时，内螺纹的有效螺纹长度应不小于外螺纹的有效螺纹长度。

** 尺寸代号为3½的螺纹，限用于蒸汽机车。

### 2.1.5　关于有效螺纹长度的说明

(1) 规定有效螺纹长度值的目的

有效螺纹是指在内、外螺纹联结过程中能够旋合的螺纹，其长度应该保证足够使用，标准中做为基本尺寸列出的数值就是依照这种要求给定的。所以这个数值是有效螺纹长度的最小值。它由基准距离和装配余量组成，其中的装配余量又是由旋紧余量和内螺纹的上偏差（极限偏差）所构成。这些尺寸之间的关系如图 6.6-3 所示。它们之中的旋紧余量应该是设计者根据性能需要提出的。做为螺纹有效螺纹长度的最大值是不受到限制的。

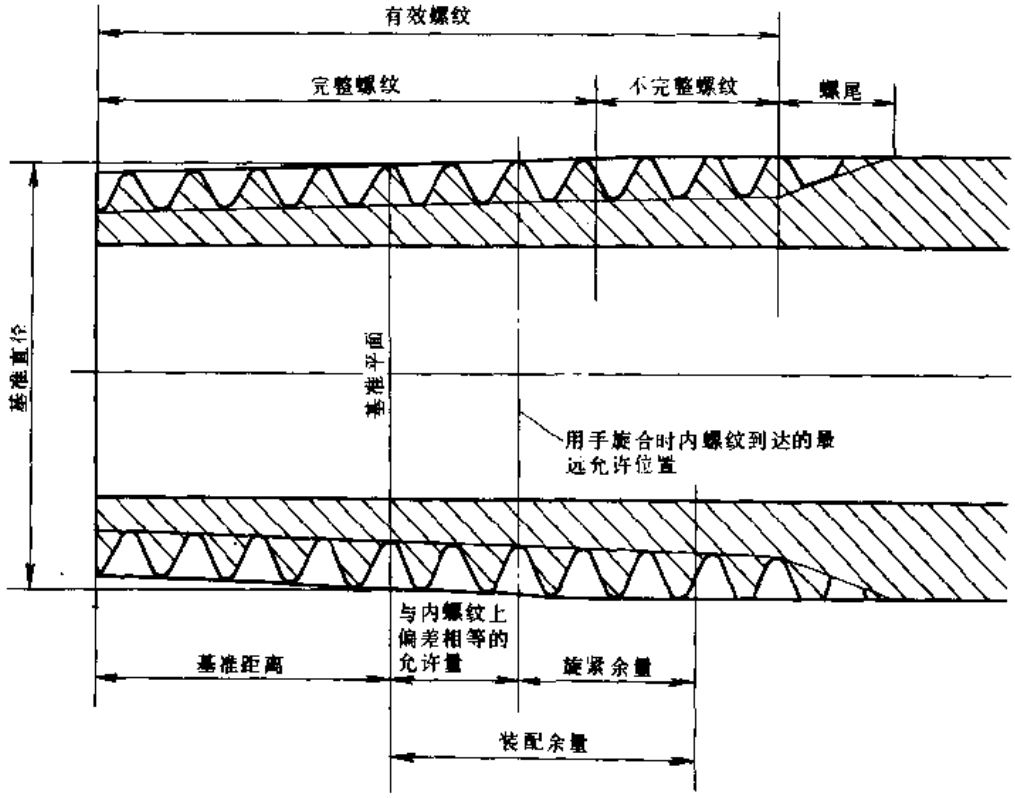



图 6.6-3

(2) 关于表 6.6-3 中有效螺纹长度值的说明

在表 6.6-3 的 9、10 和 11 栏中分别给出了“基本”、“最大”、“最小”三个有效螺纹长度的最小值，这三个最小值是与基准距离的三个值相对应的，也就是说是三种基准距离情况下的三个有效螺纹长度的最小值。所以在标准中要求有效螺纹长度不小于这三个值。这三个值不说明有效螺纹长度本身有公差。设计和制造时必须满足此值的要求，否则会在使用中扭不进或扭不紧，从而达不到紧固和密封的目的。

(3) 无螺尾时的有效螺纹长度

当内螺纹的结构无螺尾时，有效螺纹的长度应不少于有螺尾者最小值（表 6.6-3 的 11 栏）的 80%。以保证有足够的配合长度。

基准平面的位置及有效螺纹长度的关系如图 6.6-4 所示。

### 2.1.6　标记方法及示例

(1)用螺纹密封的 55°管螺纹的标记由螺纹特征代号及尺寸代号组成，其代号及示例如下表所示。

表 6.6-4　标记及代号

| 螺纹种类 | 特征代号 | 标记示例 |
|---|---|---|
| 圆锥内螺纹 | Rc | Rc3/4 |
| 圆柱内螺纹 | Rp | Rp1/2 |
| 圆锥外螺纹 | R | R1/2 |

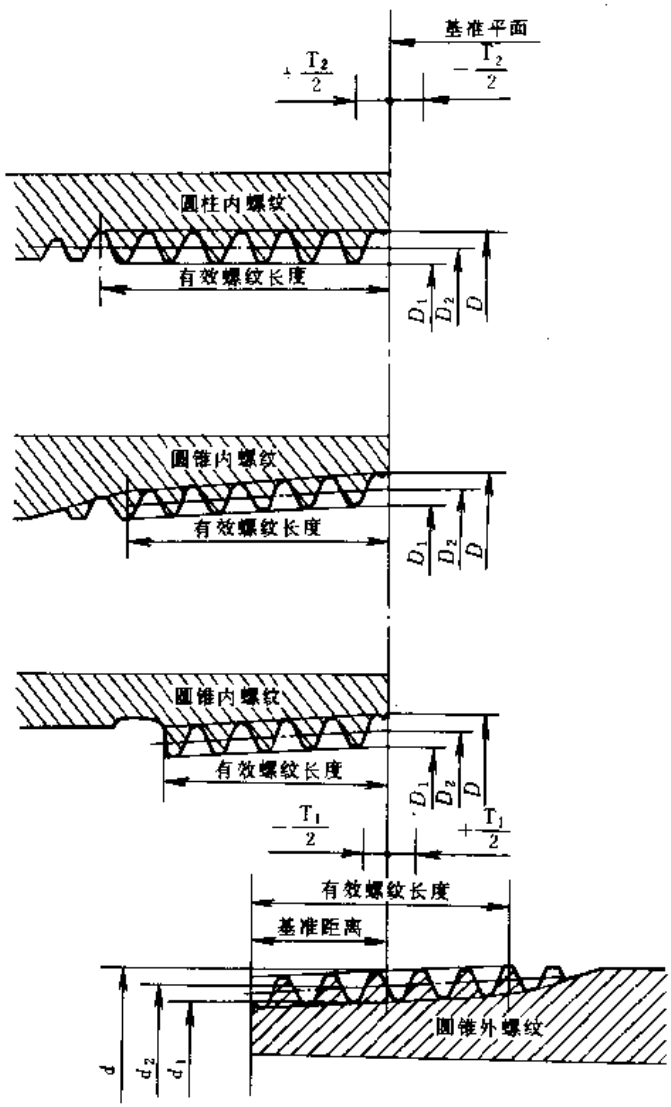



**图 6.6-4　基准平面的位置及有效螺纹长度的关系**

(2) 当螺纹为左旋时，需在尺寸代号之后加注旋向代号 LH，其示例如下：

Rc3/4—LH

(3) 内、外螺纹装配在一起时，将内、外螺纹的标记用一斜线分开，左边表示内螺纹；右边表示外螺纹，其标记示例如下。

圆锥内螺纹与圆锥外螺纹的配合标记为：

Rc1½/R1½

圆柱内螺纹与圆锥外螺纹的配合，同时又为左旋螺纹时标记为：

RP3/4/R3/4—LH

## 2.2　非螺纹密封的管螺纹（GB 7307—87）

国家标准 GB 7307—87《非螺纹密封的管螺纹》与国际标准 ISO 228/1—1982 等效。该标准规定的管螺纹其内、外螺纹均为圆柱螺纹，在管路连接中只起机械连接作用，螺纹副本身不具有密封能力。适用于管接头、旋塞、阀门及其他管路附件。若要求联接后具有密封性可在螺纹副之外采取其他的密封结构，如利用端面压紧密封圈等，也可在密封面内添加密封物。

### 2.2.1　螺纹各要素的术语及代号

将 GB 7307—87 中各要素的术语及代号列于表

6.6-5。

表 6.6-5　GB 7307—87 的术语代号

| 术　语 | 代号 | 术　语 | 代号 |
|---|---|---|---|
| 内螺纹大径 | $D$ | 原始三角形高度 | $H$ |
| 外螺纹大径 | $d$ | 牙型高度 | $h$ |
| 内螺纹中径 | $D_2$ | 圆弧半径 | $r$ |
| 外螺纹中径 | $d_2$ | 每 25.4mm 内的螺纹牙数 | $n$ |
| 内螺纹小径 | $D_1$ | 外螺纹大径公差 | Td |
| 外螺纹小径 | $d_1$ | 内螺纹小径公差 | $TD_1$ |
| 螺距 | $P$ | 内、外螺纹的中径公差 | $TD_2$、$Td_2$ |

### 2.2.2　关于牙型的规定

GB 7307 中规定的圆柱管螺纹的牙型如图 6.6-5 所示。其原始三角形为顶角等于 55°的等腰三角形，故牙型角为 55°、牙顶和牙底均为圆弧形、圆弧半径为 $r$，牙顶和牙底的削平高度都是 $\frac{1}{6}H$。其牙型上的尺寸按下列公式计算：

$$P=\frac{25.4}{n}$$

$$H=0.960491P$$

$$h=0.640327P$$

$$r=0.137329P$$

$$\frac{H}{6}=0.160082P$$

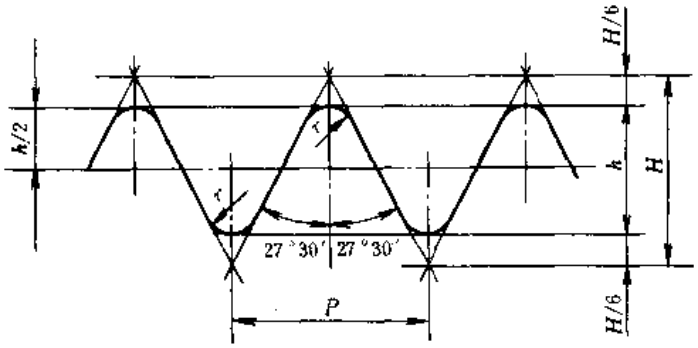



图 6.6-5　基本牙型

### 2.2.3　关于基本尺寸和公差的规定

(1) 关于基本尺寸的规定

GB 7307 的尺寸系列多于 GB 7306，二者尺寸代号相同者圆柱螺纹的基本尺寸与圆锥螺纹基面上的基本尺寸相同。其中径和小径的尺寸按下列计算式计算：

$$D_2=d_2=d-0.640327P;$$

$$D_1=d_1=d_1-1.280654P。$$

各规格大、中、小径的基本尺寸列于表 6.6-6。

(2) 关于公差的规定

1) 圆柱管螺纹内、外螺纹各直径公差带的基本偏差均为零，内螺纹的上偏差为正，外螺纹的下偏差为负。

2) 对内螺纹的中径只规定了一种公差带，下偏差为零，上偏差为正。

3) 对外螺纹的中径规定了 A、B 两种公差带，上偏差为零，下偏差为负。其中 B 级的公差值为 A 级公差值的两倍。

4) 分别对内、外螺纹的顶径规定了一种公差，并允许内、外螺纹的牙顶在公差带范围内削平。

上述各直径的各级公差值见表 6.6-6，公差带的分布情况见图 6.6-6。

### 2.2.4　标记方法

(1) 圆柱管螺纹的标记由螺纹特征代号、尺寸代号和公差等级代号组成。

1) 螺纹的特征代号用大写字母 G 表示；

2) 螺纹的尺寸代号按表 6.6-6“螺纹的基本尺寸和公差”的第一栏标记；

3) 螺纹的公差等级代号，对外螺纹分为 A、B 两级，对内螺纹则不标记。

(2) 当螺纹为左旋时，在公差等级代号之后加注：LH”。

(3) 内、外螺纹装配在一起的螺纹副，将内、外螺纹的标记用斜线分开，左边表示内螺纹，右边表示外螺纹。

## 表 6.6-6 螺纹的基本尺寸和公差

(mm)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 尺寸代号 | 每 25.4 mm 内的牙数 $n$ | 螺距 $P$ | 牙高 $h$ | 圆弧半径 $r\approx$ | 基本直径 | | | 外螺纹 | | | | | 内螺纹 | | | |
| | | | | | 大径 $d=D$ | 中径 $d_2=D_2$ | 小径 $d_1=D_1$ | 大径公差 Td | | 中径公差 $Td_2$① | | | 中径公差 $TD_2$① | | 小径公差 $T\overline{D_1}$ | |
| | | | | | | | | 下偏差 | 上偏差 | 下偏差 | | 上偏差 | 下偏差 | 上偏差 | 下偏差 | 上偏差 |
| | | | | | | | | | | A 级 | B 级 | | | | | |
| 1/16 | 28 | 0.907 | 0.581 | 0.125 | 7.723 | 7.142 | 6.561 | −0.214 | 0 | −0.107 | −0.214 | 0 | 0 | +0.107 | 0 | +0.282 |
| 1/8 | 28 | 0.907 | 0.581 | 0.125 | 9.728 | 9.147 | 8.566 | −0.214 | 0 | −0.107 | −0.214 | 0 | 0 | +0.107 | 0 | +0.282 |
| 1/4 | 19 | 1.337 | 0.856 | 0.184 | 13.157 | 12.301 | 11.445 | −0.250 | 0 | −0.125 | −0.250 | 0 | 0 | +0.125 | 0 | +0.445 |
| 3/8 | 19 | 1.337 | 0.856 | 0.184 | 16.662 | 15.806 | 14.950 | −0.250 | 0 | −0.125 | −0.250 | 0 | 0 | +0.125 | 0 | +0.445 |
| 1/2 | 14 | 1.814 | 1.162 | 0.249 | 20.955 | 19.793 | 18.631 | −0.284 | 0 | −0.142 | −0.284 | 0 | 0 | +0.142 | 0 | +0.541 |
| 5/8 | 14 | 1.814 | 1.162 | 0.249 | 22.911 | 21.749 | 20.587 | −0.284 | 0 | −0.142 | −0.284 | 0 | 0 | +0.142 | 0 | +0.541 |
| 3/4 | 14 | 1.814 | 1.162 | 0.249 | 26.441 | 25.279 | 24.117 | −0.284 | 0 | −0.142 | −0.284 | 0 | 0 | +0.142 | 0 | +0.541 |
| 7/8 | 14 | 1.814 | 1.162 | 0.249 | 30.201 | 29.039 | 27.877 | −0.284 | 0 | −0.142 | −0.284 | 0 | 0 | +0.142 | 0 | +0.541 |
| 1 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 33.249 | 31.770 | 30.291 | −0.360 | 0 | −0.180 | −0.360 | 0 | 0 | +0.180 | 0 | +0.640 |
| 1⅛ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 37.897 | 36.418 | 34.939 | −0.360 | 0 | −0.180 | −0.360 | 0 | 0 | +0.180 | 0 | +0.640 |
| 1¼ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 41.910 | 40.431 | 38.952 | −0.360 | 0 | −0.180 | −0.360 | 0 | 0 | +0.180 | 0 | +0.640 |
| 1½ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 47.803 | 46.324 | 44.845 | −0.360 | 0 | −0.180 | −0.360 | 0 | 0 | +0.180 | 0 | +0.640 |
| 1¾ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 53.746 | 52.267 | 50.788 | −0.360 | 0 | −0.180 | −0.360 | 0 | 0 | +0.180 | 0 | +0.640 |
| 2 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 59.614 | 58.135 | 56.656 | −0.360 | 0 | −0.180 | −0.360 | 0 | 0 | +0.180 | 0 | +0.640 |
| 2¼ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 65.710 | 64.231 | 62.752 | −0.434 | 0 | −0.217 | −0.434 | 0 | 0 | +0.217 | 0 | +0.640 |
| 2½ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 75.184 | 73.705 | 72.226 | −0.434 | 0 | −0.217 | −0.434 | 0 | 0 | +0.217 | 0 | +0.640 |
| 2¾ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 81.534 | 80.055 | 78.576 | −0.434 | 0 | −0.217 | −0.434 | 0 | 0 | +0.217 | 0 | +0.640 |
| 3 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 87.884 | 86.405 | 84.926 | −0.434 | 0 | −0.217 | −0.434 | 0 | 0 | +0.217 | 0 | +0.640 |
| 3½ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 100.330 | 98.851 | 97.372 | −0.434 | 0 | −0.217 | −0.434 | 0 | 0 | +0.217 | 0 | +0.640 |
| 4 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 113.030 | 111.551 | 110.072 | −0.434 | 0 | −0.217 | −0.434 | 0 | 0 | +0.217 | 0 | +0.640 |
| 4½ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 125.730 | 124.251 | 122.772 | −0.434 | 0 | −0.217 | −0.434 | 0 | 0 | +0.217 | 0 | +0.640 |
| 5 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 138.430 | 136.951 | 135.472 | −0.434 | 0 | −0.217 | −0.434 | 0 | 0 | +0.217 | 0 | +0.640 |
| 5½ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 151.130 | 149.651 | 148.172 | −0.434 | 0 | −0.217 | −0.434 | 0 | 0 | +0.217 | 0 | +0.640 |
| 6 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 163.830 | 162.351 | 160.872 | −0.434 | 0 | −0.217 | −0.434 | 0 | 0 | +0.217 | 0 | +0.640 |

① 对薄壁管件，此公差适用于平均中径，该中径是测量两个互相垂直直径的算术平均值。

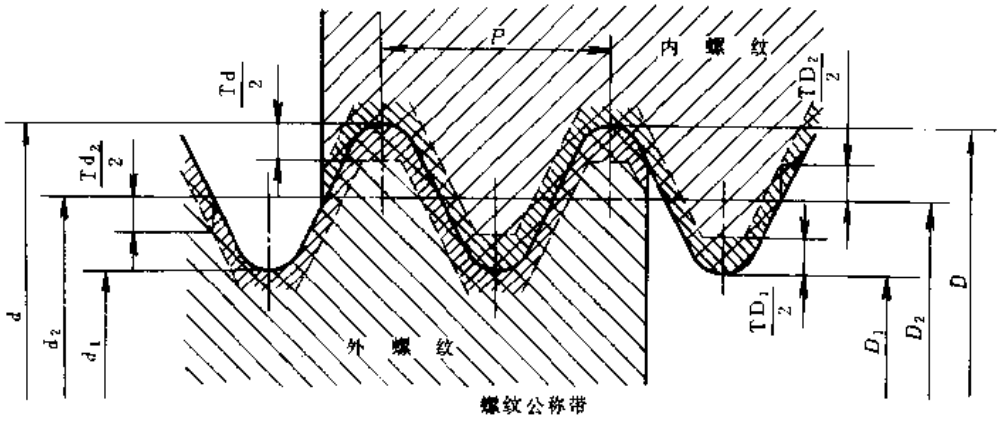



图 6.6-6 螺纹公差带

(4) 标记示例如下：

内螺纹 G1½

A级外螺纹 G1½A

B级外螺纹 G1½B

左旋A级外螺纹 G1½A—LH

左旋内螺纹 G1½—LH

螺纹副 G3/4/G3/4B

左旋螺纹副 G3/4/G3/4B—LH

### 2.2.5 附录A及其应用场合

(1) GB 7307 附录A的规定

在附录A中给出了用于低压管路的非螺纹密封的圆柱内螺纹的尺寸和公差，具体数值见表6.6-7。使用该表中规定的数值时，其公差等级代号为大写字母D，其标记示例如下：

G1½D

表 6.6-7 用于低压管路的圆柱内螺纹的基本尺寸和公差 (GB 7307－87 附录A) (mm)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 尺寸代号 | 每25.4 mm内的牙数 $n$ | 螺距 $P$ | 牙高 $h$ | 圆弧半径 $r\approx$ | 基本直径 | | | 内螺纹 | | | |
| | | | | | 大径 $D$ | 中径 $D_2$ | 小径 $D_1$ | 中径公差 $TD_2$[1] | | 小径公差 $TD_1$ | |
| | | | | | | | | 下偏差 | 上偏差 | 下偏差 | 上偏差 |
| 1/16 | 28 | 0.907 | 0.581 | 0.125 | 7.723 | 7.142 | 6.561 | 0 | +0.142 | 0 | +0.282 |
| 1/8 | 28 | 0.907 | 0.581 | 0.125 | 9.728 | 9.147 | 8.566 | 0 | +0.142 | 0 | +0.282 |
| 1/4 | 19 | 1.337 | 0.856 | 0.184 | 13.157 | 12.301 | 11.445 | 0 | +0.167 | 0 | +0.445 |
| 3/8 | 19 | 1.337 | 0.856 | 0.184 | 16.662 | 15.806 | 14.950 | 0 | +0.167 | 0 | +0.445 |
| 1/2 | 14 | 1.814 | 1.162 | 0.249 | 20.955 | 19.793 | 18.631 | 0 | +0.184 | 0 | +0.541 |
| 5/8 | 14 | 1.814 | 1.162 | 0.249 | 22.911 | 21.749 | 20.587 | 0 | +0.184 | 0 | +0.541 |
| 3/4 | 14 | 1.814 | 1.162 | 0.249 | 26.441 | 25.279 | 24.117 | 0 | +0.184 | 0 | +0.541 |
| 7/8 | 14 | 1.814 | 1.162 | 0.249 | 30.201 | 29.039 | 27.877 | 0 | +0.184 | 0 | +0.541 |
| 1 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 33.249 | 31.770 | 30.291 | 0 | +0.234 | 0 | +0.640 |
| 1⅛ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 37.897 | 36.418 | 34.939 | 0 | +0.234 | 0 | +0.640 |
| 1¼ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 41.910 | 40.431 | 38.952 | 0 | +0.234 | 0 | +0.640 |
| 1½ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 47.803 | 46.324 | 44.845 | 0 | +0.234 | 0 | +0.640 |
| 1¾ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 53.746 | 52.267 | 50.788 | 0 | +0.234 | 0 | +0.640 |
| 2 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 59.614 | 58.135 | 56.656 | 0 | +0.234 | 0 | +0.640 |
| 2¼ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 65.710 | 64.231 | 62.752 | 0 | +0.270 | 0 | +0.640 |
| 2½ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 75.184 | 73.705 | 72.226 | 0 | +0.270 | 0 | +0.640 |

（续）

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 尺寸代号 | 每25.4mm内的牙数 $n$ | 螺距 $P$ | 牙高 $h$ | 圆弧半径 $r\approx$ | 基本直径 | | | 内螺纹 | | | |
| | | | | | 大径 $D$ | 中径 $D_2$ | 小径 $D_1$ | 中径公差 $TD_2$① | | 小径公差 $TD_1$ | |
| | | | | | | | | 下偏差 | 上偏差 | 下偏差 | 上偏差 |
| 2¾ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 81.534 | 80.055 | 78.576 | 0 | 0.270 | 0 | +0.640 |
| 3 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 87.884 | 86.405 | 84.926 | 0 | 0.270 | 0 | +0.640 |
| 3½ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 100.330 | 98.851 | 97.372 | 0 | 0.270 | 0 | +0.640 |
| 4 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 113.030 | 111.551 | 110.072 | 0 | 0.270 | 0 | +0.640 |
| 4½ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 125.730 | 124.251 | 122.772 | 0 | 0.270 | 0 | +0.640 |
| 5 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 138.430 | 136.951 | 135.472 | 0 | 0.270 | 0 | +0.640 |
| 5½ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 151.130 | 149.651 | 148.172 | 0 | 0.270 | 0 | +0.640 |
| 6 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 163.830 | 162.351 | 160.872 | 0 | 0.270 | 0 | +0.640 |

① 对薄壁件，此公差适用于平均中径，该中径是测量两个互相垂直直径的算术平均值。

（2）附录A的适用场合

附录A给出的尺寸公差是参考件，由于标准正文中规定的内螺纹公差值相当于普通螺纹的5H级，对于用在低压管路中仅起机械连接作用的圆柱内螺纹其公差值放松一级也是够用的，为此在标准的附录A中列出了相当于普通螺纹6H级的圆柱内螺纹的公差值，推荐目前一步达到标准正文规定之内螺纹公差尚有困难的企业采用此公差值做为质量整顿的起点。对于已经能够达到标准正文要求的企业，不推荐使用附录列出的公差值，因为提高公差等级对圆柱管螺纹的寿命和配合质量都是有好处的。

## 2.3　选用55°管螺纹的注意事项

（1）GB 7306与GB 7307的圆柱内螺纹不能互换

在GB 7306和GB 7307中都规定有圆柱内螺纹，但由于两者的公差带位置和公差值大小均不相同而不能完全互换。如图6.6-7所示，GB 7306的圆柱内螺纹公差带分布于零线的上、下两方，而GB 7307的圆柱内螺纹的公差带则全部处于零线的上方，这样当GB 7306的内螺纹与GB 7307的外螺纹相配合时，则可能因产生干涉而不能旋合。相反GB 7307的内螺纹则可以代替GB 7306的圆柱内螺纹，因为GB 7307的内螺纹公差无论是在位置上还是数值上都相当于GB 7306圆柱内螺纹公差带在零线上方的部分。

（2）材料对密封性能的影响

用螺纹密封的管螺纹其密封作用主要是依靠内、外螺纹扭紧后内、外螺纹材料间的密合来实现密封的，如果内、外螺纹的材料硬度不同，将会更有利于硬度低的一方产生变形使之能够紧密贴合，密封试验证明了这一点，钢和铜、钢和铸铁等硬度不同的材料配合后的密封性能均优于钢和钢的配合。

（3）密封填料的作用

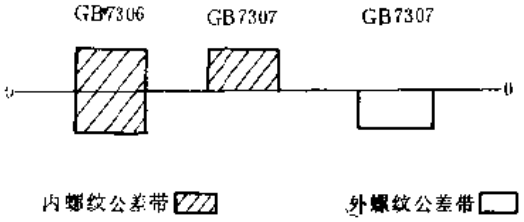



图6.6-7　中径公差带对比

GB 7306和GB 7307标准所规定的管螺纹是允许在螺纹副内加入密封填料的。密封填料一般是由质地柔软的物质承担，如早些时候使用的麻和白铅油、近年来开始使用的聚四氟乙烯生料带等，它们的特点是能被挤到内、外螺纹间任何有间隙的地方，弥补了金属材料不易变形的缺陷，达到天衣无缝的密封状态。试验表明将扭紧后泄漏非常严重的螺纹副，将外螺纹缠上聚四氟乙烯生料带再旋入内螺纹后扭紧可以完全不漏。根据目前密封填料的良好作用，在允许加入密封填料的情况下，用螺纹密封的管螺纹的密封作用是没有问题的，但在不允许加入密封填料的情况下其密封性将是不能完全保证的。因此在不允许加入填料的场合应考虑使用“干密封管螺纹”。

（4）用螺纹密封的管螺纹中两种配合方式的比较

在国标GB 7306－87中规定有两种配合方式，它们是圆柱内螺纹与圆锥外螺纹组成的配合（以下称第一种配合）和圆锥内螺纹与圆锥外螺纹组成的配合（以下称为第二种配合），这两种配合都具有密封能力，根据密封试验得知：

1）第一种配合在装配中易于形成密封，也就是说绝大多数管件扭紧后，在不加入填料的情况下螺纹副自身能实现密封。

2）第二种配合在装配中有二分之一，甚至更多的螺纹副扭紧后螺纹副自身仍不能实现密封。需加入填料才能密封。

分析认为第一种配合是将外锥螺纹扭入圆柱内螺纹，首先在内螺纹的端面第一扣处形成配合，扭紧后处于过盈配合状态，从而很容易实现密封。然而第二种配合却是靠内，外锥螺纹扭紧后在整个锥面上组成无间隙的贴合来实现密封，这种贴合受到内、外螺纹锥度、螺距等多种几何形状误差的影响，所以不那么容易实现。但第二种配合的优点在于，一旦实现密封后就比较牢固，不容易被破坏。因此这两种配合方式各有长处，应根据不同工况进行合理的选择，例如可推荐在低压静载时使用第一种配合，而在高压变载时使用第二种配合方式。

(5) 对管螺纹牙顶和牙底圆弧形状的规定

国标 GB 7306 和 GB 7307 均等效地采用了国际标准，其中规定牙顶和牙底的形状为圆弧形，并给出了圆弧半径的尺寸。但在实际生产中并不需要对圆弧进行特别的控制和检验，这是因为是否呈圆弧形对管螺纹的使用并没有明显的影响，并且能在切削加工过程中自然形成。

(6) 管螺纹的检验

通常情况下都采用螺纹量规进行综合检验。

1)采用在轴向做有台阶的螺纹塞规检验圆锥内螺纹，若内螺纹的大端面落在台阶限定的范围内则螺纹为合格。落在台阶外为不合格。

2)采用在轴向制有台阶的螺纹环规检验圆锥外螺纹，若外螺纹的小端面落在台阶限定的范围内则螺纹合格，否则不合格。

3)与圆锥外螺纹配合的圆柱内螺纹的尺寸相当于圆锥内螺纹的大端面，因此可以借用检验圆锥内螺纹所用的塞规来判定圆柱内螺纹的合格与否。

4)非螺纹密封的圆柱管螺纹的公差带与普通螺纹公差带的性质相同，所以其检验方法亦同普通螺纹。

(7) 新、旧标记的对照

在管螺纹的国家标准颁布之前，为了在图样上表示管螺纹，在早年的制图标准中曾对管螺纹规定了标记代号，在 GB 7306 和 GB 7307 颁布之后这些代号就不能再使用了，而应该按照管螺纹标准的规定进行标记。现将新、旧标记对照如下，请广大读者参看表 6.6-8 及时给予更正。

**表 6.6-8　新、旧代号对照**

| 螺纹种类 | 圆锥外螺纹 | 圆锥内螺纹 | GB 7306 的圆柱内螺纹 | GB 7307 的圆柱内、外螺纹 |
|---|---|---|---|---|
| 旧代号 | ZG | ZG | G | G |
| 新代号 | R | Rc | RP | G |

1) 在旧标准中对于 GB 7306 和 GB 7307 中的两种圆柱内螺纹是不予区分的。但在新标记中两者的标记是不同的。

2) 在旧标记中不区分圆锥内螺纹和圆锥外螺纹，必须注意在新标记中内、外锥螺纹的标记是不相同的。

## 2.4　ISO 管螺纹在世界各国的应用

国际标准 ISO7“用螺纹密封的管螺纹”和 ISO228“非螺纹密封的管螺纹”一经颁布后就得到了世界各国的普遍认可，现将采用国际标准的各国标准号列入表 6.6-9 供广大读者参考。

**表 6.6-9　采用 ISO 管螺纹的各国标准号**

| 螺纹种类 | 用螺纹密封的管螺纹 | 非螺纹密封的管螺纹 |
|---|---|---|
| 国际标准 | ISO 7/1—1982 | ISO 228/1—1982 |
| 英国标准 | BS 21 | BS 2779 |
| 法国标准 | NFE 03—004 | NFE 03—005 |
| 日本标准 | JISB 0203 | JISB 0202 |
| 德国标准 | DIN 2999 | DIN 259 |
| 前苏联标准 | ГОСТ 5211 | ГОСТ 6357 |
| 中国标准 | GB 7306 | GB 7307 |

1) 表中所列各国标准所规定的螺纹牙型、尺寸关系、公差制和标记方法都是相同的。所以可以做到通用互换。

2) 表中所列各国标准虽然在原则上都是相同的，但各国标准在尺寸系列多少，配合方式的选择等方面尚不完全相同，例如德国标准只选取了 ISO 7/1 中的圆柱内螺纹与圆锥外螺纹一种配合，而没有采纳圆锥内螺纹与圆锥外螺纹的配合方式。但这并不影响相同规格螺纹间的互换。只是德国不推荐使用第二种配合而已。

3) 在世界发达的工业国中，唯独美国没有采纳 ISO 管螺纹，因为在美国的国家标准中不使用 55°牙型角的螺纹。

## 3　60°牙型角的管螺纹

60°管螺纹起源于美国，包括用螺纹密封的管螺纹、非螺纹密封的管螺纹和干密封管螺纹三大类，订有美国标准 ANSI B1.20.1“一般用途管螺纹”和 ANSI B1.20.3“干密封管螺纹”(代替早年的 USAS B2.1 和 USAS B2.2) 这两个标准几乎包括了美国使用的全部管螺纹，其中分为许多种型式，现将美国管螺纹的型式代号列入表 6.6-10。

美国管螺纹虽然没有被国际标准所采纳，但对世界各国产品的影响都是很大的，尤其是其中的 NPT 螺纹。据现有资料法国和前苏联都采用 NPT 螺纹制订了

相应的国家标准。我国多年来在各种机器制造业，如汽车、飞机、机床、汽轮机、石油设备等行业中亦在使用这种螺纹，通常被称为布氏锥螺纹。对外开放以来各种产品的引进和出口使用美国管螺纹的场合有增无减，根据这一情况我国于1991年颁布了采用美国NPT螺纹的国家标准。

做为牙型角为60°的管用螺纹，我国还订有米制锥螺纹标准，此种螺纹的牙型和尺寸系列均来源于普通螺纹。虽然目前在各国产品中使用不多，但日后会有更多的人逐渐领会到它的优越性。

**表6.6-10　美国管螺纹的种类和代号**

| 标准号 | 用　途 | 名　称 | 内　锥 | 外　锥 | 内　柱 | 外　柱 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B1.20.1<br>(B2.1) | 密封联结 | 普通用途管子和附件 | NPT | NPT | — | — |
| | | 低压管联结接头 | — | NPT | NPSC | — |
| | 机械联结 | 钢轨联结 | NPTR | NPTR | — | — |
| | | 设备的自由配合接头 | — | — | NPSM | NPSM |
| | | 带锁紧螺母的松配合接头 | — | — | NPSL | NPSL |
| B1.20.3<br>(B2.2) | 干密封 | 标准型 | NPTF | NPTF | — | — |
| | | SAE短型 | PTF—SAE SHORT | PTF—SAE SHORT | — | — |
| | | 燃油型<br>(软性材料) | — | — | NPSF | — |
| | | 中间型 | — | — | NPSI | — |

## 3.1　60°圆锥管螺纹（GB/T 12716—91）

该标准规定了牙型角为60°，螺纹副本身具有密封能力的圆锥管螺纹的牙型、尺寸、公差和标记方法。适用于一般用途管螺纹的密封及机械联结。为保证螺纹联结的密封性，可以在螺纹副内加入密封填料。该标准所规定的螺纹与美国标准ANSI B1.20.1中的NPT螺纹等级。

### 3.1.1　术语及代号

现将标准中使用的术语及代号列于表6.6-11。

**表6.6-11　NPT螺纹的术语代号**

| 术　语 | 代号 | 术　语 | 代号 |
|---|---|---|---|
| 内螺纹大径 | $D$ | 削平高度 | $f$ |
| 外螺纹大径 | $d$ | 基准直径 | — |
| 内螺纹中径 | $D_2$ | 基准平面 | — |
| 外螺纹中径 | $d_2$ | 基准距离 | $L_1$ |
| 内螺纹小径 | $D_1$ | 完整螺纹长度 | $L_5$ |
| 外螺纹小径 | $d_1$ | 不完整螺纹长度 | $L_6$ |
| 螺距 | $P$ | 螺尾长度 | $V$ |
| 原始三角形高度 | $H$ | 有效螺纹长度 | $L_2$ |
| 牙型高度 | $h$ | 装配余量 | $L_3$ |
| 每25.4mm内的牙数 | $n$ | 旋紧余量 | $L_7$ |

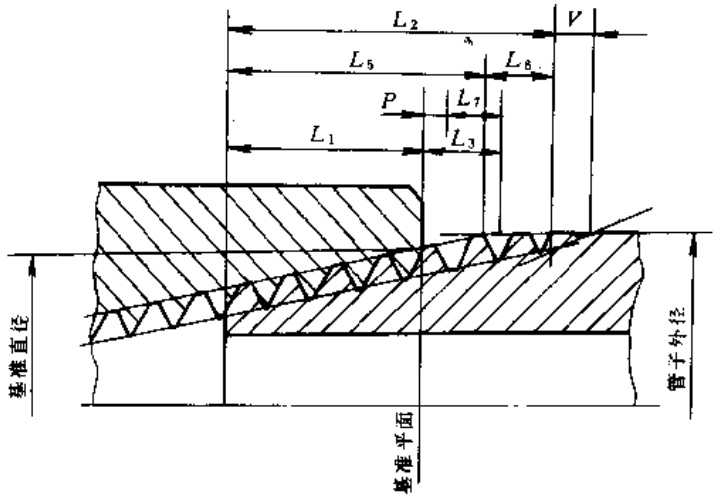



图6.6-8　NPT螺纹术语示意图

表 6.6-1 中各术语间的关系如图 6.6-8 所示。

### 3.1.2　关于牙型的规定

60°圆锥管螺纹的牙型如图 6.6-9 所示，其上的尺寸关系按图中列出的公式计算，具体数值列于表 6.6-12。

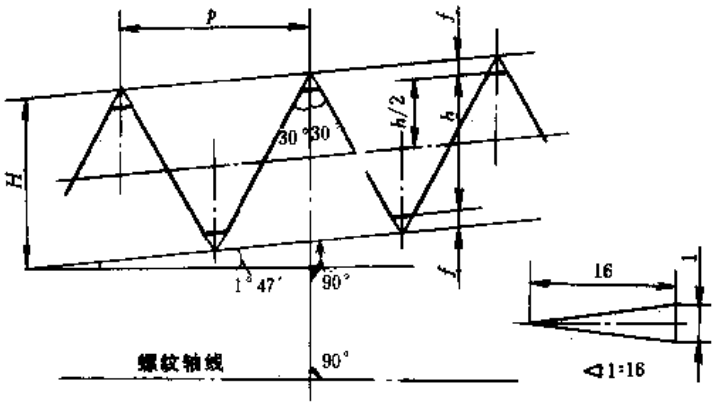



**图 6.6-9**　60°圆锥管螺纹基本牙型

$p=25.4/n$　$n$—螺纹牙型　$H=0.886025$　$h=0.80000p$　$f=0.033p$

**表 6.6-12　60°锥管螺纹牙型尺寸**

(GB/T 12716—91)　(mm)

| 每 25.4 mm 内的螺纹牙数 $n$ | 螺距 $P$ | 原始三角型高度 $H$ | 牙型高度 $h$ |
|---|---|---|---|
| 27 | 0.941 | 0.815 | 0.753 |
| 18 | 1.411 | 1.222 | 1.129 |
| 14 | 1.814 | 1.571 | 1.451 |
| 11.5 | 2.209 | 1.913 | 1.767 |
| 8 | 3.175 | 2.750 | 2.540 |

### 3.1.3　关于基本尺寸和公差的规定

(1) 关于基本尺寸的规定

1) 60°圆锥管螺纹大、中、小径的基本尺寸在基面上给出，各规格螺纹的基本尺寸列于表 6.6-13。

2) 内、外螺纹的有效螺纹长度值应不小于基准距离加装配余量之和。

**表 6.6-13　60°圆锥管螺纹的基本尺寸**　(mm)

| 螺纹的尺寸代号 | 每 25.4mm 内的螺纹牙数 $n$ | 基面上的基本直径 | | | 基准距离 $L_1$ | | 装配余量 $L_3$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 大径(基准直径) $d=D$ | 中径 $d_2=D_2$ | 小径 $d_1=D_1$ | | 牙数 | | 牙数 |
| 1/16 | 27 | 7.895 | 7.142 | 6.389 | 4.064 | 4.32 | 2.822 | 3 |
| 1/8 | 27 | 10.242 | 9.489 | 8.736 | 4.102 | 4.36 | 2.822 | 3 |
| 1/4 | 18 | 13.616 | 12.487 | 11.358 | 5.786 | 4.10 | 4.234 | 3 |
| 3/8 | 18 | 17.055 | 15.926 | 14.797 | 6.096 | 4.32 | 4.234 | 3 |
| 1/2 | 14 | 21.223 | 19.772 | 18.321 | 8.128 | 4.48 | 5.443 | 3 |
| 3/4 | 14 | 26.568 | 25.117 | 23.666 | 8.611 | 4.75 | 5.443 | 3 |
| 1 | 11.5 | 33.228 | 31.461 | 29.694 | 10.160 | 4.60 | 6.627 | 3 |
| 1¼ | 11.5 | 41.985 | 40.218 | 38.451 | 10.668 | 4.83 | 6.627 | 3 |
| 1½ | 11.5 | 48.054 | 46.287 | 44.520 | 10.668 | 4.83 | 6.627 | 3 |
| 2 | 11.5 | 60.092 | 58.325 | 56.558 | 11.074 | 5.01 | 6.627 | 3 |
| 2½ | 8 | 72.699 | 70.159 | 67.619 | 17.323 | 5.46 | 6.350 | 2 |
| 3 | 8 | 88.608 | 86.068 | 83.528 | 19.456 | 6.13 | 6.350 | 2 |
| 3½ | 8 | 101.316 | 98.776 | 96.236 | 20.853 | 6.57 | 6.350 | 2 |

（续）

| 螺纹的尺寸代号 | 每25.4mm内的螺纹牙数 $n$ | 基面上的基本直径 | | | 基准距离 $L_1$ | | 装配余量 $L_3$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 大径（基准直径）$d=D$ | 中径 $d_2=D_2$ | 小径 $d_1=D_1$ | | 牙数 | | 牙数 |
| 4 | 8 | 113.973 | 111.433 | 108.893 | 21.438 | 6.75 | 6.350 | 2 |
| 5 | 8 | 140.952 | 138.412 | 135.872 | 23.800 | 7.50 | 6.350 | 2 |
| 6 | 8 | 167.792 | 165.252 | 162.712 | 24.333 | 7.66 | 6.350 | 2 |
| 8 | 8 | 218.441 | 215.901 | 213.361 | 27.000 | 8.50 | 6.350 | 2 |
| 10 | 8 | 272.312 | 269.772 | 267.232 | 30.734 | 9.68 | 6.350 | 2 |
| 12 | 8 | 323.032 | 320.492 | 317.952 | 34.544 | 10.88 | 6.350 | 2 |

（2）关于公差的规定

1）60°圆锥外螺纹基准距离的极限偏差为$\pm P$。

2）60°圆锥内螺纹基面轴向位置的极限偏差为$\pm P$。

### 3.1.4　有关其他要素的规定和说明

（1）牙顶高和牙底高

管螺纹的牙顶高和牙底高一般由刀具来保证，不进行单项要素的检验。但必要时可提出检验要求，其公差按补充件附录A列出的数值。

（2）牙型半角、圆锥角和螺距

圆锥管螺纹的牙型半角、圆锥角、螺距一般都是由刀具来保证的，必要时可以提出检验要求，此时其公差应按补充件附录B的规定。

（3）倒角对基面位置的影响

1）在外螺纹的小端倒角，其理论基面的位置不变，见图6.6-10a。

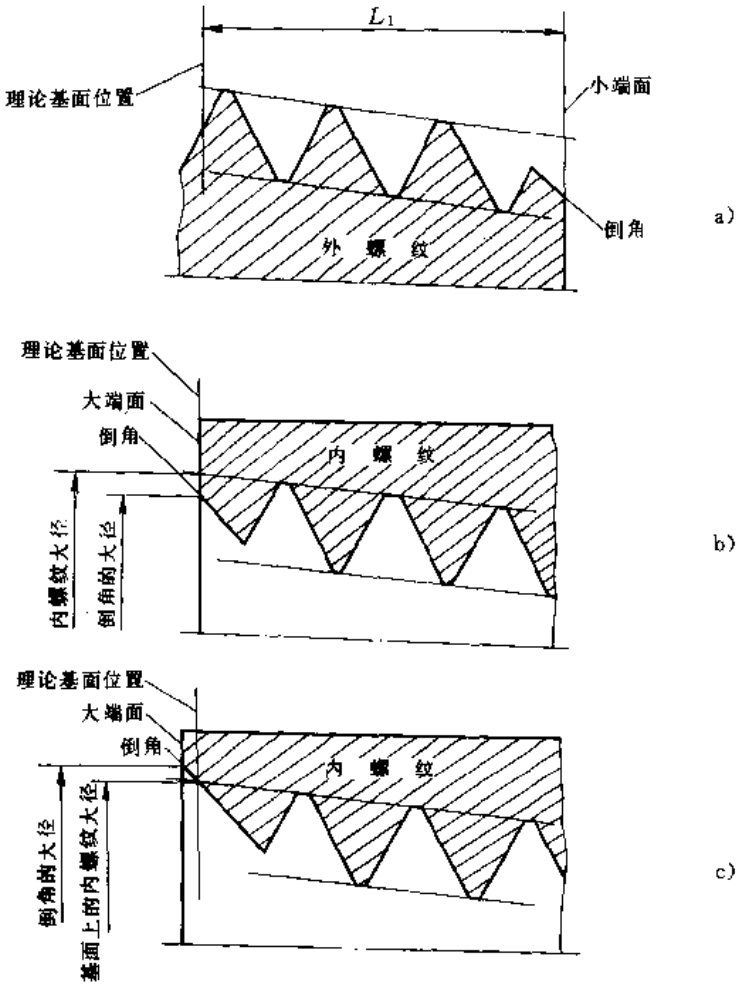



图6.6-10　倒角对理论基面位置的影响

2）在内螺纹的大端倒角，如倒角的大径小于或等于大端面内螺纹的大径，则其理论基面的轴向位置不变，见图 6.6-10b；如倒角的大径大于大端面内螺纹的大径，则理论基面的轴向位置应移至外螺纹牙与倒角的最后接触处，见图 6.6-10c。

### 3.1.5 标记方法

（1）60°圆锥管螺纹的标记由螺纹特征代号和螺纹尺寸代号组成，对左旋螺纹，在尺寸代号之后加注：LH"（右旋螺纹不注出）。

（2）60°圆锥管螺纹的特征代号为 NPT。

其标记示例如下：

NPT 3/8 — LH

LH：左旋

3/8：尺寸代号

NPT：60°圆锥管螺纹

### 3.1.6 附录

（1）附录 A：60°圆锥管螺纹的牙顶高和牙底高公差（补充件）

1）圆锥管螺纹的牙顶高和牙底高公差见图 6.6-11 和表 6.6-14。

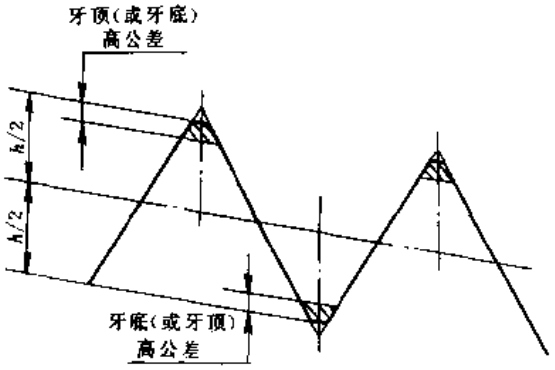



**图 6.6-11 圆锥管螺纹的牙顶高和牙底高公差**

**表 6.6-14 60°圆锥管螺纹的牙顶高和牙底高公差**

（GB/T 12716—91 附录 A）

| 每 25.4mm 内的螺纹牙数 $n$ | 牙顶高和牙底高公差 (mm) |
|---|---|
| 27 | 0.059 |
| 18 | 0.078 |
| 14 | 0.081 |
| 11.5 | 0.088 |
| 8 | 0.092 |

2）在实际生产中螺纹件的牙顶、牙底一般为圆弧状。允许螺纹牙顶的圆弧超出牙顶公差带之外，但圆弧的顶点不能离开牙顶公差带；螺纹牙底的圆弧不能超出牙底公差带。具体规定见图 6.6-12。

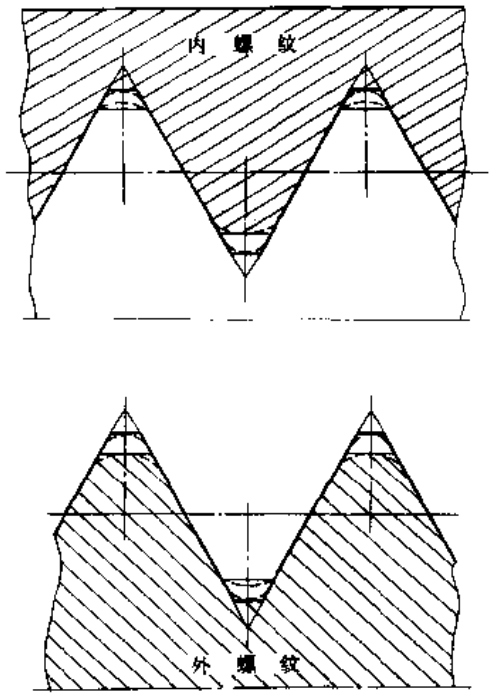



**图 6.6-12 内、外螺纹牙顶和牙底倒角**

（2）附录 B：60°圆锥管螺纹的螺纹要素偏差（补充件）

60°圆锥管螺纹的螺纹要素偏差见表 6.6-15。

**表 6.6-15 60°圆锥管螺纹的牙型半角、圆锥半角和螺距的极限偏差**（GB/T 12716- 91 附录 B）

| 每 25.4mm 内的螺纹牙数 $n$ | 牙型半角偏差 | 中径线的圆锥半角偏差 | | 螺距偏差① (mm) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 外螺纹 | 内螺纹 | $l\leqslant 10$ | $l>10$ |
| 27 | ±1° | +12′ −6′ | +6′ −12′ | ±0.02 | ±0.04 |
| 18 | | | | | |
| 14 | ±45′ | +10′ −5′ | +5′ −10′ | | |
| 11.5 | | | | | |
| 8 | | | | | |

① 此栏规定的数值为任意螺牙间 $l$ 的螺距偏差。

（3）附录 C：大尺寸的圆锥管螺纹（参考件）

大尺寸的 60°圆锥管螺纹的基本尺寸见表 6.6-16。

（4）附录 D：圆锥管螺纹的参考尺寸（参考件）

**表 6.6-16　大尺寸 60°圆锥管螺纹的基本尺寸**（GB/T 12716—91 附录 C）　（mm）

| 螺纹的尺寸代号 | 每 25.4mm 内的螺纹牙数 $n$ | 基面上的基本直径 | | | 基准距离 $L_1$ | | 装配余量 $L_3$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 大径（基准直径） $d=D$ | 中径 $d_2=D_2$ | 小径 $d_1=D_1$ | | 牙数 | | 牙数 |
| 14 OD | 8 | 354.904 | 352.364 | 349.824 | 39.675 | 12.50 | 6.350 | 2 |
| 16 OD | 8 | 405.784 | 403.244 | 400.704 | 46.025 | 14.50 | 6.350 | 2 |
| 18 OD | 8 | 456.565 | 454.025 | 451.485 | 50.800 | 16.00 | 6.350 | 2 |
| 20 OD | 8 | 507.246 | 504.706 | 502.166 | 53.975 | 17.00 | 6.350 | 2 |
| 24 OD | 8 | 608.068 | 606.068 | 603.528 | 60.325 | 19.00 | 6.350 | 2 |

注："OD" 为原文 "outside diameter"（管子外径）的缩写。

60°圆锥管螺纹的参考尺寸见表 6.6-17。

**表 6.6-17　60°圆锥管螺纹的参考尺寸**（GB/T 12716—91 附录 D）

（mm）

| 螺纹的尺寸代号 | 管子外径 | 有效外螺纹的长度① $L_2$ | 螺尾 $V$ | 完整外螺纹长度 $L_5$ |
|---|---|---|---|---|
| 1/16 | 7.938 | 6.632 | 3.264 | 4.750 |
| 1/8 | 10.287 | 6.703 | 3.264 | 4.821 |
| 1/4 | 13.716 | 10.206 | 4.897 | 7.384 |
| 3/8 | 17.145 | 10.358 | 4.897 | 7.536 |
| 1/2 | 21.336 | 13.556 | 6.294 | 9.928 |
| 3/4 | 26.670 | 13.861 | 6.294 | 10.233 |
| 1 | 33.401 | 17.343 | 7.663 | 12.925 |
| 1¼ | 42.164 | 17.953 | 7.663 | 13.535 |
| 1½ | 48.260 | 18.377 | 7.663 | 13.959 |
| 2 | 60.325 | 19.215 | 7.663 | 14.797 |
| 2½ | 73.025 | 28.892 | 11.016 | 22.542 |
| 3 | 88.900 | 30.480 | 11.016 | 24.130 |
| 3½ | 101.600 | 31.750 | 11.016 | 25.400 |
| 4 | 114.300 | 33.020 | 11.016 | 26.670 |
| 5 | 141.300 | 35.720 | 11.016 | 29.370 |
| 6 | 168.275 | 38.418 | 11.016 | 32.068 |
| 8 | 219.075 | 43.498 | 11.016 | 37.148 |
| 10 | 273.050 | 48.895 | 11.016 | 42.545 |
| 12 | 323.850 | 53.975 | 11.016 | 47.625 |
| 14 OD | 355.600 | 57.150 | 11.016 | 50.800 |
| 16 OD | 406.400 | 62.230 | 11.016 | 55.880 |
| 18 OD | 457.200 | 67.310 | 11.016 | 60.960 |
| 20 OD | 508.000 | 72.390 | 11.016 | 66.040 |
| 24 OD | 609.600 | 82.550 | 11.016 | 76.200 |

① 本表中 1/16、1/8、1/2、3/4 小尺寸螺纹的有效螺纹长度 $L_2$ 略小于标准正文中的 $L_1+L_3$，不影响使用。

（5）附录 E：在圆锥外螺纹小端面上的螺纹直径（参考件）

在 60°圆锥外螺纹小端面上的螺纹直径见表 6.6-18。

**表 6.6-18　在圆锥外螺纹小端面处的螺纹直径**（GB/T 12716—91 附录 E）（mm）

| 螺纹的尺寸代号 | 大径 $D=d$ | 中径 $D_2=d_2$ | 小径 $D_1=d_1$ |
|---|---|---|---|
| 1/16 | 7.641 | 6.888 | 6.135 |
| 1/8 | 9.986 | 9.233 | 8.480 |
| 1/4 | 13.255 | 12.126 | 10.997 |
| 3/8 | 16.674 | 15.545 | 14.416 |
| 1/2 | 20.715 | 19.264 | 17.813 |
| 3/4 | 26.030 | 24.579 | 23.128 |
| 1 | 32.593 | 30.826 | 29.059 |
| 1¼ | 41.318 | 39.551 | 37.784 |
| 1½ | 47.388 | 45.621 | 43.854 |
| 2 | 59.400 | 57.633 | 55.866 |
| 2½ | 71.616 | 69.076 | 66.536 |
| 3 | 87.392 | 84.852 | 82.312 |
| 3½ | 100.012 | 97.472 | 94.932 |
| 4 | 112.633 | 110.093 | 107.553 |
| 5 | 139.464 | 136.924 | 134.384 |
| 6 | 166.271 | 163.731 | 161.191 |
| 8 | 216.753 | 214.213 | 211.673 |
| 10 | 270.391 | 267.851 | 265.311 |
| 12 | 320.873 | 318.333 | 315.793 |
| 14 OD | 352.425 | 349.885 | 347.345 |
| 16 OD | 402.907 | 400.367 | 397.827 |
| 18 OD | 453.390 | 450.850 | 448.310 |
| 20 OD | 503.872 | 501.332 | 498.792 |
| 24 OD | 604.838 | 602.298 | 599.758 |

（6）附录 F：NPT 管螺纹的英寸尺寸表（参考件）

在表 6.6-19～6.6-24 中列出了 60°圆锥管螺纹主要尺寸和公差的相应英寸值。

**表 6.6-19　60°圆锥管螺纹牙型尺寸**（GB/T 12716—91 附录 F）　(in)

| 每英寸内的螺纹牙数 $n$ | 螺距 $P$ | 原始三角型高度 $H$ | 牙型高度 $h$ | 每英寸内的螺纹牙数 $n$ | 螺距 $P$ | 原始三角型高度 $H$ | 牙型高度 $h$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 27 | 0.03704 | 0.03208 | 0.02963 | 11.5 | 0.08696 | 0.07531 | 0.06957 |
| 18 | 0.05556 | 0.04811 | 0.04444 | 8 | 0.12500 | 0.10825 | 0.10000 |
| 14 | 0.07143 | 0.06186 | 0.05714 | | | | |

**表 6.6-20　60°圆锥管螺纹的基本尺寸**（GB/T 12716—91 附录 F）　(in)

| 螺纹的尺寸代号 | 每英寸内的螺纹牙数 $n$ | 基面上的基本直径 | | | 基准距离 $L_1$ | | 装配余量 $L_3$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 大径（基本直径） $d=D$ | 中径 $d_2=D_2$ | 小径 $d_1=D_1$ | | 牙数 | | 牙数 |
| 1/16 | 27 | 0.31081 | 0.28118 | 0.25155 | 0.160 | 4.32 | 0.1111 | 3 |
| 1/8 | 27 | 0.40323 | 0.37360 | 0.34397 | 0.1615 | 4.36 | 0.1111 | 3 |
| 1/4 | 18 | 0.53607 | 0.49163 | 0.44719 | 0.2278 | 4.10 | 0.1667 | 3 |
| 3/8 | 18 | 0.67145 | 0.62701 | 0.58257 | 0.240 | 4.32 | 0.1667 | 3 |
| 1/2 | 14 | 0.83557 | 0.77843 | 0.72129 | 0.320 | 4.48 | 0.2143 | 3 |
| 3/4 | 14 | 1.04601 | 0.98887 | 0.93173 | 0.339 | 4.75 | 0.2143 | 3 |
| 1 | 11.5 | 1.30820 | 1.23863 | 1.16906 | 0.400 | 4.60 | 0.2609 | 3 |
| 1¼ | 11.5 | 1.65295 | 1.58338 | 1.51381 | 0.420 | 4.83 | 0.2609 | 3 |
| 1½ | 11.5 | 1.89191 | 1.82234 | 1.75277 | 0.420 | 4.83 | 0.2609 | 3 |
| 2 | 11.5 | 2.36584 | 2.29627 | 2.22670 | 0.436 | 5.01 | 0.2609 | 3 |
| 2½ | 8 | 2.86216 | 2.76216 | 2.66216 | 0.682 | 5.46 | 0.2500 | 2 |
| 3 | 8 | 3.48850 | 3.38850 | 3.28850 | 0.766 | 6.13 | 0.2500 | 2 |
| 3½ | 8 | 3.98881 | 3.88881 | 3.78881 | 0.821 | 6.57 | 0.2500 | 2 |
| 4 | 8 | 4.48712 | 4.38712 | 4.28712 | 0.844 | 6.75 | 0.2500 | 2 |
| 5 | 8 | 5.54929 | 5.44929 | 5.34929 | 0.937 | 7.50 | 0.2500 | 2 |
| 6 | 8 | 6.60597 | 6.50597 | 6.40597 | 0.958 | 7.66 | 0.2500 | 2 |
| 8 | 8 | 8.60003 | 8.50003 | 8.40003 | 1.063 | 8.50 | 0.2500 | 2 |
| 10 | 8 | 10.72094 | 10.62094 | 10.52094 | 1.210 | 9.68 | 0.2500 | 2 |
| 12 | 8 | 12.71781 | 12.61781 | 12.51781 | 1.360 | 10.88 | 0.2500 | 2 |
| 14 OD | 8 | 13.97262 | 13.87262 | 13.77262 | 1.562 | 12.50 | 0.2500 | 2 |
| 16 OD | 8 | 15.97575 | 15.87575 | 15.77575 | 1.812 | 14.50 | 0.2500 | 2 |
| 18 OD | 8 | 17.97500 | 17.87500 | 17.77500 | 2.000 | 16.00 | 0.2500 | 2 |
| 20 OD | 8 | 19.97031 | 19.87031 | 19.77031 | 2.125 | 17.00 | 0.2500 | 2 |
| 24 OD | 8 | 23.96094 | 23.86094 | 23.76094 | 2.375 | 19.00 | 0.2500 | 2 |

**表 6.6-21　60°圆锥管螺纹的牙顶高和牙底高公差**（GB/T 12716—91 附录 F）

| 每英寸内的螺纹牙数 $n$ | 牙顶高和牙底高公差 (in) |
|---|---|
| 27 | 0.0024 |
| 18 | 0.0031 |
| 14 | 0.0032 |
| 11.5 | 0.0034 |
| 8 | 0.0037 |

**表 6.6-22　60°圆锥管螺纹的牙型半角、圆锥半角和螺距的极限偏差**（GB/T 12716—91 附录 F）

| 每英寸内的螺纹牙数 $n$ | 牙型半角偏差 | 中径线的圆锥半角偏差 | | 螺距偏差 in | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 外螺纹 | 内螺纹 | $l\leqslant 0.3937$ | $l>0.3937$ |
| 27 | ±1° | +12′ −6′ | +6′ −12′ | ±0.0008 | ±0.0016 |
| 18 | | | | | |
| 14 | | | | | |
| 11.5 | ±45′ | +10′ −5′ | +5′ −10′ | | |
| 8 | | | | | |

**表 6.6-23　60°圆锥管螺纹的参考尺寸**

(GB/T 12716—91 附录 F)　(in)

| 螺纹的尺寸代号 | 管子外径 in | 有效外螺纹的长度 $L_2$ | 螺尾 $V$ | 完整外螺纹长度 $L_5$ |
|---|---|---|---|---|
| 1/16 | 0.3125 | 0.2611 | 0.1285 | 0.1870 |
| 1/8 | 0.405 | 0.2639 | 0.1285 | 0.1898 |
| 1/4 | 0.540 | 0.4018 | 0.1928 | 0.2907 |
| 3/8 | 0.675 | 0.4078 | 0.1928 | 0.2967 |
| 1/2 | 0.840 | 0.5337 | 0.2478 | 0.3909 |
| 3/4 | 1.050 | 0.5457 | 0.2478 | 0.4029 |
| 1 | 1.315 | 0.6828 | 0.3017 | 0.5089 |
| 1¼ | 1.660 | 0.7068 | 0.3017 | 0.5329 |
| 1½ | 1.900 | 0.7235 | 0.3017 | 0.5496 |
| 2 | 2.375 | 0.7565 | 0.3017 | 0.5826 |
| 2½ | 2.875 | 1.1375 | 0.4337 | 0.8875 |
| 3 | 3.500 | 1.2000 | 0.4337 | 0.9500 |
| 3½ | 4.000 | 1.2500 | 0.4337 | 1.0000 |
| 4 | 4.500 | 1.3000 | 0.4337 | 1.0500 |
| 5 | 5.563 | 1.4063 | 0.4337 | 1.1563 |
| 6 | 6.625 | 1.5125 | 0.4337 | 1.2625 |
| 8 | 8.625 | 1.7125 | 0.4337 | 1.4625 |
| 10 | 10.750 | 1.9250 | 0.4337 | 1.6750 |
| 12 | 12.750 | 2.1250 | 0.4337 | 1.8750 |
| 14 OD | 14.000 | 2.2500 | 0.4337 | 2.0000 |
| 16 OD | 16.000 | 2.4500 | 0.4337 | 2.2000 |
| 18 OD | 18.000 | 2.6500 | 0.4337 | 2.4000 |
| 20 OD | 20.000 | 2.8500 | 0.4337 | 2.6000 |
| 24 OD | 24.000 | 3.2500 | 0.4337 | 3.0000 |

**表 6.6-24　在圆锥外螺纹小端面处的螺纹直径**

(GB/T 12716—91 附录 F)　(in)

| 螺纹的尺寸代号 | 大径 $D=d$ | 中径 $D_2=d_2$ | 小径 $D_1=d_1$ |
|---|---|---|---|
| 1/16 | 0.30081 | 0.27118 | 0.24155 |
| 1/8 | 0.39314 | 0.36351 | 0.33388 |
| 1/4 | 0.52183 | 0.47739 | 0.43295 |
| 3/8 | 0.65645 | 0.61201 | 0.56757 |
| 1/2 | 0.81557 | 0.75843 | 0.70129 |
| 3/4 | 1.02482 | 0.96768 | 0.91054 |
| 1 | 1.28320 | 1.21363 | 1.14406 |
| 1¼ | 1.62670 | 1.55713 | 1.48756 |
| 1½ | 1.86566 | 1.79609 | 1.72652 |
| 2 | 2.33859 | 2.26902 | 2.19945 |
| 2½ | 2.81953 | 2.71953 | 2.61953 |
| 3 | 3.44062 | 3.34062 | 3.24062 |
| 3½ | 3.93750 | 3.83750 | 3.73750 |
| 4 | 4.43438 | 4.33438 | 4.23438 |
| 5 | 5.49073 | 5.39073 | 5.29073 |
| 6 | 6.54609 | 6.44609 | 6.34609 |

(续)

| 螺纹的尺寸代号 | 大径 $D=d$ | 中径 $D_2=d_2$ | 小径 $D_1=d_1$ |
|---|---|---|---|
| 8 | 8.53359 | 8.43359 | 8.33359 |
| 10 | 10.64531 | 10.54531 | 10.44531 |
| 12 | 12.63281 | 12.53281 | 12.43281 |
| 14 OD | 13.87500 | 13.77500 | 13.67500 |
| 16 OD | 15.86250 | 15.76250 | 15.66250 |
| 18 OD | 17.85000 | 17.75000 | 17.65000 |
| 20 OD | 19.83750 | 19.73750 | 19.63750 |
| 24 OD | 23.81250 | 23.71250 | 23.61250 |

### 3.1.7　60°圆锥管螺纹的使用说明

(1) 有关术语的说明

该标准中共有九个管螺纹的专门术语，它们是：基准平面、基准直径、基准距离、完整螺纹、不完整螺纹、螺尾、有效螺纹、装配余量和旋紧余量。这些术语的定义在本质上与55°管螺纹完全相同，其中只有装配余量与旋紧余量的定义与55°管螺纹稍有不同。其实质是美国标准中的这两个量规定的比较灵活，允许稍大于最小值，而ISO管螺纹是针对其最小值给出定义的。两者的区别对使用没有影响。

(2) 有关有效螺纹长度的规定

在该标准的基本尺寸表和公差表中均未列出有效螺纹长度值，因为有效螺纹可以做得很长，它与具体的产品结构及加工方法有关，所以在该标准中是用文字规定了内、外螺纹的有效螺纹长度应不小于基准距离加装配余量之和。其实质也与55°管螺纹在表中给出的本质是相同的，只规定其最小值，以保证装配时够用。

(3) 关于公差的说明

标准中对外螺纹规定的基准距离的公差和对内螺纹规定的基准平面的轴向位置的公差是圆锥螺纹的综合公差，因为圆锥螺纹的各单项要素，如直径、牙型角、锥角、螺距等产生误差时最终均将引起基面位置的变化。所以在一般情况下没有必要再对这些单项要素进行检验，而是由刀具或其他加工工具来保证。但在工艺没有保证的情况下也可提出检验要求，标准将重要的单项要素的公差列入了附录A和B。所以将这些公差做为标准的补充件是因为它们是设计60°圆锥管螺纹刀、量具的依据。也就是说刀、量具应该保证工件在此公差范围内。

(4) 有关其他附录的说明

除附录A、B之外，标准中还列出了C、D、E、F四个附录。附录C为大尺寸圆锥管螺纹的基本尺寸，

这是因为标准正文中的尺寸范围已能满足一般产品的使用要求，考虑到近年来石油、化工等工业的发展，大尺寸管路的应用日益增多，而国内这方面的资料又很少，所以将这部分尺寸列入附录供使用者参考。

附录D为圆锥管螺纹的参考尺寸，这些尺寸包括有管子外径，有效外螺纹的长度等，这些尺寸均与工艺有较密切的关系，对初用者很有帮助，故也将其列入附录。

附录E列出了外螺纹小端面上的螺纹直径，这一尺寸对占底孔及刀量具的设计都是有用的，但在标准中只给出了基面上的直径，故在附录中列出了这一尺寸，使用者可以直接查表选用。

附录F是NPT管螺纹的英寸尺寸表，由于该螺纹来源于美国标准，各国产品中还有很多是使用英制尺寸的，此表所列尺寸可在国际交流中提供方便。

(5) 与美国管螺纹标记的区别

GB/T 12716—91直接采用了美国圆锥管螺纹的代号NPT做为我国60°圆锥管螺纹的特征代号，这大大地方便了国际交流，例如法国标准也直接引用了这一代号。尽管这样各国标准规定的标记方法还是有区别的。我国标准规定的标记方法与我国其他螺纹的标记顺序和习惯相协调所以与美国的标记方法也有所不同，现举例说明如下：

中国的标记为：NPT 3/4

- 3/4：尺寸代号
- NPT：螺纹特征代号

美国的标记为：3/4--14 NPT

- NPT：螺纹特征代号
- 14：每吋内的螺纹牙数
- 3/4：尺寸代号

仅从标记的组成来看，美国比我国多一项每吋内的螺纹牙数，我国标记中没有标出，因为在标准中每个直径只对应一种牙数(实际代表螺距)所以也就没有必要标出了，但美国人的标记是这样的贯例。另外在标记顺序上也相反这都与各国各自的习惯有关，不能强求一致，法国人的标记方法与我国的规定很接近，不管怎么说使用了同一种特征代号，相互间就容易沟通了。

## 3.2 米制锥螺纹 (GB/T 1415—91)

国家标准GB/T 1415—91《米制锥螺纹》将代替1978年颁布的试行标准GB 1415—78，该标准规定了米制锥螺纹的牙型、尺寸、标记、公差和检验。修订后的米制锥螺纹包括圆锥内螺纹与圆锥外螺纹、圆柱内螺纹与圆锥外螺纹两种联结型式。是适用于气体或液体管路系统依靠螺纹密封的联结螺纹，必要时允许在螺纹配合面间加入密封填料以提高其密封性。

该标准的引用标准如下：

GB 192 普通螺纹 基本牙型
GB 193 普通螺纹 直径与螺距
GB 196 普通螺纹 基本尺寸
GB 197 普通螺纹 公差与配合
GB/T 14791 普通螺纹 术语
GB 7306 用螺纹密封的管螺纹

### 3.2.1 关于牙型和尺寸的规定

(1) 米制锥螺纹的牙型

米制锥螺纹牙型的原始三角形为60°等边三角形、在大径的削平高度为$\frac{H}{8}$，在小径的削平高度为$\frac{H}{4}$，圆锥体的锥度为1:16，螺纹牙的角平分线垂直于螺纹轴线。其牙型如图6.6-13所示。

(2) 米制锥螺纹的基本尺寸

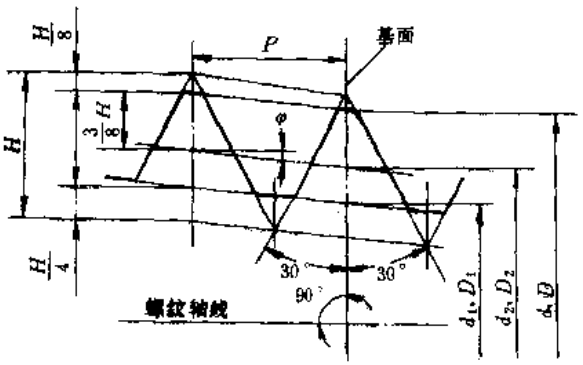
米制锥螺纹大、中、小径的基本尺寸在基准平面上给出，除基面上的直径外，基本尺寸还包括基准距离和有效螺纹长度，具体数值见表6.6-25。

**表6.6-25 米制锥螺纹基本尺寸** (GB/T 1415—91) (mm)

| 螺纹公称直径 $d$, $D$ | 螺距 $P$ | 基面上螺纹直径 | | | 基准距离 $L_1$ | | 有效螺纹长度 $L_2$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 大径 $d=D$ | 中径 $d_2=D_2$ | 小径 $d_1=D_1$ | 标准基距 | 短基距 | 标准有效螺纹长度 | 短有效螺纹长度 |
| 6 | 1 | 6.000 | 5.350 | 4.917 | 5.3 | 2.5 | 8 | 5 |
| 8 | | 8.000 | 7.350 | 6.917 | | | | |
| 10 | | 10.000 | 9.350 | 8.917 | | | | |

（续）

| 螺纹公称直径 $d$、$D$ | 螺距 $P$ | 基面上螺纹直径 | | | 基准距离 $L_1$ | | 有效螺纹长度 $L_2$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 大径 $d=D$ | 中径 $d_2=D_2$ | 小径 $d_1=D_1$ | 标准基距 | 短基距 | 标准有效螺纹长度 | 短有效螺纹长度 |
| 12 | 1.5 | 12.000 | 11.026 | 10.376 | 7.5 | 3.5 | 11 | 7 |
| 14 | | 14.000 | 13.026 | 12.376 | | | | |
| 16 | | 16.000 | 15.026 | 14.376 | | | | |
| 18 | | 18.000 | 17.026 | 16.376 | | | | |
| 20 | | 20.000 | 19.026 | 18.376 | | | | |
| 22 | | 22.000 | 21.026 | 20.376 | | | | |
| 24 | | 24.000 | 23.026 | 22.376 | | | | |
| 27 | 2 | 27.000 | 25.701 | 24.835 | 11 | 5 | 16 | 10 |
| 30 | | 30.000 | 28.701 | 27.835 | | | | |
| 33 | | 33.000 | 31.701 | 30.835 | | | | |
| 36 | | 36.000 | 34.701 | 33.835 | | | | |
| 39 | | 39.000 | 37.701 | 36.835 | | | | |
| 42 | | 42.000 | 40.701 | 39.835 | | | | |
| 45 | | 45.000 | 43.701 | 42.835 | | | | |
| 48 | | 48.000 | 46.701 | 45.835 | | | | |
| 52 | | 52.000 | 50.701 | 49.835 | | | | |
| 56 | | 56.000 | 54.701 | 53.835 | | | | |
| 60 | | 60.000 | 58.701 | 57.835 | | | | |




$\varphi=1°47'24''$
锥度：$2\tan\varphi=1:16$

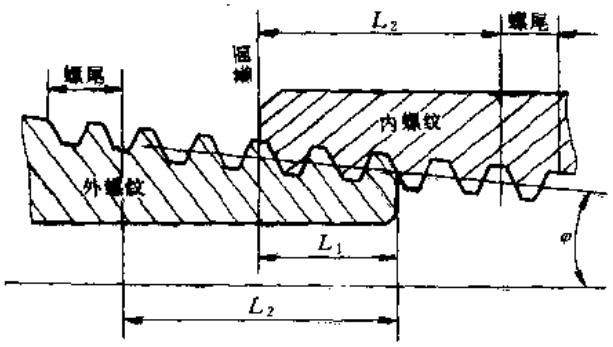



图6.6-13　米制锥螺纹牙型

（3）圆柱内螺纹的牙型和尺寸

与圆锥外螺纹配合的圆柱内螺纹的牙型和尺寸与普通螺纹相同，其牙型应符合GB 192的规定；其尺寸系列和基本尺寸应符合GB 193和GB 196的规定。有效螺纹长度不得小于相应规格锥螺纹有效螺纹长度$L_2$的80%。

### 3.2.2 关于标记方法的规定：

(1) 米制锥螺纹的标记

米制锥螺纹的标记由螺纹特征代号、尺寸代号和基准距离的代号三部分组成。

1) 米制锥螺纹的特征代号为“ZM”；

2) 米制锥螺纹的尺寸代号为公称直径；

3) 标准基距省去代号，短基距的代号为“—S”。

(2) 圆柱内螺纹的标记

与圆锥外螺纹配合的圆柱内螺纹的标记采用普通螺纹的代号加本标准的代号表示，两者中间用“·”分开。

(3) 标记示例

1) 公称直径为10mm 标准基距的米制锥螺纹的标记为：ZM10。

2) 公称直径为10mm 短基距的米制锥螺纹，其标记为：ZM10—S；

3) 与米制锥螺纹配合的公称直径为10mm，螺距为1mm 的圆柱内螺纹，其标记为：M10×1·GB 1415。

4) 内、外螺纹装配在一起时，内、外螺纹的标记用斜线分开，左边表示内螺纹；右边表示外螺纹，其标记为：

ZM10 / ZM10

圆锥外螺纹

圆锥内螺纹

M10×1·GB 1415 / ZM10—S

短基距的圆锥外螺纹

圆柱内螺纹

### 3.2.3 关于公差和检验的规定

(1) 圆锥螺纹的公差与检验

圆锥螺纹的公差以基面轴向位移量表示，内、外锥螺纹基面轴向位移量的极限偏差见表6.6-26。

**表6.6-26 米制锥螺纹的公差**

(GB/T 1415—91) (mm)

| 螺纹公称直径 $d$、$D$ | 螺距 $P$ | 外螺纹基准距离的极限偏差 ($\pm T_1/2$) | 内螺纹基面轴向位移量的极限偏差 ($\pm T_2/2$) |
|---|---|---|---|
| $6 \leqslant d$，$D \leqslant 10$ | 1 | ±0.9 | ±1.2 |
| $10 < d$，$D \leqslant 24$ | 1.5 | ±1.1 | ±1.5 |
| $24 < d$，$D \leqslant 60$ | 2 | ±1.4 | ±1.8 |

1) 外锥螺纹用锥螺纹环规检查。环规大端的螺纹尺寸与外锥螺纹基面上的尺寸相同，环规小端制有台阶，台肩高度为 $T_1$，台肩中间位置到大端的距离等于基准距离 $L_1$。将环规与外锥螺纹用手旋合后，外锥螺纹小端面应在台肩高度范围内，它们之间的轴向关系见图6.6-14。

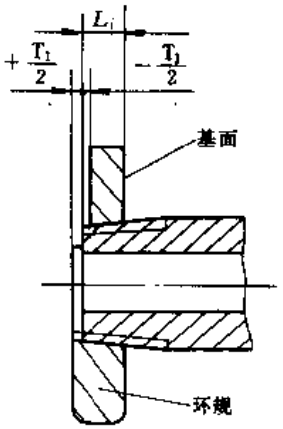



图6.6-14 圆锥外螺纹的检验

2) 内锥螺纹用锥螺纹塞规检查。塞规大端制有台阶，台肩高度为 $T_2$，台肩中间位置的螺纹尺寸与内锥螺纹基面上的尺寸相同，台肩中间位置到塞规小端的距离等于基准距离 $L_1$。将塞规与内锥螺纹用手旋合后，内锥螺纹的大端平面应在台肩高度范围内，其轴向尺寸的关系见图6.6-15。

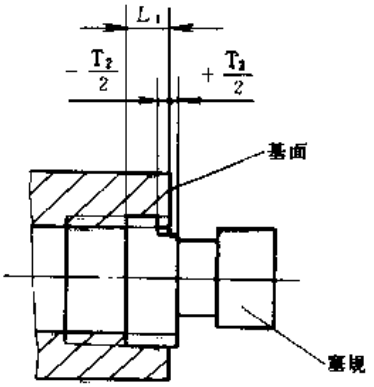



图6.6-15 圆锥内螺纹的检验

(2) 内、外锥螺纹的大径和小径公差和检验

内、外锥螺纹的大径和小径的极限偏差见表6.6-27。

1) 外锥螺纹的大径用锥形光滑环规检查。环规孔大端直径与外锥螺纹基面上的大径相同，环规孔小端制有台肩，环规孔大端的端面到台阶面的最小厚度等于基准距离 $L_1$，台肩高度 $H_1$ 按表6.6-27中外螺纹大径的极限偏差值计算确定。将环规用手套在外锥螺纹上

之后，外锥螺纹的小端端面应在台肩高度范围内。检验情况见图6.6-16。

**表6.6-27　米制锥螺纹的大径和小径公差**

(GB/T 1415—91)　(mm)

| 螺纹公称直径 $d$，$D$ | $P$ | 外螺纹极限偏差 | | 内螺纹极限偏差 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 大径 | 小径 | 大径 | 小径 |
| $6\leqslant d$，$D\leqslant 10$ | 1 | 0<br>−0.064 | +0.100<br>+0.030 | ±0.060 | ±0.060 |
| $10<d$，$D\leqslant 24$ | 1.5 | 0<br>−0.096 | +0.130<br>+0.040 | ±0.080 | ±0.080 |
| $24<d$，$D\leqslant 60$ | 2 | 0<br>−0.128 | +0.170<br>+0.060 | ±0.100 | ±0.100 |

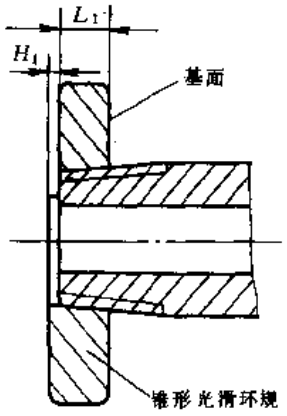



**图6.6-16　圆锥外螺纹的检验**

2）内锥螺纹的小径用锥形光滑塞规检查。塞规大端制有台阶，台肩中间位置到光滑塞规的小端面、其距离等于基准距离 $L_1$，台肩高度 $H_2$ 按表6.6-27中内螺纹小径的极限偏差值计算给定。台肩中间位置的塞规直径与内锥螺纹基面上的螺纹小径相同。将塞规用于塞入螺孔后，内螺纹的大端端面应在台肩高度范围内，检验情况见图6.6-17。

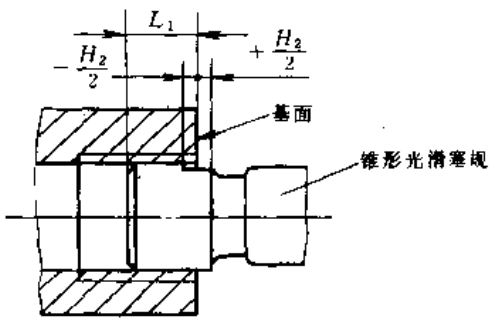



**图6.6-17　圆锥内螺纹小径的检验**

(3) 内、外锥螺纹的底径公差

圆锥内、外螺纹的底径公差由工具保证，不对工件进行单独检查。其公差值见表6.6-27。

(4) 米制锥螺纹其他要素的公差

米制锥螺纹的牙型半角 $\alpha/2$、螺距和倾斜角 $\varphi$ 的极限偏差按附录A（参考件）的数值制造，这些公差一般也不对工件进行检验，应做为工、量具设计的依据。附录A的具体规定见表6.6-28。

**表6.6-28　米制锥螺纹的其他要素公差**

(GB/T 1415—91附录A)

| 螺纹公称直径 $d$，$D$(mm) | $P$ (mm) | 牙型半角 $\alpha/2$ 极限偏差 | 螺距 $P$(mm) 极限偏差 | | 倾斜角 $\alpha$ 极限偏差 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $L_1$ | $L_2$ | 外螺纹 | 内螺纹 |
| $6\leqslant d$，$D\leqslant 10$ | 1 | ±45′ | ±0.04 | ±0.07 | +12′<br>−6′ | +6′<br>−12′ |
| $10<d$，$D\leqslant 24$ | 1.5 | | | | | |
| $24<d$，$D\leqslant 60$ | 2 | | | | | |

(5) 圆柱内螺纹的螺纹公差

与圆锥外螺纹配合的圆柱内螺纹，其中径和小径的公差按普通螺纹标准GB 197的规定，中径公差为6H、小径为4H。对圆柱内螺纹的大径也规定有公差，其极限偏差值见表6.6-29。

**表6.6-29　圆柱内螺纹的大径公差**

(GB/T 1415—91)　(mm)

| 螺纹公称直径 $D$ | 螺距 $P$ | 螺纹大径极限偏差 |
|---|---|---|
| $6\leqslant D\leqslant 10$ | 1 | ±0.045 |
| $10<D\leqslant 24$ | 1.5 | ±0.065 |
| $24<D\leqslant 60$ | 2 | ±0.085 |

### 3.2.4　带镀层的米制锥螺纹

需要镀覆的米制锥螺纹，镀前应为不留镀层余量的标准尺寸，镀后不再检查螺纹尺寸。

### 3.2.5　米制锥螺纹的应用说明

(1) 米制锥螺纹在产品中的使用

米制锥螺纹除了有1:16的锥度外，其牙型角、削平高度及直径与螺距的组合均与普通螺纹相同，能与普通螺纹组成柱/锥或锥/柱配合。在加工和检验方面也与普通螺纹有许多相似之处，为此对于使用米制普通螺纹的产品使用米制锥螺纹将是很方便的。近年来使用米制锥螺纹的产品不断增加。

(2) 有关公差的说明

1）米制锥螺纹的螺纹公差是综合的，即其他各单项要素，如螺距、倾斜角、牙型半角等误差均对螺纹公

差有影响，所以采用螺纹环规和塞规对螺纹公差进行综合检验。

2）由于要求螺纹副本身具有密封能力，而内、外螺纹的大、小径与螺纹副的密封性有很大关系，所以标准中对外螺纹的大径和内螺纹的小径规定了公差，同时还规定采用锥形光滑量规进行检验。这两个尺寸一般是在加工螺纹前形成的螺纹毛坯尺寸，也在螺纹加工前进行检验。而外螺纹小径和内螺纹大径是在加工螺纹的同时由螺纹刀具来控制的，因此不必进行单独检验。

3）附录A中列出的各单项要素的公差是构成螺纹公差的一部分，由螺纹工具来保证，由螺纹量规进行综合控制。

（3）关于镀层螺纹

具有镀层的螺纹应在涂镀前按标准尺寸进行检验。由于锥螺纹装配时需在轴向旋紧，由于镀层厚度有限，不会对有效螺纹长度的需求产生影响，因此不必在镀后进行单独的检验。

（4）新、旧标准的区别

该标准是GB 1415—78《米制锥螺纹》（试行标准）的修订，两者相比做了如下改动：

1）将旧标准中大、小径削平高度均为$\frac{H}{8}$的牙型改为大径的削平量为$\frac{H}{8}$，而小径的削平量为$\frac{H}{4}$的牙型。此牙型除有锥度外，各项参数均与普通螺纹相同，更便于与普通螺纹组成配合。

2）新标准增加了圆柱内螺纹与圆锥外螺纹的配合，而旧标准则只有圆锥内螺纹与圆锥外螺纹一种配合。

3）新标准有两种基准距离：标准基距和短基距，而旧标准只有一种基准距离，其数值接近新标准中的标准基距。这样将有利于设计者根据产品要求进行选择。

鉴于上述对比情况，新标准较旧标准更接近普通螺纹，其特点更加突出，是一种很有前途的管螺纹。

# 第7篇　轴伸、轴高、键、花键及结构要素

**主　编**　詹昭平
**编写人**　詹昭平（第1～4章）
　　王欣玲（第5章）
**审稿人**　舒森茂

×20 5/0

轴伸、轴高、键与花键、结构要素是重要的基础标准，它涉及到零、部件的互换配套，因此各国都十分重视这部分尺寸及要素的标准化。目前这部分标准由国际标准化组织第 14 技术委员会 ISO/TC14《机器轴及其附件》负责。目前国际上颁发的标准有 10 个，它们是：

ISO 496—1973　主动和从动机器—轴高

ISO/R 773—1969　长方形或正方形平行键及其键槽（尺寸为毫米）

ISO/R 774—1969　有钩头或无钩头的楔键及其键槽（尺寸为毫米）

ISO/R 775—1969　圆柱形和 1/10 圆锥形轴端

ISO 2491—1974　薄型平键及其键槽（尺寸为毫米）

ISO 2492—1974　有钩头或无钩头薄型楔键及其键槽（尺寸为毫米）

ISO 3117—1977　切向键及其键槽

ISO 3912—1977　半圆键及其键槽

ISO 14—1982　圆柱轴用小径定心矩形花键—尺寸、公差和检验

ISO 4156—1981　圆柱直齿渐开线花键　米制模数—齿侧配合—总论、尺寸和检验

以及 ISO 4156—81/Amd1—92　圆柱直齿渐开线花键—米制模数—齿侧配合—总论、尺寸和检验的补充件 1“第三部分：“检验。

(1)我国电机行业较早对轴伸、轴高尺寸进行标准化。1965 年颁发了 GB 756－65《电机　圆柱形轴伸》、GB 756－65《电机　圆锥形轴伸》和 GB 758　65《电机　轴中心线高度》。1979 年和 1990 年分别对圆柱形轴伸和圆锥形轴伸标准进行修订，GB 758　-65 则由于与有关的电机产品标准合并而废除。1979 年颁发了 GB 1569—79《圆柱形轴伸》和 GB 1570—79《圆锥形轴伸》，1990 年对其进行修订，现行标准为 GB 1569—90 和 GB 1570—90，同时又制订了 GB 12217—90《机器　轴高》标准。

(2) 我国最早的键联结标准是 JB 112～JB 122—60、包括了普通平键、导向平键、半圆键、普通楔键、钩头楔键、切向键的型式尺寸，键槽剖面尺寸及公差、键用型钢等十一个标准。1972 年对键与键槽的公差配合进行修订，并将普通平键、导向平键、半圆键、键用精拔钢等七个标准制订为国家标准，编号为 GB 1095～GB 1101—72。1979 年再次对键联结标准进行修订，将 72 年标准中规定的两种槽型统一为一种槽型，并增加了键的品种，从而使键联结标准比较完整，满足生产需要，1980 年又制订了切向键国家标准。现行的键联结标准共有 13 个。1990 年对这批标准进行复审，确认继续有效。并与有关标准相协调，作了少许的修改。

(3) 花键分矩形花键和渐开线花键两种：1960 年原一机部制订发布了 JB 290—60《矩形齿花键结合尺寸、公差与配合》、JB 291—60～JB 292—60 和 JB 307—60 规定了矩形花键的技术条件、长度系列和加工余量及公差。1974 年制订了 GB 1144—74《矩形花键结合》(代替 JB 290—60、部分代替 JB 291—60)。现行标准为 GB 1144—87《矩形花键　尺寸、公差和检验》(代替 GB 1144—74)、GB 10081—89《矩形内花键长度系列》(代替 JB 292—60) 和 JB/Z 325—89《矩形花键　加工余量及公差》(代替 JB 307—60)

1972 年制订并发布了 GB 1104—72《渐开线花键联结》、GB 1145—74《三角花键联结》，后又由原一机部发布了 JB 2486—78《圆锥三角花键联结》。1983 年将渐开线花键与三角花键合并，制订为：GB 3478.1—83《圆柱直齿渐开线花键(齿侧配合)模数　基准齿形公差》和 GB3478.2—83《圆柱直齿渐开线花键(齿侧配合)尺寸表》。目前我国现行的渐开线花键标准为：GB/T 3478.1—1995～GB/T 3478.9—1995《圆柱直齿渐开线花键》，共 9 个标准和 JB 2486—86《圆锥直齿渐开线花键》。

# 第 1 章　轴伸与轴高

## 1　轴伸

一台机器设备是由若干部件组成。电动机与主机之间要通过联轴器或皮带轮与减速器或增速器结合在一起。有的机器设备则要经过多次减速或增速传到主机。在现代的工业生产中，这些部件，往往是由专门的工厂，如电机厂、减速器厂和水泵厂等分别进行生产。因此对机器之间的联结、互换配套的部分，应当予以统一，以利协调配套。如对电动机轴的伸出端(国外称轴端，国内称轴伸)，减速器的输入、输出轴端、水泵轴的伸出端等的轴径及其长度，等加以规定，以实现互换配套。

轴伸按其形状分：有圆柱形轴伸和圆锥形轴伸两种；按其伸出的长度分：有长系列和短系列两种。圆锥形轴伸与其孔的联结方式有外螺纹和内螺纹联结两种。

圆柱形轴伸结构简单，制造方便，孔、轴一般为过渡配合，靠键传递转矩，使用可靠，应用广泛。

圆锥形轴伸对中性好，精度高，靠孔、轴的锥面摩擦力和键（也可不用键）传递转矩，轴向不能调整，能承受振动或冲击负荷，常用于需正、反转等场合。

我国机械工业各行业通用的轴伸标准有：

GB 1569—90　圆柱形轴伸

GB 1570—90　圆锥形轴伸

电机各行业应用的轴伸标准有：

GB 756—90　旋转电机　圆柱形轴伸

GB/T 757—93　旋转电机　圆锥形轴伸

## 1.1　圆柱形轴伸（GB 1569—90）

GB 1569—90《圆柱形轴伸》适用于一般机器之间的联结并传递转矩的场合。

轴伸的长度分为长系列和短系列两种。其直径的基本尺寸、极限偏差及长度系列见图 7.1-1 和表 7.1-1。若采用键联结时，键与键槽应符合有关键标准的规定。对于直径大于 630～1250mm 轴伸的基本尺寸，极限偏差和长度系列见表 7.1-2。

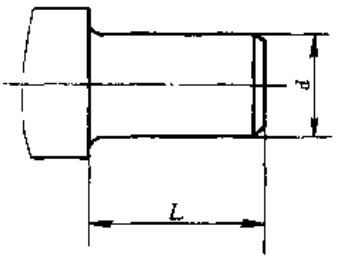



图　7.1-1

**表 7.1-1　圆柱形轴伸**（GB 1569—90）　（mm）

| d | | | L | | d | | | L | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基本尺寸 | 极限偏差 | | 长系列 | 短系列 | 基本尺寸 | 极限偏差 | | 长系列 | 短系列 |
| 6 | +0.006<br>−0.002 | j6 | 16 | — | 40<br>42<br>45<br>48<br>50 | +0.018<br>+0.002 | k6 | 110 | 82 |
| 7 | +0.007<br>−0.002 | | | | | | | | |
| 8<br>9 | | | 20 | | | | | | |
| 10<br>11 | | | 23 | 20 | 55<br>56 | +0.030<br>+0.011 | m6 | | |
| 12<br>14 | +0.008<br>0.003 | | 30 | 25 | 60<br>63 | | | 140 | 105 |
| 16<br>18<br>19 | | | 40 | 28 | 65<br>70<br>71<br>75 | | | | |
| 20<br>22<br>24 | +0.009<br>−0.004 | | 50 | 36 | 80<br>85 | | | 170 | 130 |
| 25<br>28 | | | 60 | 42 | 90<br>95 | +0.035<br>+0.013 | | | |
| 30<br>32<br>35<br>38 | +0.018<br>+0.002 | k6 | 80 | 58 | 100<br>110<br>120<br>125 | +0.040<br>+0.015 | | 210 | 165 |

（续）

| d | | | L | | d | | | L | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基本尺寸 | 极限偏差 | | 长系列 | 短系列 | 基本尺寸 | 极限偏差 | | 长系列 | 短系列 |
| 130 | +0.040<br>+0.015 | m6 | 250 | 200 | 340 | +0.057<br>+0.021 | m6 | 550 | 450 |
| 140 | | | | | 360 | | | | |
| 150 | | | | | 380 | | | | |
| 160 | | | 300 | 240 | 400 | | | 650 | 540 |
| 170 | | | | | 420 | +0.063<br>+0.023 | | | |
| 180 | | | | | 440 | | | | |
| 190 | +0.046<br>+0.017 | | 350 | 280 | 450 | | | | |
| 200 | | | | | 460 | | | | |
| 220 | | | | | 480 | | | | |
| 240 | | | 410 | 330 | 500 | | | | |
| 250 | | | | | 530 | +0.070<br>+0.026 | | 800 | 680 |
| 260 | +0.052<br>+0.020 | | | | 560 | | | | |
| 280 | | | 470 | 380 | 600 | | | | |
| 300 | | | | | 630 | | | | |
| 320 | +0.057<br>+0.021 | | | | | | | | |

**表 7.1-2　直径大于 630～1250mm 的圆柱形轴伸**（GB1569—90）　（mm）

| d | | L | |
|---|---|---|---|
| 基本尺寸 | 极限偏差<br>n6 | 长系列 | 短系列 |
| 670 | +0.100<br>+0.050 | 900 | 780 |
| 710 | | | |
| 750 | | | |
| 800 | | 1 000 | 880 |
| 850 | +0.112<br>+0.058 | | |
| 900 | | — | 980 |
| 950 | | | |
| 1 000 | | | 1 100 |
| 1 060 | +0.132<br>+0.066 | | |
| 1 120 | | | 1 200 |
| 1 180 | | | |
| 1 250 | | | 1 300 |

注：可根据产品的性能、特点和要求，按照 GB1802 选用不同的极限偏差。

## 1.2　旋转电机　圆柱形轴伸（GB756—90）

GB756—90《旋转电机　圆柱形轴伸》的型式尺寸见图 7.1-2、表 7.1-3。

## 1.3　圆锥形轴伸（GB 1570—90）

GB1570—90《圆锥形轴伸》适用于一般机器之间的联结并传递转矩的场合。轴径范围为 6～630mm，锥度为 1∶10，与轮毂的连接有外螺纹和内螺纹两种，内螺纹只适用于最大圆锥直径为 12～75mm

### 1.3.1　型式和尺寸

圆锥形轴伸分为长系列和短系列两种。可制成带键槽或不带键槽的。

(1) 长系列　　直径为220mm及以下的圆锥形轴伸的型式和尺

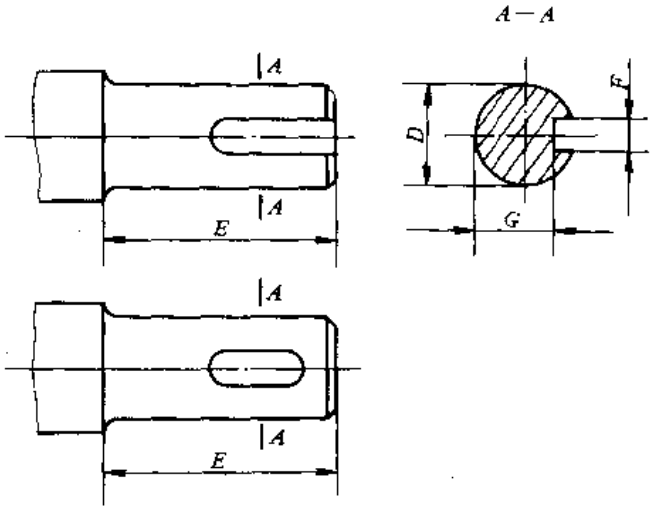



图 7.1-2

**表7.1-3　旋转电机用圆柱形轴伸**（GB 756—90）　　(mm)

| D | | | E | | F | | | G | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基本尺寸 | 极限偏差 | | 基本尺寸 | | 基本尺寸 | 极限偏差 | | 基本尺寸 | 极限偏差 |
| | | | 长系列 | 短系列 | | 一般键联结 | 较紧键联结 | | |
| | | | | | | N9 | P9 | | |
| 6 | +0.006<br>−0.002 | j6 | 16 | | 2 | −0.004<br>−0.029 | −0.006<br>−0.031 | 4.8 | 0<br>−0.1 |
| | | | | | | | | 5.8 | |
| 7 | +0.007<br>−0.002 | | | | | | | | |
| 8 | | | 20 | | 3 | | | 6.8 | |
| 9 | | | | | | | | 7.2 | |
| (10) | | | 23 | 20 | | | | 8.2 | |
| 11 | +0.008<br>−0.003 | | | | 4 | | | 8.5 | |
| (12) | | | 30 | 25 | | | | 9.5 | |
| 14 | | | | | 5 | 0<br>−0.030 | −0.012<br>−0.042 | 11.0 | |
| 16 | +0.008<br>−0.003 | | 40 | 28 | | | | 13.0 | |
| 18 | | | | | | | | 14.5 | |
| 19 | +0.009<br>−0.004 | | | | 6 | | | 15.5 | |
| (20) | | | | | | | | 16.5 | |
| 22 | | | 50 | 36 | 8 | 0<br>−0.036 | −0.015<br>−0.051 | 18.5 | 0<br>−0.2 |
| 24 | | | | | | | | 20.0 | |
| (25) | | | 60 | 42 | | | | 21.0 | |
| 28 | | | | | | | | 24.0 | |
| (30) | | | 80 | 58 | | | | 26.0 | |
| 32 | +0.018<br>+0.002 | k6 | | | 10 | | | 27.0 | |
| (35) | | | | | | | | 30.0 | |
| 38 | | | | | | | | 33.0 | |

（续）

| D | | | E | | F | | | G | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基本尺寸 | 极限偏差 | | 基本尺寸 | | 基本尺寸 | 极限偏差 | | 基本尺寸 | 极限偏差 |
| | | | 长系列 | 短系列 | | 一般键联结 | 较紧键联结 | | |
| | | | | | | N9 | P9 | | |
| (40) | +0.018<br>+0.002 | m6 | 110 | 82 | 12 | 0<br>−0.043 | −0.018<br>−0.061 | 35.0 | 0<br>−0.2 |
| 42 | | | | | | | | 37.0 | |
| (45) | | | | | 14 | | | 39.5 | |
| 48 | | | | | | | | 42.5 | |
| (50) | | | | | | | | 44.5 | |
| 55 | | | | | 16 | | | 49.0 | |
| 60 | −0.030<br>−0.011 | | 140 | 105 | 18 | | | 53.0 | |
| 65 | | | | | | | | 58.0 | |
| 70 | | | | | 20 | 0<br>−0.052 | −0.022<br>−0.074 | 62.5 | |
| 75 | | | | | | | | 67.5 | |
| 80 | | | 170 | 130 | 22 | | | 71.0 | |
| 85 | +0.035<br>+0.013 | | | | | | | 76.0 | |
| 90 | | | | | 25 | | | 81.0 | |
| 95 | | | | | | | | 86.0 | |
| 100 | | | 210 | 165 | 28 | | | 90.0 | |
| 110 | | | | | | | | 100 | |
| 120 | | | | | 32 | | | 109 | |
| 130 | +0.040<br>+0.015 | | 250 | 200 | | | | 119 | 0<br>−0.3 |
| 140 | | | | | 36 | | | 128 | |
| 150 | | | | | | | | 138 | |
| 160 | | | 300 | 240 | 40 | 0<br>−0.062 | −0.026<br>−0.088 | 147 | |
| 170 | | | | | | | | 157 | |
| 180 | | | | | 45 | | | 165 | |
| 190 | +0.046<br>+0.017 | | 350 | 280 | | | | 175 | |
| 200 | | | | | | | | 185 | |
| 220 | | | | | 50 | | | 203 | |
| 240 | | | 410 | 330 | 56 | 0<br>−0.074 | −0.032<br>−0.100 | 220 | |
| 250 | | | | | | | | 230 | |
| 260 | | | | | | | | 240 | |
| 280 | +0.052<br>+0.020 | | 470 | 380 | 63 | | | 260 | |
| 300 | | | | | 70 | | | 278 | |
| 320 | | | | | | | | 298 | |
| 340<br>360<br>380 | +0.057<br>+0.021 | | 550 | 450 | 80 | | | 315<br>335<br>355 | |

（续）

| D | | | E | | F | | | G | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基本尺寸 | 极限偏差 | | 基本尺寸 | | 基本尺寸 | 极限偏差 | | 基本尺寸 | 极限偏差 |
| | | | 长系列 | 短系列 | | 一般键联结 | 较紧键联结 | | |
| | | | | | | N9 | P9 | | |
| 400<br>420<br>440<br>450<br>460<br>480<br>500 | +0.063<br>+0.023 | m6 | 650 | 540 | 90<br>100 | 0<br>−0.087 | −0.037<br>−0.124 | 372<br>392<br>412<br>419<br>429<br>449<br>469 | 0<br>−0.3 |
| 530<br>560<br>600<br>630 | +0.070<br>+0.026 | | 800 | 680 | ① | | | | |

① 轴伸直径大于500mm者，键槽尺寸及其公差由用户与制造厂协商确定。

寸见图 7.1-3、图 7.1-4 和表 7.1-4。带键时，键槽底面平行轴线。

直径在 220mm 以上的圆锥形轴伸的型式和尺寸见图 7.1-5 和表 7.1-5。带键时，键槽底面与圆锥母线平行。

（2）短系列

直径在 220mm 及以下的圆锥形轴伸的型式和尺寸见图 7.1-3、图 7.1-4 和表 7.1-6。带键时，键槽底面平行轴线。

（3）圆锥形轴伸大端处键槽深度尺寸

当键槽深度尺寸 $t$ 或 $G$ 测量不方便时，可用圆锥大端直径至键槽深度尺寸 $t_2$ 代替，见图 7.1-6，其数值见表 7.1-7。

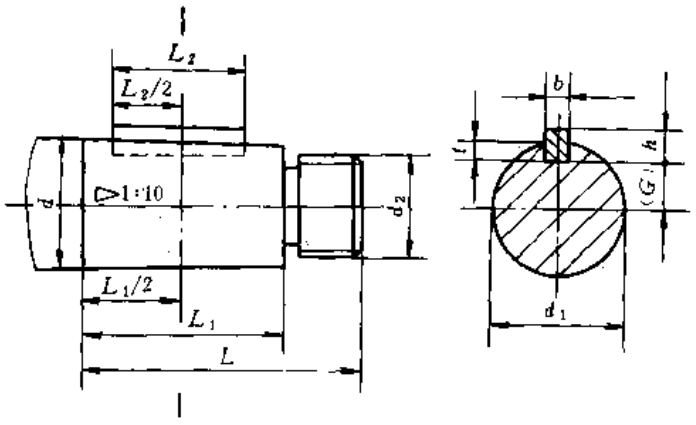



图 7.1-3

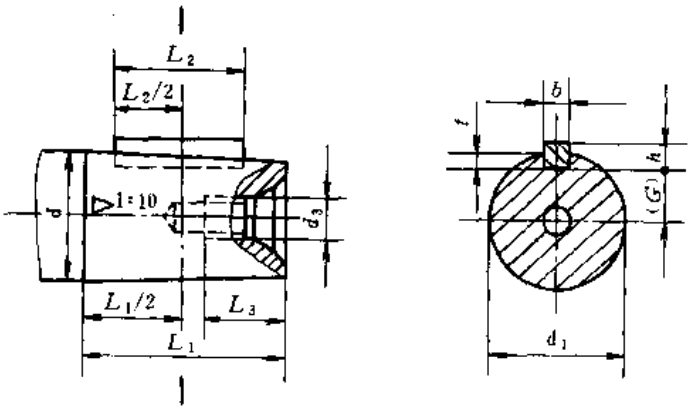



图 7.1-4

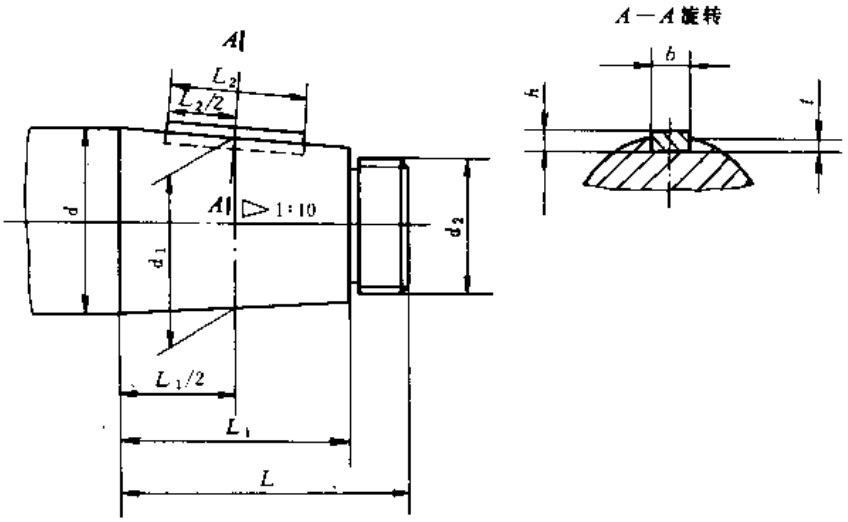



图　7-1-5

**表 7-1-4　圆锥形轴伸**（长系列）（GB 1570—90）　　（mm）

| $d$ | $L$ | $L_1$ | $L_2$ | $b$ | $h$ | $d_1$ | $t$ | (G) | $d_2$ | $d_3$ | $L_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 16 | 10 | 6 | — | — | 5.5 | — | — | M4 | — | — |
| 7 | | | | | | 6.5 | | | | | |
| 8 | 20 | 12 | 8 | | | 7.4 | | | M6 | | |
| 9 | | | | | | 8.4 | | | | | |
| 10 | 23 | 15 | 12 | | | 9.25 | | | | | |
| 11 | | | | 2 | 2 | 10.25 | 1.2 | 3.9 | M8×1 | | |
| 12 | 30 | 18 | 16 | | | 11.1 | | 4.3 | | M4 | 10 |
| 14 | | | | 3 | 3 | 13.1 | 1.8 | 4.7 | M10×1.25 | | |
| 16 | | | | | | 14.6 | | 5.5 | | | |
| 18 | 40 | 28 | 25 | 4 | 4 | 16.6 | 2.5 | 5.8 | | M5 | 13 |
| 19 | | | | | | 17.6 | | 6.3 | M12×1.25 | | |
| 20 | | | | | | 18.2 | | 6.6 | | M6 | 16 |
| 22 | 50 | 36 | 32 | | | 20.2 | | 7.6 | | | |
| 24 | | | | | | 22.2 | | 8.1 | | | |
| 25 | 60 | 42 | 36 | 5 | 5 | 22.9 | 3 | 8.4 | M16×1.5 | M8 | 19 |
| 28 | | | | | | 25.9 | | 9.9 | | | |
| 30 | 80 | 58 | 50 | | | 27.1 | | 10.5 | M20×1.5 | M10 | 22 |
| 32 | | | | 6 | 6 | 29.1 | 3.5 | 11.0 | | | |
| 35 | | | | | | 32.1 | | 12.5 | | | |
| 38 | | | | | | 35.1 | | 14.0 | M24×2 | M12 | 28 |
| 40 | 110 | 82 | 70 | 10 | 8 | 35.9 | 5 | 12.9 | | | |
| 42 | | | | | | 37.9 | | 13.9 | | | |
| 45 | | | | 12 | 8 | 40.9 | | 15.4 | M30×2 | M16 | 36 |
| 48 | | | | | | 43.9 | | 16.9 | | | |
| 50 | | | | | | 45.9 | | 17.9 | M36×3 | | |

（续）

| $d$ | $L$ | $L_1$ | $L_2$ | $b$ | $h$ | $d_1$ | $t$ | $(G)$ | $d_2$ | $d_3$ | $L_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 55 | 110 | 82 | 70 | 14 | 9 | 50.9 | 5.5 | 19.9 | M36×3 | M20 | 42 |
| 56 | | | | | | 51.9 | | 20.4 | | | |
| 60 | 140 | 105 | 100 | 16 | 10 | 54.75 | 6 | 21.4 | M42×3 | | |
| 63 | | | | | | 57.75 | | 22.9 | | | |
| 65 | | | | | | 59.75 | | 23.9 | | | |
| 70 | | | | 18 | 11 | 64.75 | 7 | 25.4 | M48×3 | M24 | 50 |
| 71 | | | | | | 65.75 | | 25.9 | | | |
| 75 | | | | | | 69.75 | | 27.9 | | | |
| 80 | 170 | 130 | 110 | 20 | 12 | 73.5 | 7.5 | 29.2 | M56×4 | — | — |
| 85 | | | | | | 78.5 | | 31.7 | | | |
| 90 | | | | 22 | 14 | 83.5 | 9 | 32.7 | M64×4 | | |
| 95 | | | | | | 88.5 | | 35.2 | | | |
| 100 | 210 | 165 | 140 | 25 | 14 | 91.75 | | 36.9 | M72×4 | | |
| 110 | | | | | | 101.75 | | 41.9 | M80×4 | | |
| 120 | | | | 28 | 16 | 111.75 | 10 | 45.9 | M90×4 | | |
| 125 | | | | | | 116.75 | | 48.3 | | | |
| 130 | 250 | 200 | 180 | | | 120 | | 50 | M100×4 | | |
| 140 | | | | 32 | 18 | 130 | 11 | 54 | | | |
| 150 | | | | | | 140 | | 59 | M110×4 | | |
| 160 | 300 | 240 | 220 | 36 | 20 | 148 | 12 | 62 | M125×4 | | |
| 170 | | | | | | 158 | | 67 | | | |
| 180 | | | | 40 | 22 | 168 | 13 | 71 | M140×5 | | |
| 190 | 350 | 280 | 250 | | | 176 | | 75 | | | |
| 200 | | | | | | 186 | | 80 | M160×5 | | |
| 220 | | | | 45 | 25 | 206 | 15 | 88 | | | |

注：1. 键槽深度 $t$，可由测量 $G$ 来代替，或按表 7.1-7。

2. $L_2$ 可根据需要选取小于表中的数值。

**表 7.1-5　直径为 240～630mm 的圆锥形轴伸**（GB 1570—90）　　（mm）

| $d$ | $L$ | $L_1$ | $L_2$ | $b$ | $h$ | $d_1$ | $t$ | $d_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 240 | 410 | 330 | 280 | 50 | 28 | 223.5 | 17 | M180×6 |
| 250 | | | | | | 233.5 | | |
| 260 | | | | | | 243.5 | | M200×6 |
| 280 | 470 | 380 | 320 | 56 | 32 | 261 | 20 | M220×6 |
| 300 | | | | 63 | | 281 | | |
| 320 | | | | | | 301 | | M250×6 |
| 340 | 400 | 550 | 450 | 70 | 36 | 317.5 | 22 | M280×6 |
| 360 | | | | | | 337.5 | | |
| 380 | | | | | | 357.5 | | M300×6 |
| 400 | 650 | 540 | 450 | 80 | 40 | 373 | 25 | M320×6 |
| 420 | | | | | | 393 | | |
| 440 | | | | | | 413 | | M350×6 |
| 450 | | | | 90 | 45 | 423 | 28 | |
| 460 | | | | | | 433 | | |
| 480 | | | | | | 453 | | M380×6 |
| 500 | | | | | | 473 | | |

（续）

| $d$ | $L$ | $L_1$ | $L_2$ | $b$ | $h$ | $d_1$ | $t$ | $d_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 530 | 800 | 680 | 500 | 100 | 50 | 496 | 31 | M420×6 |
| 560 | | | | | | 526 | | M450×6 |
| 600 | | | | | | 566 | | M500×6 |
| 630 | | | | | | 596 | | M550×6 |

注：$L_2$ 可根据需要选取小于表中的数值。

**表 7.1-6 圆锥形轴伸**（短系列）（GB 1570—90） （mm）

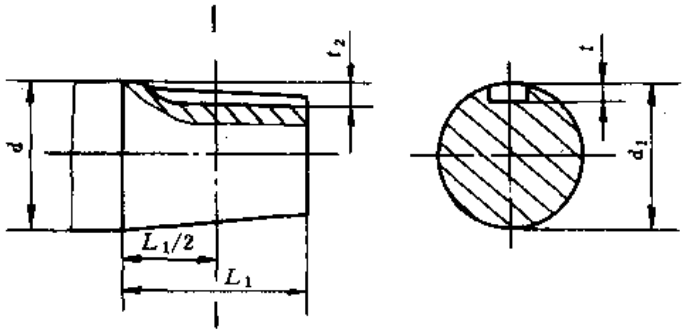
| $d$ | $L$ | $L_1$ | $L_2$ | $b$ | $h$ | $d_1$ | $t$ | $(G)$ | $d_2$ | $d_3$ | $L_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 28 | 16 | 14 | 3 | 3 | 15.2 | 1.8 | 5.8 | M10×1.25 | M4 | 10 |
| 18 | | | | 4 | 4 | 17.2 | 2.5 | 6.1 | | M5 | 13 |
| 19 | | | | | | 18.2 | | 6.6 | | | |
| 20 | 36 | 22 | 20 | | | 18.9 | | 6.9 | M12×1.25 | M6 | 16 |
| 22 | | | | | | 20.9 | | 7.9 | | | |
| 24 | | | | 5 | 5 | 22.9 | 3 | 8.4 | | | |
| 25 | 42 | 24 | 22 | | | 23.8 | | 8.9 | M16×1.5 | M8 | 19 |
| 28 | | | | | | 26.8 | | 10.4 | | | |
| 30 | 58 | 36 | 32 | | | 28.2 | | 11.1 | M20×1.5 | M10 | 22 |
| 32 | | | | 6 | 6 | 30.2 | 3.5 | 11.6 | | | |
| 35 | | | | | | 33.2 | | 13.1 | | | |
| 38 | | | | | | 36.2 | | 14.6 | | | |
| 40 | 82 | 54 | 50 | 10 | 8 | 37.3 | 5 | 13.6 | M24×2 | M12 | 28 |
| 42 | | | | | | 39.3 | | 14.6 | | | |
| 45 | | | | 12 | 8 | 42.3 | | 16.1 | M30×2 | M16 | 36 |
| 48 | | | | | | 45.3 | | 17.6 | | | |
| 50 | | | | | | 47.3 | | 18.6 | | | |
| 55 | | | | 14 | 9 | 52.3 | 5.5 | 20.6 | M36×3 | M20 | 42 |
| 56 | | | | | | 53.3 | | 21.1 | | | |
| 60 | 105 | 70 | 63 | 16 | 10 | 56.5 | 6 | 22.2 | M42×3 | | |
| 63 | | | | | | 59.5 | | 23.7 | | | |
| 65 | | | | | | 61.5 | | 24.7 | | | |
| 70 | | | | 18 | 11 | 66.5 | 7 | 26.2 | M48×3 | M24 | 50 |
| 71 | | | | | | 67.5 | | 26.7 | | | |
| 75 | | | | | | 71.5 | | 28.7 | | | |
| 80 | 130 | 90 | 80 | 20 | 12 | 75.5 | 7.5 | 30.2 | M56×4 | — | — |
| 85 | | | | | | 80.5 | | 32.7 | | | |
| 90 | | | | 22 | 14 | 85.5 | 9 | 33.7 | M64×4 | | |
| 95 | | | | | | 90.5 | | 36.2 | | | |

（续）

| $d$ | $L$ | $L_1$ | $L_2$ | $b$ | $h$ | $d_1$ | $t$ | $(G)$ | $d_2$ | $d_3$ | $L_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 165 | 120 | 110 | 25 | 14 | 94 | 9 | 38 | $M72\times4$ | — | — |
| 110 | | | | | | 104 | | 43 | $M80\times4$ | | |
| 120 | | | | 28 | 16 | 114 | 10 | 47 | $M90\times4$ | | |
| 125 | | | | | | 119 | | 49.5 | | | |
| 130 | 200 | 150 | 125 | | | 122.5 | | 51.2 | $M100\times4$ | | |
| 140 | | | | 32 | 18 | 132.5 | 11 | 55.2 | | | |
| 150 | | | | | | 142.5 | | 60.2 | $M110\times4$ | | |
| 160 | 240 | 180 | 160 | 36 | 20 | 151 | 12 | 63.5 | $M125\times4$ | — | — |
| 170 | | | | | | 161 | | 68.5 | | | |
| 180 | | | | 40 | 22 | 171 | 13 | 72.5 | $M140\times6$ | | |
| 190 | 280 | 210 | 180 | | | 179.5 | | 76.7 | | | |
| 200 | | | | | | 189.5 | | 81.7 | $M160\times6$ | | |
| 220 | | | | 45 | 25 | 209.5 | 15 | 89.7 | | | |

注：1. 键槽深度 $t$，可用测量 $G$ 来代替，或按表 7.1-7。

2. $L_2$ 可根据需要选取小于表中的数值。




$$t_2=(d-d_1)/2+t$$

图 7.1-6

**表 7.1-7　圆锥大端至键槽深度尺寸**（GB 1570　90）　　（mm）

| $d$ | $t_2$ | | $d$ | $t_2$ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 长系列 | 短系列 | | 长系列 | 短系列 |
| 11 | 1.6 | — | 60 | 8.6 | 7.8 |
| 12 | 1.7 | — | 65 | 8.6 | 7.8 |
| 14 | 2.3 | — | 70 | 9.6 | 8.8 |
| 16 | 2.5 | 2.2 | 71 | 9.6 | 8.8 |
| 18 | 3.2 | 2.9 | 75 | 9.6 | 8.8 |
| 19 | 3.2 | 2.9 | 80 | 10.8 | 9.8 |
| 20 | 3.4 | 3.1 | 85 | 10.8 | 9.8 |
| 22 | 3.4 | 3.1 | 90 | 12.3 | 11.3 |
| 24 | 3.9 | 3.6 | 95 | 12.3 | 11.3 |
| 25 | 4.1 | 3.6 | 100 | 13.1 | 12.0 |
| 28 | 4.1 | 3.6 | 110 | 13.1 | 12.0 |
| 30 | 4.5 | 3.9 | 120 | 14.1 | 13.0 |
| 32 | 5.0 | 4.4 | 125 | 14.1 | 13.0 |
| 35 | 5.0 | 4.4 | 130 | 15.0 | 13.8 |
| 38 | 5.0 | 4.4 | 140 | 16.0 | 14.8 |
| 40 | 7.1 | 6.4 | 150 | 16.0 | 14.8 |
| 42 | 7.1 | 6.4 | 160 | 18.0 | 16.5 |
| 45 | 7.1 | 6.4 | 170 | 18.0 | 16.5 |
| 48 | 7.1 | 6.4 | 180 | 19.0 | 17.5 |
| 50 | 7.1 | 6.4 | 190 | 20.0 | 18.3 |
| 55 | 7.6 | 6.9 | 200 | 20.0 | 18.3 |
| 56 | 7.6 | 6.9 | 220 | 22.0 | 20.3 |

(4) 键的型式尺寸应符合 GB 1096 的规定。

(5) 中心孔应符合 GB 145 的规定。

(6) 螺纹退刀槽应符合 GB 3 的规定。

### 1.3.2 公差

(1) 键槽的极限偏差应符合 GB 1095 的规定。

(2) 螺纹的公差带选用 GB 197 中的 6H、6g。

(3) 圆锥形轴伸圆锥角公差可参照下列规定选用：

1) 基本直径 $d$ 公差选用 GB 1800 中的 IT8，其基本直径 $d$ 的所在截面距圆锥小端端面的轴向极限偏差见表 7.1-8。

**表 7.1-8　$L_1$ 的轴向极限偏差**　(mm)

| 直径 $d$ | $L_1$ 的轴向极限偏差 | 直径 $d$ | $L_1$ 的轴向极限偏差 |
|---|---|---|---|
| 6～10 | $^{0}_{-0.22}$ | 125～180 | $^{0}_{-0.63}$ |
| 11～18 | $^{0}_{-0.27}$ | 190～250 | $^{0}_{-0.72}$ |
| 19～30 | $^{0}_{-0.33}$ | 260～300 | $^{0}_{-0.81}$ |
| 32～50 | $^{0}_{-0.39}$ | 320～400 | $^{0}_{-0.89}$ |
| 55～80 | $^{0}_{-0.46}$ | 420～500 | $^{0}_{-0.97}$ |
| 85～120 | $^{0}_{0.54}$ | 530～630 | $^{0}_{-1.10}$ |

2) 圆锥角公差：1∶10 圆锥角公差选用 GB 11334 中的 AT6。

3) 用圆锥环规检验时，研合的轴向力应为 100N，涂层厚度当圆锥长度 $L_1$ 为 10～40mm 时为 0.5μm；当圆锥长度 $L_1$ 大于 40～100mm 时为 1μm；当圆锥长度 $L_1$ 大于 100～250mm 时为 1.5μm；当圆锥长度大于 250～630mm 时为 2.5μm；在检验中接触率应不小于 70%。

## 1.4 旋转电机　圆锥形轴伸 (GB/T 757—93)

### 1.4.1 型式和尺寸

GB/T 757—93《旋转电机　圆锥形轴伸》的型式有 A 型和 B 型两种见图 7.1-7，按轴伸长度分为长系列和短系列两种，其键槽底面均与轴线平行。

(1) 长系列圆锥形轴伸的尺寸见表 7.1-9。

(2) 短系列圆锥形轴伸的尺寸见表 7.1-10。

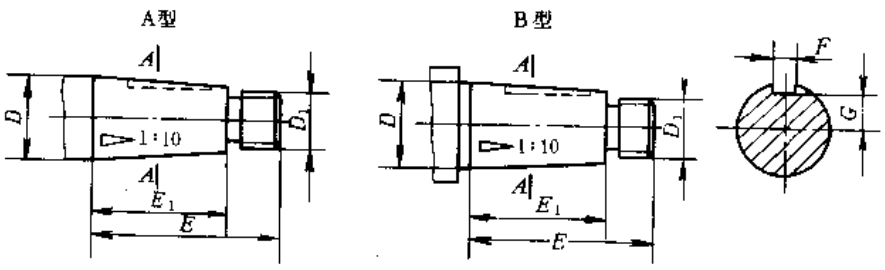



图　7.1-7

**表 7.1-9　电机用圆锥形轴伸**（长系列）(GB/T 757—93)　　(mm)

| $D$ | $E$ | $E_1$ | $F$ | $G$ | $D_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 40 | 28 | $3^{-0.004}_{-0.029}$ | 5.5 | M10×1.25 |
| 18 | | | $4^{0}_{-0.030}$ | 5.8 | |
| 19 | | | | 6.3 | |
| 20 | 50 | 36 | | 6.6 | M12×1.25 |
| 22 | | | | 7.6 | |
| 24 | | | $5^{0}_{-0.030}$ | 8.1 | |
| 25 | 60 | 42 | | 8.4 | M16×1.5 |
| 28 | | | | 9.9 | |
| 30 | 80 | 58 | | 10.5 | M20×1.5 |
| 32 | | | $6^{0}_{-0.030}$ | 11.0 | |
| 35 | | | | 12.5 | |
| 38 | | | | 14.0 | M24×2 |
| 40 | 110 | 82 | $10^{0}_{-0.036}$ | 12.9 | |
| 42 | | | | 13.9 | |
| 45 | | | $12^{0}_{-0.043}$ | 15.4 | M30×2 |
| 48 | | | | 16.9 | |
| 50 | | | | 17.9 | M36×3 |
| 55 | | | $14^{0}_{-0.043}$ | 19.9 | M36×3 |
| 60 | 140 | 105 | $16^{0}_{-0.043}$ | 21.4 | M42×3 |
| 65 | | | | 23.9 | |
| 70 | | | $18^{0}_{-0.043}$ | 25.4 | M48×3 |
| 75 | | | | 27.9 | |
| 80 | 170 | 130 | $20^{0}_{-0.052}$ | 29.2 | M56×4 |
| 85 | | | | 31.7 | |
| 90 | | | $22^{0}_{-0.052}$ | 32.7 | M64×4 |
| 95 | | | | 35.2 | |
| 100 | 210 | 165 | $25^{0}_{-0.052}$ | 36.9 | M72×4 |
| 110 | | | | 41.9 | M80×4 |
| 120 | | | $28^{0}_{-0.052}$ | 45.9 | M90×4 |
| 130 | 250 | 220 | | 50.0 | M100×4 |
| 140 | | | $32^{0}_{-0.062}$ | 54.0 | |
| 150 | | | | 59.0 | M110×4 |
| 160 | 300 | 240 | $36^{0}_{-0.062}$ | 62.0 | M125×4 |
| 170 | | | | 67.0 | |
| 180 | | | $40^{0}_{-0.062}$ | 71.0 | M140×6 |
| 190 | 350 | 280 | | 75.0 | |
| 200 | | | | 80.0 | M160×6 |
| 220 | | | $45^{0}_{-0.062}$ | 88.0 | |

**表 7.1-10　电机用圆锥形轴伸**（短系列）(GB 757-93)　　(mm)

| $D$ | $E$ | $E_1$ | $F$ | $G$ | $D_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 28 | 16 | $3^{-0.004}_{-0.029}$ | 5.8 | M10×1425 |
| 18 | | | $4^{0}_{-0.030}$ | 6.1 | |
| 19 | | | | 6.6 | |

（续）

| $D$ | $E$ | $E_1$ | $F$ | $G$ | $D_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 36 | 22 | $4_{-0.030}^{0}$ | 6.9 | M12×1.25 |
| 22 | | | | 7.9 | |
| 24 | 42 | 24 | $5_{-0.030}^{0}$ | 8.4 | M16×1.5 |
| 25 | | | | 8.9 | |
| 28 | 58 | 36 | | 10.4 | |
| 30 | | | | 11.1 | M20×1.5 |
| 32 | | | $6_{-0.030}^{0}$ | 11.6 | |
| 35 | | | | 13.1 | |
| 38 | 82 | 54 | | 14.6 | M24×2 |
| 40 | | | $10_{-0.036}^{0}$ | 13.6 | |
| 42 | | | | 14.6 | |
| 45 | | | $12_{-0.043}^{0}$ | 16.1 | M30×2 |
| 48 | | | | 17.6 | |
| 50 | | | | 18.6 | M36×3 |
| 55 | | | $14_{-0.043}^{0}$ | 20.6 | |
| 60 | 105 | 70 | $16_{-0.043}^{0}$ | 22.2 | M42×3 |
| 65 | | | | 24.7 | |
| 70 | | | $18_{-0.043}^{0}$ | 26.2 | M48×3 |
| 75 | | | | 28.7 | |
| 80 | 130 | 90 | $20_{-0.052}^{0}$ | 30.2 | M56×4 |
| 85 | | | | 32.7 | |
| 90 | | | $22_{-0.052}^{0}$ | 33.7 | M64×4 |
| 95 | | | | 36.2 | |
| 100 | 165 | 120 | $25_{-0.052}^{0}$ | 38.0 | M72×4 |
| 110 | | | | 43.0 | M80×4 |
| 120 | 200 | 150 | $28_{-0.052}^{0}$ | 47.0 | M90×4 |
| 130 | | | | 51.2 | M100×4 |
| 140 | | | $32_{-0.062}^{0}$ | 55.2 | |
| 150 | 240 | 180 | | 60.2 | M110×4 |
| 160 | | | $36_{-0.062}^{0}$ | 63.5 | M125×4 |
| 170 | | | | 68.5 | |
| 180 | 280 | 210 | $42_{-0.062}^{0}$ | 72.5 | M140×6 |
| 190 | | | | 76.7 | |
| 200 | | | $45_{-0.062}^{0}$ | 81.7 | M160×6 |
| 220 | | | | 89.7 | |

### 1.4.2 尺寸公差

（1）尺寸 $D$ 的公差选用 GB 1800 中的 IT8，其所在截面距圆锥小端轴向尺寸 $E_1$ 的极限偏差见表 7.1-11。

（2）尺寸 $E$ 的极限偏差采用 JS14。

（3）尺寸 $G$ 的极限偏差按相应的 $F$ 划分，$F \leqslant 6$mm 时，$G$ 的偏差为 $_{-0.1\text{mm}}^{0}$，$F$ 为 10～32mm 时为 $_{-0.2\text{mm}}^{0}$，$F$ 为 36～45mm 时为 $_{-0.3\text{mm}}^{0}$。

（4）螺纹的公差带选用 GB 197 中的 6g。

**表 7.1-11 $E_1$ 的轴向极限偏差**

（mm）

| 直径 $D$ | $E_1$ 的轴向极限偏差 | 直径 $D$ | $E_1$ 的轴向极限偏差 |
|---|---|---|---|
| 16～18 | $_{-0.27}^{0}$ | 19～30 | $_{-0.33}^{0}$ |
| 32～50 | $_{-0.39}^{0}$ | 55～80 | $_{-0.46}^{0}$ |

（续）

| 直径 $D$ | $E_1$ 的轴向极限偏差 | 直径 $D$ | $E_2$ 的轴向极限偏差 |
|---|---|---|---|
| 85～120 | 0<br>−0.54 | 190～220 | 0<br>−0.72 |
| 130～180 | 0<br>−0.63 | | |

### 1.4.3　圆锥形轴伸锥度的检验

采用 GB 11852 中所规定的 2 级精度圆锥环规作检验。研合的轴向力应不超过 100N。涂色层厚度按相应的 $E_1$ 划分，$E_1$≤40mm 时不超过 0.5μm；$E_1$>40～100mm 时不超过 1μm；$E_1$>100～250mm 时不超过 1.5μm；$E_1$>250mm 时不超过 2μm。检验中接触率应不小于 70%，并要求接触应靠近大端的圆锥表面。

## 1.5　几点说明

### 1.5.1　代号

GB 756、GB 757 标准中所规定的尺寸代号，与我国电机行业所规定的符号、代号一致，而与 GB 1569、GB 1570 标准中所规定的尺寸代号不一致。

### 1.5.2　圆柱形轴伸与圆锥形轴伸长、短系列尺寸确定原则

一般情况下，圆柱形轴伸与圆锥形轴伸不同形状之间的关系见图 7.1-8，只有直径 10、11、12、14 四个直径的长度未遵守该原则。

### 1.5.3　长系列和短系列的选用

一台机器的轴伸部分究竟是选用长系列还是短系列，应根据该机器的应用场合、传递转矩的大小，材料和热处理条件等情况综合决定。应用长、短两系列的原则是：当应用场合不能确定，如相配的工作机械种类、载荷性质，安装条件不能明确规定时，宜用长系列，如电动机；当相配的工作机械、载荷性质、安装条件均较明确，强度计算的原始数据较充分时，则尽量采用短系列。

### 1.5.4　可传递转矩值

在 ISO/R775 中给出了轴的可传递转矩值，分为下列三种情况：

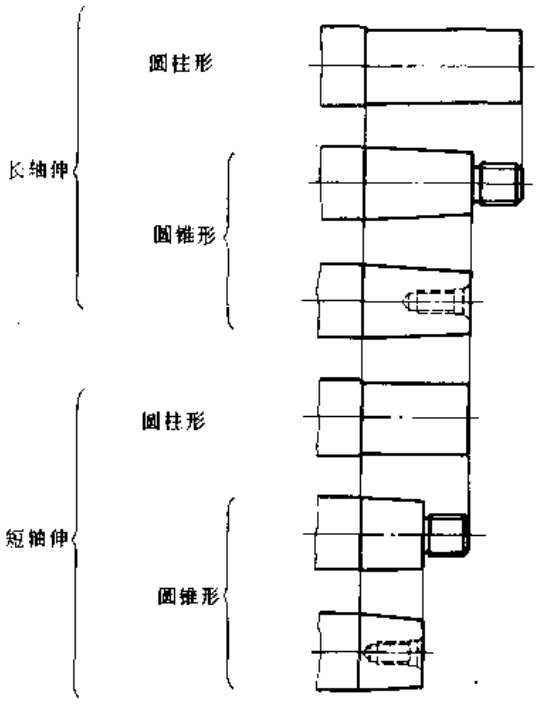



图　7.1-8

（1）传递纯转矩时：

$$T=\frac{\pi}{4}\times10^{-3}\times d^3\ (\text{kgf}\cdot\text{m})\ 或$$

$$T=\frac{9.80665\pi}{4}\times10^{-3}\times d^3\ (\text{N}\cdot\text{m})$$

式中：$d$——轴伸直径　mm。

该转矩相当于 40MPa 的应力。

（2）传递已知大小的转矩和弯曲力矩时：

$$T=6\times10^{-5}\times d^{3.5}\ (\text{kgf}\cdot\text{m})\ 或$$

$$T=58.8399\times10^{-5}\times d^{3.5}\ (\text{N}\cdot\text{m})$$

（3）传递已知的转矩和不定量的弯曲力矩时：

$$T=2.8\times10^{-5}\times d^{3.5}\ (\text{kgf}\cdot\text{m})\ 或$$

$$T=27.45862\times10^{-5}\times d^{3.5}\ (\text{N}\cdot\text{m})$$

此公式对一般机器（如电机、水泵）的轴伸尺寸是适用的，并适用各种使用条件。

上述三个公式中均假定钢的抗拉强度为 50～60kgf/mm² 或 490 至 588MPa。可传递扭矩值见表 7.1-12、7.1-13。

### 1.5.5　键与键槽

GB 1569《圆柱形轴伸》若采用键联结时，键与键槽的剖面尺寸应按有关的键联结标准规定。GB 1570《圆锥形轴伸》可以用键联结，也可以不用键联结。当采用键联结时，键与键槽尺寸应按 GB 1570 和 GB 757 的规定，而不能按 GB 1095。在 GB 1570 中，是以最

**表 7.1-12 可传递转矩以 kgf·m 表示**

| 轴端直径 $d_1$ (mm) | 可传递转矩 $T$ (kgf·m) | | | 轴端直径 $d_1$ (mm) | 可传递转矩 $T$ (kgf·m) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (a) | (b) | (c) | | (a) | (b) | (c) |
| 6 | | 0.0315 | 0.015 | 90 | 580 | 412 | 195 |
| 7 | | 0.0545 | 0.025 | 95 | 670 | 500 | 236 |
| 8 | | 0.0875 | 0.04 | 100 | 775 | 600 | 280 |
| 9 | | 0.132 | 0.0615 | 110 | 1030 | 850 | 387 |
| 10 | | 0.19 | 0.09 | 120 | 1360 | 1120 | 530 |
| 11 | | 0.265 | 0.122 | 125 | 1550 | 1320 | 615 |
| 12 | | 0.355 | 0.17 | 130 | 1700 | 1500 | |
| 14 | | 0.615 | 0.29 | 140 | 2120 | 1950 | |
| 16 | | 0.975 | 0.462 | 150 | 2650 | 2500 | |
| 18 | | 1.5 | 0.69 | 160 | 3250 | 3070 | |
| 19 | | 1.8 | 0.85 | 170 | 3870 | 3870 | |
| 20 | | 2.12 | 1 | 180 | 4620 | | |
| 22 | | 3 | 1.4 | 190 | 5300 | | |
| 24 | | 4.12 | 1.9 | 200 | 6300 | | |
| 25 | | 4.75 | 2.18 | 220 | 8250 | | |
| 28 | | 6.9 | 3.25 | 240 | 10900 | | |
| 30 | 21.2 | 9 | 4.12 | 250 | 12200 | | |
| 32 | 25.8 | 11.2 | 5.15 | 260 | 13600 | | |
| 35 | 33.5 | 15 | 7.1 | 280 | 17000 | | |
| 38 | 42.5 | 20 | 9.5 | 300 | 21200 | | |
| 40 | 50 | 24.3 | 11.2 | 320 | 25800 | | |
| 42 | 58 | 29 | 13.2 | 340 | 30700 | | |
| 45 | 71 | 36.5 | 17 | 360 | 36500 | | |
| 48 | 87.5 | 46.2 | 21.2 | 380 | 42500 | | |
| 50 | 97.5 | 53 | 25 | 400 | 50000 | | |
| 55 | 128 | 75 | 34.5 | 420 | 58000 | | |
| 56 | 136 | 80 | 36.5 | 440 | 67000 | | |
| 60 | 170 | 100 | 47.5 | 450 | 71000 | | |
| 63 | 195 | 118 | 56 | 460 | 75000 | | |
| 65 | 212 | 132 | 61.5 | 480 | 87500 | | |
| 70 | 272 | 175 | 80 | 500 | 97500 | | |
| 71 | 280 | 180 | 85 | 530 | 115000 | | |
| 75 | 335 | 218 | 103 | 560 | 136000 | | |
| 80 | 400 | 272 | 128 | 600 | 170000 | | |
| 85 | 487 | 335 | 160 | 630 | 195000 | | |

**表 7.1-13　可传递转矩以 N·m 表示**

| 轴端直径 $d_1$ (mm) | 可传递转矩 $T$ (N·m) | | | 轴端直径 $d_1$ (mm) | 可传递转矩 $T$ (N·m) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (a) | (b) | (c) | | (a) | (b) | (c) |
| 6 | | 0.307 | 0.145 | 90 | 5600 | 4120 | 1900 |
| 7 | | 0.53 | 0.25 | 95 | 6500 | 4870 | 2300 |
| 8 | | 0.85 | 0.4 | 100 | 7750 | 5800 | 2720 |
| 9 | | 1.28 | 0.6 | 110 | 10300 | 8250 | 3870 |
| 10 | | 1.85 | 0.875 | 120 | 13200 | 11200 | 5150 |
| 11 | | 2.58 | 1.22 | 125 | 15000 | 12800 | 6000 |
| 12 | | 3.55 | 1.65 | 130 | 17000 | 14500 | |
| 14 | | 6 | 2.8 | 140 | 21200 | 19000 | |
| 16 | | 9.75 | 4.5 | 150 | 25800 | 24300 | |
| 18 | | 14.5 | 6.7 | 160 | 31500 | 30700 | |
| 19 | | 17.5 | 8.25 | 170 | 37500 | 37500 | |
| 20 | | 21.2 | 9.75 | 180 | 45000 | | |
| 22 | | 29 | 13.6 | 190 | 53000 | | |
| 24 | | 40 | 18.5 | 200 | 61500 | | |
| 25 | | 46.2 | 21.2 | 220 | 82500 | | |
| 28 | | 69 | 31.5 | 240 | 106000 | | |
| 30 | 206 | 87.5 | 40 | 250 | 118000 | | |
| 32 | 250 | 109 | 50 | 260 | 136000 | | |
| 35 | 325 | 150 | 69 | 280 | 170000 | | |
| 38 | 425 | 200 | 92.5 | 300 | 206000 | | |
| 40 | 487 | 236 | 112 | 320 | 250000 | | |
| 42 | 560 | 280 | 132 | 340 | 300000 | | |
| 45 | 710 | 355 | 170 | 360 | 355000 | | |
| 48 | 850 | 450 | 212 | 380 | 425000 | | |
| 50 | 950 | 515 | 243 | 400 | 487000 | | |
| 55 | 1280 | 730 | 345 | 420 | 560000 | | |
| 56 | 1360 | 775 | 355 | 440 | 650000 | | |
| 60 | 1650 | 975 | 462 | 450 | 690000 | | |
| 63 | 1900 | 1150 | 545 | 460 | 750000 | | |
| 65 | 2120 | 1280 | 600 | 480 | 850000 | | |
| 70 | 2650 | 1700 | 800 | 500 | 950000 | | |
| 71 | 2720 | 1800 | 825 | 530 | 1150000 | | |
| 75 | 3250 | 2120 | 1000 | 560 | 1360000 | | |
| 80 | 3870 | 2650 | 1250 | 600 | 1650000 | | |
| 85 | 4750 | 3350 | 1550 | 630 | 1900000 | | |

大圆锥直径 $d$ 作为选键的名义尺寸，它比同样大小直径的圆柱形轴伸选键在 $d \leqslant 38$mm 时小二档，在 $d > 38$mm 时小一档。这是考虑到锥轴联接均用螺母或用其他办法获得过渡或过盈配合，所传递的扭矩有一部分由过渡或过盈配合产生的摩擦力来平衡，而键只承受剩下的那部分转矩。特别是小直径的轴，加工方便，较易保证良好的结合面。同时锥轴的直径是变化的，若以圆锥长度中间截面直径选键在大部分情况下，均比以最大圆锥直径作为选键的基本直径要小些，因此，以最大圆锥直径选键要比圆柱形轴伸选的键小些是合理的。

### 1.5.6 允许采用无键联结

在GB 1570中允许不用键联结，此时需验算摩擦力矩是否能传递足够的扭矩，并相应规定过盈量以及获得此过盈量的方法。

### 1.5.7 圆锥公差

对1∶10圆锥公差可选用两方面的项目，即：

基本直径 $d$ 公差选用GB 1800中的IT8。

圆锥角公差选用GB 11334中的AT6。其值见表7.1-14。

### 1.5.8 中心孔的型式尺寸

在圆锥形轴伸上应用的中心孔见图7.1-9、表7.1-15。

表 7.1-14 圆锥角公差

| 基本圆锥长度 $L$ (mm) | | AT6 | | $AT_D$ (μm) |
|---|---|---|---|---|
| 大于 | 至 | (μrad) | (′) (″) | |
| 自6 | 10 | 500 | 1′43″ | >3.2～5.0 |
| 10 | 16 | 400 | 1′22″ | >4.0～6.3 |
| 16 | 25 | 315 | 1′05″ | >5.0～8.0 |
| 25 | 40 | 250 | 52″ | >6.3～10.0 |
| 40 | 63 | 200 | 41″ | >8.0～12.5 |
| 63 | 100 | 160 | 33″ | >10.0～16.0 |
| 100 | 160 | 125 | 26″ | >12.5～20.0 |
| 160 | 250 | 100 | 21″ | >16.0～25.0 |
| 250 | 400 | 80 | 16″ | >20.0～32.0 |
| 400 | 630 | 63 | 13″ | >25.0～40.0 |

注：1μrad 等于半径为1m，弧长为1μm所对应的圆心角。

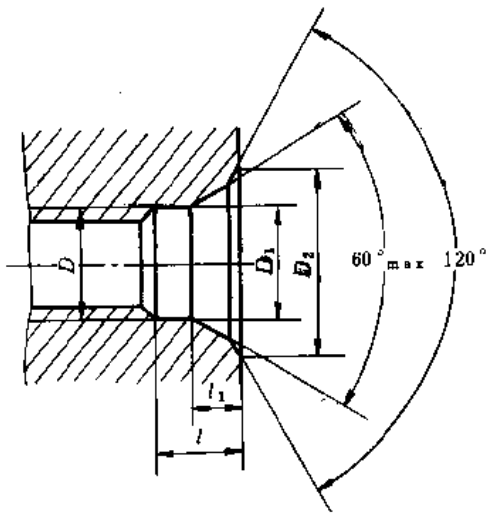



图 7.1-9

表 7.1-15 中心孔尺寸 (mm)

| $D$ | $D_1$ | $D_2$ | $l$ | 参考 $l_1$ | $D$ | $D_1$ | $D_2$ | $l$ | 参考 $l_1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M3 | 3.2 | 5.8 | 2.6 | 1.8 | M10 | 10.5 | 16.3 | 7.5 | 3.8 |
| M4 | 4.3 | 7.4 | 3.2 | 2.1 | M12 | 13.0 | 19.8 | 9.5 | 4.4 |
| M5 | 5.3 | 8.8 | 4.0 | 2.4 | M16 | 17.0 | 25.3 | 12.0 | 5.2 |
| M6 | 6.4 | 10.5 | 5.0 | 2.8 | M20 | 21.0 | 31.3 | 15.0 | 6.4 |
| M8 | 8.4 | 13.2 | 6.0 | 3.3 | M24 | 25.0 | 38.0 | 18.0 | 8.0 |

## 1.6 与国际标准的区别

圆柱形轴伸、圆锥形轴伸与ISO/R 775《圆柱形与1/10 圆锥形轴端》的区别见表7.1-16。

## 2 机器 轴高 (GB 12217—90)

轴高 $h$ 系从轴伸中心线到机器支承平面间的距离见图7.1-10。该距离不包括安装时所用的垫片（衬垫），如果机器需要配备绝缘垫片时，在垫片的厚度应包括在内。

### 2.1 基本尺寸

轴高的基本尺寸分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ和Ⅳ共四个系列，见表7.1-17。

对于轴高大于1600mm时，推荐选用160～1000mm范围内的数值再乘以10。

**表 7.1-16　国标与国际标准的区别**

| 项　　目 | GB 1569—90 | | | ISO/R 775 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 轴　　径 | $\phi$6～1250mm | | | $\phi$6～630 | | |
| 长　　度 | 分长、短两个系列 | | | | | |
| 公　　差 | $\phi$6～30 | $\phi$32～50 | $\phi$55～630 | $\phi$6～30 | $\phi$32～50 | $\phi$55～630 |
| | j6 | k6 | m6 | j6 | k6 | m6 |
| | $\phi$670～1250 | | | — | | |
| | n6 | | | | | |
| 可传递扭矩 | — | | | 给出三种情况下的可传递转矩的公式及数值见表 7.1-12 和 7.1-13 | | |
| GB 1570—90 | | | | ISO/R 775 | | |
| 最大圆锥直径 | $\phi$6～630mm | | | | | |
| 长　　度 | 分长、短两个系列；尺寸相同 | | | | | |
| 锥度公差 | 圆锥直径公差 1T8<br>圆锥角公差 AT6 | | | — | | |
| 键槽尺寸 | 键槽尺寸相同 | | | | | |
| 开槽方向 | 最大圆锥直径在 $\phi$220mm 以下键槽底面平行轴线<br>最大圆锥直径在 $\phi$240～630mm 键槽底面平行素线 | | | | | |

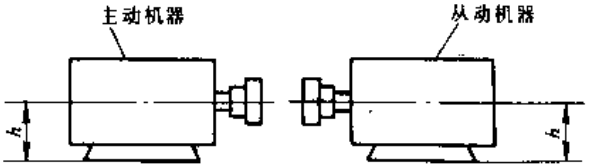



**图　7.1-10**

**表 7.1-17　轴高的基本尺寸**（GB 12217—90）

（mm）

| 轴　高　h | | | |
|---|---|---|---|
| I | II | III | IV |
| 25 | 25 | 25 | 25 |
| | | | 26 |
| | | 28 | 28 |
| | | | 30 |
| | 32 | 32 | 32 |
| | | | 34 |
| | | 36 | 36 |
| | | | 38 |
| 40 | 40 | 40 | 40 |
| | | | 42 |
| | | 45 | 45 |
| | | | 48 |
| | 50 | 50 | 50 |
| | | | 53 |
| | | 56 | 56 |

（续）

| 轴　高　h | | | |
|---|---|---|---|
| I | II | III | IV |
| | | | 60 |
| 63 | 63 | 63 | 63 |
| | | | 67 |
| | | 71 | 71 |
| | | | 75 |
| | 80 | 80 | 80 |
| | | | 85 |
| | | 90 | 90 |
| | | | 95 |
| 100 | 100 | 100 | 100 |
| | | | 105 |
| | | 112 | 112 |
| | | | 118 |
| | 125 | 125 | 125 |
| | | | 132 |
| | | 140 | 140 |
| | | | 150 |
| 160 | 160 | 160 | 160 |
| | | | 170 |
| | | 180 | 180 |
| | | | 190 |
| | 200 | 200 | 200 |
| | | | 212 |
| | | 225 | 225 |

（续）

| 轴高 h | | | |
|---|---|---|---|
| Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅳ |
| | | | 236 |
| 250 | 250 | 250 | 250 |
| | | | 265 |
| | | 280 | 280 |
| | | | 300 |
| | 315 | 315 | 315 |
| | | | 335 |
| | | 355 | 355 |
| | | | 375 |
| 400 | 400 | 400 | 400 |
| | | | 425 |
| | | 450 | 450 |
| | | | 475 |
| | 500 | 500 | 500 |
| | | | 530 |
| | | 560 | 560 |
| | | | 600 |
| 630 | 630 | 630 | 630 |
| | | | 670 |
| | | 710 | 710 |
| | | | 750 |
| | 800 | 800 | 800 |
| | | | 850 |
| | | 900 | 900 |
| | | | 950 |
| 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| | | | 1060 |
| | | 1120 | 1120 |
| | | | 1180 |
| | 1250 | 1250 | 1250 |
| | | | 1320 |
| | | 1400 | 1400 |
| | | | 1500 |
| 1600 | 1600 | 1600 | 1600 |

四个系列选用原则是：优先选用第Ⅰ系列。如果不能满足需要时，可选用第Ⅱ系列，其次选用第Ⅲ系列，第Ⅳ系列的数值尽量不采用。

## 2.2 极限偏差及平行度公差

轴高的极限偏差和平行度公差（机器底部到轴中心线的端点之间的平行度公差），适用于直接连接并装于同一共同底座的主动机器和从动机器，见图 7.1-11。其极限偏差见表 7.1-18。平行度公差见表 7.1-19。

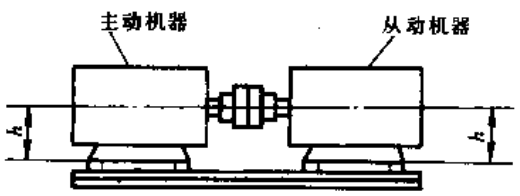



图 7.1-11

**表 7.1-18 轴高的极限偏差**（GB 12217—90）

（mm）

| 轴高 h | 电动机、从动机器减速器等 | 除电动机以外的主动机器 |
|---|---|---|
| | 极限偏差 | |
| 25～50 | 0<br>−0.4 | +0.4<br>0 |
| ＞50～250 | 0<br>−0.5 | +0.5<br>0 |
| ＞250～630 | 0<br>−1.0 | +1.0<br>0 |
| ＞630～1000 | 0<br>1.5 | +1.5<br>0 |
| ＞1000 | 0<br>−2.0 | +2.0<br>0 |

**表 7.1-19 平行度公差**（GB 12217—90）

（mm）

| 轴高 h | 平行度公差 | | |
|---|---|---|---|
| | $L<2.5h$ | $2.5h\leqslant L\leqslant 4h$ | $L>4h$ |
| 25～50 | 0.2 | 0.3 | 0.4 |
| ＞50～250 | 0.25 | 0.4 | 0.5 |
| ＞250～630 | 0.5 | 0.75 | 1.0 |
| ＞630～1000 | 0.75 | 1.0 | 1.5 |
| ＞1000 | 1.0 | 1.5 | 2.0 |

## 2.3 选用注意事项

在选择极限偏差和平行度公差时应注意：

（1）当支承平面不在底部的机器，应按轴伸轴线到机器底部的距离选取，即假设支承面是在机器底部的最低点。

（2）平行度公差表中的 $L$ 为轴的全长（一般应在轴的两端测量，若不能在两端点测量时，可取轴上任意两点，其测量结果应按轴的全长和该两点间的距离之比相应的增大）。

（3）在特殊情况下，经各方协商后达成协议，可以不遵守表 7.1-18 的极限偏差。例如：当装配时必须修正对准度，以考虑轴的弯曲变形；当温度较高时，由于热膨胀，可能产生特殊的问题，或者其他情况不能遵守极限偏差等。

（4）装配时用薄垫片调整，使高度偏差在公差范围内；如果几个机器需要连接在一起，且每个机器的轴高极限偏差均为负值，应用薄垫片进行调整，至少应达到公称尺寸；在其他情况下，应先调整到较大的轴高，并先安装轴高为正偏差的机器。

# 3 有关国家轴伸、轴高标准

有关国家轴伸、轴高标准目录见表 7.1-20。

**表 7.1-20　轴伸、轴高有关国家标准一览表**

| 项目 | | ISO | GB | DIN | NF | JIS | ГОСТ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 轴伸 | 圆柱形轴伸 | ISO/R775—1969 圆柱形和1/10圆锥形轴端 | GB1569—1990 圆柱形轴伸<br>GB 756—1990 旋转电机 圆柱形轴伸 | DIN 748 B1.1—1970 圆柱形轴端尺寸和公称扭矩<br>DIN 748 B1.3—1973 电机用圆柱形轴端 | NF—E22—050—1970 圆柱形和1/10圆锥形轴端 一般<br>NF—E22—051—1970 圆柱形轴端 长系列<br>NF—E22—052—1970 圆柱形轴端 短系列<br>NF—E22—053—1970 圆柱形轴端长系列和短系列可传递扭矩 | JIS B 0903—1977 圆柱形轴端 | ГОСТ 12080—1966 圆柱形轴端 |
| | 圆锥形轴伸 | | GB 1570—1990 圆锥形轴伸<br>GB/T 757—1993 旋转电机圆锥形轴伸 | DIN 1448—1970 用外螺纹联结的1/10圆锥形轴端尺寸<br>DIN 1449—1970 用内螺纹联结的1/10圆锥形轴端尺寸 | NF—E22—054—1975 用平行键和不用平行键的锥度为1/10的圆锥形轴端 长系列<br>NF—E22—055—1975 用平行键和不用平行键的锥度为1/10的圆锥形轴端 短系列<br>NF—E22—056—1975 用平行键或不用平行键的锥度为1/10的锥形轴端 中心孔尺寸 | JIS B 0904—1972 1/10圆锥形轴端 | ГОСТ 12081—1972 圆锥形轴端 |
| | 轴高 | ISO 496—1973 主动机器和从动机器轴高 | GB 12217—1990 机器轴高 | DIN 747—1969 机器轴高 | | JIS B 0962—1977 转轴的高度 | |

# 第2章　键　联　结

在机械设备中，用键将轴和轮毂联结在一起以传递转矩和运动的这种联结方式通常称为键联结。由于键联结具有简单、紧凑、可靠、装拆方便和成本低廉等优点，因此，它是应用最早及最通用的联结方式。为此，对键联结实现标准化不仅有利于零件之间、机器之间的互换配套，而且还可将已标准化了的键作为标准件实现集中生产。

键联结的标准化，就是对孔、轴、键三个零件的某些参数和尺寸实现标准化。即在轴、键尺寸的选择；键放在轴与孔之间的位置；键与键槽的公差与配合以及键的型式尺寸等方面进行标准化。由于键联结应用广泛，各国都十分重视键联结的标准化工作。

键联结的种类较多，我国对应用较广的以下几种键联结实现了标准化：

平键：

GB 1095—79 平键　键和键槽的剖面尺寸（代替

GB 1095—72)

GB 1096—79 普通平键 型式尺寸（代替 GB 1096—72)

GB 1097—79 导向平键 型式尺寸（代替 GB 1097—72)

GB 1566—79 薄型平键 键和键槽的剖面尺寸

GB 1567—79 薄型平键 型式尺寸

半圆键：

GB 1098—79 半圆键 键和键槽的剖面尺寸（代替 GB 1098—72)

GB 1099—79 半圆键 型式尺寸（代替 GB 1099-72)

楔键：

GB 1563—79 楔键 键和键槽的剖面尺寸（代替 JB 115—60)

GB 1564—79 普通楔键 型式尺寸（代替 JB 116—60)

GB 1565—79 钩头楔键 型式尺寸（代替 JB 117—60)

GB 1974—80 切向键及其键槽

其他：

GB 1101—79 键用型钢（代替 GB 1101—72)

GB 1568—79 键 技术条件

上述这批标准，于1990年经全国键与花键技术委员会确认有效，国家技术监督局批准。

## 1 平键

### 1.1 普通平键、薄型平键 键和键槽的剖面尺寸（GB 1095—79、GB 1566—79)

(1) 普通平键、薄型平键和键槽的剖面尺寸及公差见图 7.2-1 和表 7.2-1。

(2) 除轴伸外在保证传递所需转矩条件下，普通平键、允许采用较小剖面的键，但 $t$ 和 $t_1$ 的数值必须重新计算，使键侧与轴槽及轮毂槽接触高度各为 $h/2$。

(3) 平键轴槽的长度公差用 H14。

(4) 键槽表面粗糙度：轴槽、轮毂槽的键槽宽度 $b$ 两侧面粗糙度参数 $R_a$ 值推荐为 1.6μm 或 3.2μm；轴槽底面、轮毂槽底面的表面粗糙度参数 $R_a$ 值为 6.3μm。

(5) 键槽对称度公差：为便于装配，轴槽及轮毂槽轴线的对称度公差根据不同要求，一般可按 GB 1184—80《形状与位置公差 未注公差值》中附表 4 对称度公差 7～9 级选取。

键槽(轴槽及轮毂槽)的对称度公差的公称尺寸是指键宽 $b$。

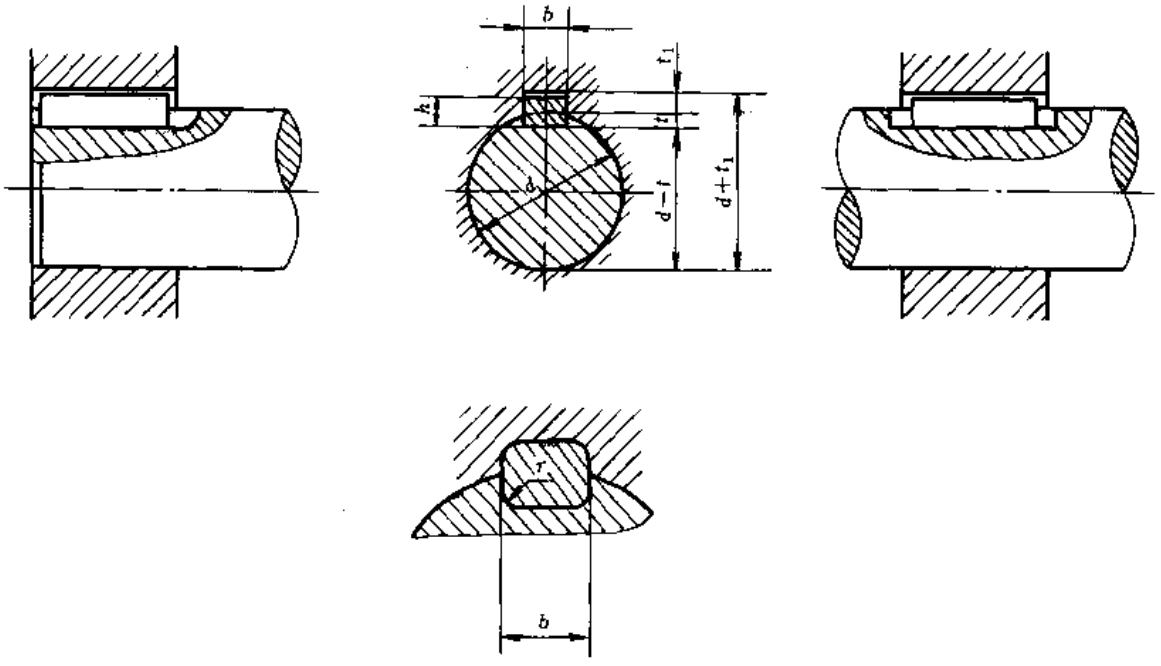



图 7.2-1

**表 7.2-1 普通平键、薄型平键、键槽尺寸及公差**（GB 1095、GB 1566—79） （mm）

| 轴 | 键 | | 键槽 | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 公称直径 $d$ | 公称尺寸 $b\times h$ | | 宽度 $b$ | | | | | | 深度 | | | | | | | | 半径 $r$ | |
| | | | | 极限偏差 | | | | | 轴 $t$ | | | | 轮毂 $t_1$ | | | | | |
| | | | | 较松键联结 | | 一般键联结 | | 较紧键联结 | 普通 | | 薄型 | | 普通 | | 薄型 | | | |
| | 普通平键 | 薄型平键 | 公称尺寸 $b$ | 轴 H9 | 毂 D10 | 轴 N9 | 毂 Js9 | 轴和毂 P9 | 公称尺寸 | 极限偏差 | 公称尺寸 | 极限偏差 | 公称尺寸 | 极限偏差 | 公称尺寸 | 极限偏差 | 最小 | 最大 |
| 自 6～8 | 2×2 | | 2 | +0.025<br>0 | +0.060<br>+0.020 | −0.004<br>−0.029 | ±0.0125 | −0.006<br>−0.031 | 1.2 | +0.1<br>0 | | | 1 | +0.1<br>0 | | | 0.08 | 0.16 |
| >8～10 | 3×3 | — | 3 | | | | | | 1.8 | | — | — | 1.4 | | — | — | | |
| >10～12 | 4×4 | | 4 | | | | | | 2.5 | | | | 1.8 | | | | | |
| >12～17 | 5×5 | 5×3 | 5 | +0.030<br>0 | +0.078<br>+0.030 | 0<br>−0.030 | ±0.015 | −0.012<br>−0.042 | 3.0 | | 1.8 | +0.1<br>0 | 2.3 | | 1.4 | +0.1<br>0 | | |
| >17～22 | 6×6 | 6×4 | 6 | | | | | | 3.5 | | 2.5 | | 2.8 | | 1.8 | | 0.16 | 0.25 |
| >22～30 | 8×7 | 8×5 | 8 | +0.036<br>0 | +0.098<br>+0.040 | 0<br>−0.036 | ±0.018 | −0.015<br>−0.051 | 4.0 | +0.2<br>0 | 3 | | 3.3 | +0.2<br>0 | 2.3 | | | |
| >30～38 | 10×8 | 10×6 | 10 | | | | | | 5.0 | | 3.5 | | 3.3 | | 2.8 | | 0.25 | 0.40 |
| >38～44 | 12×8 | 12×6 | 12 | +0.043<br>0 | +0.120<br>+0.050 | 0<br>−0.043 | ±0.0215 | −0.018<br>−0.061 | 5.0 | | 3.5 | | 3.3 | | 2.8 | | | |
| >44～50 | 14×9 | 14×6 | 14 | | | | | | 5.5 | | 3.5 | | 3.8 | | 2.8 | | | |
| >50～58 | 16×10 | 16×7 | 16 | | | | | | 6.0 | | 4.0 | +0.2<br>0 | 4.3 | | 3.3 | +0.2<br>0 | | |
| >58～65 | 18×11 | 18×7 | 18 | | | | | | 7.0 | | 4.0 | | 4.4 | | 3.3 | | | |

（续）

| 轴 | 键 | | 键槽 | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 公称直径 $d$ | 公称尺寸 $b\times h$ | | 宽度 $b$ | | | | | 深度 | | | | | | | | 半径 $r$ | |
| | | | 极限偏差 | | | | | 轴 $t$ | | | | 轮毂 $t_1$ | | | | | |
| | | | 较松键联结 | | 一般键联结 | | 较紧键联结 | 普通 | | 薄型 | | 普通 | | 薄型 | | | |
| | 普通平键 | 薄型平键 | 公称尺寸 $b$ | 轴 H9 | 毂 D10 | 轴 N9 | 毂 Js9 | 轴和毂 P9 | 公称尺寸 | 极限偏差 | 公称尺寸 | 极限偏差 | 公称尺寸 | 极限偏差 | 公称尺寸 | 极限偏差 | 最小 | 最大 |
| >65～75 | 20×12 | 20×8 | 20 | +0.052<br>0 | +0.149<br>+0.065 | 0<br>−0.052 | ±0.026 | −0.022<br>−0.074 | 7.5 | +0.2<br>0 | 5.0 | +0.2<br>0 | 4.9 | +0.2<br>0 | 3.3 | +0.2<br>0 | 0.40 | 0.60 |
| >75～85 | 22×14 | 22×9 | 22 | | | | | | 9.0 | | 5.5 | | 5.4 | | 3.8 | | | |
| >85～95 | 25×14 | 25×9 | 25 | | | | | | 9.0 | | 5.5 | | 5.4 | | 3.8 | | | |
| >95～110 | 28×16 | 28×10 | 28 | | | | | | 10.0 | | 6.0 | | 6.4 | | 4.3 | | | |
| >110～130 | 32×18 | 32×11 | 32 | +0.062<br>0 | +0.180<br>+0.080 | 0<br>−0.062 | ±0.031 | −0.026<br>−0.088 | 11.0 | | 7.0 | | 7.4 | | 4.4 | | | |
| >130～150 | 36×20 | 36×12 | 36 | | | | | | 12.0 | | 7.5 | | 8.4 | | 4.9 | | 0.70 | 1.0 |
| >150～170 | 40×22 | — | 40 | | | | | | 13.0 | | — | — | 9.4 | | — | — | | |
| >170～200 | 45×25 | | 45 | | | | | | 15.0 | | | | 10.4 | | | | | |
| >200～230 | 50×28 | | 50 | | | | | | 17.0 | | | | 11.4 | | | | | |
| >230～260 | 56×32 | | 56 | +0.074<br>0 | +0.220<br>+0.100 | 0<br>−0.074 | ±0.037 | −0.032<br>−0.106 | 20.0 | +0.3<br>0 | | | 12.4 | +0.3<br>0 | | | 1.2 | 1.6 |
| >260～290 | 63×32 | | 63 | | | | | | 20.0 | | | | 12.4 | | | | | |
| >290～330 | 70×36 | | 70 | | | | | | 22.0 | | | | 14.4 | | | | | |
| >330～380 | 80×40 | | 80 | | | | | | 25.0 | | | | 15.4 | | | | | |
| >380～440 | 90×45 | | 90 | +0.087<br>0 | +0.260<br>+0.120 | 0<br>−0.087 | ±0.0435 | −0.037<br>−0.124 | 28.0 | | | | 17.4 | | | | 2.0 | 2.5 |
| >440～500 | 100×50 | | 100 | | | | | | 31.0 | | | | 19.5 | | | | | |

注：$(d-t)$ 和 $(d+t_1)$ 两组组合尺寸的极限偏差按相应的 $t$ 和 $t_1$ 的极限偏差选取，但 $(d-t)$ 极限偏差值应取负号（−）。

## 1.2　普通平键　型式尺寸（GB 1096—79）

(1) 圆头普通平键（A型）、平头普通平键（B型）和单圆头普通平键（C型）的型式尺寸见图7.2-2、表7.2-2。

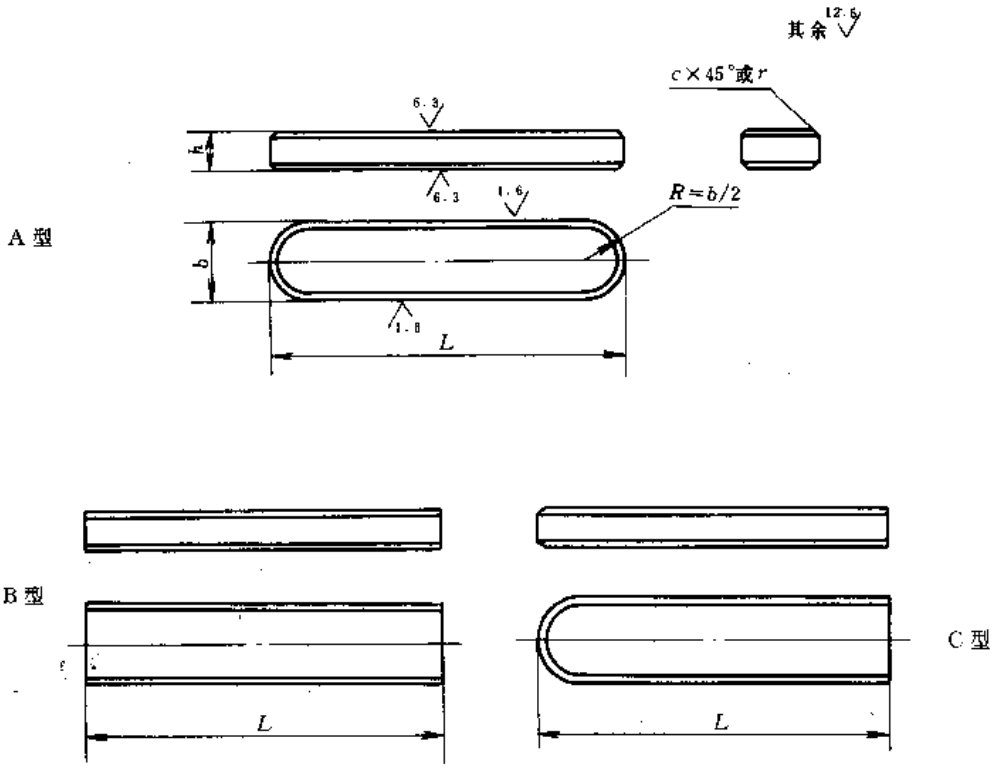



图　7.2-2

标记示例：

圆头普通平键（A型）$b=16$mm、$h=10$mm、$L=100$mm

键　16×100　GB 1096—79

平头普通平键（B型）$b=16$mm、$h=10$mm、$L=100$mm

键　B16×100　GB 1096—79

单圆头普通平键（C型）$b=16$mm、$h=10$mm、$L=100$mm

键　C16×100　GB 1096—79

(2) 当键长大于500mm时，其长度应按GB321—80《优先数和优先数系》的R20系列选取。

(3) 当需要时，键允许带起键螺孔，起键螺孔的尺寸见图7.2-3表7.2-3。

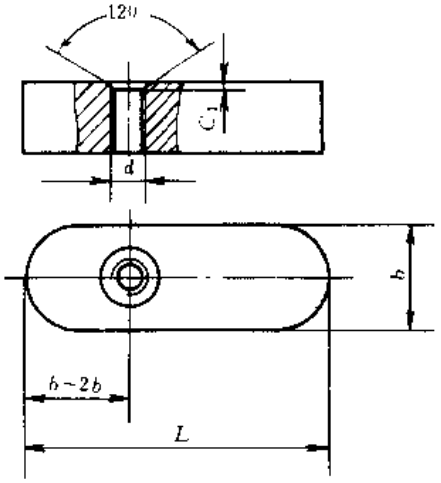



图　7.2-3

**表 7.2-2 普通平键尺寸**（GB 1096—79） （mm）

| 键宽 $b$ | | 键高 $h$ | | $c$ 或 $r$ | $L$ (h14) | $L$ 系列 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 基本尺寸 | 极限偏差 (h9) | 基本尺寸 | 极限偏差 (h11) | | | |
| 2 | $^{0}_{-0.025}$ | 2 | $^{0}_{-0.060}$（$^{0}_{-0.025}$） | 0.16～0.25 | 6～20 | 6、8、10、12、14、16、18、20、22、25、28、32、36、40、45、50、56、63、70、80、90、100、110、125、140、160、180、200、220、250、280、320、360、400、450、500 |
| 3 | | 3 | | | 6～36 | |
| 4 | $^{0}_{-0.030}$ | 4 | $^{0}_{-0.075}$（$^{0}_{-0.030}$） | | 8～45 | |
| 5 | | 5 | | 0.25～0.40 | 10～56 | |
| 6 | | 6 | | | 14～70 | |
| 8 | $^{0}_{-0.036}$ | 7 | $^{0}_{-0.090}$ | | 18～90 | |
| 10 | | 8 | | | 22～110 | |
| 12 | $^{0}_{-0.043}$ | 8 | | 0.40～0.60 | 28～140 | |
| 14 | | 9 | | | 36～160 | |
| 16 | | 10 | | | 45～180 | |
| 18 | | 11 | $^{0}_{-0.110}$ | | 50～200 | |
| 20 | $^{0}_{-0.052}$ | 12 | | | 56～220 | |
| 22 | | 14 | | 0.60～0.80 | 63～250 | |
| 25 | | 14 | | | 70～280 | |
| 28 | | 16 | | | 80～320 | |
| 32 | $^{0}_{-0.062}$ | 18 | | | 90～360 | |
| 36 | | 20 | $^{0}_{-0.130}$ | 1.0～1.2 | 100～400 | |
| 40 | | 22 | | | 100～400 | |
| 45 | | 25 | | | 110～450 | |
| 50 | | 28 | | | 125～500 | |
| 56 | $^{0}_{-0.074}$ | 32 | $^{0}_{-0.160}$ | 1.6～2.0 | 140～500 | |
| 63 | | 32 | | | 160～500 | |
| 70 | | 36 | | | 180～500 | |
| 80 | | 40 | | 2.5～3.0 | 200～500 | |
| 90 | $^{0}_{-0.0.87}$ | 45 | | | 220～500 | |
| 100 | | 50 | | | 250～500 | |

注：1. 括号内的数值为 h9、适于 B 型键。

2. 普通平键的技术条件应符合 GB 1568《键 技术条件》的规定。

**表 7.2-3 起键螺孔尺寸** （mm）

| $b$ | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 28 | 32 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $d_0$ | M3 | | M4 | M5 | | M6 | | | M8 | | M10 |
| $c1$ | 0.3 | | 0.5 | | | | | | | | |
| $b$ | 36 | 40 | 45 | 50 | 56 | 63 | 70 | 80 | 90 | 100 | |
| $d_0$ | M12 | | | | | | M16 | | M20 | | |
| $c_1$ | 1 | | | | | | 2 | | | | |

注：较长的键可以采用两个对称的起键螺孔。

## 1.3 导向平键 型式尺寸（GB 1097—79）

固定在轴上的圆头导向平键(A 型)和平头导向平键（B 型）见图 7.2－4，其尺寸见表 7.2-4。

标记示例：

圆头导向平键（A 型）$b$=16mm、$h$=10mm、$L$=100mm

键 16×100 GB 1097—79

平头导向平键（B 型）$b$=16mm、$h$=10mm、$L$=100mm

键 B16×100 GB 1097—79

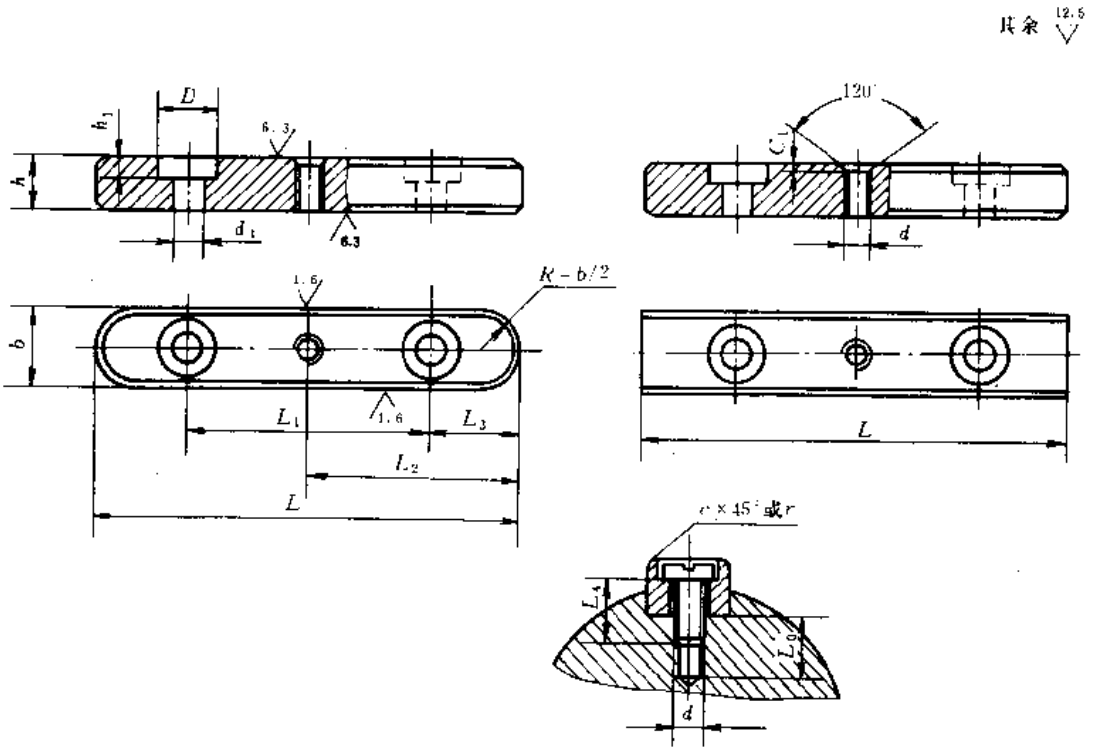



图　7.2-4

**表 7.2-4　导向平键尺寸**（GB 1097—79）　　(mm)

| | 公称尺寸 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 28 | 32 | 36 | 40 | 45 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| b | 极限偏差(h9) | 0 −0.036 | | | 0 −0.043 | | | | 0 −0.052 | | | | 0 −0.062 | | |
| | 公称尺寸 | 7 | 8 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 14 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 |
| h | 极限偏差(h11) | 0 −0.090 | | | | | 0 −0.110 | | | | | | 0 −0.130 | | |
| c或r | | 0.25～0.40 | 0.40～0.60 | | | | | 0.60～0.80 | | | | | 1.0～1.2 | | |
| $h_1$ | | 2.4 | | 3.0 | 3.5 | | 4.5 | | | 6 | | 7 | 8 | | |
| d | | M3 | | M4 | M5 | | M6 | | | M8 | | | M10 | | |
| $d_1$ | | 3.4 | | 4.5 | 5.5 | | 6.6 | | | 9 | | | 11 | | |
| D | | 6 | | 8.5 | 10 | | 12 | | | 15 | | | 18 | | |
| $C_1$ | | 0.3 | | 0.5 | | | | | | | | | | | |
| $L_0$ | | 7 | 8 | 10 | | | 12 | | | 15 | | 18 | 22 | | |
| 螺钉($d\times L_4$) | | M3×8 | M3×10 | M4×10 | M5×10 | | M6×12 | | M6×16 | M8×16 | | M10×20 | M10×25 | | |
| L范围 | | 25～90 | 25～110 | 28～140 | 36～160 | 45～180 | 50～200 | 56～220 | 63～250 | 70～280 | 80～320 | 90～360 | 100～400 | 100～400 | 110～450 |
| 每100mm长质量(kg) | | 0.0392 | 0.06 | 0.071 | 0.091 | 0.114 | 0.143 | 0.175 | 0.228 | 0.25 | 0.324 | 0.402 | 0.515 | 0.602 | 0.837 |

## 1.4 薄型平键 型式尺寸（GB 1567—79）

圆头薄型平键（A型）、平头薄型平键（B型）和单圆头薄型平键的型式尺寸见图 7.2-5、表 7.2-5。

标记示例：

圆头薄型平键（A型） $b=16$mm、$h=7$mm、$L=100$mm

键 16×7×100 GB 1567—79

平头薄型平键（B型）$b=16$mm、$h=7$mm、$L=100$mm

键 B16×7×100 GB 1567—79

单圆头薄型平键（C型）$b=16$mm、$h=7$mm、$L=100$mm

键 C16×7×100 GB 1567—79

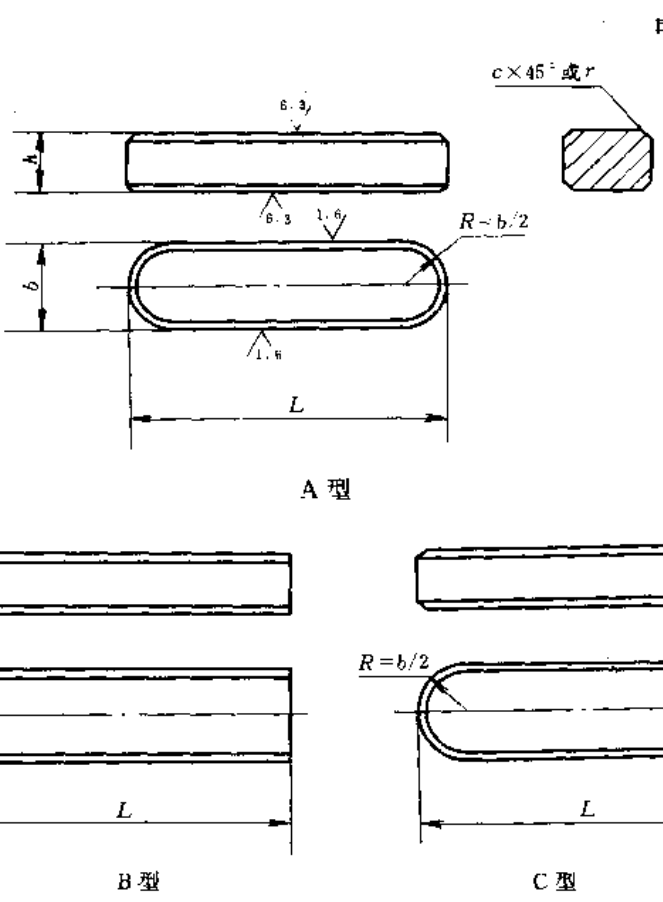



图 7.2-5

## 1.5 几点说明：

（1）各类机器轴伸处的键与键槽（轴槽及轮毂槽）的尺寸应严格按标准规定的数值选用，以利于机器之间的互换装配及各类机器的进出口贸易。

（2）在机器内部，在保证所需转矩的条件下，允许用较小剖面的普通平键和导向平键，轴槽深 $t$ 和轮毂槽深度 $t_1$ 在必要时应重新计算，使键侧与轴槽及轮毂槽接触高度各为 $h/2$，其计算公式（见图 7.2-6）如下：

$$t=\frac{h}{2}+\Delta$$

$$\Delta=\frac{D}{2}-\sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2-\left(\frac{b}{2}\right)^2}$$

$$t_1=h-t+\Delta_1$$

$$\Delta_1=0.2\sim0.5\text{mm}$$

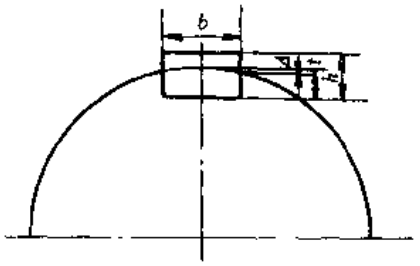



图 7.2-6

（3）标记时，应标出键的型式（若采用A型键时可省略）、键宽、键的长度以及标准号。对于薄型平键，

**表 7.2-5　薄型平键尺寸**（GB 1567—79）　　（mm）

| $b$ | | $h$ | | $c$ 或 $r$ | $L$ (h14) | $L$ 系列 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 公称尺寸 | 极限偏差 (h9) | 公称尺寸 | 极限偏差 (h11) | | | |
| 5 | 0 −0.030 | 3 | 0 −0.060 | 0.25～0.40 | 10～56 | 10、12、14、16、18、20、22、25、28、32、36、40、45、50、56、63、70、80、90、100、110、125、140、160、180、200、220、250、280、320、360、400 |
| 6 | | 4 | 0 −0.075 | | 14～70 | |
| 8 | 0 −0.036 | 5 | | | 18～90 | |
| 10 | | 6 | | 0.40～0.60 | 22～110 | |
| 12 | 0 −0.043 | 6 | | | 28～140 | |
| 14 | | 6 | | | 36～160 | |
| 16 | | 7 | | | 45～180 | |
| 18 | | 7 | | | 50～200 | |
| 20 | 0 −0.052 | 8 | 0 −0.090 | 0.60～0.80 | 56～220 | |
| 22 | | 9 | | | 63～250 | |
| 25 | | 9 | | | 70～280 | |
| 28 | | 10 | | | 80～320 | |
| 32 | 0 −0.062 | 11 | 0 −0.110 | 1.0～1.20 | 90～360 | |
| 36 | | 12 | | | 100～400 | |

注：薄型平键的技术条件应符合 GB 1568—79《键　技术条件》的规定。

其键宽与普通平键相同，其键高为普通平键的三分之二，除按上述标记外，还应标出键高 $h$ 的尺寸，见 1.4 条标记，以免混淆。

(4) 平键靠键侧传递转矩，具有对中良好，装拆方便等优点，普通平键在电动机、机床、水泵、纺织机械，工程机械等机械中广泛应用。导向平键用螺钉固定在轴上，应采用较松键联结，以满足轴上零件需滑动的场合。薄型平键适用于传递运动或传递转矩不大空心轴和薄壁轮毂及结构位置有限的场合。

(5) 由于键联结涉及到轴、键和轮毂三个零件，为了保证轮毂能顺利的安装到轴上，在加工轴槽和轮毂槽时，要注意轴槽（轮毂槽）对轴线的对称度误差在标准规定的公差范围之内。对于较长的键槽，必要时还应增加键槽中心线对轴线的平行度公差，以保证功能上的要求。

## 1.6　与旧标准的区别

(1) 键的剖面尺寸 GB 1096—79 与 GB 1096—72 大部分尺寸是相同的，只有以下几个尺寸有改变（见表 7.2-6）。

(2) 轴径范围选用键的剖面尺寸作了一些调整：GB 1095—79 规定的轴径范围是 $\phi$6～500mm，而 GB 1095—72 规定的轴径范围是 $\phi$6～630mm。而且轴径的尺寸分段也作了一些调整，GB 1095—79 规定的轴径范围及尺寸分段与 ISO/R 773—69 是一致的。对标准轴径而言，将有 18 个轴径选用键的剖面尺寸与 GB 1095—72 规定不同（见表 7.2-7）。在选用电动机、水泵、减速器时，应注意轴伸处所用键的剖面尺寸，以免装配不上而返修。

**表 7.2-6　平键剖面尺寸对比**

| 标准号 | 键的剖面尺寸 $b\times h$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GB 1096—79 | 22×14 | 25×14 | 56×32 | 63×32 | | |
| GB 1096—72 | 24×14 | | 55×32 | 60×32 | 110×55 | 120×60 |

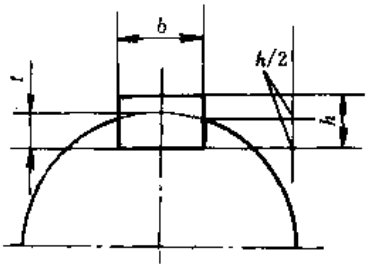



图　7.2-7

(3) 槽型尺寸：GB 1095—79，只规定一种槽型

尺寸，该槽型是按键侧与轴槽和轮毂槽的接触高度相等的原则来规定（见图 7.2-7），它与 ISO 标准规定的槽型一致，有利于零、部件的互换配套、国际贸易和机械产品的技术交流。而 GB 1095—72 规定了两种槽型：Ⅰ型槽和Ⅱ型槽。GB 1095—79 规定的槽型对轴槽而言，大体上比 72 年的Ⅰ型槽深，比Ⅱ型槽略浅些，但非常接近Ⅱ型槽。表 7.2-8 列出了 GB 1095—79 与 GB 1095-72 Ⅰ型槽和Ⅱ型槽对比情况。

**表 7.2-7　标准轴径选键不同的几个尺寸**

（mm）

| 直　径 | 键的尺寸 $b\times h$ | |
|---|---|---|
| | 79 年标准 | 72 年标准 |
| 8 | 2×2 | 3×3 |
| 14 | 5×5 | 4×4 |
| 18 | 6×6 | 5×5 |
| 24 | 8×7 | 6×6 |
| 38 | 10×8 | 12×8 |
| 50 | 14×9 | 16×10 |
| 58 | 16×10 | 18×11 |
| 80 | 22×14 | 24×14 |
| 85 | 22×14 | 24×14 |
| 90 | 25×14 | 24×14 |
| 95110 | 25×14 | 28×16 |
| 130 | 28×16 | 32×18 |
| 150 | 32×18 | 36×20 |
| 240 | 36×20 | 40×22 |
| 250 | 56×32 | 55×30 |
| 260 | 56×32 | 55×30 |
| 280 | 56×32 | 55×30 |
| | 63×32 | 60×32 |

（续）

（4）公差与配合：GB 1095—79 键与键槽的公差配合规定有三种：较松键联结；一般键联结和较紧键联结。而 GB 1095—72 键与键槽的公差配合规定有四种情况：键在轴槽上固定，在轮毂槽中滑动两种；键在轮毂槽上固定，在轴槽中滑动一种；键在轴槽和轮毂槽中均固定。其公差带比较图见图 7.2-8。

（5）键的端面形状：GB 1096—79 规定键的圆弧

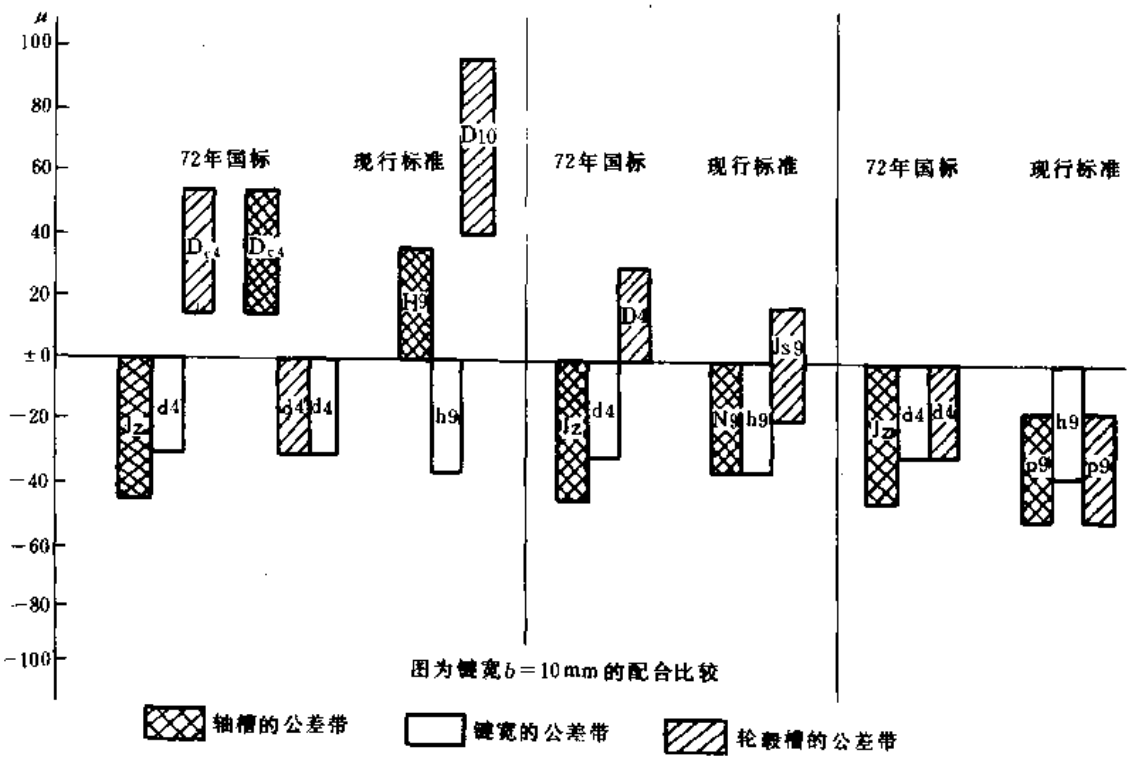



图　7.2-8

**表 7.2-8 现行国标与72年国标Ⅱ型槽的对比情况**

| 键宽 $b$ | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 25 | 28 | 32 | 36 | 40 | 45 | 50 | 55 | 56 | 60 | 63 | 70 | 80 | 90 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 键高 $h$ | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 14 | 14 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 28 | 30 | 32 | 32 | 32 | 36 | 40 | 45 | 50 |
| 轴上槽深 $t$ | GB 1095—79 | 1.2 | 1.8 | 2.5 | 3 | 3.5 | 4.0 | 5 | 5 | 5.5 | 6 | 7 | 7.5 | 9 | | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 15 | 17 | | 20 | 20 | | 22 | 25 | 28 | 31 |
| | 公差 | +0.1 0 | | | | | +0.2 0 | | | | | | | | | | | | +0.3 0 | | | | | | | | | | | |
| | GB 1095—72 | 1.1 | 2 | 2.5 | 3.2 | 3.8 | 4.5 | 5.2 | 5.2 | 5.8 | 6.5 | 7.1 | 7.8 | | 9 | | 10.3 | 11.5 | 12.8 | 13.5 | 15.3 | 17 | 18.3 | | 19 | | 22 | 24.6 | 27.5 | 30.4 |
| 轮毂槽深 $t_1$ | GB 1095—79 | 1.0 | 1.4 | 1.8 | 2.3 | 2.8 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.8 | 4.3 | 4.4 | 4.9 | 5.4 | | 5.4 | 6.4 | 7.4 | 8.4 | 9.4 | 10.4 | 11.4 | | 12.4 | | 12.4 | 14.4 | 15.4 | 17.4 | 19.5 |
| | 公差 | +0.1 0 | | | | | +0.2 0 | | | | | | | | | | | | +0.3 0 | | | | | | | | | | | |
| | GB 1095—72 | 1.0 | 1.1 | 1.6 | 1.9 | 2.3 | 2.6 | 2.9 | 2.9 | 3.3 | 3.6 | 4.0 | 4.3 | | 5.0 | | 5.9 | 6.7 | 7.4 | 8.7 | 9.9 | 11.2 | 11.9 | | 12 | | 14.2 | 15.6 | 17.7 | 19.8 |
| 72年轴槽与79年毂配时的过盈 | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | | — | — | — | — | — | — | | | | | — | — | 0.1 | 0.1 |
| 79年轴槽与72年毂配时的过盈 | | — | 0.1 | — | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0 | 0.2 | | | | 0.1 | 0.3 | 0.6 | 0.3 | 0.1 | — | | | | | — | — | — | — |

**现行国标与72年国标Ⅰ型槽的对比情况**

| 键宽 $b$ | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 25 | 28 | 32 | 36 | 40 | 45 | 50 | 55 | 56 | 60 | 63 | 70 | 80 | 90 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 键高 $h$ | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 14 | 14 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 28 | 30 | 32 | 32 | 32 | 36 | 40 | 45 | 50 |
| 轴上槽深 $t$ | GB 1095—79 | 1.2 | 1.8 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 5.0 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 7.0 | 7.5 | 9.0 | | 9.0 | 10.0 | 11 | 12 | 13 | 15 | 17 | | 20 | | 20 | 22 | 25 | 28 | 31 |
| | 公差 | +0.1 0 | | | | | +0.2 0 | | | | | | | | | | | | +0.3 0 | | | | | | | | | | | |
| | GB 1095—72 | 1.1 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 4.5 | 5 | 5 | 5.5 | 6.0 | | 7.0 | | 8.0 | 9.0 | 10.0 | 11 | 13 | 14 | 15 | | 16 | | 18 | 20 | 23 | 25 |
| 轮毂槽深 $t_1$ | GB 1095—79 | 1.0 | 1.4 | 1.8 | 2.3 | 2.8 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.8 | 4.3 | 4.4 | 4.9 | 5.4 | | 5.4 | 6.4 | 7.4 | 8.4 | 9.4 | 10.4 | 11.4 | | 12.4 | | 12.4 | 14.4 | 15.4 | 17.4 | 19.5 |
| | 公差 | +0.1 0 | | | | | +0.2 0 | | | | | | | | | | | | +0.3 0 | | | | | | | | | | | |
| | GB 1095—72 | 1.0 | 1.1 | 1.6 | 2.1 | 2.6 | 3.1 | 3.6 | 3.6 | 4.1 | 5.1 | 5.6 | 6.1 | | 7.2 | | 8.2 | 9.2 | 10.2 | 11.2 | 12.2 | 14.2 | 15.2 | | 16.2 | | 18.2 | 20.2 | 22.2 | 25.2 |
| 72年轴槽与79年毂配时的过盈 | | — | — | — | — | — | — | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 1.1 | 1.1 | | | | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 2.6 | | | | | 3.6 | 4.6 | 5.6 | 5.5 |
| 79年轴槽与72年毂配时的过盈 | | — | 0.1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | | — | — | — | — | — | — | | | | | — | — | — | — |

面及长边要倒角（见图7.2-9a）长边倒角而其他边不倒角，（见图7.2-9b）但不得有毛刺；而GB 1096—72规定键的圆弧面不倒角（见图7.2-9c）、长边及其他边要倒角（见图7.2-9d）。

（6）键的长度：GB 1096—79与GB 1096—72规定键的长度尺寸基本上是一致的，只有以下五个尺寸有不同见表7.2-9。

**表7.2-9 键的长度有改变的尺寸**

（mm）

| 标准号 | L | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| GB 1096—79 | 36 | 56 | 63 | 320 | 360 |
| GB 1096—72 | 35 | 55 | 60 | 315 | 355 |

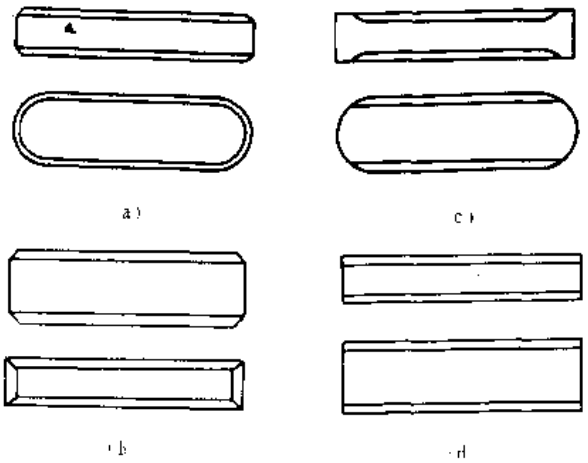



图 7.2-9

## 2 半圆键

### 2.1 半圆键 键和键槽的剖面尺寸（GB1098—79）

（1）半圆键和键槽的剖面尺寸及公差见图7.2-10表7.2-10。

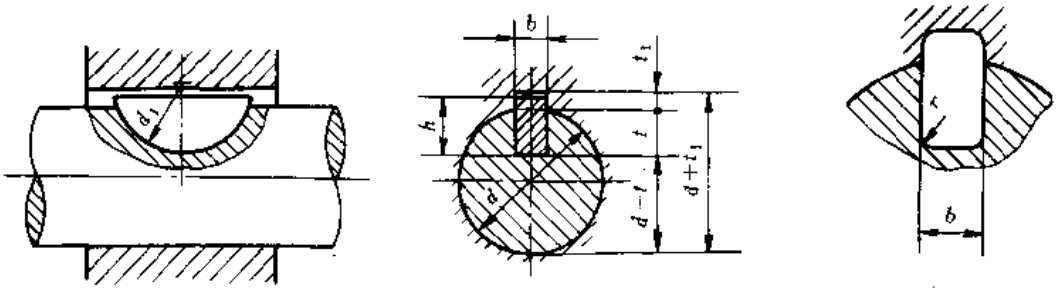



图 7.2-10

**表7.2-10 半圆键槽的剖面尺寸及公差**（GB 1098—79） （mm）

| 轴径 d | | 键 | 键槽 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 键传递转矩 | 键定位用 | 公称尺寸 $b\times h\times d_1$ | 宽度 b | | | 深度 | | | | 半径 r | |
| | | | 公称尺寸 | 极限偏差 | | | 轴 t | | 毂 $t_2$ | | 最小 | 最大 |
| | | | | 一般键联结 | | 较紧键联结 | | | | | | |
| | | | | 轴 N9 | 毂 Js9 | 轴和毂 P9 | 公称尺寸 | 极限偏差 | 公称尺寸 | 极限偏差 | | |
| 自3～4 | 自3～4 | 1.0×1.4×4 | 1.0 | −0.004<br>−0.029 | ±0.012 | −0.006<br>−0.031 | 1.0 | +0.1<br>0 | 0.6 | +0.1<br>0 | 0.08 | 0.16 |
| >4～5 | >4～6 | 1.5×2.6×7 | 1.5 | | | | 2.0 | | 0.8 | | | |
| >5～6 | >6～8 | 2.0×2.6×7 | 2.0 | | | | 1.8 | | 1.0 | | | |
| >6～7 | >8～10 | 2.0×3.7×10 | 2.0 | | | | 2.9 | | 1.0 | | | |
| >7～8 | >10～12 | 2.5×3.7×10 | 2.5 | | | | 2.7 | | 1.2 | | | |

（续）

| 轴径 $d$ | | 键 | 键槽 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 键传递转矩 | 键定位用 | 公称尺寸 $b\times h\times d_1$ | 宽度 $b$ | | | 深度 | | | | 半径 $r$ | |
| | | | 公称尺寸 | 极限偏差 | | | 轴 $t$ | | 毂 $t_1$ | | | |
| | | | | 一般键联结 | | 较紧键联结 | | | | | | |
| | | | | 轴 N9 | 毂 Js9 | 轴和毂 P9 | 公称尺寸 | 极限偏差 | 公称尺寸 | 极限偏差 | 最小 | 最大 |
| >8～10 | >12～15 | 3.0×5.0×13 | 3.0 | −0.004<br>−0.029 | ±0.012 | −0.006<br>−0.031 | 3.8 | +0.2<br>0 | 1.4 | +0.1<br>0 | 0.08 | 0.16 |
| >10～12 | >15～18 | 3.0×6.5×16 | 3.0 | | | | 5.3 | | 1.4 | | 0.16 | 0.25 |
| >12～14 | >18～20 | 4.0×6.5×16 | 4.0 | 0<br>−0.030 | ±0.015 | −0.012<br>−0.042 | 5.0 | | 1.8 | | | |
| >14～16 | >20～22 | 4.0×7.5×19 | 4.0 | | | | 6.0 | | 1.8 | | | |
| >16～18 | >22～25 | 5.0×6.5×16 | 5.0 | | | | 4.5 | | 2.3 | | | |
| >18～20 | >25～28 | 5.0×7.5×19 | 5.0 | | | | 5.5 | | 2.3 | | | |
| >20～22 | >28～32 | 5.0×9.0×22 | 5.0 | | | | 7.0 | | 2.3 | | | |
| >22～25 | >32～36 | 6.0×9.0×22 | 6.0 | | | | 6.5 | | 2.8 | | | |
| >25～28 | >36～40 | 6.0×10.0×25 | 6.0 | | | | 7.5 | +0.3<br>0 | 2.8 | +0.2<br>0 | 0.25 | 0.40 |
| >28～32 | 40 | 8.0×11.0×28 | 8.0 | 0<br>−0.036 | ±0.018 | −0.015<br>−0.051 | 8.0 | | 3.3 | | | |
| >32～38 | — | 10.0×13.0×32 | 10.0 | | | | 10.0 | | 3.3 | | | |

注：$(d-t)$ 和 $(d+t_1)$ 两个组合尺寸的极限偏差按相应的 $t$ 和 $t_1$ 的极限偏差选取，但 $(d-t)$ 极限偏差值应取负号（−）。

（2）在工作图中，轴槽深用 $t$ 或 $(d-t)$ 标注，轮毂槽深用 $(d+t_1)$ 标注。当用 $(d-t)$ 和 $(d+t_1)$ 标注时，其极限偏差按相应的 $t$ 和 $t_1$ 的极限偏差选取，但 $(d-t)$ 极限偏差应取负号（−）。

（3）键槽表面粗糙度：轴槽、轮毂槽的键槽宽度 $b$ 的两侧面粗糙度参数 $R_a$ 值为 1.6μm 或 3.2μm；轴槽底面、轮毂槽底面的表面粗糙度参数 $R_a$ 值为 6.3μm。

（4）键槽的对称度公差：为了便于装配，轴槽及轮毂槽对轴及轮毂轴线的对称度公差根据不同要求，一般可按 GB 1184—80《形状与位置公差　未注公差的规定》中附表 4 对称度公差 7～9 级选取。

键槽（轴槽及轮毂槽）的对称度公差的公称尺寸是指键宽 $b$。

## 2.2　半圆键　型式尺寸（GB 1099—79）

（1）半圆键的型式尺寸见图 7.2-11、表 7.2-11。标记示例：

半圆键：$b$=6mm、$h$=10mm、$d_1$=25mm

键　6×25　GB 1099—79

（2）半圆键的技术条件应符合 GB 1568《键　技术条件》的规定。

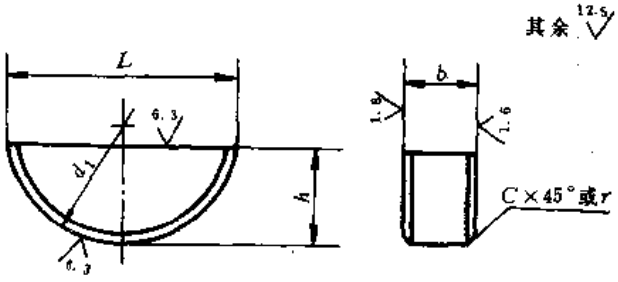



图　7.2-11

## 2.3　说明

半圆键靠键的侧面传递转矩，键在轴槽中能绕槽底圆弧曲线中心摆动、装配方便。半圆键的键槽较深，对轴的削弱较大，一般适用于轻载、轴径较小和锥形轴伸。

## 2.4　与旧标准的区别

（1）键的剖面尺寸：GB 1099—79 规定键的剖面尺寸有 16 个，而 GB 1099—72　规定键的剖面尺寸有 36 个，删去了 20 个规格。GB 1099—79 与 GB1099—72 规格对比见表 7.2-12。

**表 7.2-11 半圆键的尺寸**（GB 1099—79） （mm）

| 键宽 $b$ | | 高度 $h$ | | 直径 $d_1$ | | $L\approx$ | $C$ | | 每1000件的质量（≈kg） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 公称尺寸 | 极限偏差（h9） | 公称尺寸 | 极限偏差（h11） | 公称尺寸 | 极限偏差（h12） | | 最小 | 最大 | |
| 1.0 | 0 −0.025 | 1.4 | 0 −0.060 | 4 | 0 −0.120 | 3.9 | 0.16 | 0.25 | 0.031 |
| 1.5 | | 2.6 | | 7 | 0 −0.150 | 6.8 | | | 0.153 |
| 2.0 | | 2.6 | | 7 | | 6.8 | | | 0.204 |
| 2.0 | | 3.7 | 0 −0.075 | 10 | | 9.7 | | | 0.414 |
| 2.5 | | 3.7 | | 10 | | 9.7 | | | 0.518 |
| 3.0 | | 5.0 | | 13 | 0 −0.180 | 12.7 | | | 1.10 |
| 3.0 | | 6.5 | 0 −0.090 | 16 | | 15.7 | | | 1.80 |
| 4.0 | 0 −0.030 | 6.5 | | 16 | | 15.7 | 0.25 | 0.40 | 2.40 |
| 4.0 | | 7.5 | | 19 | 0 −0.210 | 18.6 | | | 3.27 |
| 5.0 | | 6.5 | | 16 | 0 −0.180 | 15.7 | | | 3.01 |
| 5.0 | | 7.5 | | 19 | 0 −0.210 | 18.6 | | | 4.09 |
| 5.0 | | 9.0 | | 22 | | 21.6 | | | 5.73 |
| 6.0 | | 9.0 | | 22 | | 21.6 | | | 6.88 |
| 6.0 | | 10.0 | | 25 | | 24.5 | | | 8.64 |
| 8.0 | 0 −0.036 | 11.0 | 0 −0.110 | 28 | | 27.4 | 0.40 | 0.60 | 14.1 |
| 10.0 | | 13.0 | | 32 | 0 −0.250 | 31.4 | | | 19.3 |

**表 7.2-12 GB 1099—79 与 GB 1099—72 规格对比** （mm）

| 键的规格 $b\times h\times d$ | GB1099—79 | GB1099—72 | 键的规格 $b\times h\times d$ | GB1099—79 | GB1099—72 | 键的规格 $b\times h\times d$ | GB1099—79 | GB1099—72 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1×1.4×4 | √ | √ | 5×6.5×16 | √ | √ | 8×13×32 | — | √ |
| 1.5×2.6×7 | √ | √ | 5×7.5×19 | √ | √ | 8×15×38 | — | √ |
| 2×2.6×7 | √ | √ | 5×9×22 | √ | √ | 8×16×45 | — | √ |
| 2×3.7×10 | √ | √ | 5×10×25 | — | √ | 8×17×55 | — | √ |
| 2.5×3.7×10 | √ | √ | 5×11×28 | — | √ | 10×13×32 | √ | √ |
| 3×3.7×10 | — | √ | 6×9×22 | √ | √ | 10×15×38 | — | √ |
| 3×5×13 | √ | √ | 6×10×25 | √ | √ | 10×16×45 | — | √ |
| 3×6.5×16 | √ | √ | 6×11×28 | — | √ | 10×17×55 | — | √ |
| 4×5×13 | — | √ | 6×13×32 | — | √ | 10×19×65 | — | √ |
| 4×6.5×16 | √ | √ | 6×15×38 | — | √ | 10×24×80 | — | √ |
| 4×7.5×19 | √ | √ | 8×10×15 | — | √ | 12×19×65 | — | √ |
| 4×9×22 | — | √ | 8×11×28 | √ | √ | 12×24×80 | — | √ |

(2)轴径范围选用键的剖面尺寸作了较大的调整：GB 1098—72 半圆键的轴径分段与平键相同，为了满足不同的传递转矩场合应用，在一段轴径范围内可选用几种半圆键规格，若选用不当，将会出现在小轴上选用较大规格的半圆键，以致产生半圆键槽底处于轴中心线以下的情况，使轴的强度极大的削弱。GB 1098—79 根据半圆键的特点以及键和轴的强度关系，使一个轴径（或1～2mm 的轴径）对应一个半圆键规格，不会产生键槽底部处在轴中心线以下的情况，保证了轴的强度。

(3)槽型：GB 1098—72 与平键一样，规定了Ⅰ型槽和Ⅱ型槽，GB 1098—79 只规定一种槽型。

## 2.5　与 ISO 3912—77《半圆键及其键槽》的区别

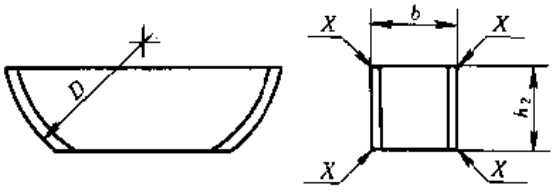



图　7.2-12

GB 1098—79 和 GB 1099—79、在键的规格、轴径与半圆键的选用关系，键槽尺寸以及键与键槽的公差与配合方面与 ISO 3912-77 是一致的。但是，ISO 3912-77 对半圆键的型式规定了二种：标准型和平底型。标准型其键的形状呈半圆形，平底型是将标准型半圆键的底面铣去一部分见图 7.2-12，平底型的键高为标准型的 0.8 倍。我国标准只规定标准型半圆键一种。

# 3　楔键

## 3.1　楔键　键和键槽的剖面尺寸(GB 1563—79)

(1) 楔键和键槽的剖面尺寸见图 7.2-13、表 7.2-13。

(2) 在工作图中，轴槽深用 $t$ 或 $(d-t)$ 标注，轮毂槽深用 $(d+t_1)$ 标注。

(3) $(d-t_1)$ 及 $t_1$ 表示大端轮毂槽深度。

(4) 键槽表面粗糙度：轴槽、轮毂槽的键槽宽度 $b$ 两侧面粗糙度参数 $R_a$ 值为 6.3μm。轴槽底面、轮毂槽底面的表面粗糙度参数 $R_a$ 值为 1.6μm 或 3.2μm。

## 3.2　普通楔键　型式尺寸 (GB 1564—79)

(1) 圆头普通楔键（A 型）、平头普通楔键（B 型）和单圆头普通楔键(C 型)的型式尺寸见图 7.2-14、表 7.2-14。

标记示例：

圆头普通平键（A 型）$b=16$mm、$h=10$mm、$L=100$mm

键　16×100　GB 1564—79

平头普通平键（B 型）$b=16$mm、$h=10$mm、$L=100$mm

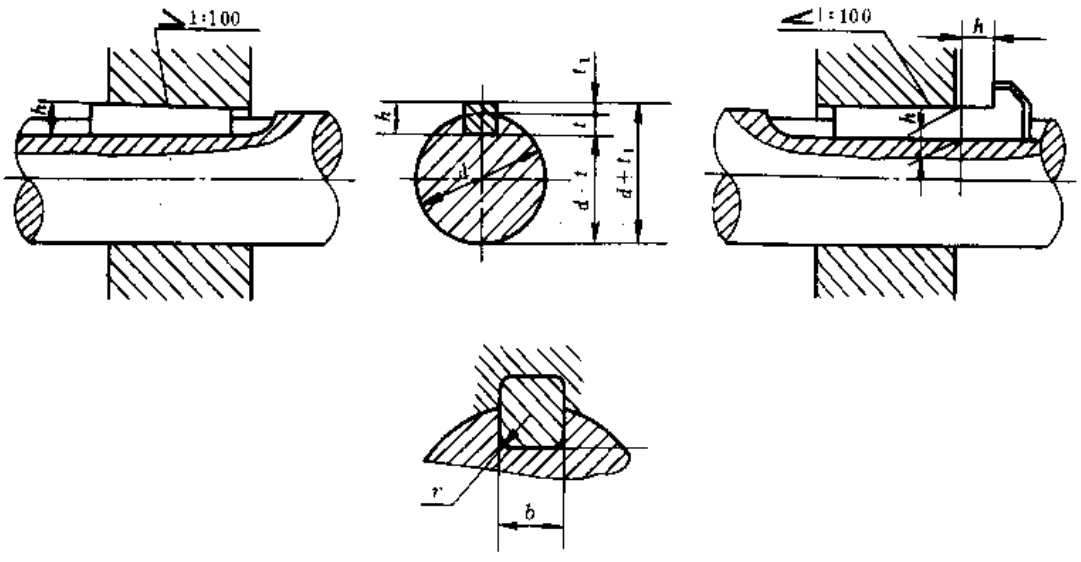



图　7.2-13

表 7.2-13 楔键和键槽的剖面尺寸（GB 1563—79） (mm)

| 轴 | 键 | 键槽 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 公称直径 $d$ | 公称尺寸 $b\times h$ | 宽度 $b$ | | 深度 | | | | 半径 $r$ | |
| | | 公称尺寸 | 轴和毂极限偏差 D10 | 轴 $t$ | | 毂 $t_1$ | | | |
| | | | | 公称尺寸 | 极限偏差 | 公称尺寸 | 极限偏差 | 最小 | 最大 |
| 自6～8 | 2×2 | 2 | +0.060 +0.020 | 1.2 | +0.1 0 | 0.5 | +0.1 0 | 0.08 | 0.16 |
| >8～10 | 3×3 | 3 | | 1.8 | | 0.9 | | | |
| >10～12 | 4×4 | 4 | +0.078 +0.030 | 2.5 | | 1.2 | | | |
| >12～17 | 5×5 | 5 | | 3.0 | | 1.7 | | 0.16 | 0.25 |
| >17～22 | 6×6 | 6 | | 3.5 | | 2.2 | | | |
| >22～30 | 8×7 | 8 | +0.098 +0.040 | 4.0 | +0.2 0 | 2.4 | +0.2 0 | | |
| >30～38 | 10×8 | 10 | | 5.0 | | 2.4 | | 0.25 | 0.40 |
| >38～44 | 12×8 | 12 | +0.120 +0.050 | 5.0 | | 2.4 | | | |
| >44～50 | 14×9 | 14 | | 5.5 | | 2.9 | | | |
| >50～58 | 16×10 | 16 | | 6.0 | | 3.4 | | | |
| >58～65 | 18×11 | 18 | | 7.0 | | 3.4 | | | |
| >65～75 | 20×12 | 20 | +0.149 +0.065 | 7.5 | | 3.9 | | 0.40 | 0.60 |
| >75～85 | 22×14 | 22 | | 9.0 | | 4.4 | | | |
| >85～95 | 25×14 | 25 | | 9.0 | | 4.4 | | | |
| >95～110 | 28×16 | 28 | | 10.0 | | 5.4 | | | |
| >110～130 | 32×18 | 32 | +0.180 +0.080 | 11.0 | | 6.4 | | | |
| >130～150 | 36×20 | 36 | | 12.0 | | 7.1 | | 0.70 | 1.0 |
| >150～170 | 40×22 | 40 | | 13.0 | | 8.1 | | | |
| >170～200 | 45×25 | 45 | | 15.0 | | 9.1 | | | |
| >200～230 | 50×28 | 50 | | 17.0 | | 10.1 | | | |
| >230～260 | 56×32 | 56 | +0.220 +0.100 | 20.0 | +0.3 0 | 11.1 | +0.3 0 | 1.2 | 1.6 |
| >260～290 | 63×32 | 63 | | 20.0 | | 11.1 | | | |
| >290～330 | 70×36 | 70 | | 22.0 | | 13.1 | | | |
| >330～380 | 80×40 | 80 | | 25.0 | | 14.1 | | 2.0 | 2.5 |
| >380～440 | 90×45 | 90 | +0.260 +0.120 | 28.0 | | 16.1 | | | |
| >440～500 | 100×50 | 100 | | 31.0 | | 18.1 | | | |

注：$(d-t)$ 和 $(d+t_1)$ 两个组合尺寸的极限偏差按相应的 $t$ 和 $t_1$ 的极限偏差选取，但 $(d-t)$ 极限偏差值应取负号（—）。

键 B16×100 GB 1564—79

单圆头普通楔键（C型）$b$=16mm、$h$=10mm、$L$=100mm

键 C 16×100 GB 1564—79

(2) 当键长大于500mm时，其长度应按GB 321—80《优先数和优先数系》的R20系列选取。

(3) 普通楔键的技术条件应按GB 1568—79《键技术条件》的规定。

### 3.3 钩头楔键 型式尺寸（GB 1565—79）

(1) 钩头楔键的尺寸见图7.2-15、表7.2-15。

标记示例：

钩头楔键 $b$=16mm、$h$=10mm、$L$=100mm

键 16×100 GB 1565—79

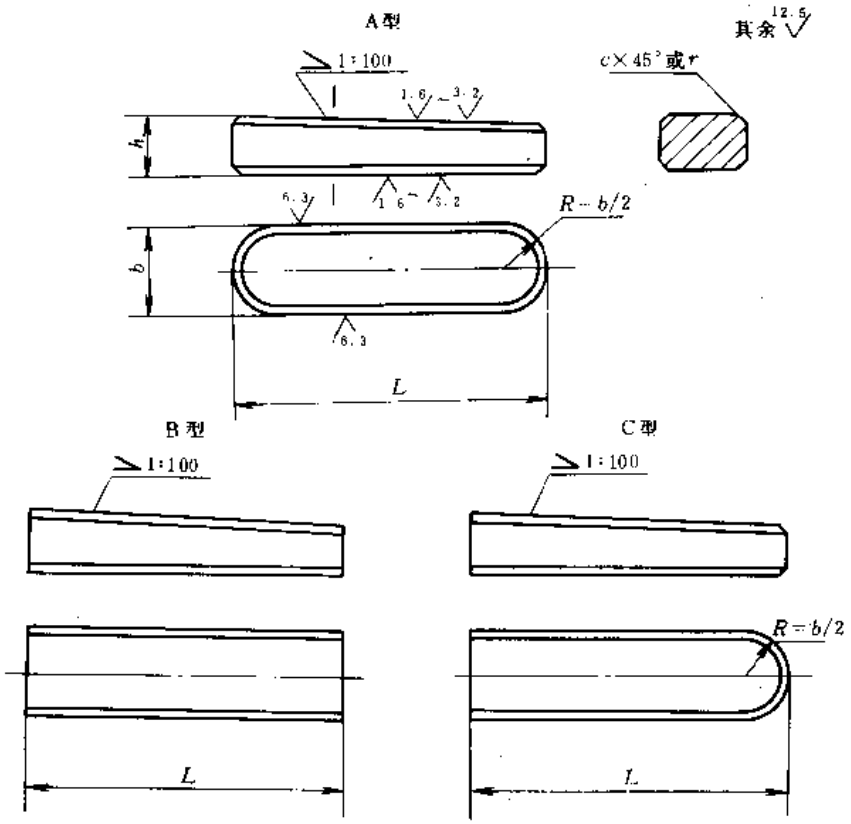

A型
其余 12.5
1:100
c×45°或r
1.6~3.2
h
6.3
1.6~3.2
R=b/2
b
6.3
L
B型
C型
1:100
1:100
R=b/2
L
L

图　7.2-14

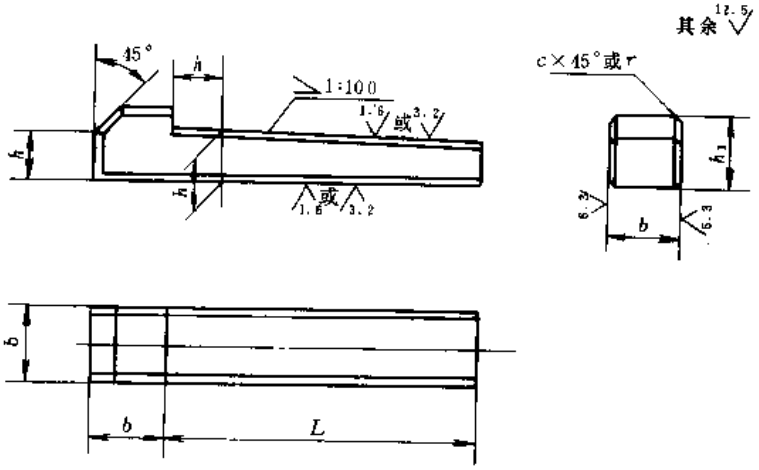

其余 12.5
45°
h
1:100
1.6或3.2
c×45°或r
h
h
或
1.6
3.2
h1
6.3
b
6.3
b
b
L

图　7.2-15

**表 7.2-14 普通楔键尺寸** (GB 1564—79) (mm)

| $b$ | | $h$ | | $c$ 或 $r$ | $L$ (h14) | $L$ 系列 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 公称尺寸 | 极限偏差 (h9) | 公称尺寸 | 极限偏差 (h11) | | | |
| 2 | 0 −0.025 | 2 | 0 −0.060 | 0.16～0.25 | 6～20 | 6、8、10、12、14、16、18、20、22、25、28、32、36、40、45、50、56、63、70、80、90、100、110、125、140、160、180、200、220、250、280、320、360、400、450、500 |
| 3 | | 3 | | | 6～36 | |
| 4 | 0 −0.030 | 4 | 0 −0.075 | | 8～45 | |
| 5 | | 5 | | 0.25～0.40 | 10～56 | |
| 6 | | 6 | | | 14～70 | |
| 8 | 0 −0.036 | 7 | 0 −0.090 | | 18～90 | |
| 10 | | 8 | | 0.40～0.60 | 22～110 | |
| 12 | 0 −0.043 | 8 | | | 28～140 | |
| 14 | | 9 | | | 36～160 | |
| 16 | | 10 | | | 45～180 | |
| 18 | | 11 | 0 −0.110 | | 50～200 | |
| 20 | 0 −0.052 | 12 | | 0.60～0.80 | 56～220 | |
| 22 | | 14 | | | 63～250 | |
| 25 | | 14 | | | 70～280 | |
| 28 | | 16 | | | 80～320 | |
| 32 | 0 −0.062 | 18 | 0 −0.130 | 1.0～1.2 | 90～360 | |
| 36 | | 20 | | | 100～400 | |
| 40 | | 22 | | | 100～400 | |
| 45 | | 25 | | | 110～450 | |
| 50 | | 28 | | | 125～500 | |
| 56 | 0 −0.074 | 32 | 0 −0.160 | 1.6～2.0 | 140～500 | |
| 63 | | 32 | | | 160～500 | |
| 70 | | 36 | | | 180～500 | |
| 80 | | 40 | | 2.5～3.0 | 200～500 | |
| 90 | 0 −0.087 | 45 | | | 220～500 | |
| 100 | | 50 | | | 250～500 | |

**表 7.2-15 钩头楔键尺寸** (GB 1565—79) (mm)

| $b$ | | $h$ | | $h_1$ | $c$ 或 $r$ | $L$ | $L$ 系列 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 公称尺寸 | 极限偏差 (h9) | 公称尺寸 | 极限偏差 (h11) | | | | |
| 4 | 0 −0.030 | 4 | 0 −0.075 | 7 | 0.16～0.25 | 14～45 | 14、16、18、20、22、25、28、32、36、40、45、50、56、63、70、80、90、100、110、125、140、160、180、200、220、250、280、320、360、400、450、500 |
| 5 | | 5 | | 8 | 0.25～0.40 | 14～56 | |
| 6 | | 6 | | 10 | | 14～70 | |
| 8 | 0 −0.036 | 7 | 0 −0.090 | 11 | | 18～90 | |
| 10 | | 8 | | 12 | 0.40～0.60 | 22～110 | |
| 12 | 0 −0.043 | 8 | | 12 | | 28～140 | |
| 14 | | 9 | | 14 | | 36～160 | |
| 16 | | 10 | | 16 | | 45～180 | |
| 18 | | 11 | 0 −0.110 | 18 | | 50～200 | |
| 20 | 0 −0.052 | 12 | | 20 | 0.60～0.80 | 56～220 | |
| 22 | | 14 | | 22 | | 63～250 | |
| 25 | | 14 | | 22 | | 70～280 | |
| 28 | | 16 | | 25 | | 80～320 | |

（续）

| $b$ | | $h$ | | $h_1$ | $c$ 或 $r$ | $L$ | $L$ 系列 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 公称尺寸 | 极限偏差 (h9) | 公称尺寸 | 极限偏差 (h11) | | | | |
| 32 | | 18 | | 28 | 0.6～0.8 | 90～360 | |
| 36 | | 20 | | 32 | | 100～400 | |
| 40 | 0 −0.062 | 22 | 0 −0.130 | 36 | 1.0～1.2 | 100～400 | |
| 45 | | 25 | | 40 | | 110～400 | |
| 50 | | 28 | | 45 | | 125～500 | |
| 56 | | 32 | | 50 | 1.6～2.0 | 140～500 | |
| 63 | 0 −0.074 | 32 | | 50 | | 160～500 | |
| 70 | | 36 | 0 −0.160 | 56 | | 180～500 | |
| 80 | | 40 | | 63 | 2.5～3.0 | 200～500 | |
| 90 | 0 −0.087 | 45 | | 70 | | 220～500 | |
| 100 | | 50 | | 80 | | 250～500 | |

注：极限偏差 h9、h11 只适用于键的截面尺寸。

（2）当键长大于 500mm 时，其长度按 GB 321—80《优先数和优先数系》的 R20 系列选取。

（3）钩头楔键的技术条件符合 GB 1568—79《键技术条件》的规定。

### 3.4　几点说明

（1）楔键的上、下两面为工作面，键的上表面和轮毂的底面各有 1∶100 的斜度。装配时将键打入轮毂，靠楔紧作用传递转矩。楔键能在轴向固定零件，传递单向轴向力，但也能使轴上零件与轴的配合产生偏心和偏斜。楔键适用于低速、载荷较大，精度较低的场合。钩头楔键用于无足够位置装拆零件的场合，钩头供拆卸零件用。

（2）安装时，键的斜面与轮毂槽的斜面必须紧密贴合，以保证传递转矩。

（3）键的剖面尺寸，键的长度尺寸与旧标准的区别与普通平键相同。

## 4　切向键及其键槽（GB 1974—80）

（1）普通切向键、强力切向键及其键槽的尺寸见图 7.2-16、表 7.2-16 和表 7.2-17。

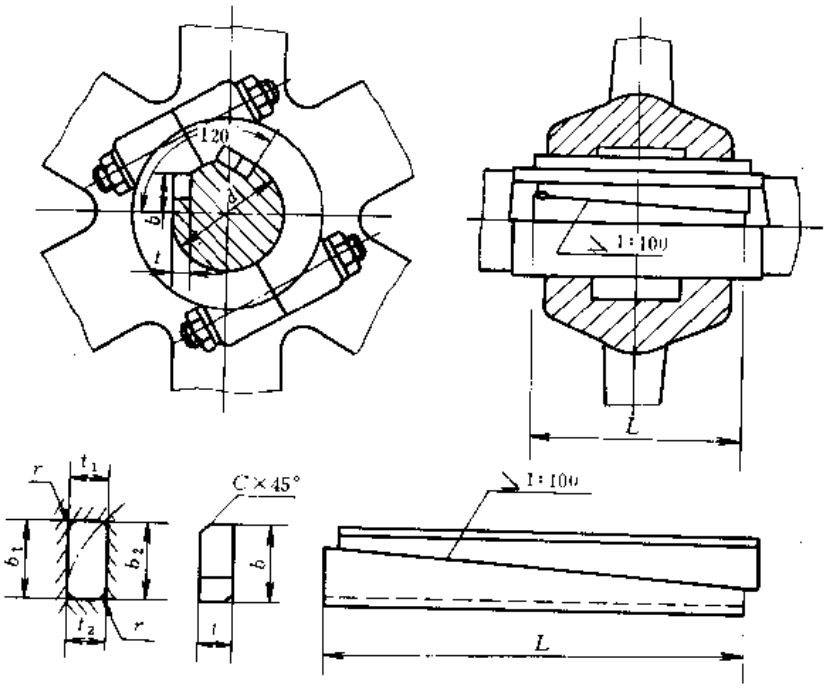



图　7.2-16

**表 7.2-16 普通切向键及键槽尺寸**（GB 1974—80） （mm）

| 轴径 $d$ | 键 | | | | | 键槽 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 厚度 $t$ | | 计算宽度 $b$ | 倒角 $C$ | | 深度 | | | | 计算宽度 | | 半径 $r$ | |
| | | | | | | 轮毂 $t_1$ | | 轴 $t_2$ | | 轮毂 $b_1$ | 轴 $b_2$ | | |
| | 尺寸 | 偏差 (h11) | | 最小 | 最大 | 尺寸 | 偏差 | 尺寸 | 偏差 | | | 最大 | 最小 |
| 60 | 7 | 0 −0.090 | 19.3 | 0.6 | 0.8 | 7 | 0 −0.2 | 7.3 | +0.2 0 | 19.3 | 19.6 | 0.6 | 0.4 |
| 65 | | | 20.1 | | | | | | | 20.1 | 20.5 | | |
| 70 | | | 21.0 | | | | | | | 21.0 | 21.4 | | |
| 75 | 8 | | 23.2 | | | 8 | | 8.3 | | 23.2 | 23.5 | | |
| 80 | | | 24.0 | | | | | | | 24.0 | 24.4 | | |
| 85 | | | 24.8 | | | | | | | 24.8 | 25.2 | | |
| 90 | | | 25.6 | | | | | | | 25.6 | 26.0 | | |
| 95 | 9 | | 27.8 | | | 9 | | 9.3 | | 27.8 | 28.2 | | |
| 100 | | | 28.6 | | | | | | | 28.6 | 29.0 | | |
| 110 | | | 30.1 | | | | | | | 30.1 | 30.6 | | |
| 120 | 10 | | 33.2 | 1 | 1.2 | 10 | | 10.3 | | 33.2 | 33.6 | 1.0 | 0.7 |
| 130 | | | 34.6 | | | | | | | 34.6 | 35.1 | | |
| 140 | 11 | | 37.7 | | | 11 | | 11.4 | | 37.7 | 38.3 | | |
| 150 | | | 39.1 | | | | | | | 39.1 | 39.7 | | |
| 160 | 12 | | 42.1 | | | 12 | | 12.4 | | 42.1 | 42.8 | | |
| 170 | | | 43.5 | | | | | | | 43.5 | 44.2 | | |
| 180 | | | 44.9 | | | | | | | 44.9 | 45.6 | | |
| 190 | 14 | 0 −0.110 | 49.6 | | | 14 | | 14.4 | | 49.6 | 50.3 | | |
| 200 | | | 51.0 | | | | | | | 51.0 | 51.7 | | |
| 220 | 16 | | 57.1 | 1.6 | 2.0 | 16 | | 16.4 | | 57.1 | 57.8 | 1.6 | 1.2 |
| 240 | | | 59.9 | | | | | | | 59.9 | 60.6 | | |
| 250 | 18 | | 64.6 | | | 18 | | 18.4 | | 64.6 | 65.3 | | |
| 260 | | | 66.0 | | | | | | | 66.0 | 66.7 | | |
| 280 | 20 | | 72.1 | 2.5 | 3.0 | 20 | 0 −0.3 | 20.4 | +0.3 0 | 72.1 | 72.8 | 2.5 | 2.0 |
| 300 | | | 74.8 | | | | | | | 74.8 | 75.5 | | |
| 320 | 22 | | 81.0 | | | 22 | | 22.4 | | 81.0 | 81.6 | | |
| 340 | | | 83.6 | | | | | | | 83.6 | 84.3 | | |
| 360 | 26 | 0 −0.130 | 93.2 | | | 26 | | 26.4 | | 93.2 | 93.8 | | |
| 380 | | | 95.9 | | | | | | | 95.9 | 96.6 | | |
| 400 | | | 98.6 | | | | | | | 98.6 | 99.3 | | |
| 420 | 30 | | 108.2 | 3.0 | 4.0 | 30 | | 30.4 | | 108.2 | 108.8 | 3.0 | 2.5 |
| 450 | | | 112.3 | | | | | | | 112.3 | 112.9 | | |
| 480 | 34 | | 123.1 | | | 34 | | 34.4 | | 123.1 | 123.8 | | |
| 500 | | | 125.9 | | | | | | | 125.9 | 126.6 | | |
| 530 | 38 | 0 −0.160 | 136.7 | | | 38 | | 38.4 | | 136.7 | 137.4 | | |
| 560 | | | 140.8 | | | | | | | 140.8 | 141.5 | | |
| 600 | 42 | | 153.1 | | | 42 | | 42.4 | | 153.1 | 153.8 | | |
| 630 | | | 157.1 | | | | | | | 157.1 | 157.8 | | |

**表 7.2-17　强力切向键及键槽尺寸**（GB 1974－80）　　(mm)

| 轴径 $d$ | 键 | | | | | 键槽 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 厚度 $t$ | | 计算宽度 $b$ | 倒角 $C$ | | 深度 | | | | 计算宽度 | | 半径 $r$ | |
| | | | | | | 轮毂 $t_1$ | | 轴 $t_2$ | | 轮毂 $b_1$ | 轴 $b_2$ | | |
| | 尺寸 | 偏差 (h11) | | 最小 | 最大 | 尺寸 | 偏差 | 尺寸 | 偏差 | | | 最大 | 最小 |
| 100 | 10 | 0 −0.090 | 30 | 1.0 | 1.2 | 10 | 0 −0.2 | 10.3 | +0.2 0 | 30 | 30.4 | 1.0 | 0.7 |
| 110 | 11 | 0 −0.110 | 33 | | | 11 | | 11.4 | | 33 | 33.5 | | |
| 120 | 12 | | 36 | | | 12 | | 12.4 | | 36 | 36.5 | | |
| 130 | 13 | | 39 | | | 13 | | 13.4 | | 39 | 39.5 | | |
| 140 | 14 | | 42 | | | 14 | | 14.4 | | 42 | 42.5 | | |
| 150 | 15 | | 45 | 1.6 | 2.0 | 15 | | 15.4 | | 45 | 45.5 | 1.6 | 1.2 |
| 160 | 16 | | 48 | | | 16 | | 16.4 | | 48 | 48.5 | | |
| 170 | 17 | | 51 | | | 17 | | 17.4 | | 51 | 51.5 | | |
| 180 | 18 | | 54 | | | 18 | | 18.4 | | 54 | 54.5 | | |
| 190 | 19 | 0 −0.130 | 57 | 2.5 | 3.0 | 19 | | 19.4 | | 57 | 57.5 | 2.5 | 2.0 |
| 200 | 20 | | 60 | | | 20 | | 20.4 | | 60 | 60.5 | | |
| 220 | 22 | | 66 | | | 22 | | 22.4 | | 66 | 66.5 | | |
| 240 | 24 | | 72 | | | 24 | | 24.4 | | 72 | 72.5 | | |
| 250 | 25 | | 75 | | | 25 | | 25.4 | | 75 | 75.5 | | |
| 260 | 26 | | 78 | | | 26 | | 26.4 | | 78 | 78.5 | | |
| 280 | 28 | | 84 | 3.0 | 4.0 | 28 | | 28.4 | | 84 | 84.5 | 3.0 | 2.5 |
| 300 | 30 | | 90 | | | 30 | | 30.4 | | 90 | 90.5 | | |
| 320 | 32 | 0 −0.160 | 96 | | | 32 | 0 −0.3 | 32.4 | +0.3 0 | 96 | 96.5 | | |
| 340 | 34 | | 102 | | | 34 | | 34.4 | | 102 | 102.5 | | |
| 360 | 36 | | 108 | | | 36 | | 36.4 | | 108 | 108.5 | | |
| 380 | 38 | | 114 | | | 38 | | 38.4 | | 114 | 114.5 | | |
| 400 | 40 | | 120 | | | 40 | | 40.4 | | 120 | 120.5 | | |
| 420 | 42 | | 126 | | | 42 | | 42.4 | | 126 | 126.5 | | |
| 450 | 45 | | 135 | 4.0 | 5.0 | 45 | | 45.4 | | 135 | 135.5 | 4.0 | 3.0 |
| 480 | 48 | | 144 | | | 48 | | 48.5 | | 144 | 144.7 | | |
| 500 | 50 | | 150 | | | 50 | | 50.5 | | 150 | 150.7 | | |
| 530 | 53 | 0 −0.190 | 159 | | | 53 | | 53.5 | | 159 | 159.7 | | |
| 560 | 56 | | 168 | | | 56 | | 56.5 | | 168 | 168.7 | | |
| 600 | 60 | | 180 | 5.0 | 7.0 | 60 | | 60.5 | | 180 | 180.7 | 5.0 | 4.0 |
| 630 | 63 | | 189 | | | 63 | | 63.5 | | 189 | 189.7 | | |
| 710 | 71 | | 213 | | | 71 | | 71.5 | | 213 | 213.7 | | |
| 800 | 80 | | 240 | | | 80 | | 80.5 | | 240 | 240.7 | | |
| 900 | 90 | 0 −0.220 | 270 | 7.0 | 9.0 | 90 | | 90.5 | | 270 | 270.7 | 7.0 | 5.0 |
| 1000 | 100 | | 300 | | | 100 | | 100.5 | | 300 | 300.7 | | |

(2) 对普通切向键，若轴径 $d$ 位于表列轴径尺寸栏的中间数值时，采用与它最接近的稍大轴径的 $t$ 和 $t_1$、$t_2$，但 $b$ 和 $b_1$、$b_2$ 须用以下公式计算：

$$b=b_1=\sqrt{t\ (d-t)}$$

$$b_2=\sqrt{t_2\ (d-t_2)}$$

(3) 对强力切向键，若轴径 $d$ 位于表列轴径尺寸栏的中间数值时，键与键槽的尺寸用以下公式计算：

$t=t_1=0.1d$

$b=b_1=0.3d$

$t_2=t+0.3$mm（当 $t\leqslant 10$mm）

$t_2=t+0.4$mm（当 $10<t\leqslant 45$mm）

$t_2=t+0.5$mm（当 $t>45$mm）

$b_2=\sqrt{t_2\ (d-t_2)}$

(4) 一对切向键在装配时，1∶100 的两斜面之间，以及键的两工作面与轴槽和轮毂槽的工作面之间，都必须紧密贴合。

一对切向键在装配之后的相互位置应用销或其他适当的方法固定。

(5) 长度 $L$ 按实际结构确定，建议一般比轮毂厚度长 10%～15%。

(6) 键的抗拉强度应不低于 590N/mm²。

(7) 几点说明：

1) 切向键由两个斜度为 1∶100 的楔键组成，其上、下两个面为工作面，其中一面位于通过轴线的平面内，工作面上的压力沿轴的切线方向作用，能传递很大转矩，适用于低速重载承受双向转矩，对中要求不严的场合。

2) 一对切向键只传递一个方向的转矩。传递双向转矩时，须用两对互成 120°～135°角的切向键。若两对不够，可根据需要增加键数。

3) 普通切向键适用于承受均衡载荷的场合；强力切向键适用于交变和冲击载荷的场合。

4) GB 1974—80 采用国际标准 ISO3117—77《切向键及其键槽》，但 ISO3117—77 对强力切向键只规定计算公式而未列出表格。

## 5 键技术条件 (GB1568—79)

(1) 键的抗拉强度应不小于 590N/mm²

(2) 当键长 $L$ 与键宽 $b$ 之比大于或等于 8 时，$b$ 面在长度方向的平行度应符合 GB1184—80《形状与位置公差 未注公差值的规定》，当 $b\leqslant 6$mm 按 7 级；$b\geqslant 8$～36mm 按 6 级；当 $b\geqslant 40$mm 按 5 级。

(3) 半圆键，键长 $L$ 的两端允许倒成圆角，圆角半径 $r=0.5$～1.5mm。

(4) 键表面不允许有裂缝、浮锈、氧化皮和影响使用的条痕、凹痕及毛刺。

## 6 键用型钢 (GB1101—79)

(1) 平键及普通楔键用型钢，见图 7.2-17，表 7.2-18。

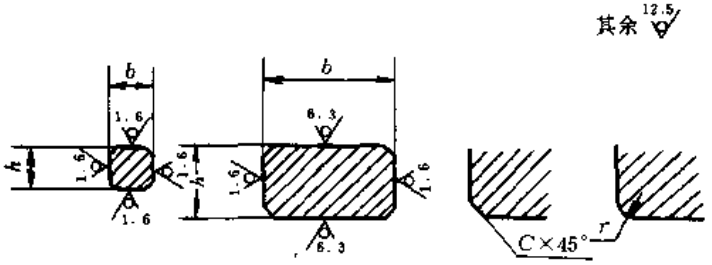



图 7.2-17

标记示例：

普通平键（或普通楔键）用型钢 $b=16$mm、$h=10$mm

键钢 16×10 GB 1101—79

薄型平键用型钢 $b=16$mm、$h=10$mm

键钢 16×7 GB 1101—79

(2) 键用型钢的抗拉强度应不小于 590N/mm²

注：型钢的材料，一般用途时推荐采用 45、35 号钢。

## 7 我国采用国际标准的情况

到目前为止，国际标准化组织 ISO/TC14《机器轴及其附件》共发布了 6 个键联结方面的标准。其中，除 ISO2492—74《有钩头及无钩头薄型楔键及其键槽》我国没有制订相应的标准外，其余 5 个 ISO 标准我国都有相应的国家标准。我国关于键联结方面的国家标准共有 13 个，与国际标准的对照关系见表 7.2-19。

**表 7.2-18　平键及普通楔键用型钢**（GB 1101—79）　　（mm）

| 键　宽 | | 键高 $h$ | | | | $C$ 或 $r$ | | 每米长的质量（kg≈） | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $b$ | 极限偏差 h9 | 普通 | 极限偏差 * | 薄型 | 极限偏差 h11 | 最小 | 最大 | 普通 | 薄型 |
| 2 | 0 | 2 | 0 | | | 0.16 | 0.25 | 0.03 | |
| 3 | −0.025 | 3 | −0.025 | | | | | 0.07 | |
| 4 | | 4 | | | | | | 0.13 | |
| 5 | 0 | 5 | 0 | 3 | 0 | | | 0.20 | 0.12 |
| 6 | −0.030 | 6 | −0.030 | | −0.060 | | | 0.29 | 0.19 |
| 8 | 0 | 7 | | 4 | | 0.25 | 0.40 | 0.44 | 0.31 |
| 10 | −0.036 | 8 | | 5 | 0 | | | 0.63 | 0.47 |
| 12 | | 8 | 0 | 6 | −0.075 | | | 0.75 | 0.56 |
| 14 | 0 | 9 | −0.090 | 6 | | 0.40 | 0.60 | 0.99 | 0.66 |
| 16 | −0.043 | 10 | | | | | | 1.26 | 0.88 |
| 18 | | 11 | 0 | 7 | | | | 1.55 | 0.99 |
| 20 | 0 | 12 | −0.110 | 7 | 0 | | | 1.88 | 1.26 |
| 22 | −0.052 | 14 | | 8 | −0.090 | 0.60 | 0.80 | 2.42 | 1.55 |
| | | | | 9 | | | | | |

| 键　宽 | | 键高 $h$ | | | | $C$ 或 $r$ | | 每米长的质量（kg≈） | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $b$ | 极限偏差 h9 | 普通 | 极限偏差 h11 | 薄型 | 极限偏差 h11 | 最小 | 最大 | 普通 | 薄型 |
| 25 | 0 | 14 | 0 | 9 | 0 | | | 2.75 | 1.77 |
| 28 | −0.052 | 16 | −0.110 | 10 | −0.090 | 0.60 | 0.80 | 3.52 | 2.20 |
| 32 | | 18 | | 11 | 0 | | | 4.52 | 2.76 |
| 36 | 0 | 20 | | 12 | −0.110 | | | 5.65 | 3.39 |
| 40 | −0.062 | 22 | 0 | | | | | 6.91 | |
| 45 | | 25 | −0.130 | | | 1.0 | 1.20 | 8.83 | |
| 50 | | 28 | | | | | | 10.99 | |
| 56 | | 32 | | | | | | 14.07 | |
| 63 | 0 | 32 | | — | — | 1.6 | 2.0 | 15.83 | |
| 70 | −0.074 | 36 | 0 | | | | | 19.78 | |
| 80 | | 40 | −0.160 | | | | | 25.12 | |
| 90 | 0 | 45 | | | | 2.5 | 3.0 | 31.79 | |
| 100 | −0.087 | 50 | | | | | | 39.25 | |

注：* 对截面为正方形的为 h9、长方形的为 h11。

**表 7.2-19　我国标准与国际标准对照表**

| 国家标准代号 | 相应的国际标准 | 采用程度 |
|---|---|---|
| GB 1095—79<br>GB 1096—79<br>GB 1097—79 | ISO/R　773—69 长方形及正方形平行键及其键槽 | 等效采用 |
| GB 1098—79<br>GB 1099—79 | ISO3912—77　半圆键及其键槽 | 等效采用 |
| GB 1563—79<br>GB 1564—79<br>GB 1565—79 | ISO/R774—69　有钩头及无钩头楔键及其键槽 | 等效采用 |
| GB 1566—79<br>GB 1567—79 | ISO2491—74　薄型平键及其键槽 | 等效采用 |
| — | ISO2492—74　有钩头及无钩头薄型楔键及其键槽 | — |
| GB 1974—80 | ISO3117—77　切向键及其键槽 | 等效采用 |
| GB 1101—79 | — | — |
| GB 1568—79 | — | — |

## 8　有关国家键联结概况

由于键联结应用较广，各国均制订了键联结标准。

### 8.1　德国标准

德国的键联结种类较多，共有 11 个标准。

DIN 6881—1956　《鞍形键　尺寸与用途》这种键的一面为圆弧形，与轴的外圆配合，另一面具有 1∶100 的斜度。轮毂槽也有 1∶100 的斜度，靠键的斜面与轮毂槽的斜面的楔紧作用传递运动或扭矩，这种键传递转矩小。

DIN 6883—1956　《薄型楔键　尺寸与用途》。键的剖面尺寸为 8×5～50×18，适用的直径为 22～230mm。

DIN 6884—1955　钩头楔键　尺寸与用途。

DIN 6885B1—1967 为普通平键及其键槽、尺寸及公差，公差规定两种：一般的键联结和较紧键联结。

DIN 6885B2—1967 为机床用普通平键，键的尺寸为 2×2～40×22，适用的轴径为 ϕ10～170mm，公差配合为较松键联结。

DIN 6885B3—1956 为薄型平键、尺寸与用途。规定键的剖面尺寸为 5×3～36×12，适用的轴径为 12～150mm。

DIN 6886—1967 为普通楔键 尺寸与用途。

DIN 6889—1956 为钩头鞍形键 尺寸与用途，规定键的尺寸为 8×3.5～36×9，适用的轴径为 22～150mm。

DIN 271—1974 为均匀负荷用切向键及其键槽，适用的轴径为 60～630mm。

DIN 268—1974 为冲击交变负荷用切向键及其键槽，适用的轴径为 100～1000mm。

DIN 6880—1975 为键用型钢，规定了普通键、薄型键和方形键用的钢材。

## 8.2 法国标准

法国键联结标准有 7 个：

NF—E22—175—1972《平行键联结》，规定了普通平键和薄型平键的键槽尺寸、公差；

NF—E22—176—1972《楔键联结》，规定了普通楔键和薄型楔键的键槽尺寸、公差；

NF—E27—656—1972《平行键》，规定了普通平键和薄型平键的尺寸和公差；

NF—E27—657—1972《楔键》，规定了普通楔键和薄型楔键的尺寸和公差；

NF—E27—658—1969《用螺纹固定的平行键》；

NF—E27—653—1961《半圆键 尺寸和公差》，规定了半圆键尺寸、公差以及轴槽尺寸；

NF—E27—655—1961《半圆键用轧制坯件》。

## 8.3 日本标准

日本的键联结标准有 3 个。

JIS B1301—1976《埋头键及其键槽》；

JIS B1302—1976《半圆键及其键槽》；

JIS B1303—1976《滑键及其键槽》。

JIS B1301—1976 规定了平行键、楔键及其键槽的尺寸和公差。平行键的型式分为单头圆弧、双头圆弧、单头锥形和双头锥形四种。关于键槽深度，在 1958 年标准中，大直径段的轴槽深度是按键在轴中心线与外圆正交点二等分确定。1972 年对 JIS B1301 进行修订，轴槽深按键侧与轴槽和轮毂槽的接触高度各为 $\frac{1}{2}h$ 的比例确定，配合分为一般键联结和较紧键联结两种，其公差与国际标准相同。键的剖面尺寸除与 ISO 相同外，还保留了 1958 年标准的 6 个尺寸（7×7、15×7、24×16、35×22、38×24、42×26），这 6 个尺寸明确规定在新产品设计时不允许使用。

## 8.4 前苏联标准

前苏联的键联结原先有 12 个标准，1980 年修订时，合并为 7 个标准，它们是：

ГОСТ 10748—1979《互换性基本标准 厚平行键键的剖面尺寸和键槽尺寸 公差与配合》；

ГОСТ 23360—1980《互换性基本标准 平行键公差与配合》；

ГОСТ 24068—1980《互换性基本标准 楔型键的键联结 键尺寸及键槽剖面 公差与配合》；

ГОСТ 24069—1980《互换性基本标准 标准切向键的键联结 键和键槽的剖面尺寸 公差与配合》；

ГОСТ 24070—1980《互换性基本标准 加强切向键的键联结 键和键槽的剖面尺寸 公差与配合》；

ГОСТ 24071—1980《互换性基本标准 半圆键的键联结 键与键槽的剖面尺寸 公差与配合》；

同时苏联还执行经互会标准

СТСЭВ 189—1975《СЭВ 公差与配合统一体制 平行键 键与键槽基本尺寸》。

各国标准中键联结的键槽尺寸的规定，即键放在轴上多深，放在轮毂里是什么位置，在 ISO/R773—69 颁发前，大体上有三种情况：第一种情况是以前苏联 $\frac{\text{ОСТ}}{\text{НКМ}}$4084—1937、JIS B1301—1958 为代表，轴槽深在大直径段，按键在轴中心线与外圆正交点二等分确定，相当于我国 72 年标准的 I 型槽；第二种情况是以 DIN6885B1—1943 和 1956 年标准、英国 BS0046—1958、美国 ANSIB17.1—1967 为代表，轴槽深按键侧与轴槽和轮毂槽的接触高度各为 $\frac{1}{2}h$（键高）的比例来确定，相当于我国 72 年标准的 II 型槽；第三种情况是前苏联 1958 年对 $\frac{\text{ОСТ}}{\text{НКМ}}$4084—1937 进行修订，制订了 ГОСТ8788—1958，在原有槽型的基础上，增加了第二种槽型，原来的槽型尺寸定为 I 型槽，将键侧与轴槽和轮毂槽的接触高度各为 $\frac{h}{2}$ 定为 II 型槽。自 1969 年颁发 ISO 标准后，各国陆续以 ISO 标准为基础修订了本国标准，采用了国际通用的槽型，如德国、法国、罗马尼亚、日本已先后全面采用 ISO 标准，前苏联及经互会均采用了 ISO 标准的统一槽型。

有关国家键标准的汇总表见表 7.2-20。

**表 7.2-20　有关国家键联结一览表**

| 种　类 | ISO | GB | DIN | NF | JIS | ГОСТ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 厚平行键 | — | — | — | — | — | ГОСТ 10748—79 |
| 普通平键 | ISO/R 773—69 | GB1095—79<br>GB1096—79<br>GB1097—79 | DIN6885B1—67<br>DIN6885B2—67 | NF—E22—175—72<br>NF—E27—656—72<br>NF—E27—658—69 | JIS B 1301—76<br>JISB 1303—76 | ГОСТ 23360—78<br>СТСЭВ 189—75 |
| 薄型平键 | ISO2491—74 | GB1566—79<br>GB1567—79 | DIN6885 B 3—56 | | — | — |
| 半圆键 | ISO 3912—77 | GB1098—79<br>GB1099—79 | DIN6888—68 | NF—E27—653—61<br>NF—E27—656—61 | JIS B1302—76 | ГОСТ 24071—80 |
| 普通楔键 | ISO/R 774—69 | GB1563—79<br>GB1564—79<br>GB1565—79 | DIN6884—56<br>DIN6886—67<br>DIN6887—68 | NF—E22—176—72<br>NF—E27—657—72 | JIS B 1301—76 | ГОСТ 24068—80 |
| 薄型楔键 | ISO2492—74 | — | DIN6883—56 | | | |
| 切向键 | ISO 3117—77 | GB1974—80 | DIN271—74<br>DIN 268—74 | — | — | ГОСТ 24069—80<br>ГОСТ 24070—80 |
| 鞍形键 | — | — | DIN6881—56<br>DIN 6889—56 | — | — | — |
| 键用型钢 | — | GB 1101—79<br>GB 1568—79 | DIN6880—75 | — | — | — |

## 9　薄型楔键

在国际标准中规定有薄型楔键，在 ISO2492　74 中规定了有钩头及无钩头薄型楔键及相应的在轴上及轮毂上键槽和平面的尺寸、键的材料，轴径与键的截面尺寸的对应关系。

薄型楔键一般用于圆柱形轴伸，但在其他场合下建议也应遵守。这种键适用于特殊用途，如用于薄壁的键联结。

### 9.1　键的尺寸和公差

键的形状尺寸和公差见图 7.2-18，表 7.2-21。

A型 B型 C型

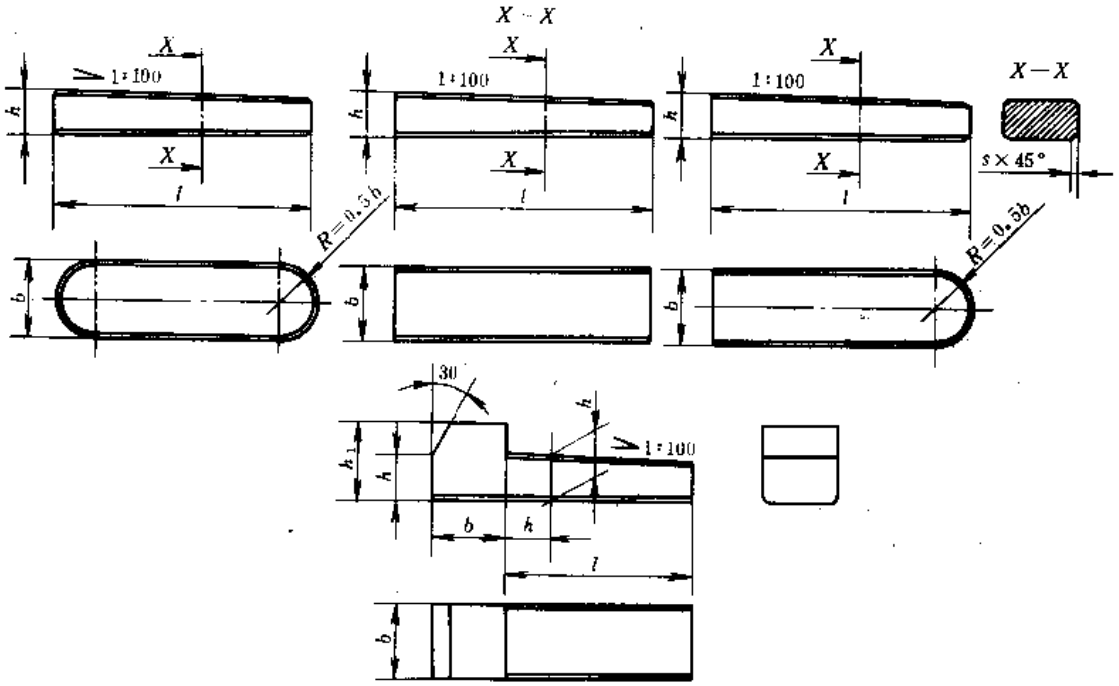



图 7.2-18

表 7.2-21 薄型楔键的尺寸（ISO 2492—74） (mm)

| 宽度 $b$ | | 厚度 $h$ | | 倒角①$S$ | | 长度②$L$ | | 钩头 $h_1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 名义尺寸 | 公差③ h | 名义尺寸 | 公差③ h11 | 最小 | 最大 | 范围 从 | 范围 到 | 名义尺寸 |
| 8 | 0 | 5 | | 0.25 | 0.40 | 20 | 70 | 8 |
| 10 | −0.036 | 6 | 0 | 0.40 | 0.60 | 25 | 90 | 10 |
| 12 | | 6 | −0.075 | 0.40 | 0.60 | 32 | 125 | 10 |
| 14 | 0 | 6 | | 0.40 | 0.60 | 36 | 140 | 10 |
| 16 | −0.043 | 7 | | 0.40 | 0.60 | 45 | 180 | 11 |
| 18 | | 7 | | 0.40 | 0.60 | 50 | 200 | 11 |
| 20 | | 8 | 0 | 0.60 | 0.80 | 56 | 220 | 12 |
| 22 | 0 | 9 | −0.090 | 0.60 | 0.80 | 63 | 250 | 14 |
| 25 | −0.053 | 9 | | 0.60 | 0.80 | 70 | 280 | 14 |
| 28 | | 10 | | 0.60 | 0.80 | 80 | 320 | 16 |
| 32 | | 11 | | 0.60 | 0.80 | 90 | 360 | 18 |
| 36 | 0 | 12 | 0 | 1.00 | 1.20 | 100 | 400 | 20 |
| 40 | −0.062 | 14 | −0.110 | 1.00 | 1.20 | 125 | 400 | 22 |
| 45 | | 16 | | 1.00 | 1.20 | 140 | 400 | 25 |
| 50 | | 18 | | 1.00 | 1.20 | 160 | 400 | 28 |

① 只对长边和圆端头的边进行倒角，其它棱边只去毛刺。

② 键的长度：20、22、25、28、32、36、40、45、50、56、63、70、80、90、100、110、125、140、160、180、200、250、280、320、360和400。

③ 公差h9、h11只适用于键的截面尺寸。

## 9.2　材料

键用钢材在加工完成时，其抗拉强度不得低于590N/mm²。

## 9.3　平面与键槽的尺寸和公差

在一般情况下，在轴上可铣出一平面（或平台见图7.2-19），也可根据要求，在轴上铣出键槽，其轴槽的尺寸与公差按给定轮毂槽宽的尺寸和公差，深度按给定平台的尺寸和公差（见表7.2-22）。

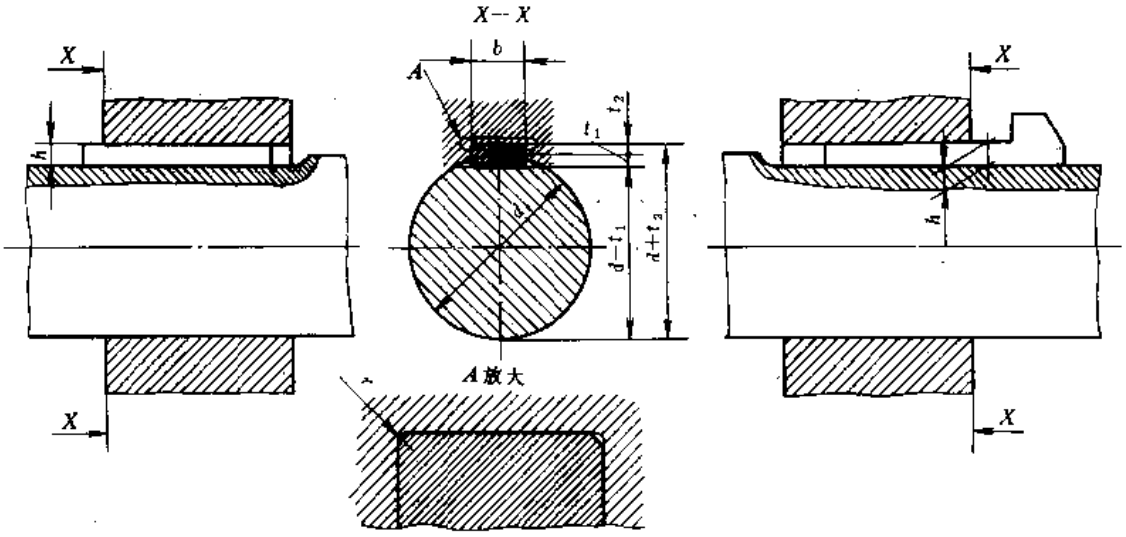



图　7.2-19

表 7.2-22　平台与键槽的尺寸和公差

| 轴 | | 键[①] | 键槽（毂） | | | | | | 平台（轴） | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 直径 $d$ | | 截面 | 宽度 $b$ | | 深度 $t_2$ | | 半径 $r$ | | 高度 $t$[②] | |
| 超过 | 到 | $b\times h$ | 名义尺寸 | 公差 | 名义尺寸 | 公差 | 最大 | 最小 | 名义尺寸 | 公差 |
| 22 | 30 | 8×5 | 8 | +0.098 | 1.7 | | 0.25 | 0.16 | 3.0 | |
| 30 | 38 | 10×6 | 10 | +0.040 | 2.2 | +0.1 | 0.40 | 0.25 | 3.5 | +0.1 |
| 38 | 44 | 12×6 | 12 | | 2.2 | 0 | 0.40 | 0.25 | 3.5 | 0 |
| 44 | 50 | 14×6 | 14 | +0.120 | 2.2 | | 0.40 | 0.25 | 3.5 | |
| 50 | 58 | 16×7 | 16 | +0.050 | 2.4 | | 0.40 | 0.25 | 4 | |
| 58 | 65 | 18×7 | 18 | | 2.4 | | 0.40 | 0.25 | 4 | |
| 65 | 75 | 20×8 | 20 | | 2.4 | | 0.60 | 0.40 | 5 | |
| 75 | 85 | 22×9 | 22 | +0.149 | 2.9 | | 0.60 | 0.40 | 5.5 | |
| 85 | 95 | 25×9 | 25 | +0.065 | 2.9 | +0.2 | 0.60 | 0.40 | 5.5 | +0.2 |
| 95 | 110 | 28×10 | 28 | | 3.4 | 0 | 0.60 | 0.40 | 6 | 0 |
| 110 | 130 | 32×11 | 32 | | 3.4 | | 0.60 | 0.40 | 7 | |
| 130 | 150 | 36×12 | 36 | +0.180 | 3.9 | | 1.00 | 0.70 | 7.5 | |
| 150 | 170 | 40×14 | 40 | +0.080 | 4.4 | | 1.00 | 0.70 | 9 | |
| 170 | 200 | 45×16 | 45 | | 5.4 | | 1.00 | 0.70 | 10 | |
| 200 | 230 | 50×18 | 50 | | 6.4 | | 1.00 | 0.70 | 11 | |

① 轴径和键截面之间的关系必须严格遵守；

② 毂上的键槽深度和轴上的平面高度可以直接测量或通过测量（$d-t_1$）和（$d+t_2$）来获得，$t_1$ 和 $t_2$ 的公差可以作为组合尺寸（$d-t_1$）和（$d+t_2$）的公差，但在表中对 $t_1$ 的公差符号要反过来。深度 $t_2$ 要在键打入轮毂的一端测量。

# 第 3 章　矩 形 花 键

在机械传动中，随着传动功率的不断增加，键联结已不能满足要求，继而出现了花键联结。将多个键（或键槽）与轴（或轮毂）制成一体，以增加传递转矩的能力，并克服由于铣键槽时造成的应力集中，这就是矩形花键，国外称为直边花键。矩形花键较平键联结的承载能力高，定心性好，适用于载荷较大和精度较高的滑动联结和固定联结。矩形花键广泛应用于机床、纺织机械、汽车拖拉机和兵器工业等行业。

我国发布的矩形花键标准有：

GB 1144—87　矩形花键　尺寸、公差和检验。

GB 10081—89　矩形内花键　长度系列

## 1　矩形花键（GB 1144—87）

GB 1144—87　国家标准规定了圆柱轴用小径定心矩形花键的基本尺寸、公差与配合、检验规则和标记方法。

该标准参照采用 ISO 14—1982《圆柱轴用小径定心矩形花键－尺寸、公差和检验》。

### 1.1　基本尺寸

矩形花键尺寸规定了轻、中两个系列，内花键和外花键的基本尺寸见图 7.3-1 和表 7.3-1。

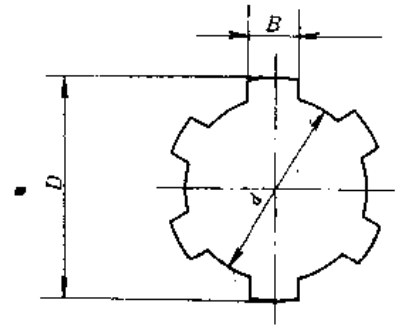



图　7.3-1

表 7.3-1　基本尺寸系列　（GB 1144—87）　（mm）

| 小径 $d$ | 轻系列 | | | | 中系列 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 规格 $N\times d\times D\times B$ | 键数 $N$ | 大径 $D$ | 键宽 $B$ | 规格 $N\times d\times D\times B$ | 键数 $N$ | 大径 $D$ | 键宽 $B$ |
| 11 | | | | | 6×11×14×3 | | 14 | 3 |
| 13 | | | | | 6×13×16×3.5 | | 16 | 3.5 |
| 16 | | | | | 6×16×20×4 | | 20 | 4 |
| 18 | | 6 | | | 6×18×22×5 | 6 | 22 | 5 |
| 21 | | | | | 6×21×25×5 | | 25 | 5 |
| 23 | 6×23×26×6 | | 26 | 6 | 6×23×28×6 | | 28 | 6 |
| 26 | 6×26×30×6 | | 30 | 6 | 6×26×32×6 | | 32 | 6 |
| 28 | 6×28×32×7 | | 32 | 7 | 6×28×34×7 | | 34 | 7 |
| 32 | 8×32×36×6 | | 36 | 6 | 8×32×38×6 | | 38 | 6 |
| 36 | 8×36×40×7 | | 40 | 7 | 8×36×42×7 | | 42 | 7 |
| 42 | 8×42×46×8 | | 46 | 8 | 8×42×48×8 | | 48 | 8 |
| 46 | 8×46×50×9 | 8 | 50 | 9 | 8×46×54×9 | 8 | 54 | 9 |
| 52 | 8×52×58×10 | | 58 | 10 | 8×52×60×10 | | 60 | 10 |
| 56 | 8×56×62×10 | | 62 | 10 | 8×56×65×10 | | 65 | 10 |
| 62 | 8×62×68×12 | | 68 | 12 | 8×62×72×12 | | 72 | 12 |
| 72 | 10×72×78×12 | | 78 | 12 | 10×72×82×12 | | 82 | 12 |
| 82 | 10×82×88×12 | | 88 | 12 | 10×82×92×12 | | 92 | 12 |
| 92 | 10×92×98×14 | 10 | 98 | 14 | 10×92×102×14 | 10 | 102 | 14 |
| 102 | 10×102×108×16 | | 108 | 16 | 10×102×112×16 | | 112 | 16 |
| 112 | 10×112×120×18 | | 120 | 18 | 10×112×125×18 | | 125 | 18 |

## 1.2　键槽截面形状和尺寸

矩形花键的键槽截面形状和尺寸见图 7.3-2、表 7.3-2。

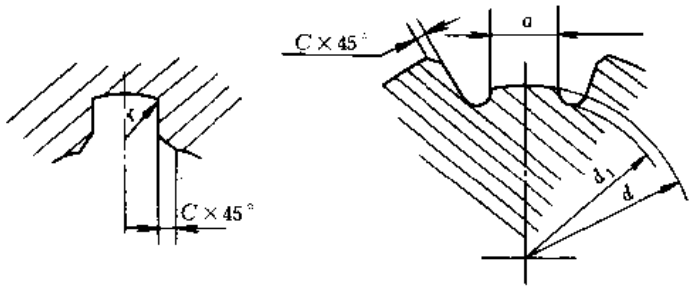



图 7.3-2

**表 7.3-2　键槽的截面尺寸**　(GB 1144－87)　　(mm)

| 轻系列 | | | | | 中系列 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 规格 $N\times d\times D\times B$ | $c$ | $r$ | 参考 $d_{1\min}$ | 参考 $a_{\max}$ | 规格 $N\times d\times D\times B$ | $c$ | $r$ | 参考 $d_{1\min}$ | 参考 $a_{\max}$ |
| | | | | | 6×11×14×3 | 0.2 | 0.1 | | |
| | | | | | 6×13×15×3.5 | | | | |
| | | | | | 6×16×20×4 | 0.3 | 0.2 | 14.4 | 1.0 |
| | | | | | 6×18×22×5 | | | 16.6 | 1.0 |
| | | | | | 6×21×25×5 | | | 19.5 | 2.0 |
| 6×23×26×6 | 0.2 | 0.1 | 22 | 3.5 | 6×23×28×6 | | | 21.2 | 1.2 |
| 6×26×30×6 | | | 24.5 | 3.8 | 6×26×32×6 | | | 23.6 | 1.2 |
| 6×28×32×7 | | | 26.6 | 4.0 | 6×28×34×7 | | | 25.8 | 1.4 |
| 8×32×36×6 | 0.3 | 0.2 | 30.3 | 2.7 | 8×32×38×6 | 0.4 | 0.3 | 29.4 | 1.0 |
| 8×36×40×7 | | | 34.4 | 3.5 | 8×36×42×7 | | | 33.4 | 1.0 |
| 8×42×46×8 | | | 40.5 | 5.0 | 8×42×48×8 | | | 39.4 | 2.5 |
| 8×46×50×9 | | | 44.6 | 5.7 | 8×46×54×9 | | | 42.6 | 1.4 |
| 8×52×58×10 | | | 49.6 | 4.8 | 8×52×60×10 | 0.5 | 0.4 | 48.6 | 2.5 |
| 8×56×62×10 | | | 53.5 | 6.5 | 8×56×65×10 | | | 52.0 | 2.5 |
| 8×62×68×12 | | | 59.7 | 7.3 | 8×62×72×12 | | | 57.7 | 2.4 |
| 10×72×78×12 | 0.4 | 0.3 | 69.6 | 5.4 | 10×72×82×12 | | | 67.4 | 1.0 |
| 10×82×88×12 | | | 79.3 | 8.5 | 10×82×92×12 | 0.6 | 0.5 | 77.0 | 2.9 |
| 10×92×98×14 | | | 89.6 | 9.9 | 10×92×102×14 | | | 87.3 | 4.5 |
| 10×102×108×16 | | | 99.5 | 11.3 | 10×102×112×16 | | | 97.7 | 6.2 |
| 10×112×120×18 | 0.5 | 0.4 | 108.8 | 10.5 | 10×112×125×18 | | | 106.2 | 4.1 |

注：$d_1$ 和 $a$ 值仅适用于展成法加工。

## 1.3 公差与配合

(1) 内花键和外花键的尺寸公差带见表 7.3-3。

(2) 小径的极限尺寸遵守包容原则。

(3) 花键的形状和位置公差

**表 7.3-3 内、外花键的尺寸公差带**

(GB 1144—87)

| 内花键 d | 内花键 D | 内花键 B 拉削后不热处理 | 内花键 B 拉削后热处理 | 外花键 d | 外花键 D | 外花键 B | 装配型式 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 一般用 | | | | | | | |
| H7 | H10 | H9 | H11 | f7 | a11 | d10 | 滑动 |
| | | | | g7 | | f9 | 紧滑动 |
| | | | | h7 | | h10 | 固定 |

(续)

| 内花键 d | 内花键 D | 内花键 B 拉削后不热处理 | 内花键 B 拉削后热处理 | 外花键 d | 外花键 D | 外花键 B | 装配型式 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 精密传动用 | | | | | | | |
| H5 | H10 | H7、H9 | | f5 | a11 | d8 | 滑动 |
| | | | | g5 | | f7 | 紧滑动 |
| | | | | h5 | | h8 | 固定 |
| H6 | | | | f6 | | d8 | 滑动 |
| | | | | g6 | | f7 | 紧滑动 |
| | | | | h6 | | h8 | 固定 |

注：1. 精密传动用的内花键，当需要控制键侧配合间隙时，槽宽可选用 H7，一般情况下可选用 H9。

2. $d$ 为 H6 和 H7 的内花键，允许与提高一级的外花键配合。

1) 花键的位置度公差见图 7.3-3、表 7.3-4。

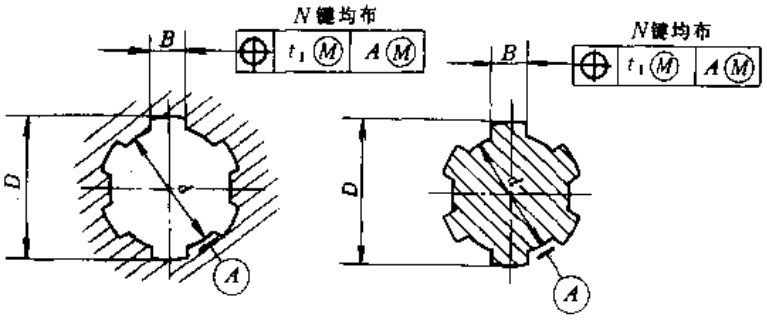



图 7.3-3

**表 7.3-4 位置度公差** (GB 1144 -87)

(mm)

| 键槽宽 键宽 B | | 3 | 3.5～6 | 7～10 | 12～18 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $t_1$ | | | |
| 键槽宽 | | 0.010 | 0.015 | 0.020 | 0.025 |
| 键宽 | 滑动、固定 | 0.010 | 0.015 | 0.020 | 0.025 |
| | 紧滑动 | 0.006 | 0.010 | 0.013 | 0.016 |

2) 对较长的花键，可根据产品性能自行规定键侧对轴线的平行度公差。

3) 花键的对称度公差见图 7.3-4、表 7.3-5

4) 花键的等分度公差值等于键宽的对称度公差值(见表 7.3-5)。

## 1.4 检验规则

(1) 内花键的检验

1) 用花键综合塞规，同时检验下列各项目，以保证配合要求和安装要求。

小径

大径

键槽宽

大径对小径的同轴度

键槽的位置度（包括等分度、对称度）

2) 用单项止端塞规（或其他量具）分别检验下列项目的最大极限尺寸。

小径

大径

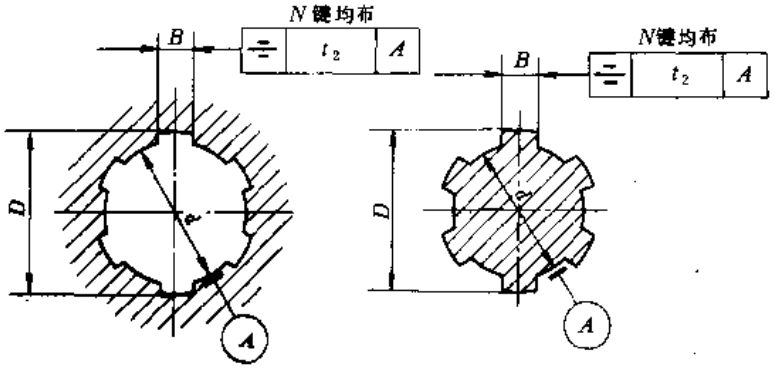



图 7.3-4

**表 7.3-5　对称度公差**　(GB 1144—87)

(mm)

| 键槽宽<br>键　宽　B | 3 | 3.5～6 | 7～10 | 12～18 |
|---|---|---|---|---|
| | $t_2$ | | | |
| 一般用 | 0.010 | 0.012 | 0.015 | 0.018 |
| 精密传动用 | 0.006 | 0.008 | 0.009 | 0.011 |

键槽宽

(2) 外花键的检验

1) 用花键综合环规，同时检验下列各项目，以保证配合要求和安装要求。

小径

大径

键宽

大径对小径的同轴度

花键的位置度（包括等分度、对称度）

2) 用单项止端卡板（或其他量具）分别检验下列项目的最小极限尺寸：

小径

大径

键宽

(3) 检验内、外花键时，综合量规通过，单项止端量规不通过，则花键合格。

当综合量规不通过，花键为不合格。

### 1.5　矩形花键综合量规和单项止端量规的尺寸公差带和数值表

(1) 检验矩形花键小径用的量规公差带见图 7.3-5，量规公差值和位置要素值见表 7.3-6。

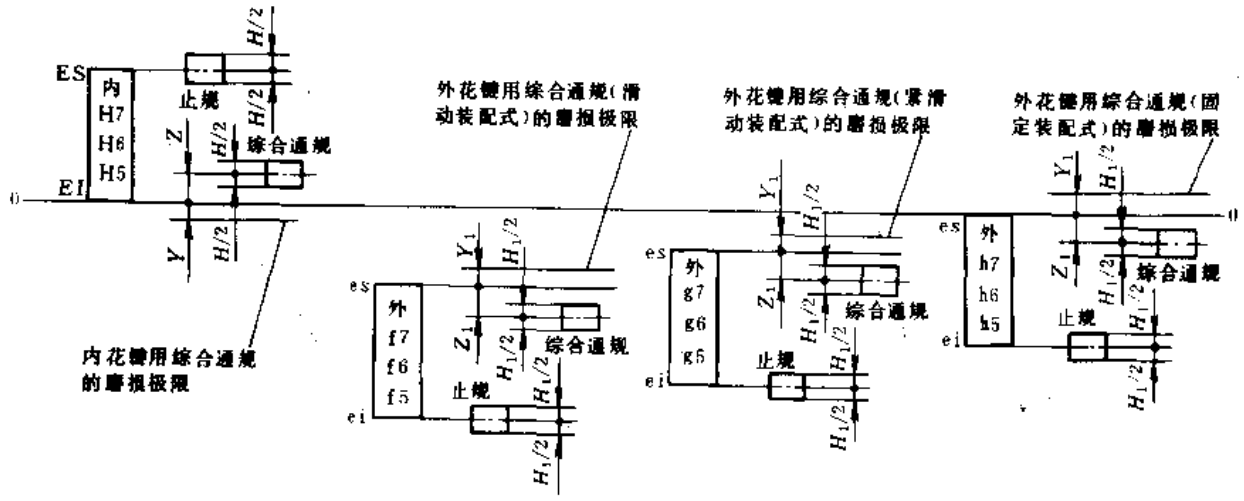



图 7.3-5

**表 7.3-6 检验小径 $d$ 用量规公差值和位置要素值** (GB 1144—87)

| 公差带代号 | 小径尺寸(mm) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | >10～18 | | | | | >18～30 | | | | |
| | 内花键用量规公差值和位置要素值(μm) | | | | | | | | | |
| | ES | EI | H | Z | Y | ES | EI | H | Z | Y |
| H7 | +18 | 0 | 3 | 2.5 | 2 | +21 | 0 | 4 | 3 | 3 |
| H6 | +11 | | 2 | 2 | 1.5 | +13 | | 2.5 | 2 | 1.5 |
| H5 | +8 | | | | | +9 | | | | |
| | 外花键用量规公差值和位置要素值(μm) | | | | | | | | | |
| | es | ei | $H_1$ | $Z_1$ | $Y_1$ | es | ei | $H_1$ | $Z_1$ | $Y_1$ |
| f7 | −16 | −34 | 3 | 2.5 | 2 | −20 | −41 | 4 | 3 | 3 |
| f6 | | −27 | | | | | −33 | | | |
| f5 | | −24 | 2 | 2 | 1.5 | | 29 | 2.5 | 2 | 1.5 |
| g7 | −6 | −24 | 3 | 2.5 | 2 | −7 | −28 | 4 | 3 | 3 |
| g6 | | −17 | | | | | −20 | | | |
| g5 | | −14 | 2 | 2 | 1.5 | | −16 | 2.5 | 2 | 1.5 |
| h7 | 0 | −18 | 3 | 2.5 | 2 | 0 | −21 | 4 | 3 | 3 |
| h6 | | −11 | | | | | −13 | | | |
| h5 | | −8 | 2 | 2 | 1.5 | | −9 | 2.5 | 2 | 1.5 |

| 公差带代号 | 小径尺寸(mm) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | >30～50 | | | | | >50～80 | | | | | >80～120 | | | | |
| | 内花键用量规公差值和位置要素值(μm) | | | | | | | | | | | | | | |
| | ES | EI | H | Z | Y | ES | EI | H | Z | Y | ES | EI | H | Z | Y |
| H7 | +25 | 0 | 4 | 3.5 | 3 | +30 | 0 | 5 | 4 | 3 | +35 | 0 | 6 | 5 | 4 |
| H6 | +16 | | 2.5 | 2.5 | 2 | +19 | | 3 | 2.5 | 2 | +22 | | 4 | 3 | 3 |
| H5 | +11 | | | | | +13 | | | | | +15 | | | | |
| | 外花键用量规公差值和位置要素值(μm) | | | | | | | | | | | | | | |
| | es | ei | $H_1$ | $Z_1$ | $Y_1$ | es | ei | $H_1$ | $Z_1$ | $Y_1$ | es | ei | $H_1$ | $Z_1$ | $Y_1$ |
| f7 | −25 | −50 | 4 | 3.5 | 3 | −30 | −60 | 5 | 4 | 3 | −36 | −71 | 6 | 5 | 4 |
| f6 | | −41 | | | | | −49 | | | | | −58 | | | |
| f5 | | −36 | 2.5 | 2.5 | 2 | | −43 | 3 | 2.5 | 2 | | −51 | 4 | 3 | 3 |
| g7 | −9 | −34 | 4 | 3.5 | 3 | −10 | −40 | 5 | 4 | 3 | −12 | −47 | 6 | 5 | 4 |
| g6 | | −25 | | | | | −29 | | | | | −34 | | | |
| g5 | | −20 | 2.5 | 2.5 | 2 | | −23 | 3 | 2.5 | 2 | | −27 | 4 | 3 | 3 |
| h7 | 0 | −25 | 4 | 3.5 | 3 | 0 | −30 | 5 | 4 | 3 | 0 | −35 | 6 | 5 | 4 |
| h6 | | −16 | | | | | −19 | | | | | −22 | | | |
| h5 | | −11 | 2.5 | 2.5 | 2 | | −13 | 3 | 2.5 | 2 | | −15 | 4 | 3 | 3 |

(2) 检验矩形花键大径用的量规公差带见图 7.3-6 量规公差值和位置要素值见表 7.3-7。

(3) 检验矩形花键键槽宽和键宽用的量规公差带见图 7.3-7，量规公差值和位置要素值见表 7.3-8。

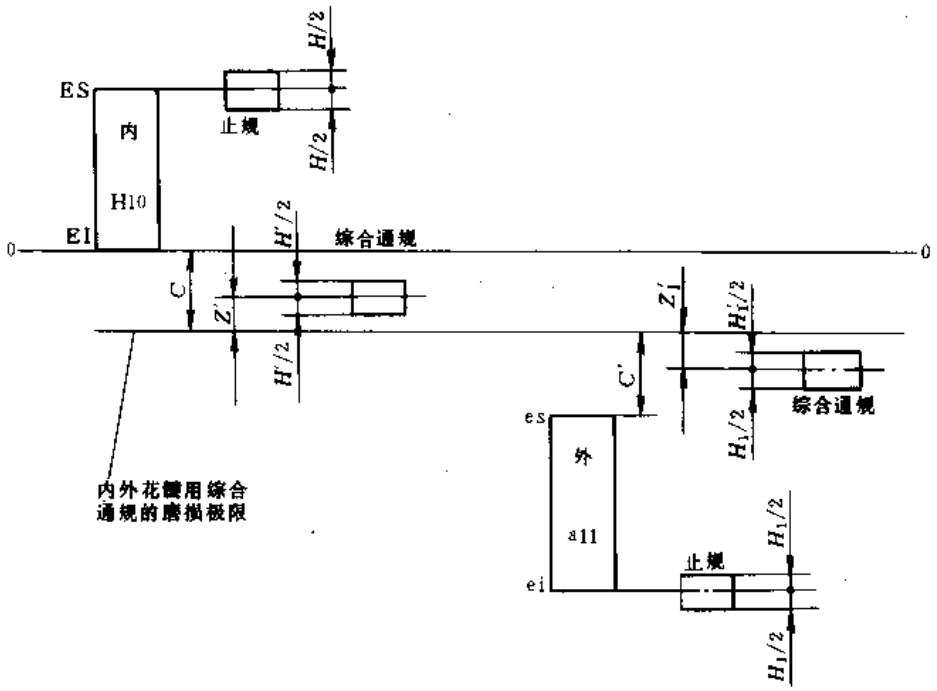



图 7.3-6

表 7.3-7　检验大径 $D$ 用量规公差值和位置要素值　(GB 1144—87)

| 大径尺寸 (mm) | 量规公差值和位置要素值 (μm) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 大径公差带 | ES | EI | H | H' | C | Z' | 大径公差带 | es | ei | $H_1$ | $H'_1$ | C | $Z'_1$ |
| >10~18 | H10 | +70 | 0 | 3 | 11 | 145 | 10.5 | a11 | −290 | −400 | 8 | 11 | 145 | 10.5 |
| >18~30 | | +84 | | 4 | 13 | 150 | 12.5 | | −300 | −430 | 9 | 13 | 150 | 12.5 |
| >30~40 | | +100 | | | 16 | 155 | 15 | | −310 | −470 | 11 | 16 | 155 | 15 |
| >40~50 | | | | | | 160 | | | −320 | −480 | | | 160 | |
| >50~65 | | +120 | | 5 | 19 | 170 | 17.5 | | −340 | −530 | 13 | 19 | 170 | 17.5 |
| >65~80 | | | | | | 180 | | | −360 | −550 | | | 180 | |
| >80~100 | | +140 | | 6 | 22 | 190 | 21 | | −380 | −600 | 15 | 22 | 190 | 21 |
| >100~120 | | | | | | 205 | | | −410 | −630 | | | 205 | |
| >120~125 | | +160 | | 8 | 25 | 230 | 24.5 | | −460 | −710 | 18 | 25 | 230 | 24.5 |

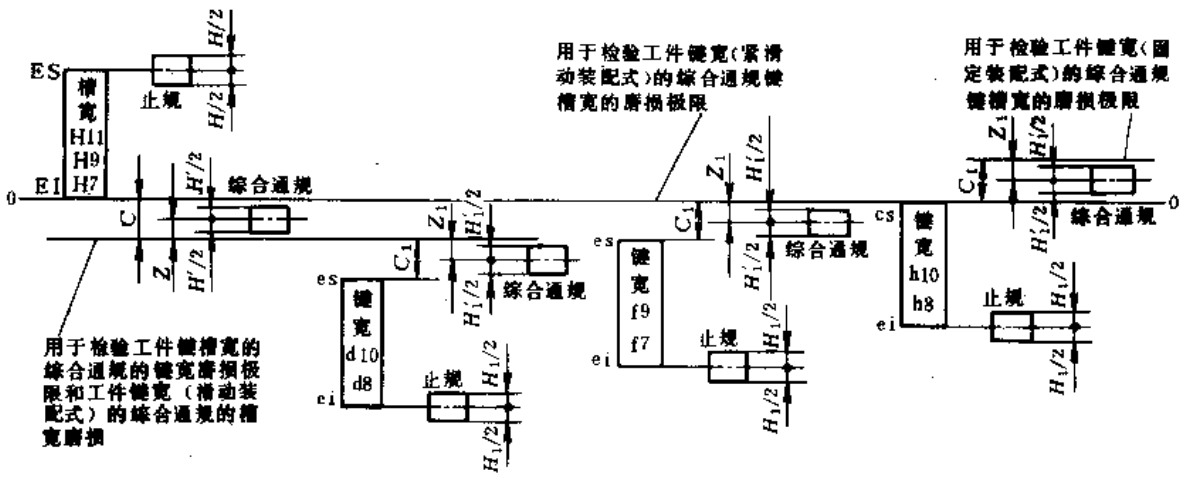



图 7.3-7

表 7.3-8 检验槽宽和键宽用量规的公差值和位置要素值

| 公差带代号 | 槽宽和键宽尺寸（mm） | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ≤3 | | | | | | >3～6 | | | | | |
| | 槽宽用量规公差值和位置要素值（μm） | | | | | | | | | | | |
| | ES | EI | H | C | Z | H′ | ES | EI | H | C | Z | H′ |
| H11 | +60 | 0 | 4 | 10 | 6 | 6 | +75 | 0 | 5 | 15 | 8 | 8 |
| H9 | +25 | | 2 | | | | +30 | | 2.5 | | | |
| H7 | +10 | | | | | | +12 | | | | | |
| | 键宽用量规公差值位置要素值（μm） | | | | | | | | | | | |
| | es | ei | $H_1$ | $C_1$ | $Z_1$ | $H'_1$ | es | ei | $H_1$ | $C_1$ | $Z_1$ | $H'_1$ |
| d10 | −20 | −60 | 2 | 10 | 6 | 6 | −30 | −78 | 2.5 | 15 | 8 | 8 |
| d8 | | −34 | | | | | | −48 | | | | |
| f9 | −6 | −31 | | 6 | | | −10 | −40 | | 10 | | |
| f7 | | −16 | | | | | | −22 | | | | |
| h10 | 0 | −40 | | 10 | | | 0 | −48 | | 15 | | |
| h8 | | −14 | | | | | | −18 | | | | |
| 公差带代号 | 槽宽和键宽尺寸（mm） | | | | | | | | | | | |
| | >6～10 | | | | | | >10～18 | | | | | |
| | 槽宽用量规公差值和位置要素值（μm） | | | | | | | | | | | |
| | ES | EI | H | C | Z | $H'_1$ | ES | EI | H | C | Z | $H'_1$ |
| H11 | +90 | 0 | 6 | 20 | 8.5 | 9 | +110 | 0 | 8 | 25 | 10.5 | 11 |
| H9 | +36 | | 2.5 | | | | +43 | | 3 | | | |
| H7 | +15 | | | | | | +18 | | | | | |
| | 键宽用量规公差值和位置要素值（μm） | | | | | | | | | | | |
| | es | ei | $H_1$ | $C_1$ | $Z_1$ | $H'_1$ | es | ei | $H_1$ | $C_1$ | $Z_1$ | $H'_1$ |
| d10 | −40 | −98 | 2.5 | 20 | 8.5 | 9 | −50 | −120 | 3 | 25 | 10.5 | 11 |
| d8 | | −62 | | | | | | −77 | | | | |
| f9 | −13 | −49 | | 13 | | | −16 | −59 | | 16 | | |
| f7 | | −28 | | | | | | −34 | | | | |
| h10 | 0 | −58 | | 20 | | | 0 | −70 | | 25 | | |
| h8 | | −22 | | | | | | −27 | | | | |

## 1.6　标记

矩形花键的标记代号应按次序包括下列项目：键数 $N$、小径 $d$、大径 $D$、键宽 $B$、花键的公差带代号。

示例：花键 $N=6$；$d=23\frac{H7}{f7}$；$D=26\frac{H11}{d10}$；$B=6\frac{H11}{d10}$ 的标记如下：

花键规格：$N\times d\times D\times B$

$6\times23\times26\times6$

花键副：$6\times23\frac{H7}{f7}\times26\frac{H10}{a11}\times6\frac{H11}{d10}$　GB 1144—87

内花键：6×23H7×26H10×6H11　GB 1144　87

外花键：6×23f7×26a11×6d10　GB 1144—87

## 1.7　说明与对比

### 1.7.1　GB 1144—87 的特点之一——采用小径定心

旧标准规定了大径、小径和键侧定心三种定心方式，GB 1144—87 将三种定心方式统一为一种小径定心。这是 GB 1144—87 与 GB 1144—74 主要区别之一。

(1) 采用小径定心是矩形花键由多种定心方式向单一定心方式统一的结果，它反映了矩形花键的技术发展趋势。

矩形花键的定心方式大体上分为二个阶段。第一阶段是多种定心方式并行，为适应多方面的需要，在标准中同时规定小径、大径和键侧三种定心方式。在国际标准颁发后，各国新制订的标准均采用小径定心一种，进入了第二阶段，这种技术发展趋势，在表 7.3-27 各国标准规定中看得十分清楚，这是由于机械工业的发展，采用小径定心能保证矩形花键的配合精度，提高机器的使用寿命所决定，对开发高精度的产品提供基础技术。

(2)采用小径定心能满足使用要求，特别是保证齿轮传动精度的需要：GB 1144—74 推荐采用大径定心，实际生产也普遍采用大径定心。其大径一般是用推刀来校正内花键热处理变形。而多数情况的自由推削，极易扩大内花键大径的偏差，引起轴线的歪斜、偏移。而大径作为齿轮传动的安装、工作基准，会使齿轮运转时左右偏摆，或产生脉动。在这种情况下，即使齿轮的齿形加工精度很高，但齿轮是装在精度低的矩形花键以大径定心运转，大径实际存在的尺寸误差和形状误差必将影响到齿轮传动系统，使整个机构达不到设计要求，造成齿轮传动系统的实际精度降低、噪声增大。也就是说：在低精度的基准孔上加工出高精度的齿形，又以低精度的基准孔安装、运转，该齿轮只能起低精度的作用。而采用小径定心矩形花键则能克服上述用大径定心所产生基准孔与齿形精度不协商的矛盾。基准孔精度可按设计要求加工，齿轮的加工精度与使用精度能保持一致，满足使用要求。

(3)采用小径定心能提高产品的使用寿命：目前各工业发达国家为提高齿轮传动精度和使用寿命，已广泛使用中硬、高硬齿面的齿轮，齿轮齿面有的已达到 62HRC，齿轮材料已采用高强度钢。因此花键必须采用小径定心，以便用磨削办法消除热处理变形，若仍沿用大径定心，内花键的大径目前尚无可靠的精加工办法保证其尺寸公差和形状公差达到设计要求。

### 1.7.2　尺寸系列

(1) GB 1144—87 规定了轻系列 15 个规格，中系列 20 个规格共 35 个规格。轻系列与中系列的键数、小径和键宽均相同，中系列规格的大径较轻系列的大径大些，以增加承载面积。

(2) 尺寸系列与旧标准的对比见表 7.3-9。

**表 7.3-9　尺寸规格比较**

| 轻　系　列 | | 中　系　列 | | 重　系　列 | 补充系列 |
|---|---|---|---|---|---|
| GB 1144—74 | GB 1144—87 | GB 1144—74 | GB 1144—87 | GB 1144—74 | GB 1144—74 |
| $Z\text{-}D\times d\times b$ | $N\times d\times D\times B$ | $Z\text{-}D\times d\times b$ | $N\times d\times D\times B$ | $Z\text{-}D\times d\times b$ | $Z\text{-}D\times d\times b$ |
| | | | 6×11×14×3 | | 6—35×30×10 |
| 4—15×12×4 | | 6—16×13×3.5 | 6×13×16×3.5 | | 6—38×33×10 |
| 4—18×15×5 | | 6—20×16×4 | 6×16×20×4 | | 6—40×35×10 |
| 4—20×17×6 | | 6—22×18×5 | 6×18×22×5 | | 6—42×36×10 |
| 4—22×19×8 | | 6—25×21×5 | 6×21×25×5 | 10—26×21×3 | 6—45×40×12 |
| 6—26×23×6 | 6×23×26×6 | 6—28×23×6 | 6×23×28×6 | 10—29×23×4 | 6—48×42×12 |
| 6—30×26×6 | 6×26×30×6 | 6—32×26×6 | 6×26×32×6 | 10—32×26×4 | 6—50×45×12 |
| 6—32×28×7 | 6×28×32×6 | 6—34×28×7 | 6×28×34×7 | 10—35×28×4 | 6—55×50×14 |
| 8—36×32×6 | 8×32×36×6 | 8—38×32×6 | 8×32×38×6 | 10—40×32×5 | 6—60×54×14 |

（续）

| 轻系列 | | 中系列 | | 重系列 | 补充系列 |
|---|---|---|---|---|---|
| GB 1144—74<br>$Z$-$D$×$d$×$b$ | GB 1144—87<br>$N$×$d$×$D$×$B$ | GB 1144—74<br>$Z$-$D$×$d$×$b$ | GB 1144—87<br>$N$×$d$×$D$×$B$ | GB 1144—74<br>$Z$-$D$×$d$×$b$ | GB 1144—74<br>$Z$-$D$×$d$×$b$ |
| 8—40×36×7 | 8×36×40×7 | 8—42×36×7 | 8×36×42×7 | 10—45×36×5 | 6—65×58×16 |
| 8—46×42×8 | 8×42×46×8 | 8—48×42×8 | 8×42×48×8 | 10—52×42×6 | 6—70×62×16 |
| 8—50×46×9 | 8×46×50×9 | 8—54×46×9 | 8×46×54×9 | 10—56×46×7 | 6—75×65×16 |
| 8—58×52×10 | 8×52×58×10 | 8—60×52×10 | 8×52×60×10 | 16—60×52×5 | 6—80×70×20 |
| 8—62×56×10 | 8×56×62×10 | 8—65×56×10 | 8×56×65×10 | 16—65×56×5 | 6—90×80×20 |
| 8—68×62×12 | 8×62×68×12 | 8—72×62×12 | 8×62×72×12 | 16—72×62×6 | 10—30×26×4 |
| 10—78×72×12 | 10×72×78×12 | 10—82×72×12 | 10×72×82×12 | 16—82×72×7 | 10—32×28×5 |
| 10—88×82×12 | 10×82×88×12 | 10—92×82×12 | 10×82×92×12 | 20—92×82×6 | 10—35×30×5 |
| 10—98×92×14 | 10×92×98×14 | 10—102×92×14 | 10×92×102×14 | 20—102×92×7 | 10—38×33×6 |
| 10—108×102×16 | 10×102×108×16 | 10—112×102×16 | 10×102×112×16 | | 10—40×35×6 |
| 10—120×112×18 | 10×112×120×18 | 10—125×112×18 | 10×112×125×18 | | 10—42×36×6 |
| 10—140×125×20 | | | | | 10—45×40×7 |
| 10—160×145×22 | | | | | 16—38×33×35 |
| 10—180×160×24 | | | | | 16—50×43×5 |
| 10—200×180×30 | | | | | |
| 10—220×200×30 | | | | | |
| 10—240×220×35 | | | | | |
| 10—260×240×35 | | | | | |

注：$Z$ 在 GB 1144—74 表示键数；$b$ 在 GB 1144—74 表示键宽。

从表中可以看出 87 年与 74 年标准相比有较大变化，主要是：

1）删去了轻系列小径小于 19 的 4 个 4 键规格；

2）删去了轻系列中大径尺寸大于 125mm 的 7 个规格，对于大尺寸的花键，建议改用渐开线花键，或改用胀套联结；

3）删去重系列中的全部 14 个规格，这部分花键实际是键侧定心，从发展看，使用键侧定心的矩形花键改为齿侧配合的渐开线花键较为合理；

4）删去补充系列中的全部 23 个规格。这 23 个规格中有 14 个 6 键花键和 9 个 10 键、16 键花键。从现有生产情况看，这 14 个 6 键花键应用较多，它是从 JB290—60 中保留下来，JB290—60 主要是参照 1955 年的苏联标准制订的，而苏联于 1958 年修订的国家标准和 1975 年起草的经互会标准也将这 14 个规格删去。随着对外开放，同国外合作生产和自行开发的新产品中，较多的选用轻、中系列，而且采用小径定心。对于 9 个 10 键、16 键花键，这部分规格多数为键侧定心，由于键侧定心已删去，故这部分花键可改为渐开线花键，若不改为渐开线花键，可从中系列中选择适当的规格，以满足生产需要。

### 1.7.3 键槽截面形状和尺寸

（1）花键键槽截面尺寸与旧标准的区别：GB 1144—87 规定的倒角基本上与 GB 1144—74 相同，有以下 4 个规格有改变，见表 7.3-10。

**表 7.3-10 GB 1144—87 与 GB 1144—74 倒角尺寸对比**

| 尺寸系列 | 规格 | GB 1144—87 | | GB 1144—74 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $c$ | $r$ | $c$ | $r$ |
| 轻系列 | 6×23×26×6 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.2 |
| 中系列 | 6×13×16×3.5 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.2 |
| | 6×23×28×6 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.3 |
| | 10×112×125×18 | 0.6 | 0.5 | 0.7 | 0.6 |

（2）外花键槽型尺寸 $d_{1\min}$ 和 $a_{\min}$ 仅适用于展成法加工的花键，与 GB 1144—74 比较 $d_{1\min}$ 变化不大，而 $a_{\min}$ 根据国外标准规定作了较大的调整，以利于滚刀的设计与制造，并提高滚刀强度和使用寿命。

### 1.7.4 花键的有效接触高度 $h_0$ 及其数值

在进行花键设计时，要考虑花键的侧面接触高度，其简单计算式为：

$$h=\frac{D-d}{2}-2C$$

若需精确计算时可按下列计算：

$$h_0=\frac{1}{2}\sqrt{D^2-(B-2C)^2}-\sqrt{d^2-(B+2C)^2}-2C$$

$h_0$ 为有效接触高度，其值见表 7.3-11。

**表 7.3-11　有效接触高度 $h_0$ 值**

| 轻系列 | | | 中系列 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $N\times d\times D\times B$ | $C$ | $h_0$ | $N\times d\times D\times B$ | $C$ | $h_0$ |
| | | | 6×11×14×3 | 0.2 | 1.25 |
| | | | 6×13×16×3.5 | | |
| | | | 6×16×20×4 | 0.3 | 1.60 |
| | | | 6×18×22×5 | | 1.62 |
| | | | 6×21×25×5 | | 1.59 |
| 6×23×26×6 | 0.2 | 1.25 | 6×23×28×6 | | 2.12 |
| 6×26×30×6 | 0.3 | 1.58 | 6×26×32×6 | 0.4 | 2.44 |
| 6×28×32×7 | | 1.60 | 6×28×34×7 | | 2.47 |
| 8×32×36×6 | | 1.54 | 8×32×38×6 | | 2.39 |
| 8×36×40×7 | | | 8×36×42×7 | | 2.40 |
| 8×42×46×8 | | 1.55 | 8×42×48×8 | | |
| 8×46×50×9 | | | 8×46×54×9 | 0.5 | 3.25 |
| 8×52×58×10 | | 2.40 | 8×52×60×10 | | |
| 8×56×62×10 | | 2.38 | 8×56×65×10 | | 3.73 |
| 8×62×68×12 | | 2.40 | 8×62×72×12 | 0.6 | 4.10 |
| 10×72×78×12 | 0.4 | 2.37 | 10×72×82×12 | | 4.05 |
| 10×82×88×12 | | 2.34 | 10×82×92×12 | | 4.02 |
| 10×92×98×14 | | 2.35 | 10×92×102×14 | | 4.03 |
| 10×102×108×16 | | 2.36 | 10×102×112×16 | | 4.04 |
| 10×112×120×18 | 0.5 | 3.20 | 10×112×125×18 | | 5.56 |

### 1.7.5　花键轴几何特性计算公式及数值

花键轴的几何特性计算公式如下：

抗弯断面惯性矩：

$$I_y=\frac{\pi d^4}{64}+\frac{NB\ (D-d)\ (D-d)^2}{64}\ (\text{cm}^4)$$

抗弯断面模量：

$$Z_{wy}=\frac{\pi d^4}{32D}+\frac{NB\ (D-d)\ (D+d)^2}{32D}\ (\text{cm}^3)$$

抗扭断面惯性矩：

$$I_n=\frac{\pi d^4}{32}+\frac{NB\ (D-d)\ (D+d)^2}{32}\ (\text{cm}^4)$$

抗扭断面模量：

$$Z_n=\frac{\pi d^4}{16D}+\frac{NB\ (D-d)\ (D+d)^2}{16D}\ (\text{cm}^3)$$

对于 GB 1144—87 标准规定的各花键规格，其抗弯断面惯性矩、抗弯断面模量、抗扭断面惯性矩、抗扭断面模数的各数值表见表 7.3-12（轻系列）和表 7.3-13（中系列）。

**表 7.3-12　轻系列规格的几何特性**

| $N\times d\times D\times B$ | $I_y$、$I_z$ ($\text{cm}^4$) | $Z_{wy}$、$Z_{wz}$ ($\text{cm}^3$) | $I_n$ ($\text{cm}^4$) | $Z_n$ ($\text{cm}^3$) |
|---|---|---|---|---|
| 6×23×26×6 | 1.668 | 1.283 | 3.337 | 2.567 |
| 6×26×30×6 | 2.687 | 1.792 | 5.375 | 3.583 |
| 6×28×32×7 | 3.674 | 2.297 | 7.349 | 4.593 |
| 8×32×36×6 | 6.017 | 3.343 | 12.033 | 6.685 |
| 8×36×40×7 | 9.586 | 4.793 | 19.172 | 9.586 |
| 8×42×46×8 | 17.322 | 7.531 | 34.644 | 15.062 |
| 8×46×50×9 | 24.859 | 9.943 | 49.718 | 19.887 |
| 8×52×58×10 | 41.866 | 14.437 | 83.732 | 28.873 |
| 8×56×62×10 | 54.389 | 17.545 | 108.778 | 35.090 |
| 8×62×68×12 | 82.657 | 24.311 | 165.314 | 48.622 |
| 10×72×78×12 | 149.500 | 38.334 | 299.001 | 76.667 |
| 10×82×88×12 | 239.774 | 54.494 | 479.548 | 108.988 |
| 10×92×98×14 | 381.043 | 77.764 | 762.087 | 155.528 |
| 10×102×108×16 | 573.572 | 106.217 | 1147.144 | 212.434 |
| 10×112×120×18 | 852.738 | 142.123 | 1705.475 | 284.246 |

注：小径按 $d_1$ 计算

**表 7.3-13　中系列规格的几何特性**

| $N\times d\times D\times B$ | $I_y$、$I_z$ ($\text{cm}^4$) | $Z_{wy}$、$Z_{wz}$ ($\text{cm}^3$) | $I_n$ ($\text{cm}^4$) | $Z_n$ ($\text{cm}^3$) |
|---|---|---|---|---|
| 6×11×14×3 | 0.125 | 0.178 | 0.249 | 0.356 |
| 6×13×16×3.5 | 0.223 | 0.279 | 0.446 | 0.558 |
| 6×16×20×4 | 0.449 | 0.449 | 0.897 | 0.897 |
| 6×18×22×5 | 0.750 | 0.682 | 1.500 | 1.363 |
| 6×21×25×5 | 1.220 | 0.976 | 2.441 | 1.953 |
| 6×23×28×6 | 1.917 | 1.370 | 3.835 | 2.739 |
| 6×26×32×6 | 2.983 | 1.865 | 5.967 | 3.729 |
| 6×28×34×7 | 4.099 | 2.411 | 8.199 | 4.823 |
| 8×32×38×6 | 6.598 | 3.472 | 13.195 | 6.945 |
| 8×36×42×7 | 10.387 | 4.946 | 20.774 | 9.892 |
| 8×42×48×8 | 18.399 | 7.665 | 36.797 | 15.332 |
| 8×46×54×9 | 28.134 | 10.420 | 56.268 | 20.840 |
| 8×52×60×10 | 44.192 | 14.731 | 88.383 | 29.461 |
| 8×56×65×10 | 58.135 | 17.888 | 116.271 | 35.776 |
| 8×62×72×12 | 90.493 | 25.137 | 180.985 | 50.274 |
| 10×72×82×12 | 162.402 | 39.610 | 324.804 | 79.221 |
| 10×82×92×12 | 252.885 | 54.975 | 505.770 | 109.950 |
| 10×92×102×14 | 400.350 | 78.500 | 800.699 | 157.000 |
| 10×102×112×16 | 604.455 | 107.938 | 1208.910 | 215.877 |
| 10×112×125×18 | 907.042 | 145.127 | 1814.085 | 290.254 |

注：小径按 $d_1$ 计算

### 1.7.6　公差与配合及其选用

（1）尺寸公差的说明

GB 1144—87 标准规定了两种场合的花键尺寸公差：一种是一般用途的矩形花键；另一种是精密传动用

的矩形花键。一般用途矩形花键的尺寸公差与ISO 14—82一致；根据国内生产需要，并与齿轮标准相协调，增加了精密传动用的矩形花键。

精密传动用矩形花键的小径公差带较一般用矩形花键小径的尺寸公差带提高1级及2级；大径尺寸公差带与一般用矩形花键的尺寸公差带相同；键槽宽及键宽的尺寸公差带较一般用矩形花键的尺寸公差带分别提高2级。

(2) 尺寸公差的选用

表7.3-3给出的公差为成品工件的公差，对于拉削后不热处理或拉削后热处理的工件，所用的刀具是不同的。

一般用途矩形花键，适用于普通机械，一般可作为7～8级齿轮的基准孔。

精密传动用矩形花键，适用于较精密的机械传动，常被选用于作精密齿轮传动的基准孔。

对于5级齿轮，其内、外花键的小径公差带建议选用1T5级；对于6级齿轮，其内、外花键的小径公差带建议选用1T6。

矩形花键小径处内、外花键的公差等级都是相同的，与齿轮精度标准对齿坯基准孔的精度要求不完全一致，这主要是考虑到矩形花键的加工特点规定的。对于一般的光滑圆柱形的孔和轴的配合，孔的加工、测量均要比轴困难些，故光滑圆柱形的轴的公差等级一般要比孔高一级，但对于小径定心矩形花键来说，外花键的小径的精加工，要经过多次磨削才能完成，而且与打砂轮的精度有关，影响因素较多，考虑到生产的实际情况，在GB 1144—87规定内、外花键小径的公差等级相同。

GB 10095—88《渐开线圆柱齿轮 精度》标准中，对齿轮齿坯公差带规定见表7.3-14。

**表7.3-14 齿轮的齿坯公差**

| 齿轮的精度等级 | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 孔 | 尺寸公差<br>形状公差 | 1T4 | 1T5 | 1T6 | 1T7 | | 1T8 | |
| 轴 | 尺寸公差<br>形状公差 | 1T4 | 1T5 | | 1T6 | | 1T7 | |

根据产品性能要求及贯彻齿轮标准的需要，有可能要求矩形外花键的小径公差等级高于内花键定心小径的公差等级，此时，小径$d$为H6和H7的内花键，允许与提高一级的外花键相配合。即内花键小径$d$为H7，其外花键小径的公差等级可为1T6；内花键小径$d$为H6，其外花键小径的公差等级可为1T5。

由表7.3-3可知：精密传动用矩形花键键宽和键槽宽公差带较一般用矩形花键提高了两级，即压缩了内、外花键的键侧间隙。因为齿侧间隙过大，会使齿轮传动产生有规则的冲击噪声，对提高传动精度不利。对于精密传动的内花键，当需要控制键侧配合间隙时，键槽宽可选用H7，一般情况可选用H9。

(3) 形位公差的应用及说明

花键要实现互换性联结，除了要控制花键的尺寸精度在要求的公差范围内外，形状和位置误差对花键副的可装配性和使用功能有着直接的影响。

1) 对于已贯彻公差原则的图样，小径$d$处应加Ⓔ

矩形花键的小径$d$，既是配合尺寸，又是定心尺寸。小径$d$的极限尺寸应遵守包容原则，即指小径$d$的实际状态不能超过图样上规定的最大实体边界，定心小径$d$的形状误差应包括在尺寸公差带范围内。当定心直径$d$的实际尺寸处于最大实体状态时，小径$d$必须具有理想的形状，只有定心直径$d$的实际尺寸偏离了最大实体状态，才允许有形状误差，如圆度、圆柱度等。当定心直径$d$的实际尺寸处于最小实体状态时，允许的形状误差值为最大。对于已经贯彻公差原则的图样，在贯彻矩形花键标准时，在小径$d$的尺寸公差数值或公差代号后，必须加注符号Ⓔ，以表明小径$d$的极限尺寸遵守包容原则。

2) 优先选用遵守最大实体原则的位置度公差

键槽宽和键宽是花键联结中的非定心配合尺寸，在工作中起传递转矩的作用。花键在加工过程中，不可避免的存在形位误差，为了保证内、外花键的可装配性和互换性，对内、外花键检验，应使用综合花键量规不仅能保证内、外花键的可装配性，而且检验效率高，保证花键质量，是批量生产中最常用的检验方法。

位置度公差综合控制各键之间的角位置，各键对轴线的对称度误差以及键侧对轴线的平行度误差。

矩形花键键槽宽或键宽的尺寸公差，以及花键相对于定心小径的位置度公差，共同规定了键槽宽或键宽的实效边界，它是设计综合花键量规的依据。

花键的位置度公差值是这样确定的：

当装配型式为滑动或固定时：

内、外花键位置度公差值等于滑动配合的外花键键宽基本偏差$d$值的二分之一；

当装配型式为紧滑动时：

内花键位置度公差值等于滑动配合的外花键键宽基本偏差$d$值的二分之一；

外花键位置度公差值等于外花键键槽宽基本偏差f值。

在标注了位置度公差遵守最大实体原则的图样，应使用综合通端花键塞规检验内花键和使用综合通端花键环规检验外花键，它能保证内、外花键互换装配，

保证质量、检验效率高等优点，因此应优先选用遵守最大实体原则的位置度公差。

3）单项检验选用对称度和等分度公差

花键的对称度公差和等分度公差一般在没有综合量规的情况下应用，有时也在工艺分析时应用。

对称度公差值是这样确定的：

一般用矩形花键对称度公差值为 1T7；

精密传动用矩形花键对称度公差值为 1T6。

它适用于单项检验法，遵守独立原则。

### 1.7.7　公差配合方面 74 年与 87 年标准对比

GB 1144—74 规定定心方式有三种，而 GB 1144—87 只规定小径定心一种，在进行分析对比时，只对小径定心一种定心方式进行分析。

由于旧标准与现行标准的公差体制的基础不同，因此，旧标准与现行标准的公差带之间没有完全的对应关系，但分析比较旧标准与现行标准的公差带数值，可看出其中具有一定的关系，定心直径与非定心直径公差带分布图见图 7.3-8（内花键）和图 7.3-9（外花键），公差带对照表见表 7.3-15（内花键）和表 7.3-16（外花键）；槽宽公差带分布图见图 7.3-10，公差带对照表见表 7.3-17，键宽公差带分布图见图 7.3-11，对照表见表 7.3-18。

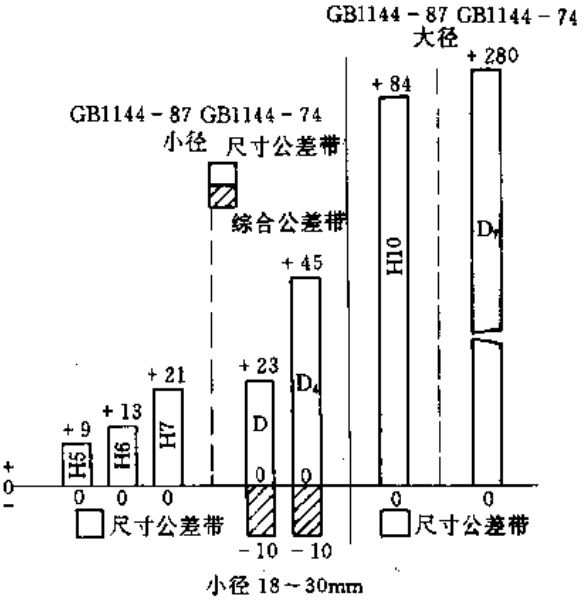



图　7.3-8

表 7.3-15　内花键小径和大径公差带对比表

| 直径 (mm) | 偏差名称 | 定心小径 | | | | | | 大径 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | GB 1144—87 | | | GB 1144—74 | | | GB 1144—87 | GB 1144—74 |
| | | H5 | H6 | H7 | D | D相当于 | D4 | H10 | D7 |
| | | (μm) | | | | | | | |
| <18 | 上 | +8 | +11 | +18 | +19 | H7 | +35 | +70 | +240 |
| | 下 | 0 | | | | | 0 | 0 | |
| | 综合 | — | | | −9 | | −9 | — | |
| >18～30 | 上 | +9 | +13 | +21 | +23 | | +45 | +84 | +280 |
| | 下 | 0 | | | | | 0 | 0 | |
| | 综合 | — | | | −10 | | −10 | — | |
| >30～50 | 上 | +11 | +16 | +25 | +27 | | +50 | +100 | +340 |
| | 下 | 0 | | | | | 0 | 0 | |
| | 综合 | — | | | −12 | | −12 | — | |
| >50～80 | 上 | +13 | +19 | +30 | +30 | | +60 | +120 | +400 |
| | 下 | 0 | | | | | 0 | 0 | |
| | 综合 | — | | | −14 | | −14 | — | |
| >80～120 | 上 | +15 | +22 | +35 | +35 | | +70 | +140 | +460 |
| | 下 | 0 | | | | | 0 | 0 | |
| | 综合 | — | | | −16 | | −16 | — | |
| >120～125 | 上 | — | — | — | +40 | | +80 | +160 | +530 |
| | 下 | 0 | | | | | 0 | 0 | |
| | 综合 | — | | | −20 | | −20 | — | |

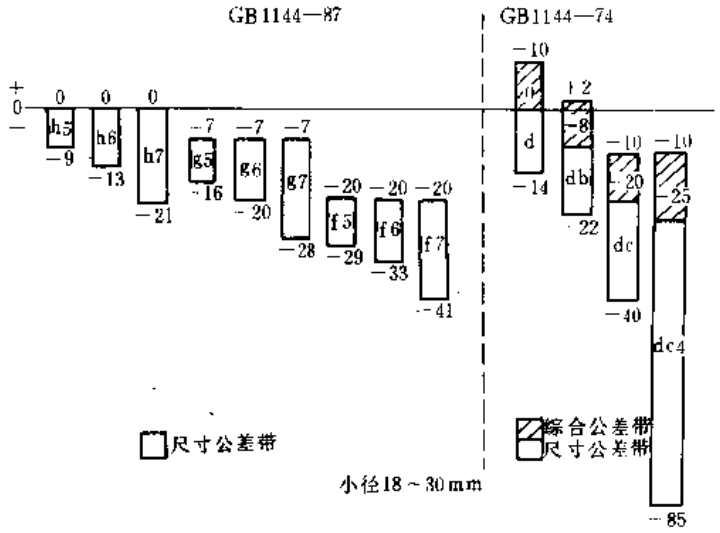



图 7.3-9

**表 7.3-16 外花键小径公差带对照表**

| 小径 (mm) | 偏差名称 | GB 1144—87 | | | | | | | | | GB 1144—74 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | h5 | h6 | h7 | g5 | g6 | g7 | f5 | f6 | f7 | d | d 相当于 | db | db 相当于 | dc | dc 相当于 | dc4 | dc4 相当于 |
| | | (μm) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 上 | 0 | | | −6 | | | −16 | | | 0 | | −6 | | −16 | | −20 | |
| | 下 | −8 | −11 | −18 | −14 | −17 | −24 | −24 | −27 | −34 | −12 | | −18 | | −33 | | −70 | |
| | 综合 | — | | | — | | | — | | | +10 | | −3 | | −8 | | −8 | |
| >18～30 | 上 | 0 | | | −7 | | | −20 | | | 0 | | −8 | | −20 | | −25 | |
| | 下 | −9 | −13 | −21 | −16 | −20 | −28 | −29 | −33 | −41 | −14 | | −22 | | −40 | | −85 | |
| | 综合 | — | | | — | | | — | | | +10 | | +2 | | −10 | | −10 | |
| >30～50 | 上 | 0 | | | −9 | | | −25 | | | 0 | | −10 | | −25 | | −32 | |
| | 下 | −11 | −16 | −25 | −20 | −25 | −34 | −36 | −41 | −50 | −17 | h6 | −27 | g6 | −50 | f7 | −100 | — |
| | 综合 | — | | | — | | | — | | | +12 | | +2 | | −13 | | −13 | |
| >50～80 | 上 | 0 | | | −10 | | | −30 | | | 0 | | −12 | | −30 | | −40 | |
| | 下 | −13 | −19 | −30 | −23 | −29 | −40 | −43 | −49 | −60 | −20 | | −32 | | −60 | | −130 | |
| | 综合 | — | | | — | | | — | | | +14 | | +2 | | −16 | | −16 | |
| >80～120 | 上 | 0 | | | −12 | | | −36 | | | 0 | | −15 | | −40 | | −50 | |
| | 下 | −15 | −22 | −35 | −27 | −34 | −47 | −51 | −58 | −71 | −23 | | −38 | | −75 | | −140 | |
| | 综合 | — | | | — | | | — | | | +16 | | +2 | | −24 | | −24 | |

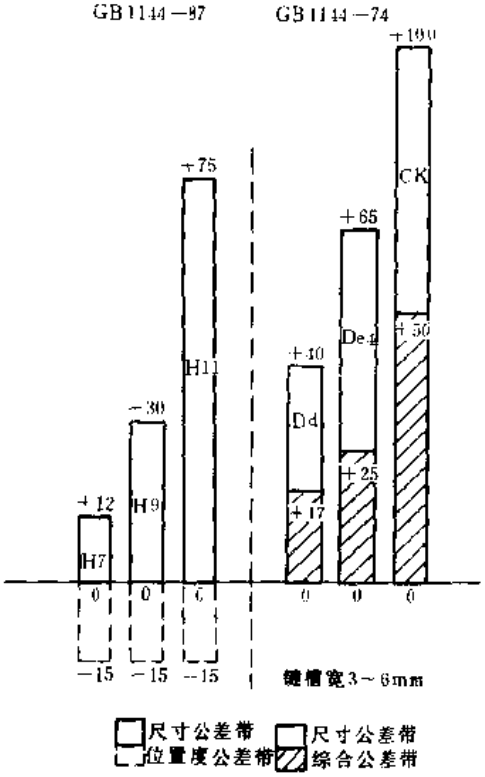



图　7.3-10

**表 7.3-17　槽宽公差带对比表**

| 槽宽尺寸(mm) | GB 1144—87 | | | | GB 1144—74 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 偏差公差名称 | H7 | H9 | H11 | 偏差名称 | Dd | Dd 相当于 | De4 | De4 相当于 | CK | CK 相当于 |
| | | (μm) | | | | | | | | | |
| ≤3 | 上偏差 | +10 | +25 | +60 | 上 | +30 | 在 H7～H9 之间 | +50 | H9 | +80 | H11 |
| | 下偏差 | 0 | | | 下 | +12 | | +17 | | +40 | |
| | 位置度公差 | 10 | | | 偏合 | 0 | | 0 | | 0 | |
| >3～6 | 上偏差 | +12 | +30 | +75 | 上 | +40 | | +65 | | +100 | |
| | 下偏差 | 0 | | | 下 | +17 | | +25 | | +50 | |
| | 位置度公差 | 15 | | | 综合 | 0 | | 0 | | 0 | |
| >6～10 | 上偏差 | +15 | +36 | +90 | 上 | +50 | | +85 | | +130 | |
| | 下偏差 | 0 | | | 下 | +23 | | +35 | | +70 | |
| | 位置度公差 | 20 | | | 综合 | 0 | | 0 | | 0 | |
| >10～18 | 上偏差 | +18 | +43 | +110 | 上 | +60 | | +105 | | +170 | |
| | 下偏差 | 0 | | | 下 | +30 | | +45 | | +100 | |
| | 位置度公差 | 25 | | | 综合 | 0 | | 0 | | 0 | |

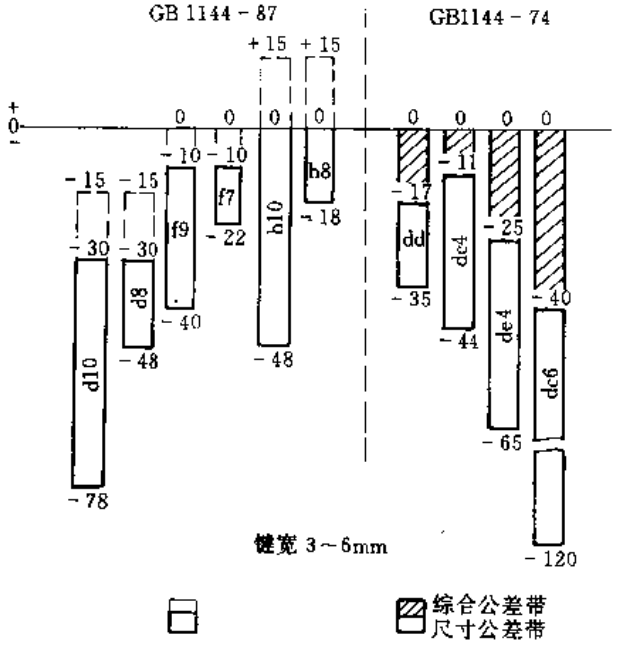



图　7.3-11

**表 7.3-18　键宽公差带对比表**

| 键宽 (mm) | GB 1144—87 | | | | | | | GB 1144—74 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 公差、偏差名称 | d10 | d8 | f9 | f7 | h10 | b8 | 偏差名称 | dd | dd 相当于 | dc4 | dc4 相当于 | de4 | de4 相当于 | dc6 | dc6 相当于 |
| | (μm) | | | | | | | | | | | | | | | |
| ≤3 | 位置度公差 | 10 | | 6 | | 10 | | 综合 | 0 | f7 或 f9 | 0 | f9 | 0 | d10 | 0 | — |
| | 上偏差 | −20 | | −6 | | 0 | | 上 | −12 | | −7 | | −17 | | −30 | |
| | 下偏差 | −60 | −34 | −31 | −16 | −40 | −14 | 下 | −25 | | −32 | | −50 | | −90 | |
| >3～6 | 位置度公差 | 15 | | 10 | | 15 | | 综合 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| | 上偏差 | −30 | | −10 | | 0 | | 上 | −17 | | −11 | | −25 | | −40 | |
| | 下偏差 | −78 | −48 | −40 | −22 | −48 | −18 | 下 | −35 | | −44 | | −65 | | −120 | |
| >6～10 | 位置度公差 | 20 | | 13 | | 20 | | 综合 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| | 上偏差 | −40 | | −13 | | 0 | | 上 | −23 | | −15 | | −35 | | −50 | |
| | 下偏差 | −98 | −62 | −49 | −28 | −58 | −22 | 下 | −45 | | −55 | | −85 | | −150 | |
| >10～18 | 位置度公差 | 25 | | 16 | | 25 | | 综合 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| | 上偏差 | −50 | | −16 | | 0 | | 上 | −30 | | −20 | | −45 | | −60 | |
| | 下偏差 | −120 | −77 | −59 | −34 | −70 | −27 | 下 | −55 | | −70 | | −105 | | −180 | |

尽管现行标准与74年标准的公差体制不同，但比较它们之间的公差带的关系，仍可看出它们大致的对应关系，见表7.3-19。

**表7.3-19　现行标准与旧标准公差带对照表**

| 项目 | | GB 1144—74 | GB 1144—87 |
|---|---|---|---|
| | | 公差带 | |
| 小径 | 内花键 | D | H7 |
| | 外花键 | d<br>db<br>dc | h6<br>g6<br>f7 |
| 槽宽 | | Dd<br>De4<br>CK | H7～H9<br>H9<br>H11 |
| 键宽 | | dd<br>dc4<br>de4 | f7或f9<br>f9<br>d10 |
| 大径 | 内花键 | D7 | H10 |
| | 外花键 | dc7 | a11 |

## 1.8　GB 1144—87　与国际标准及GB 1144—74的区别

GB 1144—87标准系参照采用了相应的国际标准ISO14—82《圆柱轴用小径定心矩形花键　尺寸、公差和检验》，并增补了精密传动用矩形花键的要求，实施这项标准对提高主机产品的性能、质量水平都有重要作用，特别是对各类机床产品影响更大。GB 1144—87与ISO 14—82及74年标准的主要区别见表7.3-20。

**表7.3-20　现行标准与ISO 14及旧标准的区别**

| 序号 | 项目 | GB 1144—87 | ISO 14—82 | GB 1144—74 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 定心方式 | 小径定心 | 小径定心 | 大径、小径、键侧定心 |
| 2 | 尺寸规格 | 轻、中两个系列共35个规格 | 轻、中两个系列共35个规格 | 轻、中、重和补充四个系列共82个规格 |
| 3 | 槽型尺寸 | 规定 | 未规定 | 规定 |
| 4 | 公差配合　配合类别 | 滑动、紧滑动、固定 | 滑动、紧滑动、固定 | 滑动两种、固定一种 |
| | 公差配合　公差等级 | 小径公差<br>一般用：IT7<br>精密传动用：IT6.IT5 | 小径公差<br>IT7 | 较粗级<br>一般级<br>精密级 |
| | 公差配合　形位公差 | 给出位置度公差，在附录中给出对称度、等分度公差 | 由量规控制，给出对称度公差 | 给出综合公差<br>附录中给出不等分累积公差、键对轴线偏差和键侧对轴线平行度公差 |
| 5 | 花键规格 | $N\times d\times D\times B$ | $N\times d\times D$ | $Z-D\times d\times b$ |
| 6 | 标记示例 | $6\times 23\frac{H7}{f7}\times 26\frac{H10}{a11}\times 6\frac{H11}{d10}$<br>GB 1144—87 | — | $6D-26\frac{D}{db}\times 23\frac{D7}{dc7}\times 6\frac{Dc4}{dc4}$<br>GB 1144—74 |
| 7 | 量规公差 | 在附录中给出量规公差值 | 给出量规公差及量规形位公差 | 未给出量规公差等 |

## 1.9　刀具的有关问题

(1) 矩形花键拉刀

为贯彻矩形花键标准，哈尔滨第一工具厂开发了同心式小径定心矩形花键拉刀，该拉刀所规定的规格、公差能满足一般用矩形花键的要求。同心式小径定心矩形花键拉刀采用圆切齿与花键齿交错排列，内孔与花键同时进行拉削。结构合理、设计先进，可在卧式拉床上拉削，也适用于立式拉床。

随着GB 1144—87的贯彻，旧的矩形花键拉刀技术条件也相应作废。修订后的标准为ZBJ 41008—89《矩形花键拉刀　技术条件》，能满足一般用矩形花键的要求。

(2) 关于旧的花键拉刀是否可利用的问题

按GB 1144—74设计的花键拉刀，若花键规格相同，且是采用小径定心的，需实际测量拉刀键宽的实际尺寸。由表7.3-17可知，GB 1144—74规定的槽宽公差一般均与GB 1144—87重合，经实际测定后，可以利用。尽管此时所拉削出的内花键大径尺寸会比GB 1144—87规定的大径大些，因大径尺寸是非定心尺寸，此时不影响花键的使用性能。

按GB 1144—74设计的花键拉刀，若花键规格相同，采用大径定心。若要将它改为拉小径定心矩形花键，除了要实际测量拉刀键宽尺寸是否符合GB 1144—87标准的某个公差带外，还要将拉刀的前引导部分，拉小径的圆柱部分以及花键部分的小径尺寸磨小，并应考虑花键工件在小径处的留磨量。用改制后的拉刀加工的内花键，所拉内花键的大径会比GB 1144—87规定的大径小些（按$D$或$D_4$设计），但由于花键大径为非定心尺寸，且外花键大径的公差带为a11，仍有较大的间隙，不影响花键的使用性能。

对于按GB 1144—74设计的花键规格与现行标准完全不同的矩形花键拉刀，不能改制利用，但仍可保留在机修车间作维修用。

(3) 矩形花键滚刀

在GB 1144—87颁发后，又发布了GB 10952—89《矩形花键滚刀》。该标准规定了矩形花键滚刀的型式尺寸、技术要求、性能试验和标志包装的基本要求。

按GB 10952—89标准规定制造的滚刀规格可加工花键规格有轻系列15种、中系列18种，其中6×11×14×3和6×13×16×3.5两个规格没有列入。

滚刀齿形均设计有齿角，以便于工件磨削加工，滚刀的精度等级分为两种：A级和B级。

A级滚刀用于加工键宽公差带为d10、f9、h10，定心小径$d$留有磨量的外花键；

B级滚刀用于加工键宽和小径都留有磨量的外花键。

滚刀的标记由滚刀外径$de$、滚刀孔径、加工的花键规格、滚刀精度等级及标准号组成。

## 2 矩形内花键 长度系列（GB 10081—88）

(1) 矩形内花键的型式有A、B、C、D四种，见图7.3-12。

(2) 矩形内花键的长度系列见表7.3-21。

选用表中黑框内花键小径所对应的花键长度，根据花键长度选择标准拉刀。

(3) 有关说明

在机械零件中，花键孔的结构有四种型式，如图7.3-12所示。对矩形内花键的长度实行标准化将有利于制订相应的拉刀标准及设计拉刀。

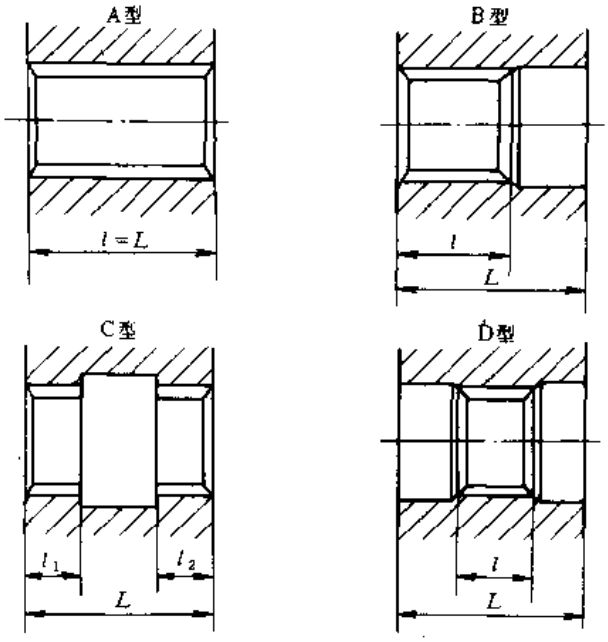



图 7.3-12

花键长度：$l$或$l_1+l_2$，孔的最大长度：$L$

对于内花键长度大于120mm的场合尽量不用A型。

花键拉刀的长度，容屑槽的大小、拉刀两齿间的距离，与花键孔的结构型式或孔的全长及花键长度有关。选用时应选用黑框内花键小径所对应的花键长度，根据花键长度选择标准拉刀，以保证拉削平稳。

## 3 有关国家矩形花键概况

### 3.1 国际标准

ISO 14—82《圆柱轴用小径定心矩形花键—尺寸、公差和检验》除与ISO 14—55相同，规定矩形花键的尺寸外，还增加了定心方式、公差、检验方法和相应的量规公差及测量部分的长度。

(1) 尺寸系列

ISO 14—82标准规定的尺寸系列与ISO/R 14—55和ISO 14—78规定的尺寸系列相同，分轻、中两个系列。轻系列有6键、8键和10键，小径从23～112mm共15个规格。中系列有6键、8键和10键，小径从11～112mm共20个规格。轻系列和中系列的键数、键宽和小径相同，所不同的是中系列的大径比轻系列的大径大些，因而内、外花键的接触面积较轻系列大，承载能力高。

**表 7-3-21　矩形内花键长度系列**　(mm)

| 花键长度 $l$ 或 $l_1+l_2$ | 花键小径基本尺寸 $d$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 拉刀拉削长度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 11 | 13 | 16 | 18 | 21 | 23 | 26 | 28 | 32 | 36 | 42 | 46 | 52 | 56 | 62 | 72 | 82 | 92 | 102 | 112 | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ≤18 |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | >18～30 |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | >30～50 |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | >50～80 |
| 60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 71 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 85 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | >80～120 |
| 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 95 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 130 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | >120 |
| 140 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 160 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 180 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 孔的最大长度 $L$ | 50 | | 80 | | | 120 | | | | 200 | | | | 250 | | | | | 300 | | |

(2) 定心方式

ISO 14—82 只规定小径定心一种定心方式。

(3) 公差等级和配合类别

ISO 14—82 中花键孔分拉削后热处理和拉削后不热处理两种。轴的公差带按装配型式分滑动、紧滑动和固定三种见表 7.3-22。同时还规定了对称度公差见表 7.3-23，图 7.3-13，其对称度公差包括了分度误差。

作用长度和结合长度会影响花键对轴线的平行度误差；当作用长度和结合长度相同时，花键对轴线的平行度误差一般包括在尺寸公差之内，并一同检验；当作用长度比结合长度长时，有可能要规定花键对轴线的平行度误差，独立于尺寸公差，可通过直接测量进行检验。花键对轴线平行度公差一般应较小。

(4) 标记

花键轴和花键孔按以下顺序进行标记：

$$N\times d\times D$$

式中　$N$——键数；

$d$——小径；

$D$——大径。

(5) 检验

ISO 14—82 规定了矩形花键检验的应用场合、孔和轴的检验方式、量规公差、过端量规测量部分的最小长度和止端量规测量部分的推荐长度等。

**表 7.3-22　ISO 14 规定的尺寸公差带**

| 孔公差 | | | | | | 轴公差 | | | 装配型式 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 拉削后不热处理 | | | 拉削后热处理 | | | | | | |
| $B$ | $D$ | $d$ | $B$ | $D$ | $d$ | $B$ | $D$ | $d$ | |
| H9 | H10 | H7 | H11 | H10 | H7 | d10 | a11 | f7 | 滑动 |
| | | | | | | f9 | a11 | g7 | 紧滑动 |
| | | | | | | h10 | a11 | h7 | 固定 |
| | | | | | | 孔 | | 轴 | |

(小径定心)

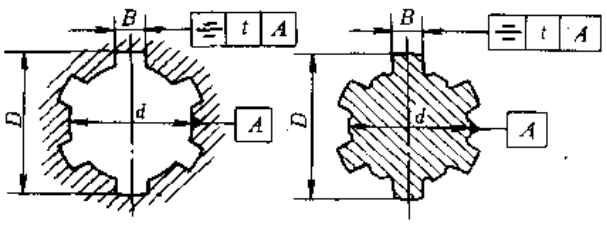



图　7.3-13

**表 7.3-23　ISO 14 规定的对称度公差**

(mm)

| 键宽 $B$ | 3 | 3.5 4 5 6 | 7 8 9 10 | 12 14 16 18 |
|---|---|---|---|---|
| 对称度公差 $t$ | 0.010 (1T7) | 0.012 (1T7) | 0.015 (1T7) | 0.018 (1T7) |

轴（孔）用过端量规是花键全形过端环（塞）规，对花键各配合要素（小径）、安装性能（大径；键宽或槽宽；大径和小径的同轴度；花键齿的角位置）同时检验。

轴（孔）用止端量规是单项止端量规，对大径、小径、槽宽或键宽等分别进行检验。

标准中规定了量规的使用条件。过端量规应在自重的作用下，或在一个固定的工作负荷下，在被检工件的全长上通过，至少要在表面上均匀分布的三个角位置上进行检验。单项止端量规的使用方式与检验光滑工件用的量规一样，在所有角度上进行测量。

(6) 量规

为了限制量规的数目，无论拉削后是否热处理，只配备一种花键过端塞规，以检验孔的最小极限尺寸。

ISO 14—82 对花键小径 $d$ 称为“定心配合尺寸”，而对大径 $D$ 和键宽（槽宽）$B$ 称为“非定心配合尺寸”以示区别。

用“量规零线”表示量规位置的理论线。

过端全形花键量规用于检验定心配合尺寸小径 $d$ 的量规尺寸：孔、轴量规尺寸、公差位置要素、公差值、磨损极限和形位公差等，与光滑极限量规相同。

过端全形花键量规用于检验非定心配合尺寸大径 $D$ 的量规尺寸：孔和轴的量规零线是相同的，位于所允许的最大实体状态下的轴和孔的尺寸之间的中点，见图 7.3-14。

过端全形花键量规用于检验非定心配合尺寸键宽（槽宽）$B$ 的量规尺寸：分别规定了适用于三种情况：滑动、紧滑动和固定三种装配型式见图 7.3-15。

孔用量规的零线对于上述三种情况是相同的，位于滑动装配式工件所允许的最大实体状态下的轴和孔尺寸之间的中点，见图 7.3-15。

滑动装配式轴用量规的零线与孔用量规的量规零线相同。

紧滑动装配式轴用量规零线位于零件的公称尺寸上（不考虑工件在最大实体条件下，孔和轴的尺寸之间的中点）。

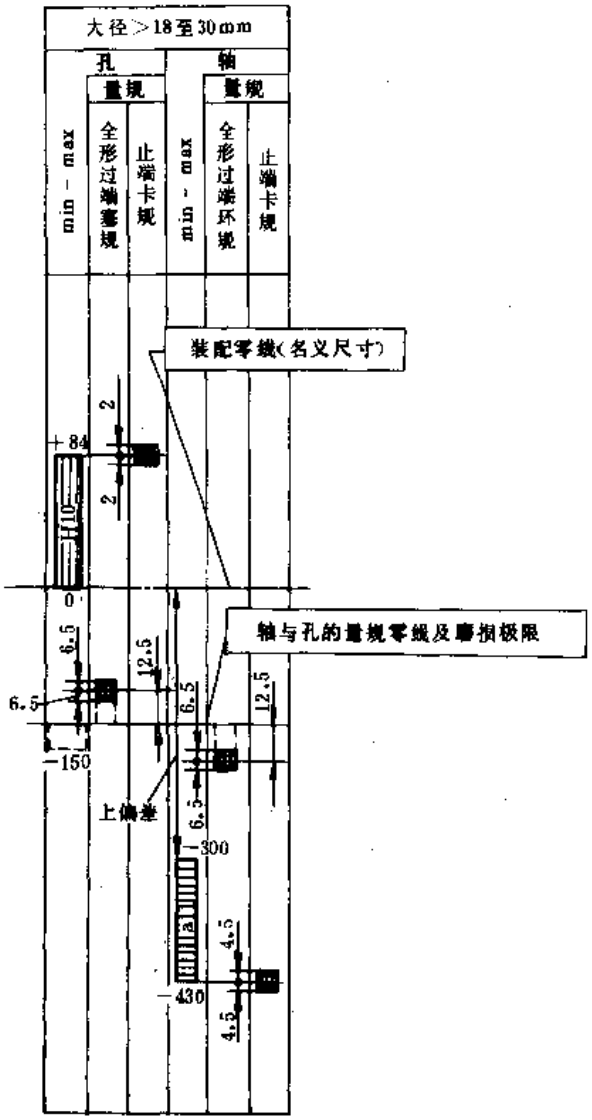



图　7.3-14

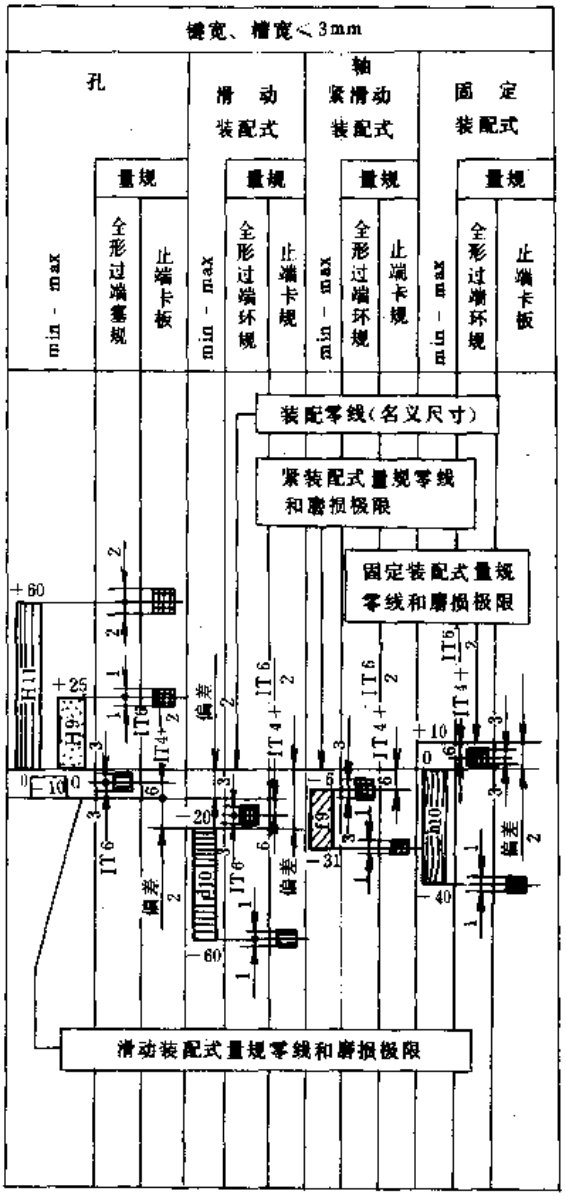



图　7.3-15

固定装配式轴用量规零线，位于轴的最大实体状态极限以上的一段距离，该距离与滑动装配式的相同。

ISO 14—82 还给出了过端量规测量部分的最小长度，该长度是按优先数 R20 系列选取的见表 7.3-24。

轴用过端环规有一段光滑圆柱部分，其尺寸与被测花键的大径 $D$ 的数值相同。

孔用过端塞规在整个长度上带花键，也可以有一段光滑圆柱部分，以便将量规导入孔内。

ISO 14—82 还规定了止端量规的测量部分推荐长度，见表 7.3-25。

塞规上用的手柄与光滑塞规用的手柄相同。

## 3.2　法国标准

法国于 1960 年颁发了 NF—E22—131—60《矩形花键》，该标准有轻、中、重三个系列，共计 53 个规格。

**表 7.3-24　过端量规最小测量长度**

(mm)

| 花键公称大径 $D$ | 过端塞规（孔用） | 过端环规（轴用） | |
|---|---|---|---|
| | 最小长度 | | |
| | 带花键长 | 总长 | 带花键长 |
| 14<br>16 | 20 | 20 | 10 |

（续）

| 花键公称大径 $D$ | 过端塞规（孔用） | 过端环规（轴用） | |
|---|---|---|---|
| | 最小长度 | | |
| | 带花键长 | 总长 | 带花键长 |
| 14<br>16<br>20<br>22 | 25 | 20 | 10 |
| 25<br>26<br>28<br>30 | 31.5 | 25 | 12.5 |
| 32<br>34 | 40 | 28 | 14 |
| 36<br>38<br>40<br>42 | 45 | 35.5 | 18 |
| 46<br>48 | 50 | 45 | 22.4 |
| 50<br>54<br>58<br>60<br>62<br>65 | 50 | 50 | 25 |
| 68<br>72<br>78<br>82 | 50 | 56 | 28 |
| 88<br>92<br>98<br>102<br>108 | 50 | 63 | 31.5 |
| 112<br>120<br>125 | 56 | 71 | 35.5 |

**表 7.3-25 止端量规推荐长度**

（mm）

| 花键公称大径 $D$ | 止端单项量规的推荐长度（内、外花键用） |
|---|---|
| 14<br>16 | 10 |
| 20<br>22 | 12 |
| 25<br>26<br>28<br>30 | 14 |
| 32<br>34<br>36<br>38<br>40 | 15 |
| 42<br>46<br>48<br>50<br>54<br>58<br>60<br>62<br>65 | 18 |
| 68<br>72<br>78<br>82<br>88<br>92<br>98<br>102<br>108<br>112<br>120<br>125 | 25 |

轻、中系列只用于小径定心。重系列规定了大径定心，但又建议大径定心和键侧定心的矩形花键改用渐开线花键。

内花键的公差为强制性的，分为拉削后热处理和不热处理两种。

外花键的公差为推荐性的，其配合类别分为固定和滑动两种。

法国于1974年又颁发了下述两个标准：

NF—E22—132—74《矩形花键极限量规　一般检验》

NF—E22—133—74《矩形花键　量规的定义》

1986年法国对NF—E22—131—60进行修订，并于1986年5月颁发了NF—E22—131—86《圆柱轴用小径定心矩形花键　尺寸、公差和检验》。

NF—E22—131—86删去了60年标准规定的重系列规格，只规定了轻、中两个系列共35个规格。内花键规定了两种公差带，即拉削后热处理和拉削后不热处理两种；外花键规定了三种公差带，即固定、紧滑动和滑动。标准还规定了相应的量规公差。

NF—E22—131—86在尺寸、公差和量规公差等方面与国际标准ISO 14—82一致，但补充增加了键槽尺寸和倒角等细节。在颁发NF—E22—131—86的同时，宣布NF—E22—132—74和NF—E22—133—74两项标准作废。

### 3.3　英国标准

英国的矩形花键标准有两种：一种为英寸制标准；一种为米制标准。

英国早期的矩形花键标准是1927年根据美国SAE标准制订的，包括4键、6键、10键和16键的尺寸和公差。二次世界大战期间，该标准经过几次重大的修改，现行的标准BS 2095—53《矩形花键和细齿花键》，是在SAE标准基础上演变过来的英寸制标准，只规定6键一种键数，包括浅系列和深系列两种，其大径范围为1/2～6英寸共58个规格，浅系列和深系列规格各占一半。

BS 2059—53采用了基孔制，以改变外花键小径和键宽的方法得到三种不同的配合。该标准只规定小径定心一种定心方式，此外，还规定了花键量规等方面的内容。

为了推进米制化，英国又于1986年颁发了BS 5686—86《圆柱轴用小径定心矩形花键　米制公称尺寸、公差和测量要求》。该标准与国际标准ISO 14—82是一致的：即花键分为轻、中两个系列，共35个规格，采用小径定心，内、外花键的公差带以及量规部分的公差带、公差值和量规测量部分的长度等内容，均与国际标准一致。

### 3.4　日本标准

日本于1944年4月制定了JES第505号汽车用花键。1949年以后，JES向日本工业标准JIS过渡时，考虑到花键不仅在汽车行业中使用，也在一般机械中使用，于1958年颁发了JIS B 1601—58。该标准规定了轻、中、重三个尺寸系列和大径、小径和键侧三种定心方式。据日本在70年代对国内10个公司的调查，有8个公司采用小径定心。并且采用键数为6键、8键和10键规格的占88%。调查指出，象机床等行业应用的矩形花键，其轴线的径向跳动应严格要求，改为小径定心矩形花键是合适的。基于上述情况，日本于1976年颁发了JIS B1601—76《矩形花键》。

在JIS B1601—76中规定了轻、中两个系列共55个规格，并且规定小径定心一种定心方式。其公差配合采用基孔制，内花键采用淬火与不淬火两种；外花键的公差带有8种（5种用于固定配合，3种用于滑动配合）。

### 3.5　德国标准

德国的矩形花键方面的标准过去有7个：

DIN 5461—65《矩形花键联结　一览表》；

DIN 5462—55《矩形花键联结　轻系列》；

DIN 5463—55《矩形花键联结　中系列》；

DIN 5464—65《矩形花键联结　重系列》；

DIN 5465—37《矩形花键联结　公差》；

DIN 5471—74《4键花键轴与花键套断面小径定心　尺寸》；

DIN 5472—74《6键花键轴与花键套断面小径定心　尺寸》。

在DIN 5461—65标准中规定了轻、中、重三个系列，共53个规格；轻、中系列用小径定心，重系列用键侧定心。DIN 5471—74规定了4键共15个规格；DIN 5472—74中规定了6键花键共21个规格，这两个标准都用小径定心。在DIN 5465—37的公差配合类别较多，例如：内花键分为淬火和不淬火两种；外花键对于小径定心规定9种，其中滑动配合4种，固定配合的5种。

1986年，德国按照ISO 14—81标准颁发了DIN/ISO 14—86，其内容与ISO 14—81完全一致，代替了DIN 5461—65、DIN 5462—55、DIN 5463—55、DIN 5464—65、DIN 5465—37。

## 3.6　经互会标准

经互会的矩形花键标准有两个：

СТСЭВ 187—75《互换性基础标准　矩形花键　公差》；

СТСЭВ 188—75《互换性基础标准 矩形花键　尺寸》。

СТСЭВ 187—75 是由标准化常设委员会保加利亚代表团起草，由经互会标准化常设委员会第 38 次会议批准。该标准规定矩形花键的定心方式有三种：小径定心、大径定心和键侧定心。定心直径的公差等级和配合类别较多，根据不同的工作情况选择适当的公差。

СТСЭВ 188—75 是由标准化常设委员会前苏联代表团起草，由经互会标准化常设委员会第 38 次会议批准。该标准矩形花键规格有轻、中、重三个系列，共 53 个规格。

## 3.7　前苏联标准

前苏联的矩形花键标准经过几次较大的变动。早期的标准 ГОСТ1139—41 包括轻、中、重三个系列。该标准与德国、法国等欧洲国家的标准基本一致，但在实际生产中并未得到广泛应用。后来出现了两个专业标准：机床专业标准 Н24—47 和汽车拖拉机专业标准 Н469—47。机床行业和汽车拖拉机行业实际上是采用各自的专业标准。1955 年废除了 ГОСТ1139—41，将机床标准提升为国家标准，即 ГОСТ 1139—55。由于该标准与欧洲各国标准不一致，影响了前苏联的对外贸易。为了促进国际间交流，前苏联于 1958 年又将 ГОСТ 1139—55 废除，改为与德国、法国和捷克一致的规格，即 ГОСТ 1139—58。

前苏联的现行标准为 ГОСТ 1139—80《互换性基本标准　矩形花键联结　尺寸、公差》。该标准规定的内容，与经互会标准 СТСЭВ 188—75《互换性基本标准　矩形花键　尺寸》和 СТСЭВ 187—75《互换性基本标准　矩形花键公差》所规定的内容是一致的。

有关国家矩形花键的基本情况见表 7.3-26。

**表 7.3-26　有关国家的矩形花键基本情况**

| 标准 | | 定心方式 | | | 尺寸系列 | | | | | 定心直径公差 | | 检验方法与量规公差 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 大径 | 小径 | 键侧 | 轻 | 中 | 重 | 补充 | 合计 | 内花键 | 外花键 | |
| 国际 | ISO 14—82 | | ✓ | | 15 | 20 | | | 35 | IT7 | IT7 | 规定 |
| 国际标准颁发前 | | | | | | | | | | | | |
| 德国 | DIN 5461—65☆ | ✓ | ✓ | ✓ | 15 | 20 | 18 | | 53 | IT7 | IT6、IT7 IT8 共 7 种 | 未规定 |
| | DIN 5471—74☆ | | ✓ | | | | | | 15 | IT7 | IT6 | 未规定 |
| | DIN 5472—74☆ | | ✓ | | | | | | 21 | IT7 | IT6 | 未规定 |
| 法国 | NF—E22—131—60☆ | ✓ | ✓ | | 15 | 20 | 18 | | 53 | IT7 | IT7 | 规定 |
| 日本 | JIS B 1601—76 | | ✓ | | 25 | 30 | | | 55 | IT7 | IT6、IT7 IT8 共 8 种 | 未规定 |
| 前苏联 | ГОСТ 1139—80 | ✓ | ✓ | ✓ | 15 | 20 | 18 | | 53 | IT6、IT7、IT8 | IT5、IT6、IT7、IT8 共 9 种 | 未规定 |
| 经互会 | СТСЭВ 187—75 | ✓ | ✓ | ✓ | 15 | 20 | 18 | | 53 | | | |
| 中国 | GB 1144—74☆ | ✓ | ✓ | ✓ | 25 | 19 | 14 | 23 | 82 | 二种 | 二级 5 种 | 未规定 |
| 国际标准颁发后 | | | | | | | | | | | | |
| 法国 | NF—E22—131—86 | | ✓ | | 15 | 20 | | | 35 | IT7 | IT7 | 规定 |
| 德国 | DIN/ISO 14—86 | | ✓ | | 15 | 20 | | | 35 | IT7 | IT7 | 规定 |
| 英国 | BS 5686—86 | ✓ | | | 15 | 20 | | | 35 | IT7 | IT7 | 规定 |
| 中国 | GB 1144—87 | | ✓ | | 15 | 20 | | | 35 | IT5、IT6、IT7 | IT5、IT6、IT7 | 规定 |

注：☆为已作废标准

# 第4章　渐开线花键

随着机械工业的发展，大功率发动机和重载传动机构的出现，矩形花键在强度和性能上已不能适应，因而出现了渐开线花键联结，即由齿数相同的齿形为渐开线的内、外齿轮装在一起，起联结作用。由于花键与齿轮的用途不同，因而在齿高、压力角以及公差等级等内容与齿轮区别越来越明显，逐渐成为一种独立的联结形式。渐开线花键具有不少优点，如齿面接触好、承载能力高、结构紧凑、精度高，具有自动定心等特点。渐开线花键在航空、航天、兵器、汽车、拖拉机、工程机械、以及重型机械等部门中得到广泛的应用。

我国发布的渐开线花键标准有：

GB 3478.1—83《圆柱直齿渐开线花键（齿侧配合）模数　基准齿形　公差》

GB 3478.2—83《圆柱直齿渐开线花键（齿侧配合）尺寸表》(以上两个标准代替GB 1104—72《渐开线花键联结》和GB 1145—74《三角花键联结》)

90年代，我国对GB 3478.1—83和GB 3478.2—83进行修订和补充。现行的标准为：

GB/T 3478.1—1995《圆柱直齿渐开线花键　模数基本齿廓公差》；

GB/T 3478.2—1995《圆柱直齿渐开线花键　30°压力角尺寸表》；

GB/T 3478.3—1995《圆柱直齿渐开线花键　37.5°压力角尺寸表》；

GB/T 3478.4—1995《圆柱直齿渐开线花键　45°压力角尺寸表》；

GB/T 3478.5—1995《圆柱直齿渐开线花键　检验方法》；

GB/T 3478.6—1995《圆柱直齿渐开线花键　30°压力角M值和W值》；

GB/T 3478.7—1995《圆柱直齿渐开线花键　37.5°压力角M值和W值》；

GB/T 3478.8—1995《圆柱直齿渐开线花键　45°压力角M值和W值》；

GB/T 3478.9—1995《圆柱直齿渐开线花键　量棒》。

JB 2486　84《圆锥直齿渐开线花键》（代替JB 2486—78《圆锥三角花键联结》）。

## 1　圆柱直齿渐开线花键(齿侧配合)　模数　基本齿廓　公差（GB/T 3478.1—1995）

### 1.1　术语、定义和代号

(1) 圆柱直齿渐开线花键的术语、定义和代号见图7.4-1、表7.4-1。

图7.4-1 渐开线花键联结。

**表7.4-1　术语、代号和定义**（GB/T 3478.1—1995）

| 序号 | 术　语 | 代　号 | 定　义 | 序号 | 术　语 | 代　号 | 定　义 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 花键联结 | | 两零件上借助内、外圆柱表面上等距分布且齿数相同的键齿相互联结，传递转矩或运动的同轴偶件。在内圆柱表面上的花键为内花键，在外圆柱表面上的花键为外花键 | 5 | 圆齿根花键 | | 在花键同一齿槽上，两侧渐开线齿形近似由一段过渡曲线与齿根圆相连接的花键 |
| | | | | 6 | 模数 | $m$ | |
| | | | | 7 | 齿数 | $Z$ | |
| 2 | 渐开线花键 | | 具有渐开线齿形的花键 | 8 | 分度圆 | | 计算花键尺寸用的基准圆，在此圆上的压力角为标准值 |
| 3 | 齿根圆弧<br>齿根圆弧最小曲率半径<br>内花键<br>外花键 | <br><br>$R_{r\min}$<br>$R_{e\min}$ | 连接渐开线齿形与齿根圆的过渡曲线 | 9 | 分度圆直径 | $D$ | |
| | | | | 10 | 齿距 | $p$ | 分度圆上两相邻同侧齿形之间的弧长，其值为圆周率$\pi$乘以模数$m$ |
| 4 | 平齿根花键 | | 在花键同一齿槽上，两侧渐开线齿形各由一段过渡曲线与齿根圆相连接的花键 | 11 | 压力角 | $\alpha$ | 齿形上任意点的压力角，为过该点花键的径向线与齿形在该点的切线所夹锐角 |

（续）

| 序号 | 术 语 | 代 号 | 定 义 |
|---|---|---|---|
| 12 | 标准压力角 | $\alpha_D$ | 规定在分度圆上的压力角 |
| 13 | 基圆 | | 展成渐开线齿形的假想圆 |
| 14 | 基圆直径 | $D_b$ | |
| 15 | 大径<br>内花键<br>外花键 | <br>$D_{ei}$<br>$D_{ee}$ | 内花键的齿根圆（大圆）或外花键的齿顶圆（大圆）的直径 |
| 16 | 小径<br>内花键<br>外花键 | <br>$D_{ii}$<br>$D_{ie}$ | 内花键的齿顶圆（小圆）或外花键的齿根圆（小圆）的直径 |
| 17 | 渐开线终止圆 | | 渐开线花键内花键齿形终止点的圆，此圆与小圆共同形成渐开线齿形的控制界限 |
| 18 | 渐开线终止圆直径 | $D_{Fi}$ | |
| 19 | 渐开线起始圆 | | 渐开线花键外花键齿形起始点的圆，此圆与大圆共同形成渐开线齿形的控制界限 |
| 20 | 渐开线起始圆直径 | $D_{Fe}$ | |
| 21 | 基本齿槽宽 | $E$ | 内花键分度圆上弧齿槽宽，其值为齿距之半 |
| 22 | 实际齿槽宽<br>最大值<br>最小值 | <br>$E_{max}$<br>$E_{min}$ | 在内花键分度圆上实际测得的单个齿槽的弧齿槽宽 |
| 23 | 作用齿槽宽<br>最大值<br>最小值 | $E_V$<br>$E_{Vmax}$<br>$E_{Vmin}$ | 等于一与之在全长上配合（无间隙且无过盈）的理想全齿外花键分度圆上的弧齿厚 |
| 24 | 基本齿厚 | $S$ | 外花键分度圆上弧齿厚，其值为齿距之半 |
| 25 | 实际齿厚<br>最大值<br>最小值 | <br>$S_{max}$<br>$S_{min}$ | 在外花键分度圆上实际测得的单个花键齿的弧齿厚 |
| 26 | 作用齿厚<br>最大值<br>最小值 | $S_V$<br>$S_{Vmax}$<br>$S_{Vmin}$ | 等于一与之在全长上配合（无过间隙且无过盈）的理想全齿内花键分度圆上的弧齿槽宽 |
| 27 | 作用侧隙（全齿侧隙） | $C_V$ | 内花键作用齿槽宽减去与之相配合的外花键作用齿厚。正值为间隙；负值为过盈 |
| 28 | 理论侧隙（单齿侧隙） | $C$ | 内花键实际齿槽宽减去与之相配合的外花键实际齿厚 |
| 29 | 齿形裕度 | $C_F$ | 在花键联结中，渐开线齿形超过结合部分的径向距离 |
| 30 | 总公差 | $T+\lambda$ | 加工公差与综合公差之和 |
| 31 | 加工公差 | $T$ | 实际齿槽宽或实际齿厚的允许变动量 |
| 32 | 综合误差<br>综合公差 | $\Delta\lambda$<br>$\lambda$ | 花键齿（或齿槽）的形状和位置误差的综合<br>允许的综合误差 |
| 33 | 齿距累积误差<br>齿距累积公差 | $\Delta F_p$<br>$F_p$ | 在分度圆上任意两个同侧齿面间的实际弧长与理论弧长之差的最大绝对值<br>允许的齿距累积误差 |
| 34 | 齿形误差<br>齿形公差 | $\Delta f_f$<br>$f_f$ | 在齿形工作部份（包括齿形裕度部分，不包括齿顶倒棱）包容实际齿形的两条理论齿形之间的法向距离<br>允许的齿形误差 |
| 35 | 齿向误差<br>齿向公差 | $\Delta F_\beta$<br>$F_\beta$ | 在花键长度范围内，包容实际齿线的两条理论齿线之间的分度圆弧长<br>齿线是分度圆柱面与齿面的交线<br>允许的齿向误差 |
| 36 | 棒间距 | $M_{Ri}$ | 借助两量棒测量内花键实际齿槽宽时两量棒间的内侧距离，统称为 $M$ 值 |
| 37 | 跨棒距 | $M_{Re}$ | 借助两量棒测量外花键实际齿厚时两量棒间的外侧距离，统称为 $M$ 值 |
| 38 | 公法线长度<br>公法线平均长度 | <br>$W$ | 相隔 $K$ 个齿的两外侧齿面各与两平行面之中的一个平面相切，此两平行平面之间的垂直距离<br>必须指明两平行平面所跨的齿数同一花键实际测得的公法线长度平均值 |
| 39 | 基本尺寸 | | 设计给定的尺寸，该尺寸是规定公差的基础 |
| 40 | 辅助尺寸 | | 仅在必要时供生产和控制用的尺寸 |

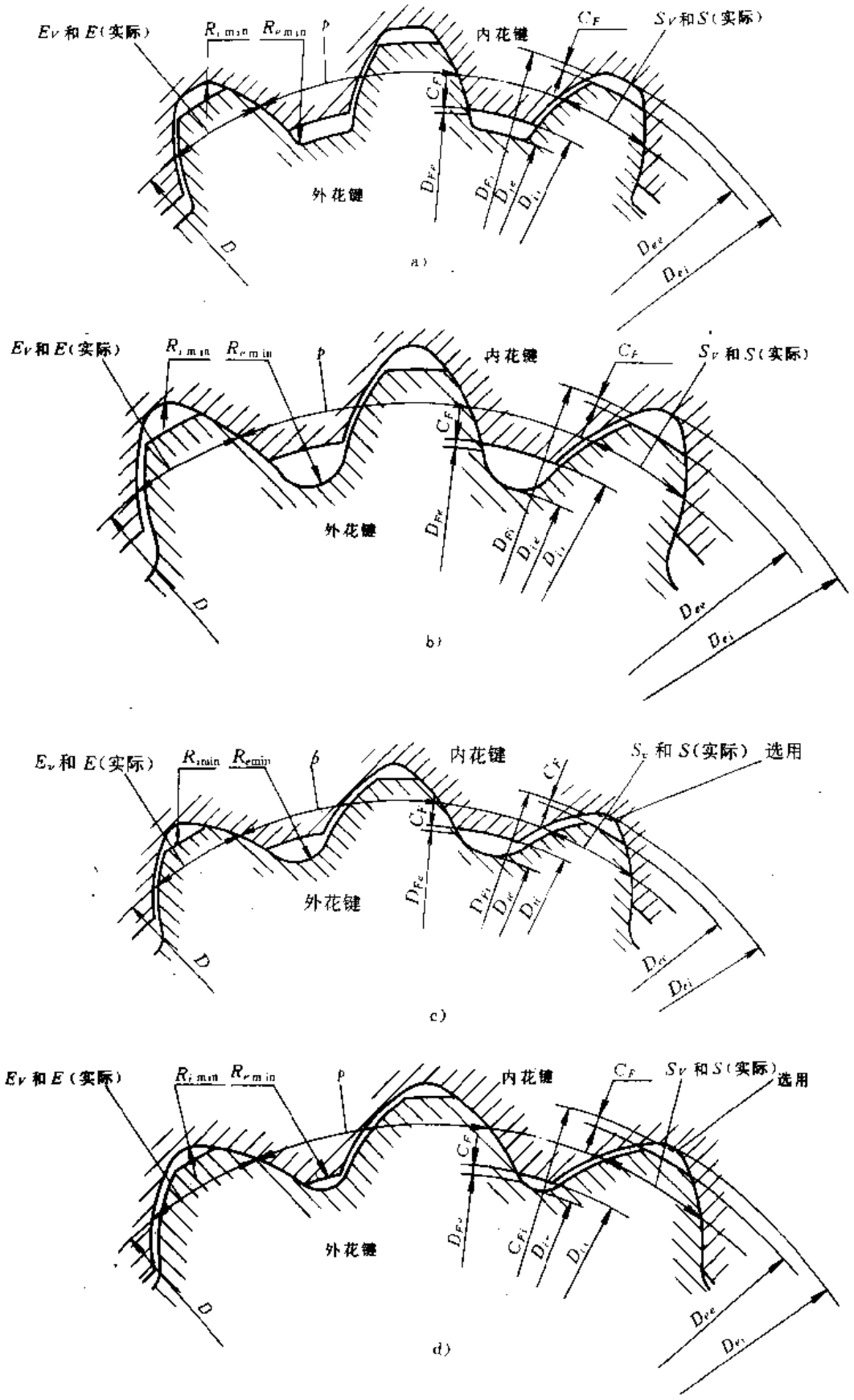



**图 7.4.1　渐开线花键联结**

a) 30°平齿根　b) 30°圆齿根　c) 37.5°圆齿根　d) 45°圆齿根

（2）有关说明

1）在表7.4-1所列的代号中，用下述的角标表示相应的状况或部位：

$_i$——小的或内花键（对后一种情况，放在最后的位置）；

$_e$——大的或外花键（对后一种情况，放在最后的位置）；

$_s$——在基圆上；

$_F$——关于渐开线起、止圆直径；

$_v$——作用；

$_R$——关于量规；

$_D$——标准的。

2）由于83年标准已将渐开线花键与三角花键合并为一个标准，因而《三角花键》这一术语已不存在，在现行标准中应改称为45°压力角渐开线花键。

3）表4-1中1至5条为花键结构特点术语；6至20条为基本参数、几何尺寸方面术语；21至40条为误差、公差与配合和测量方面的术语。

4）为与齿轮标准相协调，将“周节”改称为“齿距”、“周节累积误差”改称“齿距累积误差”等。在其它有关定义中，删去了某些解释性的内容。

5）增加了三个有关测量方法的术语，即“棒间距”、“跨棒距”和“公法线平均长度”。

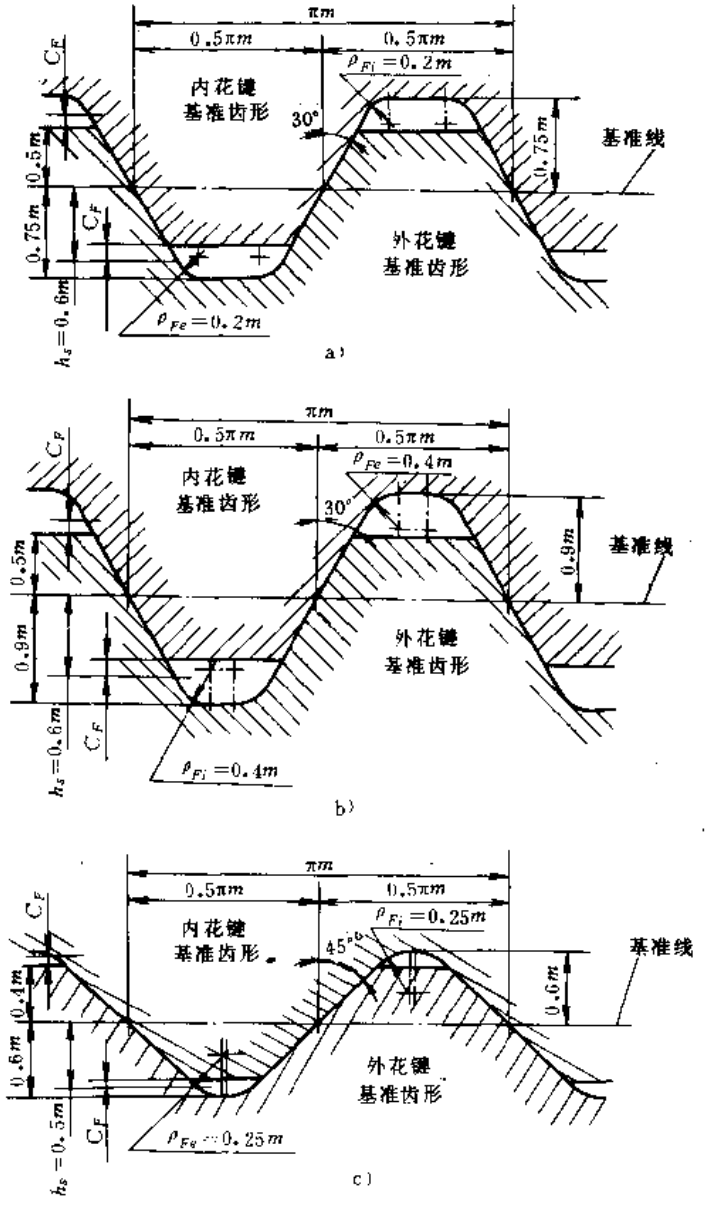
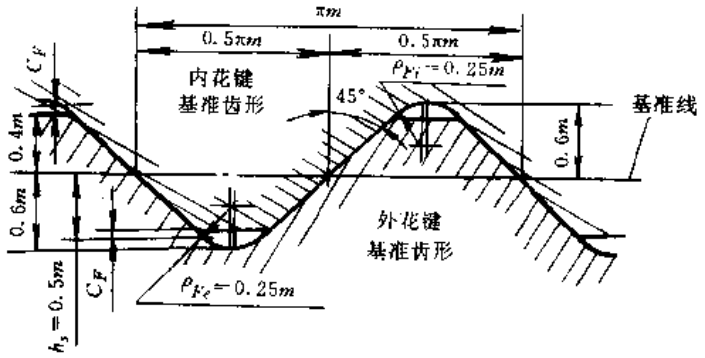



**图7.4-2** 基本齿廓

a）30°平齿根 b）30°圆齿根 c）37.5°圆齿根




d)

**图 7.4-2**　基本齿廓（续）

d）45°圆齿根

## 1.2　基本参数　基本齿廓　尺寸系列

（1）基本参数见表 7.4-2。

（2）给出了 30°、37.5°和 45°三种标准压力角 $\alpha_D$，是基本齿廓的齿形角。

（3）模数 $m$（单位 mm），分为两个系列，共 15 种，优先采用第 1 系列。

### 1.2.1　基本参数

（1）基本参数见表 7.4-2。给出了 30°、37.5°和 45°三种标准压力角 $\alpha_D$，对基本齿廓是齿形角。

（2）模数 $m$（单位 mm），共 15 种分为两个系列。优先采用第 1 系列，第 2 系列中模数 3.5 尽量不用。

**表 7.4-2　基本参数**　（mm）

| 标准压力角 | 模　数　$m$ | |
|---|---|---|
| $\alpha_D=30°$、37.5° | 第 1 系列 | 0.5、1、1.5、2、2.5、3、5、10 |
| | 第 2 系列 | 0.75、1.25、1.75、4、6、8 |
| $\alpha_D=45°$ | 第 1 系列 | 0.25、0.5、1、1.5、2、2.5 |
| | 第 2 系列 | 0.75、1.25、1.75 |

### 1.2.2　基本齿廓

（1）按三种齿形角和两种齿根规定了四种基本齿廓，见图 7.4-2。

（2）渐开线花键的基本齿廓是指基本齿条的法向齿廓。基本齿条是指直径为无穷大的无误差的理想花键。

（3）基本齿廓是确定渐开线花键尺寸的依据。

（4）基准线是横贯基本齿廓的一条直线，以此线为基准，确定基本齿廓的尺寸。

（5）允许平齿根和圆齿根的基本齿廓在内、外花键上混合使用。

### 1.2.3　尺寸系列

（1）花键尺寸的计算公式见表 7.4-3。

（2）当标准压力角为 30°时，外花键大径基本尺寸系列见表 7.4-4。

（3）当标准压力角为 37.5°时，外花键大径基本尺寸系列见表 7.4-5。

（4）当标准压力角为 45°时，外花键大径基本尺寸系列见表 7.4-6。

**表 7.4-3　花键尺寸计算公式**

| 项　目 | 代号 | 公式或说明 |
|---|---|---|
| 分度圆直径 | $D$ | $mZ$ |
| 基圆直径 | $D_b$ | $mZ\cos\alpha_D$ |
| 齿距 | $p$ | $\pi m$ |
| 内花键大径基本尺寸 | | |
| 30°平齿根 | $D_{ei}$ | $m\ (Z+1.5)$ |
| 30°圆齿根 | $D_{ei}$ | $m\ (Z+1.8)$ |
| 37.5°圆齿根 | $D_{ei}$ | $m\ (Z+1.4)$ |
| 45°圆齿根 | $D_{ei}$ | $m\ (Z+1.2)$① |
| 内花键大径下偏差 | | 0 |

（续）

| 项　　目 | 代号 | 公式或说明 |
|---|---|---|
| 内花键大径公差 | | 从IT12、IT13或IT14中选取 |
| 内花键渐开线终止 | | |
| 圆直径最小值 | | |
| 30°平齿根和圆齿根 | $D_{Fimin}$ | $m(Z+1)+2C_F$ |
| 37.5°圆齿根 | $D_{Fimin}$ | $m(Z+0.9)+2C_F$ |
| 45°圆齿根 | $D_{Fimin}$ | $m(Z+0.8)+2C_F$ |
| 内花键小径基本尺寸 | $D_i$ | $D_{Femax}+2C_F$② |
| 内花键小径极限偏差 | | 见表7.4-29 |
| 基本齿槽宽 | $E$ | $0.5\pi m$ |
| 作用齿槽宽最小值 | $E_{Vmin}$ | $0.5\pi m$ |
| 实际齿槽宽最大值 | $E_{max}$ | $E_{Vmin}+(T+\lambda)$（见表7.4-11～表7.4-25及1.3.2节。） |
| 实际齿槽宽最小值 | $E_{min}$ | $E_{Vmin}+\lambda$ |
| 作用齿槽宽最大值 | $E_{Vmax}$ | $E_{Vmin}-\lambda$ |
| 外花键作用齿厚上偏差 | $e_{sV}$ | 见表7.4-27和图7.4-5 |
| 外花键大径基本尺寸 | | |
| 30°平齿根和圆齿根 | $D_{ie}$ | $m(Z+1)$ |
| 37.5°圆齿根 | $D_{ie}$ | $m(Z+0.9)$ |
| 45°圆齿根 | $D_{ie}$ | $m(Z+0.8)$ |
| 外花键大径上偏差 | | $e_{sT}/\tan\alpha_D$ 见表7.4-28 |
| 外花键大径公差 | | 见表7.4 29 |
| 外花键渐开线起始圆 | | |
| 直径最大值 | $D_{Femax}$ | $2\sqrt{(0.5D_b)^2+\left(0.5D\sin\alpha_D-\dfrac{h_s-\dfrac{0.5e_{sV}}{\tan\alpha_D}}{\sin\alpha_D}\right)^2}$ |
| | | （式中$h_s$见图7.4-2） |
| 外花键小径基本尺寸 | | |
| 30°平齿根 | $D_{ie}$ | $m(Z-1.5)$ |
| 30°圆齿根 | $D_{ie}$ | $m(Z-1.8)$ |
| 37.5°圆齿根 | $D_{ie}$ | $m(Z-1.4)$ |
| 45°圆齿根 | $D_{ie}$ | $m(Z-1.2)$ |
| 外花键小径上偏差 | | $e_{sV}/\tan\alpha_D$（见表7.4-28） |
| 外花键小径公差 | | 从IT12、IT13和IT14中选取 |
| 基本齿厚 | $S$ | $0.5\pi m$ |
| 作用齿厚最大值 | $S_{Vmax}$ | $S+e_{sV}$ |
| 实际齿厚最小值 | $S_{min}$ | $S_{Vmax}-(T+\lambda)$（见1.3.2和表7.4-11～表7.4-25） |
| 实际齿厚最大值 | $S_{max}$ | $S_{Vmax}-\lambda$ |
| 作用齿厚最小值 | $S_{Vmin}$ | $S_{min}+\lambda$ |
| 齿形裕度 | $C_F$ | $0.1m$④ |

① 37.5°和45°圆齿根内花键允许选用平齿根，此时，内花键大径基本尺寸$D_{ie}$应大于内花键渐开线终止圆直径最小值$D_{Fimin}$。

② 对所有花键齿侧配合类别，均按H/h配合类别取$D_{Femax}$值。

③ 本公式是按齿条形刀具加工原理推导的。

④ 除H/h配合类别$C_F$等于0.1m外，其它各种配合类别的齿形裕度均有变化。

**表 7.4-4　30°外花键大径基本尺寸系列表**

$D_e = m\ (Z+1)$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 模数 | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.5 | (0.75) | 1 | (1.25) | 1.5 | (1.75) | 2 | 2.5 | 3 | (4) | 5 | (6) | (8) | 10 |
| 10 | 5.5 | 8.25 | 11 | 13.75 | 16.5 | 19.25 | 22 | 27.5 | 33 | 44 | 55 | 66 | 88 | 110 |
| 11 | 6.0 | 9.00 | 12 | 15.00 | 18.0 | 21.00 | 24 | 30.0 | 36 | 48 | 60 | 72 | 96 | 120 |
| 12 | 6.5 | 9.75 | 13 | 16.25 | 19.5 | 22.75 | 26 | 32.5 | 39 | 52 | 65 | 78 | 104 | 130 |
| 13 | 7.0 | 10.50 | 14 | 17.50 | 21.0 | 24.50 | 28 | 35.0 | 42 | 56 | 70 | 84 | 112 | 140 |
| 14 | 7.5 | 11.25 | 15 | 18.75 | 22.5 | 26.25 | 30 | 37.5 | 45 | 60 | 75 | 90 | 120 | 150 |
| 15 | 8.0 | 12.00 | 16 | 20.00 | 24.0 | 28.00 | 32 | 40.0 | 48 | 64 | 80 | 96 | 128 | 160 |
| 16 | 8.5 | 12.75 | 17 | 21.25 | 25.5 | 29.75 | 34 | 42.5 | 51 | 68 | 85 | 102 | 136 | 170 |
| 17 | 9.0 | 13.50 | 18 | 22.50 | 27.0 | 31.50 | 36 | 45.0 | 54 | 72 | 90 | 108 | 144 | 180 |
| 18 | 9.5 | 14.25 | 19 | 23.75 | 28.5 | 33.50 | 38 | 47.5 | 57 | 76 | 95 | 114 | 152 | 190 |
| 19 | 10.0 | 15.00 | 20 | 25.00 | 30.0 | 35.00 | 40 | 50.0 | 60 | 80 | 100 | 120 | 160 | 200 |
| 20 | 10.5 | 15.75 | 21 | 26.25 | 31.5 | 36.75 | 42 | 52.5 | 63 | 84 | 105 | 126 | 168 | 210 |
| 21 | 11.0 | 16.50 | 22 | 27.50 | 33.0 | 38.50 | 44 | 55.0 | 66 | 88 | 110 | 132 | 176 | 220 |
| 22 | 11.5 | 17.25 | 23 | 28.75 | 34.5 | 40.25 | 46 | 57.5 | 69 | 92 | 115 | 138 | 184 | 230 |
| 23 | 12.0 | 18.00 | 24 | 30.00 | 36.0 | 42.00 | 48 | 60.0 | 72 | 96 | 120 | 144 | 192 | 240 |
| 24 | 12.5 | 18.75 | 25 | 31.25 | 37.5 | 43.75 | 50 | 62.5 | 75 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 |
| 25 | 13.0 | 19.50 | 26 | 32.50 | 39.0 | 45.50 | 52 | 65.0 | 78 | 104 | 130 | 156 | 208 | 260 |
| 26 | 13.5 | 20.25 | 27 | 33.75 | 40.5 | 47.25 | 54 | 67.5 | 81 | 108 | 135 | 162 | 216 | 270 |
| 27 | 14.0 | 21.00 | 28 | 35.00 | 42.0 | 49.00 | 56 | 70.0 | 84 | 112 | 140 | 168 | 224 | 280 |
| 28 | 14.5 | 21.75 | 29 | 36.25 | 43.5 | 50.75 | 58 | 72.5 | 87 | 116 | 145 | 174 | 232 | 290 |
| 29 | 15.0 | 22.50 | 30 | 37.50 | 45.0 | 52.50 | 60 | 75.0 | 90 | 120 | 150 | 180 | 240 | 300 |
| 30 | 15.5 | 23.25 | 31 | 38.75 | 46.5 | 54.25 | 62 | 77.5 | 93 | 124 | 155 | 186 | 248 | 310 |
| 31 | 16.0 | 24.00 | 32 | 40.00 | 48.0 | 56.00 | 64 | 80.0 | 96 | 128 | 160 | 192 | 256 | 320 |
| 32 | 16.5 | 24.75 | 33 | 41.25 | 49.5 | 57.75 | 66 | 82.5 | 99 | 132 | 165 | 198 | 264 | 330 |
| 33 | 17.0 | 25.50 | 34 | 42.50 | 51.0 | 59.50 | 68 | 85.0 | 102 | 136 | 170 | 204 | 272 | 340 |
| 34 | 17.5 | 26.25 | 35 | 43.75 | 52.5 | 61.25 | 70 | 87.5 | 105 | 140 | 175 | 210 | 280 | 350 |
| 35 | 18.0 | 27.00 | 36 | 45.00 | 54.00 | 63.00 | 72 | 90.0 | 108 | 144 | 180 | 216 | 288 | 360 |
| 36 | 18.5 | 27.75 | 37 | 46.25 | 55.5 | 64.75 | 74 | 92.5 | 111 | 148 | 185 | 202 | 296 | 370 |
| 37 | 19.0 | 28.50 | 38 | 47.50 | 57.0 | 66.50 | 76 | 95.0 | 114 | 152 | 190 | 228 | 304 | 380 |
| 38 | 19.5 | 29.25 | 39 | 48.75 | 58.5 | 68.50 | 78 | 97.5 | 117 | 156 | 195 | 234 | 312 | 390 |
| 39 | 20.0 | 30.00 | 40 | 50.00 | 60.0 | 70.00 | 80 | 100.0 | 120 | 160 | 200 | 240 | 320 | 400 |
| 40 | 20.5 | 30.75 | 41 | 51.25 | 61.5 | 71.75 | 82 | 102.5 | 123 | 164 | 205 | 246 | 328 | 410 |
| 41 | 21.0 | 31.50 | 42 | 52.50 | 63.0 | 73.50 | 84 | 105.0 | 126 | 168 | 210 | 252 | 336 | 420 |
| 42 | 21.5 | 32.25 | 43 | 53.75 | 64.5 | 75.25 | 86 | 107.5 | 129 | 172 | 215 | 258 | 344 | 430 |
| 43 | 22.0 | 33.00 | 44 | 55.00 | 66.0 | 77.00 | 88 | 110.0 | 132 | 176 | 220 | 264 | 352 | 440 |
| 44 | 22.5 | 33.75 | 45 | 56.25 | 67.5 | 78.75 | 90 | 112.5 | 135 | 180 | 225 | 270 | 360 | 450 |
| 45 | 23.0 | 34.50 | 46 | 57.50 | 69.0 | 80.50 | 92 | 115.0 | 138 | 184 | 230 | 276 | 368 | 460 |
| 46 | 23.5 | 35.25 | 47 | 58.75 | 70.5 | 82.25 | 94 | 117.5 | 141 | 188 | 235 | 282 | 376 | 470 |
| 47 | 24.0 | 36.00 | 48 | 60.00 | 72.0 | 84.00 | 96 | 120.0 | 144 | 192 | 240 | 288 | 384 | 480 |
| 48 | 24.5 | 36.75 | 49 | 61.25 | 73.5 | 85.75 | 98 | 122.5 | 147 | 196 | 245 | 294 | 392 | 490 |
| 49 | 25.0 | 37.50 | 50 | 62.50 | 75.0 | 87.50 | 100 | 125.0 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 |
| 50 | 25.5 | 38.25 | 51 | 63.75 | 76.5 | 89.25 | 102 | 127.5 | 153 | 204 | 255 | 306 | 408 | 510 |
| 51 | 26.0 | 39.00 | 52 | 65.00 | 78.0 | 91.00 | 104 | 130.0 | 156 | 208 | 260 | 312 | 416 | 520 |
| 52 | 26.5 | 39.75 | 53 | 66.25 | 79.5 | 92.75 | 106 | 132.5 | 159 | 212 | 265 | 318 | 424 | 530 |
| 53 | 27.0 | 40.50 | 54 | 67.50 | 81.0 | 94.50 | 108 | 135.0 | 162 | 216 | 270 | 324 | 432 | 540 |
| 54 | 27.5 | 41.25 | 55 | 68.75 | 82.5 | 96.25 | 110 | 137.5 | 165 | 220 | 275 | 330 | 440 | 550 |
| 55 | 28.0 | 42.00 | 56 | 70.00 | 84.0 | 98.00 | 112 | 140.0 | 168 | 224 | 280 | 336 | 448 | 560 |

（续）

| 齿数 $Z$ | 模数 | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.5 | (0.75) | 1 | (1.25) | 1.5 | (1.75) | 2 | 2.5 | 3 | (4) | 5 | (6) | (8) | 10 |
| 56 | 28.5 | 42.75 | 57 | 71.25 | 85.5 | 99.75 | 114 | 142.5 | 171 | 228 | 285 | 342 | 456 | 570 |
| 57 | 29.0 | 43.50 | 58 | 72.50 | 87.0 | 101.50 | 116 | 145.0 | 174 | 232 | 290 | 348 | 4644 | 580 |
| 58 | 29.5 | 44.25 | 59 | 73.75 | 88.5 | 103.25 | 118 | 47.5 | 177 | 236 | 295 | 354 | 472 | 590 |
| 59 | 30.0 | 45.00 | 60 | 75.00 | 90.0 | 105.00 | 120 | 150.0 | 180 | 240 | 300 | 360 | 480 | 600 |
| 60 | 30.5 | 45.75 | 61 | 76.25 | 91.5 | 106.75 | 122 | 152.5 | 183 | 244 | 305 | 366 | 488 | 610 |
| 61 | 31.0 | 46.50 | 62 | 77.50 | 93.0 | 108.50 | 124 | 155.0 | 186 | 248 | 310 | 372 | 496 | 620 |
| 62 | 31.5 | 47.25 | 63 | 78.75 | 94.5 | 110.25 | 126 | 157.5 | 189 | 252 | 315 | 378 | 504 | 630 |
| 63 | 32.0 | 48.00 | 64 | 80.00 | 96.0 | 122.00 | 128 | 160.0 | 192 | 256 | 320 | 384 | 512 | 540 |
| 64 | 32.5 | 48.75 | 65 | 81.25 | 97.5 | 113.75 | 130 | 162.5 | 195 | 260 | 325 | 390 | 520 | 550 |
| 65 | 33.0 | 49.50 | 66 | 82.50 | 99.0 | 115.50 | 132 | 165.0 | 198 | 264 | 330 | 396 | 528 | 660 |
| 66 | 33.5 | 50.25 | 67 | 83.75 | 100.5 | 117.25 | 134 | 167.5 | 201 | 268 | 335 | 402 | 536 | 670 |
| 67 | 34.0 | 51.00 | 68 | 85.00 | 102.0 | 119.00 | 136 | 170.0 | 204 | 272 | 340 | 408 | 544 | 680 |
| 68 | 34.5 | 51.75 | 69 | 86.25 | 103.5 | 120.75 | 138 | 172.5 | 207 | 276 | 345 | 414 | 552 | 690 |
| 69 | 35.0 | 52.50 | 70 | 87.50 | 105.0 | 122.50 | 140 | 175.0 | 210 | 280 | 350 | 420 | 560 | 700 |
| 70 | 35.5 | 53.25 | 71 | 88.75 | 106.5 | 124.25 | 142 | 177.5 | 213 | 284 | 355 | 426 | 568 | 710 |
| 71 | 36.0 | 54.00 | 72 | 90.00 | 108.0 | 126.00 | 144 | 180.0 | 216 | 288 | 360 | 432 | 576 | 720 |
| 72 | 36.5 | 54.75 | 73 | 91.25 | 109.5 | 127.75 | 146 | 182.5 | 219 | 292 | 365 | 438 | 584 | 730 |
| 73 | 37.0 | 55.50 | 74 | 92.50 | 111.0 | 129.50 | 148 | 185.0 | 222 | 296 | 370 | 444 | 592 | 740 |
| 74 | 37.5 | 56.25 | 75 | 93.75 | 112.5 | 131.25 | 150 | 187.5 | 225 | 300 | 375 | 450 | 600 | 750 |
| 75 | 38.0 | 57.00 | 76 | 95.00 | 114.0 | 133.00 | 152 | 190.0 | 228 | 304 | 380 | 456 | 608 | 760 |
| 76 | 38.5 | 57.75 | 77 | 96.25 | 115.5 | 134.75 | 154 | 192.5 | 231 | 308 | 385 | 462 | 616 | 770 |
| 77 | 39.0 | 58.50 | 78 | 97.50 | 117.0 | 136.50 | 156 | 195.0 | 234 | 312 | 390 | 468 | 624 | 780 |
| 78 | 39.5 | 59.25 | 79 | 98.75 | 118.5 | 138.25 | 158 | 197.5 | 237 | 316 | 395 | 474 | 632 | 790 |
| 79 | 40.0 | 60.00 | 80 | 100.00 | 120.0 | 140.00 | 160 | 200.0 | 240 | 320 | 400 | 480 | 640 | 800 |
| 80 | 40.5 | 60.75 | 81 | 101.25 | 121.5 | 141.75 | 162 | 202.5 | 243 | 324 | 405 | 486 | 648 | 810 |
| 81 | 41.0 | 61.50 | 82 | 102.50 | 123.0 | 143.50 | 164 | 205.0 | 246 | 328 | 410 | 492 | 656 | 820 |
| 82 | 41.5 | 62.25 | 83 | 103.75 | 124.5 | 145.25 | 166 | 207.5 | 249 | 332 | 415 | 498 | 664 | 830 |
| 83 | 42.0 | 63.00 | 84 | 105.00 | 126.0 | 147.00 | 168 | 210.0 | 252 | 336 | 420 | 504 | 672 | 840 |
| 84 | 42.5 | 63.75 | 85 | 106.25 | 127.5 | 148.75 | 170 | 212.5 | 255 | 340 | 425 | 510 | 680 | 850 |
| 85 | 43.0 | 64.50 | 86 | 107.50 | 129.0 | 150.50 | 172 | 215.0 | 258 | 344 | 430 | 516 | 688 | 860 |
| 86 | 43.5 | 65.25 | 87 | 108.75 | 130.5 | 152.25 | 174 | 217.5 | 261 | 348 | 435 | 522 | 696 | 870 |
| 87 | 44.0 | 66.00 | 88 | 110.00 | 132.0 | 154.00 | 176 | 220.0 | 264 | 352 | 440 | 528 | 704 | 880 |
| 88 | 44.5 | 66.75 | 89 | 111.25 | 133.5 | 155.75 | 178 | 222.5 | 267 | 356 | 445 | 534 | 712 | 890 |
| 89 | 45.0 | 67.50 | 90 | 112.50 | 135.0 | 157.50 | 180 | 225.0 | 270 | 360 | 450 | 540 | 720 | 900 |
| 90 | 45.5 | 68.25 | 91 | 113.75 | 136.5 | 159.25 | 182 | 227.5 | 273 | 364 | 455 | 546 | 728 | 910 |
| 91 | 46.0 | 69.00 | 92 | 115.00 | 138.0 | 161.00 | 184 | 230.0 | 276 | 368 | 460 | 552 | 736 | 920 |
| 92 | 46.5 | 69.75 | 93 | 116.25 | 139.5 | 162.75 | 186 | 232.5 | 279 | 372 | 465 | 558 | 744 | 930 |
| 93 | 47.0 | 70.50 | 94 | 117.50 | 141.0 | 164.50 | 188 | 235.0 | 282 | 376 | 470 | 564 | 752 | 940 |
| 94 | 47.5 | 71.25 | 95 | 118.75 | 142.5 | 166.25 | 190 | 237.5 | 285 | 380 | 475 | 570 | 760 | 950 |
| 95 | 48.0 | 72.00 | 96 | 120.00 | 144.0 | 168.00 | 192 | 240.0 | 288 | 384 | 480 | 576 | 768 | 960 |
| 96 | 48.5 | 72.75 | 97 | 121.25 | 145.5 | 169.75 | 194 | 242.5 | 291 | 388 | 485 | 582 | 776 | 970 |
| 97 | 49.0 | 73.50 | 98 | 122.50 | 147.0 | 171.50 | 196 | 245.0 | 294 | 392 | 490 | 588 | 784 | 980 |
| 98 | 49.5 | 74.25 | 99 | 123.75 | 148.5 | 173.25 | 198 | 247.5 | 297 | 396 | 495 | 594 | 792 | 990 |
| 99 | 50.0 | 75.00 | 100 | 125.00 | 150.0 | 175.00 | 200 | 250.0 | 300 | 400 | 500 | 600 | 800 | 1000 |
| 100 | 50.5 | 75.74 | 101 | 126.25 | 151.5 | 176.75 | 202 | 252.5 | 303 | 404 | 505 | 606 | 808 | 1010 |

**表 7.4-5　37.5°外花键大径基本尺寸系列表**

$D_e = m\ (Z+0.9)$　　(mm)

| 齿数 Z | 模数 | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.5 | (0.75) | 1 | (1.25) | 1.5 | (1.75) | 2 | 2.5 | 3 | (4) | 5 | (6) | (8) | 10 |
| 10 | 5.45 | 8.18 | 10.9 | 13.62 | 16.35 | 19.07 | 21.8 | 27.25 | 32.7 | 43.6 | 54.5 | 65.4 | 87.2 | 109 |
| 11 | 5.95 | 8.93 | 11.9 | 14.87 | 17.85 | 20.82 | 23.8 | 29.75 | 35.7 | 47.6 | 59.5 | 71.4 | 95.2 | 119 |
| 12 | 6.45 | 9.68 | 12.9 | 16.12 | 19.35 | 22.57 | 25.8 | 32.25 | 38.7 | 51.6 | 64.5 | 77.4 | 103.2 | 129 |
| 13 | 6.95 | 10.43 | 13.9 | 17.37 | 20.85 | 24.32 | 27.8 | 34.75 | 41.7 | 55.6 | 69.5 | 83.4 | 111.2 | 139 |
| 14 | 7.45 | 11.18 | 14.9 | 18.62 | 22.35 | 26.07 | 29.8 | 37.25 | 44.7 | 59.6 | 74.5 | 89.4 | 119.2 | 149 |
| 15 | 7.95 | 11.93 | 15.9 | 19.87 | 23.85 | 27.82 | 31.8 | 39.75 | 47.7 | 63.6 | 79.5 | 95.4 | 127.2 | 159 |
| 16 | 8.45 | 12.67 | 16.9 | 21.12 | 25.35 | 29.57 | 33.8 | 42.25 | 50.7 | 67.6 | 84.5 | 101.4 | 135.2 | 169 |
| 17 | 8.95 | 13.42 | 17.9 | 22.37 | 26.85 | 31.32 | 35.8 | 44.75 | 53.7 | 71.6 | 89.5 | 107.4 | 143.2 | 179 |
| 18 | 9.45 | 14.17 | 18.9 | 23.62 | 28.35 | 33.07 | 37.8 | 47.25 | 56.7 | 75.6 | 94.5 | 113.4 | 151.2 | 189 |
| 19 | 9.95 | 14.92 | 19.9 | 24.87 | 29.85 | 34.82 | 39.8 | 49.75 | 59.7 | 79.6 | 99.5 | 119.4 | 159.2 | 199 |
| 20 | 10.45 | 15.67 | 20.9 | 26.12 | 31.35 | 36.57 | 41.8 | 52.25 | 62.7 | 83.6 | 104.5 | 125.4 | 167.2 | 209 |
| 21 | 10.95 | 16.43 | 21.9 | 27.37 | 32.85 | 38.32 | 43.8 | 54.75 | 65.7 | 87.6 | 109.5 | 131.4 | 175.2 | 219 |
| 22 | 11.45 | 17.18 | 22.9 | 28.62 | 34.35 | 40.07 | 45.8 | 57.25 | 68.7 | 91.6 | 114.5 | 137.4 | 183.2 | 229 |
| 23 | 11.95 | 17.93 | 23.9 | 29.87 | 35.85 | 41.82 | 47.8 | 59.75 | 71.7 | 95.6 | 119.5 | 143.4 | 191.2 | 239 |
| 24 | 12.45 | 18.68 | 24.9 | 31.12 | 37.35 | 43.57 | 49.8 | 62.25 | 74.7 | 99.6 | 124.5 | 149.4 | 199.2 | 249 |
| 25 | 12.95 | 19.43 | 25.9 | 32.37 | 38.85 | 45.32 | 51.8 | 64.75 | 77.7 | 103.6 | 129.5 | 155.4 | 207.2 | 259 |
| 26 | 13.45 | 20.18 | 26.9 | 33.62 | 40.35 | 47.07 | 53.8 | 67.25 | 80.7 | 107.6 | 134.5 | 161.4 | 215.2 | 269 |
| 27 | 13.95 | 20.93 | 27.9 | 34.87 | 41.85 | 48.82 | 55.8 | 69.75 | 83.7 | 111.6 | 139.5 | 167.4 | 223.2 | 279 |
| 28 | 14.45 | 21.68 | 28.9 | 36.12 | 43.35 | 50.57 | 57.8 | 72.25 | 86.7 | 115.6 | 144.5 | 173.4 | 231.2 | 289 |
| 29 | 14.95 | 22.43 | 29.9 | 37.37 | 44.85 | 52.32 | 59.8 | 74.75 | 89.7 | 119.6 | 149.5 | 179.4 | 239.2 | 299 |
| 30 | 15.45 | 23.18 | 30.9 | 38.62 | 46.35 | 54.07 | 61.8 | 77.25 | 92.7 | 123.6 | 154.5 | 185.4 | 247.2 | 309 |
| 31 | 15.95 | 23.93 | 31.9 | 39.87 | 47.85 | 55.82 | 63.8 | 79.75 | 95.7 | 127.6 | 159.5 | 191.4 | 255.2 | 319 |
| 32 | 16.45 | 24.68 | 32.9 | 41.12 | 49.35 | 57.57 | 65.8 | 82.25 | 98.7 | 131.6 | 164.5 | 197.4 | 263.2 | 329 |
| 33 | 16.95 | 25.43 | 33.9 | 42.37 | 50.85 | 59.32 | 67.8 | 84.75 | 101.7 | 135.6 | 169.5 | 203.4 | 271.2 | 339 |
| 34 | 17.45 | 26.18 | 34.9 | 43.62 | 52.35 | 61.07 | 69.8 | 87.25 | 104.7 | 139.6 | 174.5 | 209.4 | 279.2 | 349 |
| 35 | 17.95 | 26.93 | 35.9 | 44.87 | 53.85 | 62.82 | 71.8 | 89.75 | 107.7 | 143.6 | 179.5 | 215.4 | 287.2 | 359 |
| 36 | 18.45 | 27.68 | 36.9 | 46.12 | 55.35 | 64.58 | 73.8 | 92.25 | 110.7 | 147.6 | 184.5 | 221.4 | 295.2 | 369 |
| 37 | 18.95 | 28.43 | 37.9 | 47.37 | 56.85 | 66.33 | 75.8 | 94.75 | 113.7 | 151.6 | 189.5 | 227.4 | 303.2 | 379 |
| 38 | 19.45 | 29.18 | 38.9 | 48.62 | 58.35 | 68.08 | 77.8 | 97.25 | 116.7 | 155.6 | 194.5 | 233.4 | 311.2 | 389 |
| 39 | 19.95 | 29.93 | 39.9 | 49.87 | 59.85 | 69.83 | 79.8 | 99.75 | 119.7 | 159.6 | 199.5 | 239.4 | 319.2 | 399 |
| 40 | 20.45 | 30.68 | 40.9 | 51.12 | 61.35 | 71.58 | 81.8 | 102.25 | 122.7 | 163.6 | 204.5 | 245.4 | 327.2 | 409 |
| 41 | 20.95 | 31.43 | 41.9 | 52.37 | 62.85 | 73.33 | 83.8 | 104.75 | 125.7 | 167.6 | 209.5 | 251.4 | 335.2 | 419 |
| 42 | 21.45 | 32.17 | 42.9 | 53.62 | 64.35 | 75.08 | 85.8 | 107.25 | 128.7 | 171.6 | 214.5 | 257.4 | 343.2 | 429 |
| 43 | 21.95 | 32.92 | 43.9 | 54.87 | 65.85 | 76.83 | 87.8 | 109.75 | 131.7 | 175.6 | 219.5 | 263.4 | 351.2 | 439 |
| 44 | 22.45 | 33.67 | 44.9 | 56.12 | 67.35 | 78.58 | 89.8 | 112.25 | 134.7 | 179.6 | 224.5 | 269.4 | 359.2 | 449 |
| 45 | 22.95 | 34.42 | 45.9 | 57.37 | 68.85 | 80.33 | 91.8 | 114.75 | 137.7 | 183.6 | 229.5 | 275.4 | 367.2 | 459 |
| 46 | 23.45 | 35.17 | 46.9 | 58.62 | 70.35 | 82.08 | 93.8 | 117.25 | 140.7 | 187.6 | 234.5 | 281.4 | 375.2 | 469 |
| 47 | 23.95 | 35.92 | 47.9 | 59.87 | 71.85 | 83.83 | 95.8 | 119.75 | 143.7 | 191.6 | 239.5 | 287.4 | 383.2 | 479 |
| 48 | 24.45 | 36.67 | 48.9 | 61.12 | 73.35 | 85.58 | 97.8 | 122.25 | 146.7 | 195.6 | 244.5 | 293.4 | 391.2 | 489 |
| 49 | 24.95 | 37.42 | 49.9 | 62.37 | 74.85 | 87.33 | 99.8 | 124.75 | 149.7 | 199.6 | 249.5 | 299.4 | 399.2 | 499 |
| 50 | 25.45 | 38.17 | 50.9 | 63.62 | 76.35 | 89.08 | 101.8 | 127.25 | 152.7 | 203.6 | 254.5 | 305.4 | 407.2 | 509 |
| 51 | 25.95 | 38.92 | 51.9 | 64.87 | 77.85 | 90.83 | 103.8 | 129.75 | 155.7 | 207.6 | 259.5 | 311.4 | 415.2 | 519 |
| 52 | 26.45 | 39.67 | 52.9 | 66.12 | 79.35 | 92.58 | 105.8 | 132.25 | 158.7 | 211.6 | 264.5 | 317.4 | 423.2 | 529 |
| 53 | 26.95 | 40.42 | 53.9 | 67.37 | 80.85 | 94.33 | 107.8 | 134.75 | 161.7 | 215.6 | 269.5 | 323.4 | 431.2 | 539 |
| 54 | 27.45 | 41.17 | 54.9 | 68.62 | 82.35 | 96.08 | 109.8 | 137.25 | 164.7 | 219.6 | 274.5 | 329.4 | 439.2 | 549 |
| 55 | 27.95 | 41.92 | 55.9 | 69.87 | 83.85 | 97.83 | 111.8 | 139.75 | 167.7 | 223.6 | 279.5 | 335.4 | 447.2 | 559 |

（续）

| 齿数 $Z$ | 模数 | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.5 | (0.75) | 1 | (1.25) | 1.5 | (1.75) | 2 | 2.5 | 3 | (4) | 5 | (6) | (8) | 10 |
| 56 | 28.45 | 42.67 | 56.9 | 71.12 | 85.35 | 99.58 | 113.8 | 142.25 | 170.7 | 227.6 | 284.5 | 341.4 | 455.2 | 569 |
| 57 | 28.95 | 43.42 | 57.9 | 72.37 | 86.85 | 101.33 | 115.8 | 144.75 | 173.7 | 231.6 | 289.5 | 347.4 | 463.2 | 579 |
| 58 | 29.45 | 44.17 | 58.9 | 73.62 | 88.35 | 103.08 | 117.8 | 147.25 | 176.7 | 235.6 | 294.5 | 353.4 | 471.2 | 589 |
| 59 | 29.95 | 44.92 | 59.9 | 74.87 | 89.85 | 104.83 | 119.8 | 149.75 | 179.7 | 239.6 | 299.5 | 359.4 | 479.2 | 599 |
| 60 | 30.45 | 45.67 | 60.9 | 76.12 | 91.35 | 106.58 | 121.8 | 152.25 | 182.7 | 243.6 | 304.5 | 365.4 | 487.2 | 609 |
| 61 | 30.95 | 46.42 | 61.9 | 77.37 | 92.85 | 108.33 | 123.8 | 154.75 | 185.7 | 247.6 | 309.5 | 371.4 | 495.2 | 619 |
| 62 | 31.45 | 47.17 | 62.9 | 78.62 | 94.35 | 110.08 | 125.8 | 157.25 | 188.7 | 251.6 | 314.5 | 377.4 | 503.2 | 629 |
| 63 | 31.95 | 47.92 | 63.9 | 79.87 | 95.85 | 111.83 | 127.8 | 159.75 | 191.7 | 255.6 | 319.5 | 383.4 | 511.2 | 639 |
| 64 | 32.45 | 48.68 | 64.9 | 81.13 | 97.35 | 113.58 | 129.8 | 162.25 | 194.7 | 259.6 | 324.5 | 389.4 | 519.2 | 649 |
| 65 | 32.95 | 49.43 | 65.9 | 82.38 | 98.85 | 115.33 | 131.8 | 164.75 | 197.7 | 263.6 | 329.5 | 395.4 | 527.2 | 659 |
| 66 | 33.45 | 50.18 | 66.9 | 83.63 | 100.35 | 117.08 | 133.8 | 167.25 | 200.7 | 267.6 | 334.5 | 401.4 | 535.2 | 669 |
| 67 | 33.95 | 50.93 | 67.9 | 84.88 | 101.85 | 118.83 | 135.8 | 169.75 | 203.7 | 271.6 | 339.5 | 407.4 | 543.2 | 679 |
| 68 | 34.45 | 51.68 | 68.9 | 86.13 | 103.35 | 120.58 | 137.8 | 172.25 | 206.7 | 275.6 | 344.5 | 413.4 | 551.2 | 689 |
| 69 | 34.95 | 52.43 | 69.9 | 87.38 | 104.85 | 122.33 | 139.8 | 174.75 | 209.7 | 279.6 | 349.5 | 419.4 | 559.2 | 699 |
| 70 | 35.45 | 53.18 | 70.9 | 88.63 | 106.35 | 124.08 | 141.8 | 177.25 | 212.7 | 283.6 | 354.5 | 425.4 | 567.2 | 709 |
| 71 | 35.95 | 53.93 | 71.9 | 89.88 | 107.85 | 125.83 | 143.8 | 179.75 | 215.7 | 287.6 | 359.5 | 431.4 | 575.2 | 719 |
| 72 | 36.45 | 54.68 | 72.9 | 91.13 | 109.35 | 127.58 | 145.8 | 182.25 | 218.7 | 291.6 | 364.5 | 437.4 | 583.2 | 729 |
| 73 | 36.95 | 55.43 | 73.9 | 92.38 | 110.85 | 129.33 | 147.8 | 184.75 | 221.7 | 295.6 | 369.5 | 443.4 | 591.2 | 739 |
| 74 | 37.45 | 56.18 | 74.9 | 93.63 | 112.35 | 131.08 | 149.8 | 187.25 | 224.7 | 299.6 | 374.5 | 449.4 | 599.2 | 749 |
| 75 | 37.95 | 56.93 | 75.9 | 94.88 | 113.85 | 132.83 | 151.8 | 189.75 | 227.7 | 303.6 | 379.5 | 455.4 | 607.2 | 759 |
| 76 | 38.45 | 57.68 | 76.9 | 96.13 | 115.35 | 134.58 | 153.8 | 192.25 | 230.7 | 307.6 | 384.5 | 461.4 | 615.2 | 769 |
| 77 | 38.95 | 58.43 | 77.9 | 97.38 | 116.85 | 136.33 | 155.8 | 194.75 | 233.7 | 311.6 | 389.5 | 467.4 | 623.2 | 779 |
| 78 | 39.45 | 59.18 | 78.9 | 98.63 | 118.35 | 138.08 | 157.8 | 197.25 | 236.7 | 315.6 | 394.5 | 473.4 | 631.2 | 789 |
| 79 | 39.95 | 59.93 | 79.9 | 99.88 | 119.85 | 139.83 | 159.8 | 199.75 | 239.7 | 319.6 | 399.5 | 479.4 | 639.2 | 799 |
| 80 | 40.45 | 60.68 | 80.9 | 101.13 | 121.35 | 141.58 | 161.8 | 202.25 | 242.7 | 323.6 | 404.5 | 485.4 | 647.2 | 809 |
| 81 | 40.95 | 61.43 | 81.9 | 102.38 | 122.85 | 143.33 | 163.8 | 204.75 | 245.7 | 327.6 | 409.5 | 491.4 | 655.2 | 819 |
| 82 | 41.45 | 62.18 | 82.9 | 103.63 | 124.35 | 145.08 | 165.8 | 207.25 | 248.7 | 331.6 | 414.5 | 497.4 | 663.2 | 829 |
| 83 | 41.95 | 62.93 | 83.9 | 104.88 | 125.85 | 146.83 | 167.8 | 209.75 | 251.7 | 335.6 | 419.5 | 503.4 | 671.2 | 839 |
| 84 | 42.45 | 63.68 | 84.9 | 106.13 | 127.35 | 148.58 | 169.8 | 212.25 | 254.7 | 339.6 | 424.5 | 509.4 | 679.2 | 849 |
| 85 | 42.95 | 64.43 | 85.9 | 107.38 | 128.85 | 150.33 | 171.8 | 214.75 | 257.7 | 343.6 | 429.5 | 515.4 | 687.2 | 859 |
| 86 | 43.45 | 65.18 | 86.9 | 108.63 | 130.35 | 152.08 | 173.8 | 217.25 | 260.7 | 347.6 | 434.5 | 521.4 | 695.2 | 869 |
| 87 | 43.95 | 65.93 | 87.9 | 109.88 | 131.85 | 153.83 | 175.8 | 219.75 | 263.7 | 351.6 | 439.5 | 527.4 | 703.2 | 879 |
| 88 | 44.45 | 66.68 | 88.9 | 111.13 | 133.35 | 155.58 | 177.8 | 222.25 | 266.7 | 355.6 | 444.5 | 533.4 | 711.2 | 889 |
| 89 | 44.95 | 67.43 | 89.9 | 112.38 | 134.85 | 157.33 | 179.8 | 224.75 | 269.7 | 359.6 | 449.5 | 539.4 | 719.2 | 899 |
| 90 | 45.45 | 68.18 | 90.9 | 113.63 | 136.35 | 159.08 | 181.8 | 227.25 | 272.7 | 363.6 | 454.5 | 545.4 | 727.2 | 909 |
| 91 | 45.95 | 68.93 | 91.9 | 114.88 | 137.85 | 160.83 | 183.8 | 229.75 | 275.7 | 367.6 | 459.5 | 551.4 | 735.2 | 919 |
| 92 | 46.45 | 69.68 | 92.9 | 116.13 | 139.35 | 162.58 | 185.8 | 232.25 | 278.7 | 371.6 | 464.5 | 557.4 | 743.2 | 929 |
| 93 | 46.95 | 70.43 | 93.9 | 117.38 | 140.85 | 164.33 | 187.8 | 234.75 | 281.7 | 375.6 | 469.5 | 563.4 | 751.2 | 939 |
| 94 | 47.45 | 71.18 | 94.9 | 118.63 | 142.35 | 166.08 | 189.8 | 237.25 | 284.7 | 379.6 | 474.5 | 569.4 | 759.2 | 949 |
| 95 | 47.95 | 71.93 | 95.9 | 119.88 | 143.85 | 167.83 | 191.8 | 239.75 | 287.7 | 383.6 | 479.5 | 575.4 | 767.2 | 959 |
| 96 | 48.45 | 72.68 | 96.9 | 121.13 | 145.35 | 169.58 | 193.8 | 242.25 | 290.7 | 387.6 | 484.5 | 581.4 | 775.2 | 969 |
| 97 | 48.95 | 73.43 | 97.9 | 122.38 | 146.85 | 171.33 | 195.8 | 244.75 | 293.7 | 391.6 | 489.5 | 587.4 | 783.2 | 979 |
| 98 | 49.45 | 74.18 | 98.9 | 123.63 | 148.35 | 173.08 | 197.8 | 247.25 | 296.7 | 395.6 | 494.5 | 593.4 | 791.2 | 989 |
| 99 | 49.95 | 74.93 | 99.9 | 124.88 | 149.85 | 174.83 | 199.8 | 249.75 | 299.7 | 399.6 | 499.5 | 599.4 | 799.2 | 999 |
| 100 | 50.45 | 75.68 | 100.9 | 126.13 | 151.35 | 176.58 | 201.8 | 252.25 | 302.7 | 403.6 | 504.5 | 605.4 | 807.2 | 1009 |

**表 7.4-6　45°外花键大径基本尺寸系列表**

$D_{ev}=m\ (Z+0.8)$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 模数 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.25 | 0.5 | (0.75) | 1 | (1.25) | 1.5 | (1.75) | 2 | 2.5 |
| 10 | 2.70 | 5.40 | 8.10 | 10.80 | 13.50 | 16.20 | 18.90 | 21.60 | 27.00 |
| 11 | 2.95 | 5.90 | 8.85 | 11.80 | 14.75 | 17.70 | 20.65 | 23.60 | 29.50 |
| 12 | 3.20 | 6.40 | 9.60 | 12.80 | 16.00 | 19.20 | 22.40 | 25.60 | 32.00 |
| 13 | 3.45 | 6.90 | 10.35 | 13.80 | 17.25 | 20.70 | 24.15 | 27.60 | 34.50 |
| 14 | 3.70 | 7.40 | 11.10 | 14.80 | 18.50 | 22.20 | 25.90 | 29.60 | 37.00 |
| 15 | 3.95 | 7.90 | 11.85 | 15.80 | 19.75 | 23.70 | 27.65 | 31.60 | 39.50 |
| 16 | 4.20 | 8.40 | 12.60 | 16.80 | 21.00 | 25.20 | 29.40 | 33.60 | 42.00 |
| 17 | 4.45 | 8.90 | 13.35 | 17.80 | 22.25 | 26.70 | 31.15 | 35.60 | 44.50 |
| 18 | 4.70 | 9.40 | 14.10 | 18.80 | 23.50 | 28.20 | 32.90 | 37.60 | 47.00 |
| 19 | 4.95 | 9.90 | 14.85 | 19.80 | 24.75 | 29.70 | 34.65 | 39.60 | 49.50 |
| 20 | 5.20 | 10.40 | 15.60 | 20.80 | 26.00 | 31.20 | 36.40 | 41.60 | 52.00 |
| 21 | 5.45 | 10.90 | 16.35 | 21.80 | 27.25 | 32.70 | 38.15 | 43.60 | 54.50 |
| 22 | 5.70 | 11.40 | 17.10 | 22.80 | 28.50 | 34.20 | 39.90 | 45.60 | 57.00 |
| 23 | 5.95 | 11.90 | 17.85 | 23.80 | 29.75 | 35.70 | 41.65 | 47.60 | 59.50 |
| 24 | 6.20 | 12.40 | 18.60 | 24.80 | 31.00 | 37.20 | 43.40 | 49.60 | 62.00 |
| 25 | 6.45 | 12.90 | 19.35 | 25.80 | 32.25 | 38.70 | 45.15 | 51.60 | 64.50 |
| 26 | 6.70 | 13.40 | 20.10 | 26.80 | 33.50 | 40.20 | 46.90 | 53.60 | 67.00 |
| 27 | 6.95 | 13.90 | 20.85 | 27.80 | 34.75 | 41.70 | 48.65 | 55.60 | 69.50 |
| 28 | 7.20 | 14.40 | 21.60 | 28.80 | 36.00 | 43.20 | 50.40 | 57.60 | 72.00 |
| 29 | 7.45 | 14.90 | 22.35 | 29.80 | 37.25 | 44.70 | 52.15 | 59.60 | 74.50 |
| 30 | 7.70 | 15.40 | 23.10 | 30.80 | 38.50 | 46.20 | 53.90 | 61.60 | 77.00 |
| 31 | 7.95 | 15.90 | 23.85 | 31.80 | 39.75 | 47.70 | 55.65 | 63.60 | 79.50 |
| 32 | 8.20 | 16.40 | 24.60 | 32.80 | 41.00 | 49.20 | 57.40 | 65.60 | 82.00 |
| 33 | 8.45 | 16.90 | 25.35 | 33.80 | 42.25 | 50.70 | 59.15 | 67.60 | 84.50 |
| 34 | 8.70 | 17.40 | 26.10 | 34.80 | 43.50 | 52.20 | 60.90 | 69.60 | 87.00 |
| 35 | 8.95 | 17.90 | 26.85 | 35.80 | 44.75 | 53.70 | 62.65 | 71.60 | 89.50 |
| 36 | 9.20 | 18.40 | 27.60 | 36.80 | 46.00 | 55.20 | 64.40 | 73.60 | 92.00 |
| 37 | 9.45 | 18.90 | 28.35 | 37.80 | 47.25 | 56.70 | 66.15 | 75.60 | 94.50 |
| 38 | 9.70 | 19.40 | 29.10 | 38.80 | 48.50 | 58.20 | 67.90 | 77.60 | 97.00 |
| 39 | 9.95 | 19.90 | 29.85 | 39.80 | 49.75 | 59.70 | 69.65 | 79.60 | 99.50 |
| 40 | 10.20 | 20.40 | 30.60 | 40.80 | 51.00 | 61.20 | 71.40 | 81.60 | 102.00 |
| 41 | 10.45 | 20.90 | 31.35 | 41.80 | 52.25 | 62.70 | 73.15 | 83.60 | 104.50 |
| 42 | 10.70 | 21.40 | 32.10 | 42.80 | 53.50 | 64.20 | 74.90 | 85.60 | 107.00 |
| 43 | 10.95 | 21.90 | 32.85 | 43.80 | 54.75 | 65.70 | 76.65 | 87.60 | 109.50 |
| 44 | 11.20 | 22.40 | 33.60 | 44.80 | 56.00 | 67.20 | 78.40 | 89.60 | 112.00 |
| 45 | 11.45 | 22.90 | 34.35 | 45.80 | 57.25 | 68.70 | 80.15 | 91.60 | 114.50 |
| 46 | 11.70 | 23.40 | 35.10 | 46.80 | 58.50 | 70.20 | 81.90 | 93.60 | 117.00 |
| 47 | 11.95 | 23.90 | 35.85 | 47.80 | 59.75 | 71.70 | 83.65 | 95.60 | 119.50 |
| 48 | 12.20 | 24.40 | 36.60 | 48.80 | 61.00 | 73.20 | 85.40 | 97.60 | 122.00 |
| 49 | 12.45 | 24.90 | 37.35 | 49.80 | 62.25 | 74.70 | 87.15 | 99.60 | 124.50 |
| 50 | 12.70 | 25.40 | 38.10 | 50.80 | 63.50 | 76.20 | 88.90 | 101.60 | 127.00 |
| 51 | 12.95 | 25.90 | 38.85 | 51.80 | 64.75 | 77.70 | 90.65 | 103.60 | 129.50 |
| 52 | 13.20 | 26.40 | 39.60 | 52.80 | 66.00 | 79.20 | 92.40 | 105.60 | 132.00 |
| 53 | 13.45 | 26.90 | 40.35 | 53.80 | 67.25 | 80.70 | 94.15 | 107.60 | 134.50 |
| 54 | 13.70 | 27.40 | 41.10 | 54.80 | 68.50 | 82.20 | 95.90 | 109.60 | 137.00 |
| 55 | 13.95 | 27.90 | 41.85 | 55.80 | 69.75 | 83.70 | 97.65 | 111.60 | 139.50 |

（续）

| 齿数 Z | 模数 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.25 | 0.5 | (0.75) | 1 | (1.25) | 1.5 | (1.75) | 2 | 2.5 |
| 56 | 14.20 | 28.40 | 42.60 | 56.80 | 71.00 | 85.20 | 99.40 | 113.60 | 142.00 |
| 57 | 14.45 | 28.90 | 43.35 | 57.80 | 72.25 | 86.70 | 101.15 | 115.60 | 144.50 |
| 58 | 14.70 | 29.40 | 44.10 | 58.80 | 73.50 | 88.20 | 102.90 | 117.60 | 147.00 |
| 59 | 14.95 | 29.90 | 44.85 | 59.80 | 74.75 | 89.70 | 104.65 | 119.60 | 149.50 |
| 60 | 15.20 | 30.40 | 45.60 | 60.80 | 76.00 | 91.20 | 106.40 | 121.60 | 152.00 |
| 61 | 15.45 | 30.90 | 46.35 | 61.80 | 77.25 | 92.70 | 108.15 | 123.60 | 154.50 |
| 62 | 15.70 | 31.40 | 47.10 | 62.80 | 78.50 | 94.20 | 109.90 | 125.60 | 157.00 |
| 63 | 15.95 | 31.90 | 47.85 | 63.80 | 79.75 | 95.70 | 111.65 | 127.60 | 159.50 |
| 64 | 16.20 | 32.40 | 48.60 | 64.80 | 81.00 | 97.20 | 113.40 | 129.60 | 162.00 |
| 65 | 16.45 | 32.90 | 49.35 | 65.80 | 82.25 | 98.70 | 115.15 | 131.60 | 164.50 |
| 66 | 16.70 | 33.40 | 50.10 | 66.80 | 83.50 | 100.20 | 116.90 | 133.60 | 167.00 |
| 67 | 16.95 | 33.90 | 50.85 | 67.80 | 84.75 | 101.70 | 118.65 | 135.60 | 169.50 |
| 68 | 17.20 | 34.40 | 51.60 | 68.80 | 86.00 | 103.20 | 120.40 | 137.60 | 172.00 |
| 69 | 17.45 | 34.90 | 52.35 | 69.80 | 87.25 | 104.70 | 122.15 | 139.60 | 174.50 |
| 70 | 17.70 | 35.40 | 53.10 | 70.80 | 88.50 | 106.20 | 123.90 | 141.60 | 177.00 |
| 71 | 17.95 | 35.90 | 53.85 | 71.80 | 89.75 | 107.70 | 125.65 | 143.60 | 179.50 |
| 72 | 18.20 | 36.40 | 54.60 | 72.80 | 91.00 | 109.20 | 127.40 | 145.60 | 182.00 |
| 73 | 18.45 | 36.90 | 55.35 | 73.80 | 92.25 | 110.70 | 129.15 | 147.60 | 184.50 |
| 74 | 18.70 | 37.40 | 56.10 | 74.80 | 93.50 | 112.20 | 130.90 | 149.60 | 187.00 |
| 75 | 18.95 | 37.90 | 56.85 | 75.80 | 94.75 | 113.70 | 132.65 | 151.60 | 189.50 |
| 76 | 19.20 | 38.40 | 57.60 | 76.80 | 96.00 | 115.20 | 134.40 | 153.60 | 192.00 |
| 77 | 19.45 | 38.90 | 58.35 | 77.80 | 97.25 | 116.70 | 136.15 | 155.60 | 194.50 |
| 78 | 19.70 | 39.40 | 59.10 | 78.80 | 98.50 | 118.20 | 137.90 | 157.60 | 197.00 |
| 79 | 19.95 | 39.90 | 59.85 | 79.80 | 99.75 | 119.70 | 139.65 | 159.60 | 199.50 |
| 80 | 20.20 | 40.40 | 60.60 | 80.80 | 101.00 | 121.20 | 141.40 | 161.60 | 202.00 |
| 81 | 20.45 | 40.90 | 61.35 | 81.80 | 102.25 | 122.70 | 143.15 | 163.60 | 204.50 |
| 82 | 20.70 | 41.40 | 62.10 | 82.80 | 103.50 | 124.20 | 144.90 | 165.60 | 207.00 |
| 83 | 20.95 | 41.90 | 62.85 | 83.80 | 104.75 | 125.70 | 146.65 | 167.60 | 209.50 |
| 84 | 21.20 | 42.40 | 63.60 | 84.80 | 106.00 | 127.20 | 148.40 | 169.60 | 212.00 |
| 85 | 21.45 | 42.90 | 64.35 | 85.80 | 107.25 | 128.70 | 150.15 | 171.60 | 214.50 |
| 86 | 21.70 | 43.40 | 65.10 | 86.80 | 108.50 | 130.20 | 151.90 | 173.60 | 217.00 |
| 87 | 21.95 | 43.90 | 65.85 | 87.80 | 109.75 | 131.70 | 153.65 | 175.60 | 219.50 |
| 88 | 22.20 | 44.40 | 66.60 | 88.80 | 111.00 | 133.20 | 155.40 | 177.60 | 222.00 |
| 89 | 22.45 | 44.90 | 67.35 | 89.80 | 112.25 | 134.70 | 157.15 | 179.60 | 224.50 |
| 90 | 22.70 | 45.40 | 68.10 | 90.80 | 113.50 | 136.20 | 158.90 | 181.60 | 227.00 |
| 91 | 22.95 | 45.90 | 68.85 | 91.80 | 114.75 | 137.70 | 160.65 | 183.60 | 229.50 |
| 92 | 23.20 | 46.40 | 69.60 | 92.80 | 116.00 | 139.20 | 162.40 | 185.60 | 232.00 |
| 93 | 23.45 | 46.90 | 70.35 | 93.80 | 117.25 | 140.70 | 164.15 | 187.60 | 234.50 |
| 94 | 23.70 | 47.40 | 71.10 | 94.80 | 118.50 | 142.20 | 165.90 | 189.60 | 237.00 |
| 95 | 23.95 | 47.90 | 71.85 | 95.80 | 119.75 | 143.70 | 167.65 | 191.60 | 239.50 |
| 96 | 24.20 | 48.40 | 72.60 | 96.80 | 121.00 | 145.20 | 169.40 | 193.60 | 242.00 |
| 97 | 24.45 | 48.90 | 73.35 | 97.80 | 122.25 | 146.70 | 171.15 | 195.60 | 244.50 |
| 98 | 24.70 | 49.40 | 74.10 | 98.80 | 123.50 | 148.20 | 172.90 | 197.60 | 247.00 |
| 99 | 24.95 | 49.90 | 74.85 | 99.80 | 124.75 | 149.70 | 174.65 | 199.60 | 249.50 |
| 100 | 25.20 | 50.40 | 75.60 | 100.80 | 126.00 | 151.20 | 176.40 | 201.60 | 252.00 |

(5) 表 7.4-4、表 7.4-5、表 7.4-6 中，括号内的模数为第二系列。当表中的尺寸不能满足产品结构需要时，允许齿数不按表规定，但必须保持标准中规定的几何关系及公差配合，以便采用标准工具。

(6) 在产品设计允许的情况下，对 45°标准压力角内花键，允许用直线齿形代替渐开线齿形，见图 7.4-3。

1) 其齿槽角 $\beta_s=2\alpha_D-\frac{180°}{Z}=2\alpha_D-\frac{360°E}{D\pi}$。其值见表 7.4-7，极限偏差为 $\pm30'$。

2) 差值 $\Delta_1$ 和 $\Delta_2$ 当用直线齿形时，在外花键大径和内花键小径处，其直线与渐开线的差值分别为 $\Delta_1$ 和 $\Delta_2$，计算式如下：

$$\Delta_1=\frac{D_b}{2}\left[\sin\gamma_1+\tan\alpha_D-(\gamma_1+\tan\alpha_D)\cos\gamma_1\right]$$

式中：$\gamma_1=\sqrt{\frac{D_{ae}^2}{D_b^2}-1}-\tan\alpha_D$（弧度）

$$\Delta_2=\frac{D_b}{2}\left[\tan\alpha_D-\sin\gamma_2-(\tan\alpha_D+\gamma_2)\cos\gamma_2\right]$$

式中：$\gamma_2=\tan\alpha_D-\sqrt{\frac{D_{ai}^2}{D_b^2}-1}$（弧度）

计算结果表明：差值 $\Delta_1$ 和 $\Delta_2$ 随齿数增加而减小，随模数增大而增大；差值 $\Delta_1$ 大于差值 $\Delta_2$。

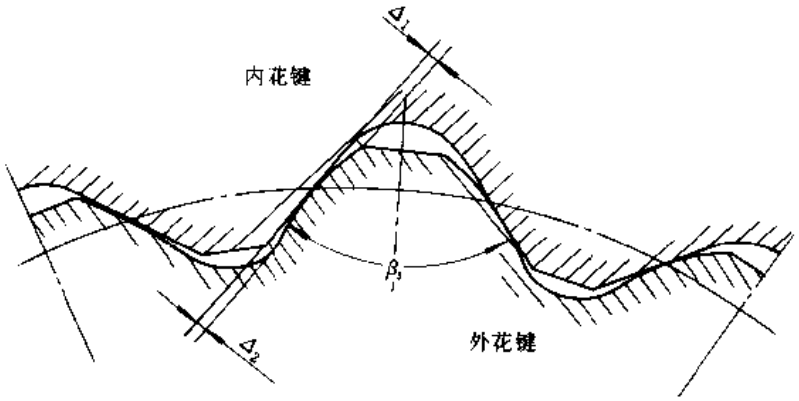



图 7.4-3

表 7.4-7　齿槽角 $\beta_s$

| 齿数 $Z$ | 齿槽角 $\beta_s$ | 齿数 $Z$ | 齿槽角 $\beta_s$ | 齿数 $Z$ | 齿槽角 $\beta_s$ | 齿数 $Z$ | 齿槽角 $\beta_s$ | 齿数 $Z$ | 齿槽角 $\beta_s$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 26 | 83.08 | 46 | 86.09 | 66 | 87.27 | 86 | 87.91 |
| | | 27 | 83.33 | 47 | 86.17 | 67 | 87.31 | 87 | 87.93 |
| | | 28 | 83.57 | 48 | 86.25 | 68 | 87.35 | 88 | 87.95 |
| | | 29 | 83.79 | 49 | 86.33 | 69 | 87.39 | 89 | 87.98 |
| 10 | 72.00 | 30 | 84.00 | 50 | 86.40 | 70 | 87.43 | 90 | 88.00 |
| 11 | 73.64 | 31 | 84.19 | 51 | 86.47 | 71 | 87.47 | 91 | 88.02 |
| 12 | 75.00 | 32 | 84.38 | 52 | 86.54 | 72 | 87.50 | 92 | 88.04 |
| 13 | 76.15 | 33 | 84.55 | 53 | 86.60 | 73 | 87.53 | 93 | 88.06 |
| 14 | 77.14 | 34 | 84.71 | 54 | 86.67 | 74 | 87.57 | 94 | 88.09 |
| 15 | 78.00 | 35 | 84.86 | 55 | 86.73 | 75 | 87.60 | 95 | 88.11 |
| 16 | 78.75 | 36 | 85.00 | 56 | 86.79 | 76 | 87.63 | 96 | 88.13 |
| 17 | 79.41 | 37 | 85.14 | 57 | 86.84 | 77 | 87.66 | 97 | 88.14 |
| 18 | 80.00 | 38 | 85.26 | 58 | 86.90 | 78 | 87.69 | 98 | 88.16 |
| 19 | 80.53 | 39 | 85.38 | 59 | 86.95 | 79 | 87.72 | 99 | 88.18 |
| 20 | 81.00 | 40 | 85.50 | 60 | 87.00 | 80 | 87.75 | 100 | 88.20 |
| 21 | 81.43 | 41 | 85.61 | 61 | 87.05 | 81 | 87.78 | | |
| 22 | 81.82 | 42 | 85.71 | 62 | 87.10 | 82 | 87.81 | | |
| 23 | 82.17 | 43 | 85.81 | 63 | 87.14 | 83 | 87.83 | | |
| 24 | 82.50 | 44 | 85.91 | 64 | 87.19 | 84 | 87.86 | | |
| 25 | 82.80 | 45 | 86.00 | 65 | 87.23 | 85 | 87.88 | | |

### 1.2.4　说明与选用

(1) 基本参数的选用

1) 压力角

花键的压力角大，则键齿强度大，在传递圆周力相同时，大压力角花键其止压力大，故摩擦力大。选择压力角时，主要应从构件的工作特点即有无滑动、浮动以及配合性质和工艺方法等方面考虑。

30°压力角的花键应用比较广泛，它不仅适于传递运动，而且适于传递动力，不仅适于固定联结，而且适于滑动或浮动联结。

37.5°压力角的花键，其压力角是 30°和 45°压力角的中间值，主要是为满足冷成形的要求。它的应用范围在 30°与 45°压力角之间。

45°压力角花键，由于齿矮、压力角大，对零件材料削弱少，弯曲强度好。适用于壁较厚足以防止破裂的承载零件，尤其适用于固定联结(过渡配合和小间隙配合)，并适于冷成型工艺。通常用在传动精度要求不太高的结构上。

2) 模数

模数 m 应用时，应优先选用第 1 系列，选择模数时应从结构的几何尺寸、允许空间和载荷大小以及选择的公差等级等方面考虑。同时也应注意到各项误差对强度的影响。模数大小的应用范围大体如下：

0.25～1.75 的小模数花键，通常用于结构紧凑、传递负荷不很大的传动机构上；

2～4 的中模数，通常用于结构紧凑、负荷较大(甚至很大)的传动机构上；

5～10 的大模数，通常用于不受结构尺寸限制的大负荷传动机构上。

(2) 基本齿廓

1) 基本齿廓的主要参数见表 7.4-8。

**表 7.4-8　基本齿廓的主要参数**

| 参数值 / 基本齿廓 / 参数项目 | 30° 平齿根 | 30° 圆齿根 | 37.5° 圆齿根 | 45° 圆齿根 |
|---|---|---|---|---|
| 齿顶高 | $0.5m$ | $0.5m$ | $0.45m$ | $0.4m$ |
| 工作齿高 | $1.0m$ | $1.0m$ | $0.9m$ | $0.8m$ |
| 径向间隙 | $0.25m$ | $0.4m$ | $0.25m$ | $0.2m$ |
| 齿形裕度 | $0.1m$ | $0.1m$ | $0.1m$ | $0.1m$ |
| 齿根圆弧半径 | $0.2m$ | $0.4m$ | $0.3m$ | $0.25m$ |

2) 基本齿廓的应用主要取决于花键的用途。大致如下：

30°平齿根——适用于壁厚较薄，不能采用圆齿根的花键；或强度足够的花键；以及当需要滚刀紧靠轴肩时等情况。

30°圆齿根——比平齿根花键弯曲强度大(齿根应力集中小些)，承载能力高，通常用于大负荷的传动轴上。

37.5°圆齿根——该压力角恰好是 30°和 45°压力角的折中，常用于联轴器。它的外花键通常用冷成形加工，特别是 45°压力角的花键不能满足功能需要，以及轴材料的硬度超过 30°压力角冷成形刀具所允许的材料硬度极限时。

45°圆齿根——它的齿矮，压力角大，弯曲强度好，适用于壁较厚足以防止破裂的承载零件。一般用于过渡配合或较小间隙的花键联结。这种齿形适用于冷成形工艺。

37.5°和 45°圆齿根内花键允许选用平齿根，此时内花键大径基本尺寸可自行确定，但应大于内花键终止圆直径。

3) GB/T 3478.1—95 规定，在产品允许的情况下，对 45°压力角内花键，允许用直线代替渐开线齿形。此时直线与渐开线的差值分别为 $\Delta_1$ 和 $\Delta_2$。且 $\Delta_1$ 大于 $\Delta_2$，计算表明：该差值随模数的增大而增大，随齿数的增加而减少，差值 $\Delta_1$ 一般不应大于 40μm。对于模数 $m=1$，齿数小于 11；模数 $=1.25$、齿数小于 14；模数 $=1.5$、齿数 $Z$ 小于 17；模数 $m=1.75$、齿数小于 19；模数 $m=2$、齿数 $Z$ 小于 22；模数 $m=2.5$、齿数小于 28 的 45°压力角内花键，由于 $\Delta_1$ 大于 40μm，不应用直线代替渐开线。

4) GB/T 3478.1—95 规定了齿形裕度 $C_F$，用来补偿内花键小圆相对于分度圆和外花键大圆相对于分度圆的偏心，以保证花键的装配及工作时齿侧配合无干涉。

(3) 尺寸系列的说明

1) 表 7.4-3　花键尺寸计算公式中所规定的花键几何尺寸是按图 7.4-2 基本齿廓为基础确定的。

2) 表 7.4-3　中所规定的齿槽宽和齿厚各尺寸关系见图 7.4-4。

3) 表 7.4-3　注①说明，除 H/h 配合类别外，其它各种配合类别的齿形裕度均有变化。其变化范围为 $C_F=0.1m-e_{sv}/\tan\alpha_D$。

对于间隙配合的花键，即外花键的基本偏差为 f、e 和 d 时，由于 $e_{sv}$ 为负值，无论在外花键大径处或内花键小径处的齿形裕度都将大于 $0.1m$。

对于过渡配合的花键，即外花键的基本偏差为 k 和 js 时，在外花键大径处，由于标准规定外花键大径上偏差为零，故齿形裕度仍为 $0.1m$；在内花键小径处，由于 k 和 js 的上偏差为正值，故在内花键小径处其齿

形裕度将小于 0.1$m$。

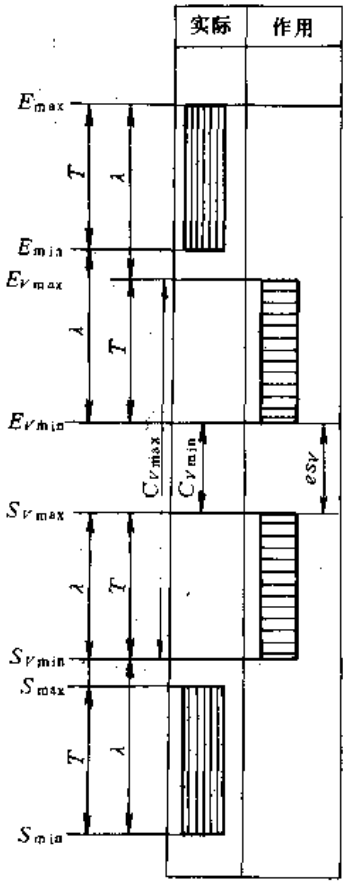



图 7.4-4

## 1.3　公差等级、公差、齿侧配合

### 1.3.1　公差等级

对三种标准压力角的花键，给出了 4、5、6 和 7 四个公差等级。

### 1.3.2　公差

(1) 齿槽宽和齿厚的总公差 ($T+\lambda$)、综合公差 $\lambda$、加工公差 $T$ 的计算式见表 7.4-9。

(2) 齿距累积公差 $F_p$、齿形公差 $f_f$、齿向公差 $F_\beta$ 的计算式，见表 7.4-10。

(3) 公差值：

1) 花键的总公差 ($T+\lambda$)、综合公差 $\lambda$、齿距累积公差 $F_p$ 和齿形公差 $f_f$ 的数值，见表 7.4-11～表 7.4-25。齿向公差 $F_\beta$ 的数值见表 7.4-26。当花键齿数超过表中数值时，可按表 7.4-9 和表 7.4-10 规定的计算式计算。

2) 作用齿槽宽 $E_V$ 的下偏差和作用齿厚 $S_V$ 的上偏差，见表 7.4-27。

**表 7.4-9　($T+\lambda$)、$\lambda$ 和 $T$ 的计算式**

(GB/T 3478.1—95)

| 公差等级 | 计算式 | | |
|---|---|---|---|
| | ($T+\lambda$) | $\lambda$ | $T$ |
| 4 | $10i^{①}+16i^{②}$ | $0.6\sqrt{(F_p)^2+(f_f)^2+(F_\beta)^2}$ | $(T+\lambda)-\lambda$ |
| 5 | $16i^{①}+64i^{②}$ | | |
| 6 | $25i^{①}+100i^{②}$ | | |
| 7 | $40i^{①}+160i^{②}$ | | |

① 以分度圆直径 $D$ 为基础的公差，其公差单位 $i$ 为：

$i=0.45\sqrt[3]{D}+0.001D$(当 $D\leqslant 500$mm 时)；

$i=0.004D+2.1$(当 $D>500$mm 时)

② 以基本齿槽宽(或基本齿厚 $S$)为基础的公差，其公差单位 $i$ 为：

$i=0.45\sqrt[3]{E}+0.001E$ 或

$i=0.45\sqrt[3]{S}+0.001S$

式中：$D$、$E$、$S$ 的单位为 mm。

3)外花键小径 $D_{ie}$ 和大径 $D_{ee}$ 的上偏差，见表 7.4-28。

4)内花键小径 $D_{ii}$ 的极限偏差值和外花键大径 $D_{ee}$ 的公差，见表 7.4-29。

5)齿根圆弧最小曲率半径 $R_{imin}$ 和 $R_{emin}$，见表 7.4-30。

**表 7.4-10　$F_p$、$f_f$、$F_\beta$ 的计算式**

(摘自 GB/T 3478.1—95)

| 公差等级 | 计算式 | | |
|---|---|---|---|
| | $F_p$ | $f_f$ | $F_\beta$ |
| 4 | $2.5\sqrt{L}+6.3$ | $1.6\varphi_f+10$ | $0.8\sqrt{g}+4$ |
| 5 | $3.55\sqrt{L}+9$ | $2.5\varphi_f+16$ | $1.0\sqrt{g}+5$ |
| 6 | $5\sqrt{L}+12.5$ | $4\varphi_f+25$ | $1.25\sqrt{g}+6.3$ |
| 7 | $7.1\sqrt{L}+18$ | $6.3\varphi_f+40$ | $2.0\sqrt{g}+10$ |
| 说明 | $L=\pi mZ/2$<br>单位：mm | $\varphi_f\approx m+0.125D$<br>单位：mm | $g$ 为花键长度<br>单位：mm |

**表 7.4-11 总公差($T'-\lambda$)、综合公差 $\lambda$、齿距累积公差 $F_p$ 和齿形公差 $f_f$**

$m=0.25$ (μm)

| Z | 公差等级 | | | | | | | | | | | | | | | | Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | | | | 5 | | | | 6 | | | | 7 | | | | |
| | $T'+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T'+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T'+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T'+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | |
| 10 | 19 | 10 | 11 | 10 | 31 | 14 | 16 | 17 | 48 | 21 | 22 | 26 | 77 | 32 | 32 | 42 | 10 |
| 11 | 20 | 10 | 11 | 10 | 31 | 15 | 16 | 17 | 49 | 21 | 23 | 26 | 78 | 33 | 33 | 42 | 11 |
| 12 | 20 | 10 | 12 | 10 | 32 | 15 | 17 | 17 | 49 | 22 | 23 | 26 | 79 | 33 | 33 | 42 | 12 |
| 13 | 20 | 10 | 12 | 10 | 32 | 15 | 17 | 17 | 50 | 22 | 24 | 26 | 80 | 33 | 34 | 42 | 13 |
| 14 | 20 | 10 | 12 | 10 | 32 | 15 | 17 | 17 | 50 | 22 | 24 | 26 | 80 | 33 | 35 | 42 | 14 |
| 15 | 20 | 10 | 12 | 10 | 32 | 15 | 18 | 17 | 51 | 22 | 25 | 26 | 81 | 34 | 35 | 42 | 15 |
| 16 | 20 | 10 | 13 | 10 | 33 | 15 | 18 | 17 | 51 | 22 | 25 | 26 | 82 | 34 | 36 | 42 | 16 |
| 17 | 21 | 10 | 13 | 10 | 33 | 15 | 18 | 17 | 51 | 22 | 25 | 26 | 82 | 34 | 36 | 42 | 17 |
| 18 | 21 | 10 | 13 | 10 | 33 | 15 | 18 | 17 | 52 | 23 | 26 | 26 | 83 | 34 | 37 | 42 | 18 |
| 19 | 21 | 11 | 13 | 10 | 33 | 16 | 19 | 17 | 52 | 23 | 26 | 26 | 83 | 35 | 37 | 42 | 19 |
| 20 | 21 | 11 | 13 | 10 | 34 | 16 | 19 | 17 | 52 | 23 | 27 | 26 | 84 | 35 | 38 | 42 | 20 |
| 21 | 21 | 11 | 13 | 11 | 34 | 16 | 19 | 17 | 53 | 23 | 27 | 26 | 84 | 35 | 38 | 42 | 21 |
| 22 | 21 | 11 | 14 | 11 | 34 | 16 | 19 | 17 | 53 | 23 | 27 | 26 | 85 | 35 | 39 | 42 | 22 |
| 23 | 21 | 11 | 14 | 11 | 34 | 16 | 20 | 17 | 53 | 23 | 28 | 26 | 85 | 35 | 39 | 42 | 23 |
| 24 | 21 | 11 | 14 | 11 | 34 | 16 | 20 | 17 | 54 | 24 | 28 | 26 | 86 | 36 | 40 | 42 | 24 |
| 25 | 21 | 11 | 14 | 11 | 34 | 16 | 20 | 17 | 54 | 24 | 28 | 26 | 86 | 36 | 40 | 42 | 25 |
| 26 | 22 | 11 | 14 | 11 | 35 | 16 | 20 | 17 | 54 | 24 | 20 | 26 | 87 | 36 | 41 | 42 | 26 |
| 27 | 22 | 11 | 14 | 11 | 35 | 16 | 21 | 17 | 54 | 24 | 29 | 26 | 87 | 36 | 41 | 42 | 27 |
| 28 | 22 | 11 | 15 | 11 | 35 | 17 | 21 | 17 | 55 | 24 | 29 | 26 | 87 | 36 | 42 | 42 | 28 |
| 29 | 22 | 11 | 15 | 11 | 35 | 17 | 21 | 17 | 55 | 24 | 29 | 26 | 88 | 37 | 42 | 42 | 29 |
| 30 | 22 | 11 | 15 | 11 | 35 | 17 | 21 | 17 | 55 | 24 | 30 | 26 | 88 | 37 | 42 | 42 | 30 |
| 31 | 22 | 12 | 15 | 11 | 35 | 17 | 21 | 17 | 55 | 25 | 30 | 26 | 89 | 37 | 43 | 42 | 31 |
| 32 | 22 | 12 | 15 | 11 | 36 | 17 | 22 | 17 | 56 | 25 | 30 | 26 | 89 | 37 | 43 | 42 | 32 |
| 33 | 22 | 12 | 15 | 11 | 36 | 17 | 22 | 17 | 56 | 25 | 30 | 26 | 89 | 37 | 44 | 42 | 33 |
| 34 | 22 | 12 | 15 | 11 | 36 | 17 | 22 | 17 | 56 | 25 | 31 | 26 | 90 | 38 | 44 | 42 | 34 |
| 35 | 23 | 12 | 16 | 11 | 36 | 17 | 22 | 17 | 56 | 25 | 31 | 26 | 90 | 38 | 44 | 42 | 35 |
| 36 | 23 | 12 | 16 | 11 | 36 | 17 | 22 | 17 | 57 | 25 | 31 | 26 | 91 | 38 | 45 | 42 | 36 |
| 37 | 23 | 12 | 16 | 11 | 36 | 17 | 23 | 17 | 57 | 25 | 32 | 26 | 91 | 38 | 45 | 42 | 37 |
| 38 | 23 | 12 | 16 | 11 | 37 | 18 | 23 | 17 | 57 | 25 | 32 | 26 | 91 | 38 | 45 | 42 | 38 |
| 39 | 23 | 12 | 16 | 11 | 37 | 18 | 23 | 17 | 57 | 26 | 32 | 26 | 92 | 38 | 46 | 42 | 39 |
| 40 | 23 | 12 | 16 | 11 | 37 | 18 | 23 | 17 | 57 | 26 | 32 | 26 | 92 | 39 | 46 | 42 | 40 |
| 41 | 23 | 12 | 16 | 11 | 37 | 18 | 23 | 17 | 58 | 26 | 33 | 27 | 92 | 39 | 46 | 42 | 41 |
| 42 | 23 | 12 | 16 | 11 | 37 | 18 | 23 | 17 | 58 | 26 | 33 | 27 | 93 | 39 | 47 | 42 | 42 |
| 43 | 23 | 12 | 17 | 11 | 37 | 18 | 24 | 17 | 58 | 26 | 33 | 27 | 93 | 39 | 47 | 42 | 43 |
| 44 | 23 | 12 | 17 | 11 | 37 | 18 | 24 | 17 | 58 | 26 | 33 | 27 | 93 | 39 | 48 | 42 | 44 |
| 45 | 23 | 12 | 17 | 11 | 37 | 18 | 24 | 17 | 58 | 26 | 34 | 27 | 94 | 39 | 48 | 42 | 45 |
| 46 | 23 | 13 | 17 | 11 | 38 | 18 | 24 | 17 | 59 | 26 | 34 | 27 | 94 | 40 | 48 | 42 | 46 |
| 47 | 24 | 13 | 17 | 11 | 38 | 18 | 24 | 17 | 59 | 26 | 34 | 27 | 94 | 40 | 49 | 43 | 47 |
| 48 | 24 | 13 | 17 | 11 | 38 | 18 | 24 | 17 | 59 | 27 | 34 | 27 | 94 | 40 | 49 | 43 | 48 |
| 49 | 24 | 13 | 17 | 11 | 38 | 18 | 25 | 17 | 59 | 27 | 34 | 27 | 95 | 40 | 49 | 43 | 49 |
| 50 | 24 | 13 | 17 | 11 | 38 | 19 | 25 | 17 | 59 | 27 | 35 | 27 | 95 | 40 | 49 | 43 | 50 |
| 51 | 24 | 13 | 17 | 11 | 38 | 19 | 25 | 17 | 60 | 27 | 35 | 27 | 95 | 40 | 50 | 43 | 51 |
| 52 | 24 | 13 | 18 | 11 | 38 | 19 | 25 | 17 | 60 | 27 | 35 | 27 | 96 | 40 | 50 | 43 | 52 |
| 53 | 24 | 13 | 18 | 11 | 38 | 19 | 25 | 17 | 60 | 27 | 35 | 27 | 96 | 41 | 50 | 43 | 53 |
| 54 | 24 | 13 | 18 | 11 | 38 | 19 | 25 | 17 | 60 | 27 | 36 | 27 | 96 | 41 | 51 | 43 | 54 |
| 55 | 24 | 13 | 18 | 11 | 39 | 19 | 25 | 17 | 60 | 27 | 36 | 27 | 96 | 41 | 51 | 43 | 55 |

**表 7.4-12　总公差（$T+\lambda$）、综合公差 $\lambda$、齿距累积公差 $F_p$ 和齿形公差 $f_f$　GB/T 3478.1—95**

$m=0.5$　　（μm）

| $Z$ | 公差等级 | | | | | | | | | | | | | | | | $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | | | | 5 | | | | 6 | | | | 7 | | | | |
| | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | |
| 10 | 24 | 11 | 13 | 11 | 39 | 16 | 19 | 17 | 61 | 23 | 26 | 27 | 97 | 36 | 38 | 44 | 10 |
| 11 | 25 | 11 | 14 | 11 | 39 | 16 | 19 | 17 | 62 | 24 | 27 | 27 | 98 | 36 | 39 | 44 | 11 |
| 12 | 25 | 11 | 14 | 11 | 40 | 16 | 20 | 17 | 62 | 24 | 28 | 27 | 99 | 36 | 40 | 44 | 12 |
| 13 | 25 | 11 | 14 | 11 | 40 | 17 | 20 | 17 | 63 | 24 | 28 | 27 | 100 | 37 | 41 | 44 | 13 |
| 14 | 25 | 11 | 15 | 11 | 41 | 17 | 21 | 17 | 63 | 25 | 29 | 27 | 101 | 37 | 42 | 44 | 14 |
| 15 | 26 | 12 | 15 | 11 | 41 | 17 | 21 | 17 | 64 | 25 | 30 | 27 | 102 | 37 | 42 | 44 | 15 |
| 16 | 26 | 12 | 15 | 11 | 41 | 17 | 22 | 18 | 64 | 25 | 30 | 27 | 103 | 38 | 43 | 44 | 16 |
| 17 | 26 | 12 | 15 | 11 | 41 | 17 | 22 | 18 | 65 | 25 | 31 | 27 | 104 | 38 | 44 | 44 | 17 |
| 18 | 26 | 12 | 16 | 11 | 42 | 17 | 22 | 18 | 65 | 26 | 31 | 27 | 104 | 39 | 45 | 44 | 18 |
| 19 | 26 | 12 | 16 | 11 | 42 | 18 | 23 | 18 | 66 | 26 | 32 | 27 | 105 | 39 | 45 | 44 | 19 |
| 20 | 26 | 12 | 16 | 11 | 42 | 18 | 23 | 18 | 66 | 26 | 32 | 28 | 106 | 39 | 46 | 44 | 20 |
| 21 | 27 | 12 | 16 | 11 | 43 | 18 | 23 | 18 | 66 | 26 | 33 | 28 | 106 | 40 | 47 | 44 | 21 |
| 22 | 27 | 13 | 17 | 11 | 43 | 18 | 24 | 18 | 67 | 27 | 33 | 28 | 107 | 40 | 48 | 44 | 22 |
| 23 | 27 | 13 | 17 | 11 | 43 | 18 | 24 | 18 | 67 | 27 | 34 | 28 | 108 | 40 | 48 | 44 | 23 |
| 24 | 27 | 13 | 17 | 11 | 43 | 19 | 24 | 18 | 68 | 27 | 34 | 28 | 108 | 40 | 49 | 44 | 24 |
| 25 | 27 | 13 | 17 | 11 | 44 | 19 | 25 | 18 | 68 | 27 | 35 | 28 | 109 | 41 | 49 | 44 | 25 |
| 26 | 27 | 13 | 18 | 11 | 44 | 19 | 25 | 18 | 68 | 27 | 35 | 28 | 109 | 41 | 50 | 44 | 26 |
| 27 | 27 | 13 | 18 | 11 | 44 | 19 | 25 | 18 | 69 | 28 | 36 | 28 | 110 | 41 | 51 | 44 | 27 |
| 28 | 28 | 13 | 18 | 11 | 44 | 19 | 26 | 18 | 69 | 28 | 36 | 28 | 110 | 42 | 51 | 44 | 28 |
| 29 | 28 | 13 | 18 | 11 | 44 | 19 | 26 | 18 | 69 | 28 | 36 | 28 | 111 | 42 | 52 | 44 | 29 |
| 30 | 28 | 13 | 18 | 11 | 45 | 19 | 26 | 18 | 70 | 28 | 37 | 28 | 112 | 42 | 52 | 44 | 30 |
| 31 | 28 | 14 | 19 | 11 | 45 | 20 | 27 | 18 | 70 | 28 | 37 | 28 | 112 | 43 | 53 | 44 | 31 |
| 32 | 28 | 14 | 19 | 11 | 45 | 20 | 27 | 18 | 70 | 29 | 38 | 28 | 113 | 43 | 54 | 44 | 32 |
| 33 | 28 | 14 | 19 | 11 | 45 | 20 | 27 | 18 | 71 | 29 | 38 | 28 | 113 | 43 | 54 | 44 | 33 |
| 34 | 28 | 14 | 19 | 11 | 45 | 20 | 27 | 18 | 71 | 29 | 38 | 28 | 114 | 43 | 55 | 44 | 34 |
| 35 | 28 | 14 | 19 | 11 | 46 | 20 | 28 | 18 | 71 | 29 | 39 | 28 | 114 | 44 | 55 | 45 | 35 |
| 36 | 29 | 14 | 20 | 11 | 46 | 20 | 28 | 18 | 72 | 29 | 39 | 28 | 114 | 44 | 56 | 45 | 36 |
| 37 | 29 | 14 | 20 | 11 | 46 | 20 | 28 | 18 | 72 | 30 | 39 | 28 | 115 | 44 | 56 | 45 | 37 |
| 38 | 29 | 14 | 20 | 11 | 46 | 21 | 28 | 18 | 72 | 30 | 40 | 28 | 115 | 44 | 57 | 45 | 38 |
| 39 | 29 | 14 | 20 | 11 | 46 | 21 | 29 | 18 | 72 | 30 | 40 | 28 | 116 | 45 | 57 | 45 | 39 |
| 40 | 29 | 14 | 20 | 11 | 46 | 21 | 29 | 18 | 73 | 30 | 41 | 28 | 116 | 45 | 58 | 45 | 40 |
| 41 | 29 | 15 | 20 | 11 | 47 | 21 | 29 | 18 | 73 | 30 | 41 | 28 | 117 | 45 | 58 | 45 | 41 |
| 42 | 29 | 15 | 21 | 11 | 47 | 21 | 29 | 18 | 73 | 31 | 41 | 28 | 117 | 45 | 59 | 45 | 42 |
| 43 | 29 | 15 | 21 | 11 | 47 | 21 | 30 | 18 | 73 | 31 | 42 | 28 | 117 | 46 | 59 | 45 | 43 |
| 44 | 29 | 15 | 21 | 11 | 47 | 21 | 30 | 18 | 74 | 31 | 42 | 28 | 118 | 46 | 60 | 45 | 44 |
| 45 | 30 | 15 | 21 | 11 | 47 | 21 | 30 | 18 | 74 | 31 | 42 | 28 | 118 | 46 | 60 | 45 | 45 |
| 46 | 30 | 15 | 21 | 11 | 47 | 22 | 30 | 18 | 74 | 31 | 43 | 28 | 119 | 46 | 61 | 45 | 46 |
| 47 | 30 | 15 | 21 | 11 | 48 | 22 | 31 | 18 | 74 | 31 | 43 | 28 | 119 | 47 | 61 | 45 | 47 |
| 48 | 30 | 15 | 22 | 11 | 48 | 22 | 31 | 18 | 75 | 32 | 43 | 28 | 119 | 47 | 62 | 45 | 48 |
| 49 | 30 | 15 | 22 | 11 | 48 | 22 | 31 | 18 | 75 | 32 | 44 | 28 | 120 | 47 | 62 | 45 | 49 |
| 50 | 30 | 15 | 22 | 11 | 48 | 22 | 31 | 18 | 75 | 32 | 44 | 28 | 120 | 47 | 62 | 45 | 50 |
| 51 | 30 | 15 | 22 | 11 | 48 | 22 | 31 | 18 | 75 | 32 | 44 | 28 | 121 | 48 | 63 | 45 | 51 |
| 52 | 30 | 16 | 22 | 11 | 48 | 22 | 32 | 18 | 76 | 32 | 44 | 28 | 121 | 48 | 63 | 45 | 52 |
| 53 | 30 | 16 | 22 | 11 | 48 | 22 | 32 | 18 | 76 | 32 | 45 | 28 | 121 | 48 | 64 | 45 | 53 |
| 54 | 30 | 16 | 23 | 11 | 49 | 23 | 32 | 18 | 76 | 33 | 45 | 28 | 122 | 48 | 64 | 45 | 54 |
| 55 | 30 | 16 | 23 | 11 | 49 | 23 | 32 | 18 | 76 | 33 | 45 | 28 | 122 | 49 | 64 | 45 | 55 |

**表 7.4-13　总公差（$T+\lambda$）、综合公差 $\lambda$、齿距累积公差 $F_p$ 和齿形公差 $f_f$　GB/T 3478.1—95**

$m=0.75$　　（μm）

| Z | 公差等级 | | | | | | | | | | | | | | | | Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | | | | 5 | | | | 6 | | | | 7 | | | | |
| | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | |
| 10 | 28 | 12 | 15 | 11 | 45 | 17 | 21 | 18 | 70 | 25 | 30 | 28 | 112 | 38 | 42 | 45 | 10 |
| 11 | 28 | 12 | 15 | 11 | 45 | 17 | 22 | 18 | 71 | 26 | 30 | 28 | 113 | 39 | 44 | 45 | 11 |
| 12 | 28 | 12 | 16 | 11 | 46 | 18 | 22 | 18 | 71 | 26 | 31 | 28 | 114 | 39 | 45 | 45 | 12 |
| 13 | 29 | 12 | 16 | 11 | 46 | 18 | 23 | 18 | 72 | 26 | 32 | 28 | 115 | 40 | 46 | 45 | 13 |
| 14 | 29 | 13 | 16 | 11 | 46 | 18 | 23 | 18 | 73 | 27 | 33 | 29 | 116 | 40 | 47 | 45 | 14 |
| 15 | 29 | 13 | 17 | 11 | 47 | 18 | 24 | 18 | 73 | 27 | 34 | 29 | 117 | 41 | 48 | 45 | 15 |
| 16 | 29 | 13 | 17 | 11 | 47 | 19 | 24 | 18 | 74 | 27 | 34 | 29 | 118 | 41 | 49 | 46 | 16 |
| 17 | 30 | 13 | 17 | 11 | 48 | 19 | 25 | 18 | 74 | 28 | 35 | 29 | 119 | 42 | 50 | 46 | 17 |
| 18 | 30 | 13 | 18 | 11 | 48 | 19 | 25 | 18 | 75 | 28 | 36 | 29 | 120 | 42 | 51 | 46 | 18 |
| 19 | 30 | 13 | 18 | 11 | 48 | 19 | 26 | 18 | 75 | 28 | 36 | 29 | 120 | 42 | 52 | 46 | 19 |
| 20 | 30 | 14 | 18 | 12 | 48 | 20 | 26 | 18 | 76 | 29 | 37 | 29 | 121 | 43 | 52 | 46 | 20 |
| 21 | 30 | 14 | 19 | 12 | 49 | 20 | 27 | 18 | 76 | 29 | 37 | 29 | 122 | 43 | 53 | 46 | 21 |
| 22 | 31 | 14 | 19 | 12 | 49 | 20 | 27 | 18 | 77 | 29 | 38 | 29 | 123 | 44 | 54 | 46 | 22 |
| 23 | 31 | 14 | 19 | 12 | 49 | 20 | 27 | 18 | 77 | 29 | 39 | 29 | 123 | 44 | 55 | 46 | 23 |
| 24 | 31 | 14 | 20 | 12 | 50 | 20 | 28 | 18 | 78 | 30 | 39 | 29 | 124 | 44 | 56 | 46 | 24 |
| 25 | 31 | 14 | 20 | 12 | 50 | 21 | 28 | 18 | 78 | 30 | 40 | 29 | 125 | 45 | 57 | 46 | 25 |
| 26 | 31 | 14 | 20 | 12 | 50 | 21 | 29 | 18 | 78 | 30 | 40 | 29 | 125 | 45 | 57 | 46 | 26 |
| 27 | 32 | 15 | 20 | 12 | 50 | 21 | 29 | 18 | 79 | 31 | 41 | 29 | 126 | 46 | 58 | 46 | 27 |
| 28 | 32 | 15 | 21 | 12 | 51 | 21 | 29 | 19 | 79 | 31 | 41 | 29 | 127 | 46 | 59 | 46 | 28 |
| 29 | 32 | 15 | 21 | 12 | 51 | 21 | 30 | 19 | 80 | 31 | 42 | 29 | 127 | 46 | 59 | 46 | 29 |
| 30 | 32 | 15 | 21 | 12 | 51 | 22 | 30 | 19 | 80 | 31 | 42 | 29 | 128 | 47 | 60 | 46 | 30 |
| 31 | 32 | 15 | 21 | 12 | 51 | 22 | 30 | 19 | 80 | 32 | 43 | 29 | 129 | 47 | 61 | 47 | 31 |
| 32 | 32 | 15 | 22 | 12 | 52 | 22 | 31 | 19 | 81 | 32 | 43 | 29 | 129 | 47 | 62 | 47 | 32 |
| 33 | 32 | 15 | 22 | 12 | 52 | 22 | 31 | 19 | 81 | 32 | 44 | 29 | 130 | 48 | 62 | 47 | 33 |
| 34 | 33 | 16 | 22 | 12 | 52 | 22 | 31 | 19 | 81 | 32 | 44 | 29 | 130 | 48 | 63 | 47 | 34 |
| 35 | 33 | 16 | 22 | 12 | 52 | 23 | 32 | 19 | 82 | 33 | 45 | 29 | 131 | 48 | 64 | 47 | 35 |
| 36 | 33 | 16 | 23 | 12 | 53 | 23 | 32 | 19 | 82 | 33 | 45 | 29 | 131 | 49 | 64 | 47 | 36 |
| 37 | 33 | 16 | 23 | 12 | 53 | 23 | 32 | 19 | 82 | 33 | 46 | 29 | 132 | 49 | 65 | 47 | 37 |
| 38 | 33 | 16 | 23 | 12 | 53 | 23 | 33 | 19 | 83 | 33 | 46 | 29 | 132 | 49 | 66 | 47 | 38 |
| 39 | 33 | 16 | 23 | 12 | 53 | 23 | 33 | 19 | 83 | 34 | 46 | 29 | 133 | 50 | 66 | 47 | 39 |
| 40 | 33 | 16 | 23 | 12 | 53 | 23 | 33 | 19 | 83 | 34 | 47 | 30 | 133 | 50 | 67 | 47 | 40 |
| 41 | 33 | 16 | 24 | 12 | 54 | 24 | 34 | 19 | 84 | 34 | 47 | 30 | 134 | 50 | 67 | 47 | 41 |
| 42 | 34 | 17 | 24 | 12 | 54 | 24 | 34 | 19 | 84 | 34 | 48 | 30 | 134 | 51 | 68 | 47 | 42 |
| 43 | 34 | 17 | 24 | 12 | 54 | 24 | 34 | 19 | 84 | 35 | 48 | 30 | 135 | 51 | 69 | 47 | 43 |
| 44 | 34 | 17 | 24 | 12 | 54 | 24 | 35 | 19 | 85 | 35 | 48 | 30 | 135 | 51 | 69 | 47 | 44 |
| 45 | 34 | 17 | 24 | 12 | 54 | 24 | 35 | 19 | 85 | 35 | 49 | 30 | 136 | 52 | 70 | 47 | 45 |
| 46 | 34 | 17 | 25 | 12 | 54 | 24 | 35 | 19 | 85 | 35 | 49 | 30 | 136 | 52 | 70 | 47 | 46 |
| 47 | 34 | 17 | 25 | 12 | 55 | 25 | 35 | 19 | 85 | 35 | 50 | 30 | 137 | 52 | 71 | 48 | 47 |
| 48 | 34 | 17 | 25 | 12 | 55 | 25 | 36 | 19 | 86 | 36 | 50 | 30 | 137 | 53 | 71 | 48 | 48 |
| 49 | 34 | 17 | 25 | 12 | 55 | 25 | 36 | 19 | 86 | 36 | 50 | 30 | 138 | 53 | 72 | 48 | 49 |
| 50 | 34 | 17 | 25 | 12 | 55 | 25 | 36 | 19 | 86 | 36 | 51 | 30 | 138 | 53 | 72 | 48 | 50 |
| 51 | 35 | 18 | 26 | 12 | 55 | 25 | 37 | 19 | 86 | 36 | 51 | 30 | 138 | 54 | 73 | 48 | 51 |
| 52 | 35 | 18 | 26 | 12 | 56 | 25 | 37 | 19 | 87 | 37 | 52 | 30 | 139 | 54 | 74 | 48 | 52 |
| 53 | 35 | 18 | 26 | 12 | 56 | 25 | 37 | 19 | 87 | 37 | 52 | 30 | 139 | 54 | 74 | 48 | 53 |
| 54 | 35 | 18 | 26 | 12 | 56 | 26 | 37 | 19 | 87 | 37 | 52 | 30 | 140 | 54 | 75 | 48 | 54 |
| 55 | 35 | 18 | 26 | 12 | 56 | 26 | 38 | 19 | 88 | 37 | 53 | 30 | 140 | 55 | 75 | 48 | 55 |

**表 7.4-14　总公差（$T+\lambda$）、综合公差 $\lambda$、齿距累积公差 $F_p$ 和齿形公差 $f_f$　GB/T 3478.1—95**

$m=1$　　（μm）

| $Z$ | 公差等级 | | | | | | | | | | | | | | | | $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | | | | 5 | | | | 6 | | | | 7 | | | | |
| | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T-\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | |
| 10 | 31 | 13 | 16 | 12 | 49 | 18 | 23 | 19 | 77 | 27 | 32 | 30 | 123 | 40 | 46 | 47 | 10 |
| 11 | 31 | 13 | 17 | 12 | 50 | 19 | 24 | 19 | 78 | 27 | 33 | 30 | 124 | 41 | 48 | 47 | 11 |
| 12 | 31 | 13 | 17 | 12 | 50 | 19 | 24 | 19 | 79 | 28 | 34 | 30 | 126 | 42 | 49 | 47 | 12 |
| 13 | 32 | 13 | 18 | 12 | 51 | 19 | 25 | 19 | 79 | 28 | 35 | 30 | 127 | 42 | 50 | 47 | 13 |
| 14 | 32 | 13 | 18 | 12 | 51 | 20 | 26 | 19 | 80 | 29 | 36 | 30 | 128 | 43 | 51 | 47 | 14 |
| 15 | 32 | 14 | 18 | 12 | 52 | 20 | 26 | 19 | 81 | 29 | 37 | 30 | 129 | 43 | 52 | 47 | 15 |
| 16 | 32 | 14 | 19 | 12 | 52 | 20 | 27 | 19 | 81 | 29 | 38 | 30 | 130 | 44 | 54 | 48 | 16 |
| 17 | 33 | 14 | 19 | 12 | 52 | 20 | 27 | 19 | 82 | 30 | 38 | 30 | 131 | 45 | 55 | 48 | 17 |
| 18 | 33 | 14 | 20 | 12 | 53 | 21 | 28 | 19 | 82 | 30 | 39 | 30 | 132 | 45 | 56 | 48 | 18 |
| 19 | 33 | 14 | 20 | 12 | 53 | 21 | 28 | 19 | 83 | 31 | 40 | 30 | 133 | 46 | 57 | 48 | 19 |
| 20 | 33 | 15 | 20 | 12 | 53 | 21 | 29 | 19 | 84 | 31 | 41 | 30 | 134 | 46 | 58 | 48 | 20 |
| 21 | 34 | 15 | 21 | 12 | 54 | 21 | 29 | 19 | 84 | 31 | 41 | 30 | 134 | 47 | 59 | 48 | 21 |
| 22 | 34 | 15 | 21 | 12 | 54 | 22 | 30 | 19 | 85 | 32 | 42 | 30 | 135 | 47 | 60 | 48 | 22 |
| 23 | 34 | 15 | 21 | 12 | 54 | 22 | 30 | 19 | 85 | 32 | 43 | 30 | 136 | 48 | 61 | 48 | 23 |
| 24 | 34 | 15 | 22 | 12 | 55 | 22 | 31 | 19 | 86 | 32 | 43 | 30 | 137 | 48 | 62 | 48 | 24 |
| 25 | 34 | 16 | 22 | 12 | 55 | 22 | 31 | 19 | 86 | 33 | 44 | 30 | 138 | 48 | 62 | 48 | 25 |
| 26 | 35 | 16 | 22 | 12 | 55 | 23 | 32 | 19 | 86 | 33 | 44 | 30 | 138 | 49 | 63 | 48 | 26 |
| 27 | 35 | 16 | 23 | 12 | 56 | 23 | 32 | 19 | 87 | 33 | 45 | 30 | 139 | 49 | 64 | 48 | 27 |
| 28 | 35 | 16 | 23 | 12 | 56 | 23 | 33 | 19 | 87 | 34 | 46 | 30 | 140 | 50 | 65 | 48 | 28 |
| 29 | 35 | 16 | 23 | 12 | 56 | 23 | 33 | 19 | 88 | 34 | 46 | 30 | 140 | 50 | 66 | 49 | 29 |
| 30 | 35 | 16 | 23 | 12 | 56 | 24 | 33 | 19 | 88 | 34 | 47 | 30 | 141 | 51 | 67 | 49 | 30 |
| 31 | 35 | 17 | 24 | 12 | 57 | 24 | 34 | 19 | 89 | 34 | 47 | 31 | 142 | 51 | 68 | 49 | 31 |
| 32 | 36 | 17 | 24 | 12 | 57 | 24 | 34 | 20 | 89 | 35 | 48 | 31 | 142 | 52 | 68 | 49 | 32 |
| 33 | 36 | 17 | 24 | 12 | 57 | 24 | 35 | 20 | 89 | 35 | 48 | 31 | 143 | 52 | 69 | 49 | 33 |
| 34 | 36 | 17 | 25 | 12 | 57 | 24 | 35 | 20 | 90 | 35 | 49 | 31 | 144 | 52 | 70 | 49 | 34 |
| 35 | 36 | 17 | 25 | 12 | 58 | 25 | 35 | 20 | 90 | 36 | 50 | 31 | 144 | 53 | 71 | 49 | 35 |
| 36 | 36 | 17 | 25 | 12 | 58 | 25 | 36 | 20 | 91 | 36 | 50 | 31 | 145 | 53 | 71 | 49 | 36 |
| 37 | 36 | 18 | 25 | 12 | 58 | 25 | 36 | 20 | 91 | 36 | 51 | 31 | 145 | 54 | 72 | 49 | 37 |
| 38 | 36 | 18 | 26 | 12 | 58 | 25 | 36 | 20 | 91 | 37 | 51 | 31 | 146 | 54 | 73 | 49 | 38 |
| 39 | 37 | 18 | 26 | 12 | 59 | 25 | 37 | 20 | 92 | 37 | 52 | 31 | 147 | 54 | 74 | 49 | 39 |
| 40 | 37 | 18 | 26 | 12 | 59 | 26 | 37 | 20 | 92 | 37 | 52 | 31 | 147 | 55 | 74 | 49 | 40 |
| 41 | 37 | 18 | 26 | 12 | 59 | 26 | 37 | 20 | 92 | 37 | 53 | 31 | 148 | 55 | 75 | 50 | 41 |
| 42 | 37 | 18 | 27 | 12 | 59 | 26 | 38 | 20 | 93 | 38 | 53 | 31 | 148 | 55 | 76 | 50 | 42 |
| 43 | 37 | 18 | 27 | 12 | 59 | 26 | 38 | 20 | 93 | 38 | 54 | 31 | 149 | 56 | 76 | 50 | 43 |
| 44 | 37 | 18 | 27 | 12 | 60 | 26 | 39 | 20 | 93 | 38 | 54 | 31 | 149 | 56 | 77 | 50 | 44 |
| 45 | 37 | 19 | 27 | 12 | 60 | 27 | 39 | 20 | 94 | 38 | 55 | 31 | 150 | 57 | 78 | 50 | 45 |
| 46 | 38 | 19 | 28 | 13 | 60 | 27 | 39 | 20 | 94 | 39 | 55 | 31 | 150 | 57 | 78 | 50 | 46 |
| 47 | 38 | 19 | 28 | 13 | 60 | 27 | 40 | 20 | 94 | 39 | 55 | 31 | 151 | 57 | 79 | 50 | 47 |
| 48 | 38 | 19 | 28 | 13 | 61 | 27 | 40 | 20 | 95 | 39 | 56 | 31 | 151 | 58 | 80 | 50 | 48 |
| 49 | 38 | 19 | 28 | 13 | 61 | 27 | 40 | 20 | 95 | 39 | 56 | 31 | 152 | 58 | 80 | 50 | 49 |
| 50 | 38 | 19 | 28 | 13 | 61 | 28 | 40 | 20 | 95 | 40 | 57 | 32 | 152 | 58 | 81 | 50 | 50 |
| 51 | 38 | 19 | 29 | 13 | 61 | 28 | 41 | 20 | 95 | 40 | 57 | 32 | 153 | 59 | 82 | 50 | 51 |
| 52 | 38 | 20 | 29 | 13 | 61 | 28 | 41 | 20 | 96 | 40 | 58 | 32 | 153 | 59 | 82 | 50 | 52 |
| 53 | 38 | 20 | 29 | 13 | 61 | 28 | 41 | 20 | 96 | 40 | 58 | 32 | 154 | 59 | 83 | 50 | 53 |
| 54 | 39 | 20 | 29 | 13 | 62 | 28 | 42 | 20 | 96 | 41 | 59 | 32 | 154 | 60 | 83 | 51 | 54 |
| 55 | 39 | 20 | 30 | 13 | 62 | 28 | 42 | 20 | 97 | 41 | 59 | 32 | 155 | 60 | 84 | 51 | 55 |

**表 7.4-15　总公差（$T+\lambda$）、综合公差 $\lambda$、齿距累积公差 $F_p$ 和齿形公差 $f_f$　GB/T 3478.1—95**

$m=1.25$　　（μm）

| $Z$ | 公差等级 | | | | | | | | | | | | | | | | $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | | | | 5 | | | | 6 | | | | 7 | | | | |
| | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | |
| 10 | 33 | 13 | 17 | 12 | 53 | 19 | 25 | 20 | 83 | 28 | 35 | 31 | 133 | 43 | 49 | 49 | 10 |
| 11 | 34 | 14 | 18 | 12 | 54 | 20 | 25 | 20 | 84 | 29 | 36 | 31 | 134 | 43 | 51 | 49 | 11 |
| 12 | 34 | 14 | 18 | 12 | 54 | 20 | 26 | 20 | 85 | 29 | 37 | 31 | 135 | 44 | 52 | 49 | 12 |
| 13 | 34 | 14 | 19 | 12 | 55 | 20 | 27 | 20 | 85 | 30 | 38 | 31 | 137 | 45 | 54 | 49 | 13 |
| 14 | 34 | 14 | 19 | 12 | 55 | 21 | 28 | 20 | 86 | 30 | 39 | 31 | 138 | 45 | 55 | 49 | 14 |
| 15 | 35 | 15 | 20 | 12 | 56 | 21 | 28 | 20 | 87 | 31 | 40 | 31 | 139 | 46 | 57 | 49 | 15 |
| 16 | 35 | 15 | 20 | 12 | 56 | 21 | 29 | 20 | 88 | 31 | 41 | 31 | 140 | 47 | 58 | 49 | 16 |
| 17 | 35 | 15 | 21 | 12 | 56 | 22 | 30 | 20 | 88 | 32 | 41 | 31 | 141 | 47 | 59 | 50 | 17 |
| 18 | 36 | 15 | 21 | 12 | 57 | 22 | 30 | 20 | 89 | 32 | 42 | 31 | 142 | 48 | 60 | 50 | 18 |
| 19 | 36 | 15 | 22 | 12 | 57 | 22 | 31 | 20 | 89 | 33 | 43 | 31 | 143 | 48 | 61 | 50 | 19 |
| 20 | 36 | 16 | 22 | 12 | 58 | 23 | 31 | 20 | 90 | 33 | 44 | 31 | 144 | 49 | 62 | 50 | 20 |
| 21 | 36 | 16 | 22 | 13 | 58 | 23 | 32 | 20 | 91 | 33 | 45 | 31 | 145 | 50 | 64 | 50 | 21 |
| 22 | 36 | 16 | 23 | 13 | 58 | 23 | 32 | 20 | 91 | 34 | 45 | 31 | 146 | 50 | 65 | 50 | 22 |
| 23 | 37 | 16 | 23 | 13 | 59 | 24 | 33 | 20 | 92 | 34 | 46 | 31 | 147 | 51 | 66 | 50 | 23 |
| 24 | 37 | 17 | 23 | 13 | 59 | 24 | 33 | 20 | 92 | 35 | 47 | 32 | 148 | 51 | 67 | 50 | 24 |
| 25 | 37 | 17 | 24 | 13 | 59 | 24 | 34 | 20 | 93 | 35 | 48 | 32 | 148 | 52 | 68 | 50 | 25 |
| 26 | 37 | 17 | 24 | 13 | 60 | 24 | 34 | 20 | 93 | 35 | 48 | 32 | 149 | 52 | 69 | 50 | 26 |
| 27 | 37 | 17 | 24 | 13 | 60 | 25 | 35 | 20 | 94 | 36 | 49 | 32 | 150 | 53 | 70 | 51 | 27 |
| 28 | 38 | 17 | 25 | 13 | 60 | 25 | 35 | 20 | 94 | 36 | 50 | 32 | 151 | 53 | 71 | 51 | 28 |
| 29 | 38 | 17 | 25 | 13 | 61 | 25 | 36 | 20 | 95 | 36 | 50 | 32 | 151 | 54 | 72 | 51 | 29 |
| 30 | 38 | 18 | 25 | 13 | 61 | 25 | 36 | 20 | 95 | 37 | 51 | 32 | 152 | 54 | 72 | 51 | 30 |
| 31 | 38 | 18 | 26 | 13 | 61 | 26 | 37 | 20 | 96 | 37 | 52 | 32 | 153 | 55 | 73 | 51 | 31 |
| 32 | 38 | 18 | 26 | 13 | 61 | 26 | 37 | 20 | 96 | 37 | 52 | 32 | 154 | 55 | 74 | 51 | 32 |
| 33 | 39 | 18 | 26 | 13 | 62 | 26 | 38 | 20 | 96 | 38 | 53 | 32 | 154 | 56 | 75 | 51 | 33 |
| 34 | 39 | 18 | 27 | 13 | 62 | 26 | 38 | 20 | 97 | 38 | 53 | 32 | 155 | 56 | 76 | 51 | 34 |
| 35 | 39 | 19 | 27 | 13 | 62 | 27 | 38 | 20 | 97 | 38 | 54 | 32 | 156 | 57 | 77 | 51 | 35 |
| 36 | 39 | 19 | 27 | 13 | 63 | 27 | 39 | 21 | 98 | 39 | 55 | 32 | 156 | 57 | 78 | 51 | 36 |
| 37 | 39 | 19 | 28 | 13 | 63 | 27 | 39 | 21 | 98 | 39 | 55 | 32 | 157 | 58 | 79 | 52 | 37 |
| 38 | 39 | 19 | 28 | 13 | 63 | 27 | 40 | 21 | 98 | 39 | 56 | 32 | 158 | 58 | 79 | 52 | 38 |
| 39 | 40 | 19 | 28 | 13 | 63 | 27 | 40 | 21 | 99 | 40 | 56 | 32 | 158 | 58 | 80 | 52 | 39 |
| 40 | 40 | 19 | 28 | 13 | 64 | 28 | 40 | 21 | 99 | 40 | 57 | 32 | 159 | 59 | 81 | 52 | 40 |
| 41 | 40 | 20 | 29 | 13 | 64 | 28 | 41 | 21 | 100 | 40 | 57 | 33 | 159 | 59 | 82 | 52 | 41 |
| 42 | 40 | 20 | 29 | 13 | 64 | 28 | 41 | 21 | 100 | 41 | 58 | 33 | 160 | 60 | 82 | 52 | 42 |
| 43 | 40 | 20 | 29 | 13 | 64 | 28 | 42 | 21 | 100 | 41 | 58 | 33 | 161 | 60 | 83 | 52 | 43 |
| 44 | 40 | 20 | 30 | 13 | 64 | 29 | 42 | 21 | 101 | 41 | 59 | 33 | 161 | 61 | 84 | 52 | 44 |
| 45 | 40 | 20 | 30 | 13 | 65 | 29 | 42 | 21 | 101 | 41 | 59 | 33 | 162 | 61 | 85 | 52 | 45 |
| 46 | 41 | 20 | 30 | 13 | 65 | 29 | 43 | 21 | 101 | 42 | 60 | 33 | 162 | 61 | 85 | 52 | 46 |
| 47 | 41 | 20 | 30 | 13 | 65 | 29 | 43 | 21 | 102 | 42 | 61 | 33 | 163 | 62 | 86 | 53 | 47 |
| 48 | 41 | 21 | 31 | 13 | 65 | 29 | 43 | 21 | 102 | 42 | 61 | 33 | 163 | 62 | 87 | 53 | 48 |
| 49 | 41 | 21 | 31 | 13 | 66 | 30 | 44 | 21 | 102 | 43 | 62 | 33 | 164 | 63 | 88 | 53 | 49 |
| 50 | 41 | 21 | 31 | 13 | 66 | 30 | 44 | 21 | 103 | 43 | 62 | 33 | 164 | 63 | 88 | 53 | 50 |
| 51 | 41 | 21 | 31 | 13 | 66 | 30 | 45 | 21 | 103 | 43 | 63 | 33 | 165 | 63 | 89 | 53 | 51 |
| 52 | 41 | 21 | 32 | 13 | 66 | 30 | 45 | 21 | 103 | 44 | 63 | 33 | 165 | 64 | 90 | 53 | 52 |
| 53 | 41 | 21 | 32 | 13 | 66 | 30 | 45 | 21 | 104 | 44 | 64 | 33 | 166 | 64 | 90 | 53 | 53 |
| 54 | 42 | 21 | 32 | 13 | 67 | 31 | 46 | 21 | 104 | 44 | 64 | 33 | 166 | 65 | 91 | 53 | 54 |
| 55 | 42 | 22 | 32 | 13 | 67 | 31 | 46 | 21 | 104 | 44 | 64 | 33 | 167 | 65 | 92 | 53 | 55 |

**表 7.4-16　总公差（$T+\lambda$）、综合公差 $\lambda$、齿距累积公差 $F_p$ 和齿形公差 $f_f$　GB/T 3478.1—95**

$m=1.5$　　（μm）

| $Z$ | 公差等级 | | | | | | | | | | | | | | | | $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | | | | 5 | | | | 6 | | | | 7 | | | | |
| | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | |
| 10 | 35 | 14 | 18 | 13 | 56 | 20 | 26 | 20 | 88 | 30 | 37 | 32 | 141 | 45 | 52 | 51 | 10 |
| 11 | 36 | 14 | 19 | 13 | 57 | 21 | 27 | 20 | 89 | 30 | 38 | 32 | 143 | 46 | 54 | 51 | 11 |
| 12 | 36 | 15 | 20 | 13 | 58 | 21 | 28 | 20 | 90 | 31 | 39 | 32 | 144 | 46 | 56 | 51 | 12 |
| 13 | 36 | 15 | 20 | 13 | 58 | 22 | 29 | 20 | 91 | 31 | 40 | 32 | 145 | 47 | 57 | 51 | 13 |
| 14 | 37 | 15 | 21 | 13 | 59 | 22 | 29 | 20 | 92 | 32 | 41 | 32 | 147 | 48 | 59 | 51 | 14 |
| 15 | 37 | 15 | 21 | 13 | 59 | 22 | 30 | 20 | 92 | 32 | 42 | 32 | 148 | 48 | 60 | 51 | 15 |
| 16 | 37 | 16 | 22 | 13 | 60 | 23 | 31 | 20 | 93 | 33 | 43 | 32 | 149 | 49 | 62 | 51 | 16 |
| 17 | 38 | 16 | 22 | 13 | 60 | 23 | 31 | 21 | 94 | 33 | 44 | 32 | 150 | 50 | 63 | 51 | 17 |
| 18 | 38 | 16 | 23 | 13 | 61 | 23 | 32 | 21 | 95 | 34 | 45 | 32 | 151 | 51 | 64 | 52 | 18 |
| 19 | 38 | 16 | 23 | 13 | 61 | 24 | 33 | 21 | 95 | 34 | 46 | 32 | 152 | 51 | 66 | 52 | 19 |
| 20 | 38 | 17 | 23 | 13 | 61 | 24 | 33 | 21 | 96 | 35 | 47 | 32 | 153 | 52 | 67 | 52 | 20 |
| 21 | 39 | 17 | 24 | 13 | 62 | 24 | 34 | 21 | 96 | 35 | 48 | 32 | 154 | 52 | 68 | 52 | 21 |
| 22 | 39 | 17 | 24 | 13 | 62 | 25 | 35 | 21 | 97 | 36 | 48 | 33 | 155 | 53 | 69 | 52 | 22 |
| 23 | 39 | 17 | 25 | 13 | 62 | 25 | 35 | 21 | 98 | 36 | 49 | 33 | 156 | 54 | 70 | 52 | 23 |
| 24 | 39 | 18 | 25 | 13 | 63 | 25 | 36 | 21 | 98 | 37 | 50 | 33 | 157 | 54 | 71 | 52 | 24 |
| 25 | 39 | 18 | 25 | 13 | 63 | 26 | 36 | 21 | 99 | 37 | 51 | 33 | 158 | 55 | 72 | 52 | 25 |
| 26 | 40 | 18 | 26 | 13 | 64 | 26 | 37 | 21 | 99 | 37 | 52 | 33 | 159 | 55 | 74 | 53 | 26 |
| 27 | 40 | 18 | 26 | 13 | 64 | 26 | 37 | 21 | 100 | 38 | 52 | 33 | 160 | 56 | 75 | 53 | 27 |
| 28 | 40 | 18 | 27 | 13 | 64 | 26 | 38 | 21 | 100 | 38 | 53 | 33 | 160 | 57 | 76 | 53 | 28 |
| 29 | 40 | 19 | 27 | 13 | 64 | 27 | 38 | 21 | 101 | 39 | 54 | 33 | 161 | 57 | 77 | 53 | 29 |
| 30 | 40 | 19 | 27 | 13 | 65 | 27 | 39 | 21 | 101 | 39 | 55 | 33 | 162 | 58 | 78 | 53 | 30 |
| 31 | 41 | 19 | 28 | 13 | 65 | 27 | 39 | 21 | 102 | 39 | 55 | 33 | 163 | 58 | 79 | 53 | 31 |
| 32 | 41 | 19 | 28 | 13 | 65 | 28 | 40 | 21 | 102 | 40 | 56 | 33 | 164 | 59 | 80 | 53 | 32 |
| 33 | 41 | 19 | 28 | 13 | 66 | 28 | 40 | 21 | 103 | 40 | 57 | 33 | 164 | 59 | 81 | 53 | 33 |
| 34 | 41 | 20 | 29 | 13 | 66 | 28 | 41 | 21 | 103 | 41 | 57 | 34 | 165 | 60 | 82 | 53 | 34 |
| 35 | 41 | 20 | 29 | 13 | 66 | 28 | 41 | 21 | 104 | 41 | 58 | 34 | 166 | 60 | 82 | 54 | 35 |
| 36 | 42 | 20 | 29 | 13 | 67 | 29 | 42 | 21 | 104 | 41 | 59 | 34 | 166 | 61 | 83 | 54 | 36 |
| 37 | 42 | 20 | 30 | 14 | 67 | 29 | 42 | 21 | 104 | 42 | 59 | 34 | 167 | 61 | 84 | 54 | 37 |
| 38 | 42 | 20 | 30 | 14 | 67 | 29 | 43 | 22 | 105 | 42 | 60 | 34 | 168 | 62 | 85 | 54 | 38 |
| 39 | 42 | 21 | 30 | 14 | 67 | 29 | 43 | 22 | 105 | 42 | 60 | 34 | 168 | 62 | 86 | 54 | 39 |
| 40 | 42 | 21 | 31 | 14 | 68 | 30 | 43 | 22 | 106 | 43 | 61 | 34 | 169 | 63 | 87 | 54 | 40 |
| 41 | 42 | 21 | 31 | 14 | 68 | 30 | 44 | 22 | 106 | 43 | 62 | 34 | 170 | 63 | 88 | 54 | 41 |
| 42 | 43 | 21 | 31 | 14 | 68 | 30 | 44 | 22 | 106 | 43 | 62 | 34 | 170 | 64 | 89 | 54 | 42 |
| 43 | 43 | 21 | 31 | 14 | 68 | 30 | 45 | 22 | 107 | 44 | 63 | 34 | 171 | 64 | 89 | 55 | 43 |
| 44 | 43 | 21 | 32 | 14 | 69 | 30 | 45 | 22 | 107 | 44 | 63 | 34 | 172 | 65 | 90 | 55 | 44 |
| 45 | 43 | 22 | 32 | 14 | 69 | 31 | 46 | 22 | 108 | 44 | 64 | 34 | 172 | 65 | 91 | 55 | 45 |
| 46 | 43 | 22 | 32 | 14 | 69 | 31 | 46 | 22 | 108 | 45 | 65 | 34 | 173 | 66 | 92 | 55 | 46 |
| 47 | 43 | 22 | 33 | 14 | 69 | 31 | 46 | 22 | 108 | 45 | 65 | 35 | 173 | 66 | 93 | 55 | 47 |
| 48 | 43 | 22 | 33 | 14 | 70 | 31 | 47 | 22 | 109 | 45 | 66 | 35 | 174 | 66 | 94 | 55 | 48 |
| 49 | 44 | 22 | 33 | 14 | 70 | 32 | 47 | 22 | 109 | 46 | 66 | 35 | 175 | 67 | 94 | 55 | 49 |
| 50 | 44 | 22 | 33 | 14 | 70 | 32 | 48 | 22 | 109 | 46 | 67 | 35 | 175 | 67 | 95 | 55 | 50 |
| 51 | 44 | 23 | 34 | 14 | 70 | 32 | 48 | 22 | 110 | 46 | 67 | 35 | 176 | 68 | 96 | 55 | 51 |
| 52 | 44 | 23 | 34 | 14 | 70 | 32 | 48 | 22 | 110 | 47 | 68 | 35 | 176 | 68 | 97 | 56 | 52 |
| 53 | 44 | 23 | 34 | 14 | 71 | 33 | 49 | 22 | 110 | 47 | 68 | 35 | 177 | 69 | 97 | 56 | 53 |
| 54 | 44 | 23 | 34 | 14 | 71 | 33 | 49 | 22 | 111 | 47 | 69 | 35 | 177 | 69 | 98 | 56 | 54 |
| 55 | 44 | 23 | 35 | 14 | 71 | 33 | 49 | 22 | 111 | 47 | 69 | 35 | 178 | 70 | 99 | 56 | 55 |

**表 7.4-17　总公差（$T+\lambda$）、综合公差 $\lambda$、齿距累积公差 $F_p$ 和齿形公差 $f_f$　GB/T 3478.1—95**

$m=1.75$　　(μm)

| $Z$ | 公差等级 | | | | | | | | | | | | | | | | $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | | | | 5 | | | | 6 | | | | 7 | | | | |
| | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | |
| 10 | 37 | 15 | 19 | 13 | 59 | 21 | 28 | 21 | 93 | 31 | 39 | 33 | 149 | 47 | 55 | 52 | 10 |
| 11 | 38 | 15 | 20 | 13 | 60 | 22 | 28 | 21 | 94 | 32 | 40 | 33 | 150 | 48 | 57 | 52 | 11 |
| 12 | 38 | 15 | 21 | 13 | 61 | 22 | 29 | 21 | 95 | 32 | 41 | 33 | 152 | 48 | 59 | 53 | 12 |
| 13 | 38 | 16 | 21 | 13 | 61 | 23 | 30 | 21 | 96 | 33 | 42 | 33 | 153 | 49 | 60 | 53 | 13 |
| 14 | 39 | 16 | 22 | 13 | 62 | 23 | 31 | 21 | 96 | 33 | 44 | 33 | 154 | 50 | 62 | 53 | 14 |
| 15 | 39 | 16 | 22 | 13 | 62 | 23 | 32 | 21 | 97 | 34 | 45 | 33 | 156 | 51 | 64 | 53 | 15 |
| 16 | 39 | 16 | 23 | 13 | 63 | 24 | 32 | 21 | 98 | 35 | 46 | 33 | 157 | 52 | 65 | 53 | 16 |
| 17 | 40 | 17 | 23 | 13 | 63 | 24 | 33 | 21 | 99 | 35 | 47 | 33 | 158 | 52 | 66 | 53 | 17 |
| 18 | 40 | 17 | 24 | 13 | 64 | 24 | 34 | 21 | 100 | 36 | 48 | 34 | 159 | 53 | 68 | 54 | 18 |
| 19 | 40 | 17 | 24 | 13 | 64 | 25 | 35 | 21 | 100 | 36 | 49 | 34 | 161 | 54 | 69 | 54 | 19 |
| 20 | 40 | 18 | 25 | 14 | 65 | 25 | 35 | 21 | 101 | 37 | 50 | 34 | 162 | 54 | 71 | 54 | 20 |
| 21 | 41 | 18 | 25 | 14 | 65 | 26 | 36 | 22 | 102 | 37 | 50 | 34 | 163 | 55 | 72 | 54 | 21 |
| 22 | 41 | 18 | 26 | 14 | 65 | 26 | 37 | 22 | 102 | 38 | 51 | 34 | 164 | 56 | 73 | 54 | 22 |
| 23 | 41 | 18 | 26 | 14 | 66 | 26 | 37 | 22 | 103 | 38 | 52 | 34 | 164 | 56 | 74 | 54 | 23 |
| 24 | 41 | 19 | 27 | 14 | 66 | 27 | 38 | 22 | 103 | 39 | 53 | 34 | 166 | 57 | 76 | 54 | 24 |
| 25 | 42 | 19 | 27 | 14 | 66 | 27 | 38 | 22 | 104 | 39 | 54 | 34 | 166 | 58 | 77 | 54 | 25 |
| 26 | 42 | 19 | 27 | 14 | 67 | 27 | 39 | 22 | 105 | 39 | 55 | 34 | 167 | 58 | 78 | 55 | 26 |
| 27 | 42 | 19 | 28 | 14 | 67 | 28 | 40 | 22 | 105 | 40 | 56 | 34 | 168 | 59 | 79 | 55 | 27 |
| 28 | 42 | 19 | 28 | 14 | 68 | 28 | 40 | 22 | 106 | 40 | 56 | 34 | 169 | 60 | 80 | 55 | 28 |
| 29 | 42 | 20 | 29 | 14 | 68 | 28 | 41 | 22 | 106 | 41 | 57 | 34 | 170 | 60 | 81 | 55 | 29 |
| 30 | 43 | 20 | 29 | 14 | 68 | 28 | 41 | 22 | 107 | 41 | 58 | 35 | 171 | 61 | 82 | 55 | 30 |
| 31 | 43 | 20 | 29 | 14 | 69 | 29 | 42 | 22 | 107 | 42 | 59 | 35 | 172 | 61 | 84 | 55 | 31 |
| 32 | 43 | 20 | 30 | 14 | 69 | 29 | 42 | 22 | 108 | 42 | 59 | 35 | 172 | 62 | 84 | 55 | 32 |
| 33 | 43 | 21 | 30 | 14 | 69 | 29 | 43 | 22 | 108 | 42 | 60 | 35 | 173 | 62 | 86 | 56 | 33 |
| 34 | 43 | 21 | 30 | 14 | 70 | 30 | 43 | 22 | 109 | 43 | 61 | 35 | 174 | 63 | 87 | 56 | 34 |
| 35 | 44 | 21 | 31 | 14 | 70 | 30 | 44 | 22 | 109 | 43 | 62 | 35 | 175 | 64 | 88 | 56 | 35 |
| 36 | 44 | 21 | 31 | 14 | 70 | 30 | 44 | 22 | 110 | 44 | 62 | 35 | 175 | 64 | 89 | 56 | 36 |
| 37 | 44 | 21 | 32 | 14 | 70 | 30 | 45 | 22 | 110 | 44 | 63 | 35 | 176 | 65 | 90 | 56 | 37 |
| 38 | 44 | 22 | 32 | 14 | 71 | 31 | 45 | 22 | 111 | 44 | 64 | 35 | 177 | 65 | 91 | 56 | 38 |
| 39 | 44 | 22 | 32 | 14 | 71 | 31 | 46 | 22 | 111 | 45 | 64 | 35 | 178 | 66 | 92 | 56 | 39 |
| 40 | 44 | 22 | 32 | 14 | 71 | 31 | 46 | 22 | 111 | 45 | 65 | 36 | 178 | 66 | 92 | 56 | 40 |
| 41 | 45 | 22 | 33 | 14 | 72 | 32 | 47 | 23 | 112 | 46 | 66 | 36 | 179 | 67 | 93 | 57 | 41 |
| 42 | 45 | 22 | 33 | 14 | 72 | 32 | 47 | 23 | 112 | 46 | 66 | 36 | 180 | 67 | 94 | 57 | 42 |
| 43 | 45 | 22 | 33 | 14 | 72 | 32 | 48 | 23 | 113 | 46 | 67 | 36 | 180 | 68 | 95 | 57 | 43 |
| 44 | 45 | 23 | 34 | 14 | 72 | 32 | 48 | 23 | 113 | 47 | 67 | 36 | 181 | 68 | 96 | 57 | 44 |
| 45 | 45 | 23 | 34 | 14 | 73 | 33 | 48 | 23 | 114 | 47 | 68 | 36 | 182 | 69 | 97 | 57 | 45 |
| 46 | 46 | 23 | 34 | 14 | 73 | 33 | 49 | 23 | 114 | 47 | 69 | 36 | 182 | 69 | 98 | 57 | 46 |
| 47 | 46 | 23 | 35 | 14 | 73 | 33 | 49 | 23 | 114 | 48 | 69 | 36 | 183 | 70 | 99 | 58 | 47 |
| 48 | 46 | 23 | 35 | 14 | 73 | 33 | 50 | 23 | 115 | 48 | 70 | 36 | 183 | 70 | 100 | 58 | 48 |
| 49 | 46 | 24 | 35 | 14 | 74 | 34 | 50 | 23 | 115 | 48 | 71 | 36 | 184 | 71 | 100 | 58 | 49 |
| 50 | 46 | 24 | 36 | 14 | 74 | 34 | 51 | 23 | 115 | 49 | 71 | 36 | 185 | 71 | 101 | 58 | 50 |
| 51 | 46 | 24 | 36 | 14 | 74 | 34 | 51 | 23 | 116 | 49 | 72 | 36 | 185 | 72 | 102 | 58 | 51 |
| 52 | 46 | 24 | 36 | 15 | 74 | 34 | 51 | 23 | 116 | 49 | 72 | 36 | 186 | 72 | 103 | 58 | 52 |
| 53 | 47 | 24 | 36 | 15 | 74 | 35 | 52 | 23 | 116 | 50 | 73 | 37 | 186 | 73 | 104 | 58 | 53 |
| 54 | 47 | 24 | 37 | 15 | 75 | 35 | 52 | 23 | 117 | 50 | 73 | 37 | 187 | 73 | 104 | 58 | 54 |
| 55 | 47 | 25 | 37 | 15 | 75 | 35 | 53 | 23 | 117 | 50 | 74 | 37 | 188 | 74 | 105 | 59 | 55 |

**表 7.4-18　总公差（$T+\lambda$）、综合公差 $\lambda$、齿距累积公差 $F_p$ 和齿形公差 $f_f$　GB/T 3478.1—95**

$m=2$　　（μm）

| $Z$ | 公差等级 | | | | | | | | | | | | | | | | $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | | | | 5 | | | | 6 | | | | 7 | | | | |
| | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | |
| 10 | 39 | 15 | 20 | 14 | 62 | 22 | 29 | 22 | 97 | 32 | 41 | 34 | 156 | 49 | 58 | 54 | 10 |
| 11 | 39 | 16 | 21 | 14 | 63 | 23 | 30 | 22 | 98 | 33 | 42 | 34 | 157 | 49 | 60 | 54 | 11 |
| 12 | 40 | 16 | 22 | 14 | 64 | 23 | 31 | 22 | 99 | 34 | 43 | 34 | 159 | 50 | 62 | 54 | 12 |
| 13 | 40 | 16 | 22 | 14 | 64 | 23 | 32 | 22 | 100 | 34 | 44 | 34 | 160 | 51 | 63 | 55 | 13 |
| 14 | 40 | 17 | 23 | 14 | 65 | 24 | 33 | 22 | 101 | 35 | 46 | 34 | 162 | 52 | 65 | 55 | 14 |
| 15 | 41 | 17 | 23 | 14 | 65 | 24 | 33 | 22 | 102 | 36 | 47 | 34 | 163 | 53 | 67 | 55 | 15 |
| 16 | 41 | 17 | 24 | 14 | 66 | 25 | 34 | 22 | 103 | 36 | 48 | 35 | 164 | 54 | 68 | 55 | 16 |
| 17 | 41 | 17 | 25 | 14 | 66 | 25 | 35 | 22 | 104 | 37 | 49 | 35 | 166 | 55 | 70 | 55 | 17 |
| 18 | 42 | 18 | 25 | 14 | 67 | 26 | 36 | 22 | 104 | 37 | 50 | 35 | 167 | 55 | 71 | 55 | 18 |
| 19 | 42 | 18 | 26 | 14 | 67 | 26 | 36 | 22 | 105 | 38 | 51 | 35 | 168 | 56 | 73 | 56 | 19 |
| 20 | 42 | 18 | 26 | 14 | 68 | 26 | 37 | 22 | 106 | 38 | 52 | 35 | 169 | 57 | 74 | 56 | 20 |
| 21 | 43 | 19 | 27 | 14 | 68 | 27 | 38 | 22 | 106 | 39 | 53 | 35 | 170 | 58 | 76 | 56 | 21 |
| 22 | 43 | 19 | 27 | 14 | 69 | 27 | 39 | 22 | 107 | 39 | 54 | 35 | 171 | 58 | 77 | 56 | 22 |
| 23 | 43 | 19 | 28 | 14 | 69 | 28 | 39 | 22 | 108 | 40 | 55 | 35 | 172 | 59 | 78 | 56 | 23 |
| 24 | 43 | 19 | 28 | 14 | 69 | 28 | 40 | 23 | 108 | 40 | 56 | 35 | 173 | 60 | 80 | 56 | 24 |
| 25 | 44 | 20 | 28 | 14 | 70 | 28 | 40 | 23 | 109 | 41 | 57 | 35 | 174 | 60 | 81 | 57 | 25 |
| 26 | 44 | 20 | 29 | 14 | 70 | 29 | 41 | 23 | 110 | 41 | 58 | 36 | 175 | 61 | 82 | 57 | 26 |
| 27 | 44 | 20 | 29 | 14 | 70 | 29 | 42 | 23 | 110 | 42 | 59 | 36 | 176 | 62 | 83 | 57 | 27 |
| 28 | 44 | 20 | 30 | 14 | 71 | 29 | 42 | 23 | 111 | 42 | 59 | 36 | 177 | 62 | 85 | 57 | 28 |
| 29 | 44 | 21 | 30 | 14 | 71 | 30 | 43 | 23 | 111 | 43 | 60 | 36 | 178 | 63 | 86 | 57 | 29 |
| 30 | 45 | 21 | 31 | 14 | 72 | 30 | 43 | 23 | 112 | 43 | 61 | 36 | 179 | 64 | 87 | 57 | 30 |
| 31 | 45 | 21 | 31 | 14 | 72 | 30 | 44 | 23 | 112 | 44 | 62 | 36 | 180 | 64 | 88 | 57 | 31 |
| 32 | 45 | 21 | 31 | 14 | 72 | 31 | 45 | 23 | 113 | 44 | 63 | 36 | 181 | 65 | 89 | 58 | 32 |
| 33 | 45 | 22 | 32 | 15 | 73 | 31 | 45 | 23 | 113 | 45 | 63 | 36 | 181 | 66 | 90 | 58 | 33 |
| 34 | 46 | 22 | 32 | 15 | 73 | 31 | 46 | 23 | 114 | 45 | 64 | 36 | 182 | 66 | 91 | 58 | 34 |
| 35 | 46 | 22 | 33 | 15 | 73 | 31 | 46 | 23 | 114 | 45 | 65 | 36 | 183 | 67 | 92 | 58 | 35 |
| 36 | 46 | 22 | 33 | 15 | 73 | 32 | 47 | 23 | 115 | 46 | 66 | 37 | 184 | 67 | 94 | 58 | 36 |
| 37 | 46 | 22 | 33 | 15 | 74 | 32 | 47 | 23 | 115 | 46 | 66 | 37 | 184 | 68 | 95 | 58 | 37 |
| 38 | 46 | 23 | 34 | 15 | 74 | 32 | 48 | 23 | 116 | 47 | 67 | 37 | 185 | 69 | 96 | 59 | 38 |
| 39 | 46 | 23 | 34 | 15 | 74 | 33 | 48 | 23 | 116 | 47 | 68 | 37 | 186 | 69 | 97 | 59 | 39 |
| 40 | 47 | 23 | 34 | 15 | 75 | 33 | 49 | 23 | 117 | 48 | 69 | 37 | 187 | 70 | 98 | 59 | 40 |
| 41 | 47 | 23 | 35 | 15 | 75 | 33 | 49 | 24 | 117 | 48 | 69 | 37 | 187 | 70 | 99 | 59 | 41 |
| 42 | 47 | 23 | 35 | 15 | 75 | 33 | 50 | 24 | 118 | 48 | 70 | 37 | 188 | 71 | 100 | 59 | 42 |
| 43 | 47 | 24 | 35 | 15 | 76 | 34 | 50 | 24 | 118 | 49 | 71 | 37 | 189 | 71 | 101 | 59 | 43 |
| 44 | 47 | 24 | 36 | 15 | 76 | 34 | 51 | 24 | 118 | 49 | 71 | 37 | 190 | 72 | 101 | 60 | 44 |
| 45 | 48 | 24 | 36 | 15 | 76 | 34 | 51 | 24 | 119 | 49 | 72 | 37 | 190 | 72 | 102 | 60 | 45 |
| 46 | 48 | 24 | 36 | 15 | 76 | 35 | 52 | 24 | 119 | 50 | 73 | 38 | 191 | 73 | 103 | 60 | 46 |
| 47 | 48 | 24 | 37 | 15 | 77 | 35 | 52 | 24 | 120 | 50 | 73 | 38 | 192 | 74 | 104 | 60 | 47 |
| 48 | 48 | 25 | 37 | 15 | 77 | 35 | 53 | 24 | 120 | 51 | 74 | 38 | 192 | 74 | 105 | 60 | 48 |
| 49 | 48 | 25 | 37 | 15 | 77 | 35 | 53 | 24 | 121 | 51 | 75 | 38 | 193 | 75 | 106 | 60 | 49 |
| 50 | 48 | 25 | 38 | 15 | 77 | 36 | 53 | 24 | 121 | 51 | 75 | 38 | 194 | 75 | 107 | 60 | 50 |
| 51 | 49 | 25 | 38 | 15 | 78 | 36 | 54 | 24 | 121 | 52 | 76 | 38 | 194 | 76 | 108 | 61 | 51 |
| 52 | 49 | 25 | 38 | 15 | 78 | 36 | 54 | 24 | 122 | 52 | 76 | 38 | 195 | 76 | 109 | 61 | 52 |
| 53 | 49 | 26 | 39 | 15 | 78 | 36 | 55 | 24 | 122 | 52 | 77 | 38 | 195 | 77 | 110 | 61 | 53 |
| 54 | 49 | 26 | 39 | 15 | 78 | 37 | 55 | 24 | 122 | 53 | 78 | 38 | 196 | 77 | 110 | 61 | 54 |
| 55 | 49 | 26 | 39 | 15 | 79 | 37 | 56 | 24 | 123 | 53 | 78 | 38 | 197 | 78 | 111 | 61 | 55 |

**表 7.4-19 总公差（$T+\lambda$）、综合公差 $\lambda$、齿距累积公差 $F_p$ 和齿形公差 $f_f$ GB/T 3478.1—95**

$m=2.5$ （μm）

| $Z$ | 公差等级 | | | | | | | | | | | | | | | | $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | | | | 5 | | | | 6 | | | | 7 | | | | |
| | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | |
| 10 | 42 | 16 | 22 | 15 | 67 | 24 | 31 | 23 | 105 | 35 | 44 | 36 | 168 | 52 | 62 | 58 | 10 |
| 11 | 42 | 17 | 23 | 15 | 68 | 24 | 32 | 23 | 106 | 35 | 45 | 36 | 170 | 53 | 65 | 58 | 11 |
| 12 | 43 | 17 | 23 | 15 | 69 | 25 | 33 | 23 | 107 | 36 | 47 | 37 | 171 | 54 | 67 | 58 | 12 |
| 13 | 43 | 17 | 24 | 15 | 69 | 25 | 34 | 23 | 108 | 37 | 48 | 37 | 173 | 55 | 69 | 58 | 13 |
| 14 | 44 | 18 | 25 | 15 | 70 | 26 | 35 | 23 | 109 | 38 | 50 | 37 | 174 | 56 | 71 | 59 | 14 |
| 15 | 44 | 18 | 25 | 15 | 70 | 26 | 36 | 23 | 110 | 38 | 51 | 37 | 176 | 57 | 72 | 59 | 15 |
| 16 | 44 | 19 | 26 | 15 | 71 | 27 | 37 | 23 | 111 | 39 | 52 | 37 | 177 | 58 | 74 | 59 | 16 |
| 17 | 45 | 19 | 27 | 15 | 71 | 27 | 38 | 24 | 112 | 40 | 53 | 37 | 179 | 59 | 76 | 59 | 17 |
| 18 | 45 | 19 | 27 | 15 | 72 | 28 | 39 | 24 | 112 | 40 | 55 | 37 | 180 | 60 | 78 | 59 | 18 |
| 19 | 45 | 20 | 28 | 15 | 72 | 28 | 40 | 24 | 113 | 41 | 56 | 37 | 181 | 61 | 79 | 59 | 19 |
| 20 | 46 | 20 | 28 | 15 | 73 | 29 | 40 | 24 | 114 | 42 | 57 | 37 | 182 | 62 | 81 | 60 | 20 |
| 21 | 46 | 20 | 29 | 15 | 73 | 29 | 41 | 24 | 115 | 42 | 58 | 38 | 184 | 62 | 82 | 60 | 21 |
| 22 | 46 | 21 | 30 | 15 | 74 | 29 | 42 | 24 | 115 | 43 | 59 | 38 | 185 | 63 | 84 | 60 | 22 |
| 23 | 46 | 21 | 30 | 15 | 74 | 30 | 43 | 24 | 116 | 43 | 60 | 38 | 186 | 64 | 85 | 60 | 23 |
| 24 | 47 | 21 | 31 | 15 | 75 | 30 | 43 | 24 | 117 | 44 | 61 | 38 | 187 | 65 | 87 | 60 | 24 |
| 25 | 47 | 21 | 31 | 15 | 75 | 31 | 44 | 24 | 118 | 44 | 62 | 38 | 188 | 66 | 88 | 61 | 25 |
| 26 | 47 | 22 | 32 | 15 | 76 | 31 | 45 | 24 | 118 | 45 | 63 | 38 | 189 | 66 | 90 | 61 | 26 |
| 27 | 48 | 22 | 32 | 15 | 76 | 31 | 46 | 24 | 119 | 45 | 64 | 38 | 190 | 67 | 91 | 61 | 27 |
| 28 | 48 | 22 | 33 | 15 | 76 | 32 | 46 | 24 | 119 | 46 | 65 | 39 | 191 | 68 | 92 | 61 | 28 |
| 29 | 48 | 22 | 33 | 15 | 77 | 32 | 47 | 25 | 120 | 47 | 65 | 39 | 192 | 69 | 94 | 61 | 29 |
| 30 | 48 | 23 | 33 | 15 | 77 | 33 | 48 | 25 | 121 | 47 | 67 | 39 | 193 | 69 | 95 | 62 | 30 |
| 31 | 49 | 23 | 34 | 16 | 78 | 33 | 48 | 25 | 121 | 48 | 68 | 39 | 194 | 70 | 96 | 62 | 31 |
| 32 | 49 | 23 | 34 | 16 | 78 | 33 | 49 | 25 | 122 | 48 | 69 | 39 | 195 | 71 | 98 | 62 | 32 |
| 33 | 49 | 24 | 35 | 16 | 78 | 34 | 49 | 25 | 122 | 49 | 69 | 39 | 196 | 71 | 99 | 62 | 33 |
| 34 | 49 | 24 | 35 | 16 | 79 | 34 | 50 | 25 | 123 | 49 | 70 | 39 | 197 | 72 | 100 | 62 | 34 |
| 35 | 49 | 24 | 36 | 16 | 79 | 34 | 51 | 25 | 123 | 50 | 71 | 39 | 198 | 73 | 101 | 63 | 35 |
| 36 | 50 | 24 | 36 | 16 | 79 | 35 | 51 | 25 | 124 | 50 | 72 | 39 | 198 | 73 | 102 | 63 | 36 |
| 37 | 50 | 25 | 36 | 16 | 80 | 35 | 52 | 25 | 125 | 51 | 73 | 40 | 199 | 74 | 104 | 63 | 37 |
| 38 | 50 | 25 | 37 | 16 | 80 | 35 | 52 | 25 | 125 | 51 | 74 | 40 | 200 | 75 | 105 | 63 | 38 |
| 39 | 50 | 25 | 37 | 16 | 80 | 36 | 53 | 25 | 126 | 51 | 74 | 40 | 201 | 75 | 106 | 63 | 39 |
| 40 | 50 | 25 | 38 | 16 | 81 | 36 | 53 | 25 | 126 | 52 | 75 | 40 | 202 | 76 | 107 | 64 | 40 |
| 41 | 51 | 25 | 38 | 16 | 81 | 36 | 54 | 25 | 127 | 52 | 76 | 40 | 203 | 77 | 108 | 64 | 41 |
| 42 | 51 | 26 | 38 | 16 | 81 | 37 | 55 | 26 | 127 | 53 | 77 | 40 | 203 | 77 | 109 | 64 | 42 |
| 43 | 51 | 26 | 39 | 16 | 82 | 37 | 55 | 26 | 128 | 53 | 77 | 40 | 204 | 78 | 110 | 64 | 43 |
| 44 | 51 | 26 | 39 | 16 | 82 | 37 | 56 | 26 | 128 | 54 | 78 | 41 | 205 | 79 | 111 | 64 | 44 |
| 45 | 51 | 26 | 40 | 16 | 82 | 37 | 56 | 26 | 128 | 54 | 79 | 41 | 206 | 79 | 112 | 65 | 45 |
| 46 | 52 | 27 | 40 | 16 | 83 | 38 | 57 | 26 | 129 | 55 | 80 | 41 | 206 | 80 | 113 | 65 | 46 |
| 47 | 52 | 27 | 40 | 16 | 83 | 38 | 57 | 26 | 129 | 55 | 80 | 41 | 207 | 80 | 114 | 65 | 47 |
| 48 | 52 | 27 | 41 | 16 | 83 | 38 | 58 | 26 | 130 | 55 | 81 | 41 | 208 | 81 | 115 | 65 | 48 |
| 49 | 52 | 27 | 41 | 16 | 83 | 39 | 58 | 26 | 130 | 56 | 82 | 41 | 208 | 82 | 116 | 65 | 49 |
| 50 | 52 | 27 | 41 | 16 | 84 | 39 | 58 | 26 | 131 | 56 | 83 | 41 | 209 | 82 | 117 | 66 | 50 |
| 51 | 52 | 28 | 42 | 17 | 84 | 39 | 59 | 26 | 131 | 57 | 83 | 41 | 210 | 83 | 118 | 66 | 51 |
| 52 | 53 | 28 | 42 | 17 | 84 | 40 | 60 | 26 | 132 | 57 | 84 | 41 | 211 | 83 | 119 | 66 | 52 |
| 53 | 53 | 28 | 42 | 17 | 84 | 40 | 60 | 26 | 132 | 57 | 85 | 42 | 211 | 84 | 120 | 66 | 53 |
| 54 | 53 | 28 | 43 | 17 | 85 | 40 | 61 | 26 | 132 | 58 | 85 | 42 | 212 | 85 | 121 | 66 | 54 |
| 55 | 53 | 28 | 43 | 17 | 85 | 40 | 61 | 27 | 133 | 58 | 86 | 42 | 213 | 85 | 122 | 67 | 55 |

**表 7.4-20　总公差（$T+\lambda$）、综合公差 $\lambda$、齿距累积公差 $F_p$ 和齿形公差 $f_f$　GB/T 3478.1—95**

$m=3$　　（μm）

| Z | 公差等级 | | | | | | | | | | | | | | | | Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | | | | 5 | | | | 6 | | | | 7 | | | | |
| | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | |
| 10 | 45 | 17 | 24 | 15 | 71 | 25 | 33 | 24 | 112 | 37 | 47 | 39 | 179 | 55 | 67 | 61 | 10 |
| 11 | 45 | 18 | 24 | 15 | 72 | 26 | 35 | 25 | 113 | 38 | 48 | 39 | 181 | 57 | 69 | 61 | 11 |
| 12 | 46 | 18 | 25 | 16 | 73 | 26 | 36 | 25 | 114 | 39 | 50 | 39 | 182 | 58 | 71 | 62 | 12 |
| 13 | 46 | 19 | 26 | 16 | 74 | 27 | 37 | 25 | 115 | 39 | 52 | 39 | 184 | 59 | 74 | 62 | 13 |
| 14 | 46 | 19 | 27 | 16 | 74 | 28 | 38 | 25 | 116 | 40 | 53 | 39 | 186 | 60 | 76 | 62 | 14 |
| 15 | 47 | 19 | 27 | 16 | 75 | 28 | 39 | 25 | 117 | 41 | 55 | 39 | 187 | 61 | 78 | 62 | 15 |
| 16 | 47 | 20 | 28 | 16 | 76 | 29 | 40 | 25 | 118 | 42 | 56 | 39 | 189 | 62 | 80 | 63 | 16 |
| 17 | 48 | 20 | 29 | 16 | 76 | 29 | 41 | 25 | 119 | 42 | 57 | 40 | 190 | 63 | 82 | 63 | 17 |
| 18 | 48 | 21 | 29 | 16 | 77 | 30 | 42 | 25 | 120 | 43 | 59 | 40 | 192 | 64 | 83 | 63 | 18 |
| 19 | 48 | 21 | 30 | 16 | 77 | 30 | 43 | 25 | 121 | 44 | 60 | 40 | 193 | 65 | 85 | 63 | 19 |
| 20 | 49 | 21 | 31 | 16 | 78 | 31 | 44 | 25 | 121 | 44 | 61 | 40 | 194 | 66 | 87 | 64 | 20 |
| 21 | 49 | 22 | 31 | 16 | 78 | 31 | 44 | 25 | 122 | 45 | 62 | 40 | 196 | 67 | 89 | 64 | 21 |
| 22 | 49 | 22 | 32 | 16 | 79 | 32 | 45 | 26 | 123 | 46 | 63 | 40 | 197 | 68 | 90 | 64 | 22 |
| 23 | 50 | 22 | 32 | 16 | 79 | 32 | 46 | 26 | 124 | 46 | 65 | 40 | 198 | 69 | 92 | 64 | 23 |
| 24 | 50 | 23 | 33 | 16 | 80 | 32 | 47 | 26 | 125 | 47 | 66 | 41 | 199 | 69 | 93 | 65 | 24 |
| 25 | 50 | 23 | 33 | 16 | 80 | 33 | 48 | 26 | 125 | 48 | 67 | 41 | 200 | 70 | 95 | 65 | 25 |
| 26 | 50 | 23 | 34 | 16 | 81 | 33 | 48 | 26 | 126 | 48 | 68 | 41 | 201 | 71 | 97 | 65 | 26 |
| 27 | 51 | 24 | 34 | 16 | 81 | 34 | 49 | 26 | 127 | 49 | 69 | 41 | 203 | 72 | 98 | 65 | 27 |
| 28 | 51 | 24 | 35 | 16 | 81 | 34 | 50 | 26 | 127 | 49 | 70 | 41 | 204 | 73 | 100 | 66 | 28 |
| 29 | 51 | 24 | 36 | 17 | 82 | 35 | 50 | 26 | 128 | 50 | 71 | 41 | 205 | 74 | 101 | 66 | 29 |
| 30 | 51 | 24 | 36 | 17 | 82 | 35 | 51 | 26 | 129 | 51 | 72 | 41 | 206 | 74 | 102 | 66 | 30 |
| 31 | 52 | 25 | 37 | 17 | 83 | 35 | 52 | 26 | 129 | 51 | 73 | 42 | 207 | 75 | 104 | 66 | 31 |
| 32 | 52 | 25 | 37 | 17 | 83 | 36 | 53 | 27 | 130 | 52 | 74 | 42 | 208 | 76 | 105 | 66 | 32 |
| 33 | 52 | 25 | 37 | 17 | 83 | 36 | 53 | 27 | 130 | 52 | 75 | 42 | 209 | 77 | 107 | 67 | 33 |
| 34 | 52 | 26 | 38 | 17 | 84 | 37 | 54 | 27 | 131 | 53 | 76 | 42 | 210 | 78 | 108 | 67 | 34 |
| 35 | 53 | 26 | 38 | 17 | 84 | 37 | 55 | 27 | 132 | 53 | 77 | 42 | 210 | 78 | 109 | 67 | 35 |
| 36 | 53 | 26 | 39 | 17 | 85 | 37 | 55 | 27 | 132 | 54 | 78 | 42 | 211 | 79 | 110 | 67 | 36 |
| 37 | 53 | 26 | 39 | 17 | 85 | 38 | 56 | 27 | 133 | 54 | 79 | 42 | 212 | 80 | 112 | 68 | 37 |
| 38 | 53 | 27 | 40 | 17 | 85 | 38 | 57 | 27 | 133 | 55 | 79 | 43 | 213 | 81 | 113 | 68 | 38 |
| 39 | 54 | 27 | 40 | 17 | 86 | 38 | 57 | 27 | 134 | 55 | 80 | 43 | 214 | 81 | 114 | 68 | 39 |
| 40 | 54 | 27 | 41 | 17 | 86 | 39 | 58 | 27 | 134 | 56 | 81 | 43 | 215 | 82 | 115 | 68 | 40 |
| 41 | 54 | 27 | 41 | 17 | 86 | 39 | 58 | 27 | 135 | 56 | 82 | 43 | 216 | 83 | 117 | 69 | 41 |
| 42 | 54 | 28 | 41 | 17 | 87 | 39 | 59 | 27 | 135 | 57 | 83 | 43 | 217 | 83 | 118 | 69 | 42 |
| 43 | 54 | 28 | 42 | 17 | 87 | 40 | 60 | 28 | 136 | 57 | 84 | 43 | 218 | 84 | 119 | 69 | 43 |
| 44 | 55 | 28 | 42 | 17 | 87 | 40 | 60 | 28 | 136 | 58 | 84 | 44 | 218 | 85 | 120 | 69 | 44 |
| 45 | 55 | 28 | 43 | 17 | 88 | 40 | 61 | 28 | 137 | 58 | 85 | 44 | 219 | 85 | 121 | 70 | 45 |
| 46 | 55 | 29 | 43 | 18 | 88 | 41 | 61 | 28 | 137 | 59 | 86 | 44 | 220 | 86 | 123 | 70 | 46 |
| 47 | 55 | 29 | 43 | 18 | 88 | 41 | 62 | 28 | 138 | 59 | 87 | 44 | 221 | 87 | 124 | 70 | 47 |
| 48 | 55 | 29 | 44 | 18 | 89 | 41 | 62 | 28 | 138 | 60 | 88 | 44 | 222 | 87 | 125 | 70 | 48 |
| 49 | 56 | 29 | 44 | 18 | 89 | 42 | 63 | 28 | 139 | 60 | 88 | 44 | 222 | 88 | 126 | 70 | 49 |
| 50 | 56 | 30 | 45 | 18 | 89 | 42 | 63 | 28 | 139 | 61 | 89 | 45 | 223 | 89 | 127 | 71 | 50 |
| 51 | 56 | 30 | 45 | 18 | 90 | 42 | 64 | 28 | 140 | 61 | 90 | 45 | 224 | 89 | 128 | 71 | 51 |
| 52 | 56 | 30 | 45 | 18 | 90 | 43 | 65 | 28 | 140 | 62 | 91 | 45 | 225 | 90 | 129 | 71 | 52 |
| 53 | 56 | 30 | 46 | 18 | 90 | 43 | 65 | 28 | 141 | 62 | 92 | 45 | 225 | 91 | 130 | 71 | 53 |
| 54 | 57 | 30 | 46 | 18 | 90 | 43 | 66 | 29 | 141 | 63 | 92 | 45 | 226 | 91 | 131 | 72 | 54 |
| 55 | 57 | 31 | 47 | 18 | 91 | 44 | 66 | 29 | 142 | 63 | 93 | 45 | 227 | 92 | 132 | 72 | 55 |

**表 7.4-21　总公差（$T+\lambda$）、综合公差 $\lambda$、齿距累积公差 $F_p$ 和齿形公差 $f_f$　GB/T 3478.1—95**

$m=4$　　(μm)

| $Z$ | 公差等级 | | | | | | | | | | | | | | | | $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | | | | 5 | | | | 6 | | | | 7 | | | | |
| | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | |
| 10 | 49 | 19 | 26 | 17 | 79 | 28 | 37 | 27 | 123 | 41 | 52 | 43 | 197 | 62 | 74 | 68 | 10 |
| 11 | 50 | 20 | 27 | 17 | 80 | 29 | 38 | 27 | 124 | 42 | 54 | 43 | 199 | 63 | 77 | 69 | 11 |
| 12 | 50 | 20 | 28 | 17 | 80 | 29 | 40 | 28 | 126 | 43 | 56 | 43 | 201 | 64 | 80 | 69 | 12 |
| 13 | 51 | 21 | 29 | 17 | 81 | 30 | 41 | 28 | 127 | 44 | 58 | 44 | 203 | 66 | 82 | 69 | 13 |
| 14 | 51 | 21 | 30 | 18 | 82 | 31 | 42 | 28 | 128 | 45 | 59 | 44 | 205 | 67 | 84 | 70 | 14 |
| 15 | 52 | 22 | 30 | 18 | 83 | 31 | 43 | 28 | 129 | 46 | 61 | 44 | 207 | 68 | 87 | 70 | 15 |
| 16 | 52 | 22 | 31 | 18 | 83 | 32 | 45 | 28 | 130 | 47 | 63 | 44 | 208 | 69 | 89 | 70 | 16 |
| 17 | 53 | 23 | 32 | 18 | 84 | 33 | 46 | 28 | 131 | 48 | 64 | 44 | 210 | 70 | 91 | 70 | 17 |
| 18 | 53 | 23 | 33 | 18 | 85 | 33 | 47 | 28 | 132 | 48 | 66 | 45 | 212 | 72 | 94 | 71 | 18 |
| 19 | 53 | 23 | 34 | 18 | 85 | 34 | 48 | 28 | 133 | 49 | 67 | 45 | 213 | 73 | 96 | 71 | 19 |
| 20 | 54 | 24 | 34 | 18 | 86 | 34 | 49 | 28 | 134 | 50 | 68 | 45 | 215 | 74 | 98 | 72 | 20 |
| 21 | 54 | 24 | 35 | 18 | 86 | 35 | 50 | 29 | 135 | 51 | 70 | 45 | 216 | 75 | 100 | 72 | 21 |
| 22 | 54 | 25 | 36 | 18 | 87 | 35 | 51 | 29 | 136 | 51 | 71 | 45 | 217 | 76 | 101 | 72 | 22 |
| 23 | 55 | 25 | 36 | 18 | 88 | 36 | 52 | 29 | 137 | 52 | 73 | 46 | 219 | 77 | 103 | 72 | 23 |
| 24 | 55 | 25 | 37 | 18 | 88 | 36 | 53 | 29 | 138 | 53 | 74 | 46 | 220 | 78 | 105 | 73 | 24 |
| 25 | 55 | 26 | 38 | 18 | 89 | 37 | 53 | 29 | 138 | 54 | 75 | 46 | 221 | 79 | 107 | 73 | 25 |
| 26 | 56 | 26 | 38 | 18 | 89 | 37 | 54 | 29 | 139 | 54 | 76 | 46 | 223 | 80 | 109 | 73 | 26 |
| 27 | 56 | 27 | 39 | 18 | 90 | 38 | 55 | 29 | 140 | 55 | 78 | 46 | 224 | 81 | 110 | 74 | 27 |
| 28 | 56 | 27 | 39 | 19 | 90 | 38 | 56 | 30 | 141 | 56 | 79 | 47 | 225 | 82 | 112 | 74 | 28 |
| 29 | 57 | 27 | 40 | 19 | 91 | 39 | 57 | 30 | 141 | 56 | 80 | 47 | 226 | 83 | 114 | 74 | 29 |
| 30 | 57 | 28 | 41 | 19 | 91 | 39 | 58 | 30 | 142 | 57 | 81 | 47 | 227 | 84 | 115 | 75 | 30 |
| 31 | 57 | 28 | 41 | 19 | 91 | 40 | 59 | 30 | 143 | 58 | 82 | 47 | 229 | 85 | 117 | 75 | 31 |
| 32 | 57 | 28 | 42 | 19 | 92 | 40 | 59 | 30 | 144 | 58 | 83 | 47 | 230 | 86 | 119 | 75 | 32 |
| 33 | 58 | 29 | 42 | 19 | 92 | 41 | 60 | 30 | 144 | 59 | 84 | 48 | 231 | 87 | 120 | 76 | 33 |
| 34 | 58 | 29 | 43 | 19 | 93 | 41 | 61 | 30 | 145 | 60 | 86 | 48 | 232 | 88 | 122 | 76 | 34 |
| 35 | 58 | 29 | 43 | 19 | 93 | 42 | 62 | 30 | 146 | 60 | 87 | 48 | 233 | 88 | 123 | 76 | 35 |
| 36 | 58 | 29 | 44 | 19 | 94 | 42 | 62 | 30 | 146 | 61 | 88 | 48 | 234 | 89 | 125 | 76 | 36 |
| 37 | 59 | 30 | 44 | 19 | 94 | 42 | 63 | 31 | 147 | 62 | 89 | 48 | 235 | 90 | 126 | 77 | 37 |
| 38 | 59 | 30 | 45 | 19 | 94 | 43 | 64 | 31 | 148 | 62 | 90 | 49 | 236 | 91 | 128 | 77 | 38 |
| 39 | 59 | 30 | 45 | 20 | 95 | 43 | 64 | 31 | 148 | 63 | 91 | 49 | 237 | 92 | 129 | 77 | 39 |
| 40 | 59 | 31 | 46 | 20 | 95 | 44 | 65 | 31 | 149 | 63 | 92 | 49 | 238 | 93 | 131 | 78 | 40 |
| 41 | 60 | 31 | 46 | 20 | 96 | 44 | 66 | 31 | 149 | 64 | 93 | 49 | 239 | 94 | 132 | 78 | 41 |
| 42 | 60 | 31 | 47 | 20 | 96 | 45 | 67 | 31 | 150 | 64 | 94 | 49 | 240 | 94 | 133 | 78 | 42 |
| 43 | 60 | 32 | 47 | 20 | 96 | 45 | 67 | 31 | 151 | 65 | 95 | 50 | 241 | 95 | 135 | 79 | 43 |
| 44 | 60 | 32 | 48 | 20 | 97 | 45 | 68 | 32 | 151 | 66 | 96 | 50 | 242 | 96 | 136 | 79 | 44 |
| 45 | 61 | 32 | 48 | 20 | 97 | 46 | 69 | 32 | 152 | 66 | 97 | 50 | 243 | 97 | 137 | 79 | 45 |
| 46 | 61 | 32 | 49 | 20 | 97 | 46 | 69 | 32 | 152 | 67 | 98 | 50 | 244 | 98 | 139 | 80 | 46 |
| 47 | 61 | 33 | 49 | 20 | 98 | 47 | 70 | 32 | 153 | 67 | 98 | 50 | 244 | 98 | 140 | 80 | 47 |
| 48 | 61 | 33 | 50 | 20 | 98 | 47 | 71 | 32 | 153 | 68 | 99 | 51 | 245 | 99 | 141 | 80 | 48 |
| 49 | 62 | 33 | 50 | 20 | 99 | 47 | 71 | 32 | 154 | 68 | 100 | 51 | 246 | 100 | 142 | 81 | 49 |
| 50 | 62 | 34 | 51 | 20 | 99 | 48 | 72 | 32 | 154 | 69 | 101 | 51 | 247 | 101 | 144 | 81 | 50 |
| 51 | 62 | 34 | 51 | 20 | 99 | 48 | 72 | 32 | 155 | 69 | 102 | 51 | 248 | 101 | 145 | 81 | 51 |
| 52 | 62 | 34 | 51 | 20 | 100 | 48 | 73 | 32 | 156 | 70 | 103 | 51 | 249 | 102 | 146 | 82 | 52 |
| 53 | 62 | 34 | 52 | 21 | 100 | 49 | 74 | 33 | 156 | 70 | 104 | 52 | 250 | 103 | 148 | 82 | 53 |
| 54 | 63 | 35 | 52 | 21 | 100 | 49 | 74 | 33 | 157 | 71 | 104 | 52 | 251 | 104 | 149 | 82 | 54 |
| 55 | 63 | 35 | 53 | 21 | 101 | 49 | 75 | 33 | 157 | 71 | 105 | 52 | 251 | 104 | 150 | 82 | 55 |

**表 7.4-22　总公差（$T+\lambda$）、综合公差 $\lambda$、齿距累积公差 $F_p$ 和齿形公差 $f_f$　GB/T 3478.1—95**

$m=5$　　（μm）

| $Z$ | 公差等级 | | | | | | | | | | | | | | | | $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | | | | 5 | | | | 6 | | | | 7 | | | | |
| | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | |
| 10 | 53 | 21 | 28 | 19 | 85 | 31 | 40 | 30 | 133 | 45 | 57 | 48 | 213 | 67 | 81 | 75 | 10 |
| 11 | 54 | 22 | 30 | 19 | 86 | 31 | 42 | 30 | 134 | 46 | 59 | 48 | 215 | 69 | 84 | 76 | 11 |
| 12 | 54 | 22 | 31 | 19 | 87 | 32 | 43 | 30 | 136 | 47 | 61 | 48 | 217 | 70 | 87 | 76 | 12 |
| 13 | 55 | 23 | 32 | 19 | 88 | 33 | 45 | 30 | 137 | 48 | 63 | 48 | 219 | 72 | 90 | 77 | 13 |
| 14 | 55 | 23 | 33 | 19 | 89 | 34 | 46 | 31 | 138 | 49 | 65 | 48 | 221 | 73 | 92 | 77 | 14 |
| 15 | 56 | 24 | 33 | 20 | 89 | 34 | 48 | 31 | 140 | 50 | 67 | 49 | 223 | 75 | 95 | 77 | 15 |
| 16 | 56 | 24 | 34 | 20 | 90 | 35 | 49 | 31 | 141 | 51 | 68 | 49 | 225 | 76 | 98 | 78 | 16 |
| 17 | 57 | 25 | 35 | 20 | 91 | 36 | 50 | 31 | 142 | 52 | 70 | 49 | 227 | 77 | 100 | 78 | 17 |
| 18 | 57 | 25 | 36 | 20 | 91 | 36 | 51 | 31 | 143 | 53 | 72 | 50 | 229 | 79 | 102 | 78 | 18 |
| 19 | 58 | 26 | 37 | 20 | 92 | 37 | 52 | 31 | 144 | 54 | 74 | 50 | 230 | 80 | 105 | 79 | 19 |
| 20 | 58 | 26 | 38 | 20 | 93 | 38 | 53 | 32 | 145 | 55 | 75 | 50 | 232 | 81 | 107 | 79 | 20 |
| 21 | 58 | 27 | 38 | 20 | 93 | 38 | 54 | 32 | 146 | 56 | 77 | 50 | 233 | 82 | 109 | 80 | 21 |
| 22 | 59 | 27 | 39 | 20 | 94 | 39 | 56 | 32 | 147 | 57 | 78 | 50 | 235 | 84 | 111 | 80 | 22 |
| 23 | 59 | 28 | 40 | 20 | 95 | 39 | 57 | 32 | 148 | 57 | 80 | 51 | 237 | 85 | 113 | 80 | 23 |
| 24 | 59 | 28 | 41 | 20 | 95 | 40 | 58 | 32 | 149 | 58 | 81 | 51 | 238 | 86 | 115 | 81 | 24 |
| 25 | 60 | 28 | 41 | 20 | 96 | 41 | 59 | 32 | 150 | 59 | 82 | 51 | 239 | 87 | 117 | 81 | 25 |
| 26 | 60 | 29 | 42 | 21 | 96 | 41 | 60 | 32 | 150 | 60 | 84 | 52 | 241 | 88 | 119 | 82 | 26 |
| 27 | 61 | 29 | 43 | 21 | 97 | 42 | 61 | 33 | 151 | 61 | 85 | 52 | 242 | 89 | 121 | 82 | 27 |
| 28 | 61 | 30 | 43 | 21 | 97 | 42 | 62 | 33 | 152 | 61 | 87 | 52 | 243 | 90 | 123 | 82 | 28 |
| 29 | 61 | 30 | 44 | 21 | 98 | 43 | 63 | 33 | 153 | 62 | 88 | 52 | 245 | 92 | 125 | 83 | 29 |
| 30 | 61 | 30 | 45 | 21 | 98 | 43 | 63 | 33 | 154 | 63 | 89 | 52 | 246 | 93 | 127 | 83 | 30 |
| 31 | 62 | 31 | 45 | 21 | 99 | 44 | 64 | 33 | 155 | 64 | 90 | 53 | 247 | 94 | 129 | 84 | 31 |
| 32 | 62 | 31 | 46 | 21 | 99 | 44 | 65 | 34 | 155 | 64 | 92 | 53 | 248 | 95 | 130 | 84 | 32 |
| 33 | 62 | 31 | 46 | 21 | 100 | 45 | 66 | 34 | 156 | 65 | 93 | 53 | 250 | 96 | 132 | 84 | 33 |
| 34 | 63 | 32 | 47 | 21 | 100 | 45 | 67 | 34 | 157 | 66 | 94 | 54 | 251 | 97 | 134 | 85 | 34 |
| 35 | 63 | 32 | 48 | 22 | 101 | 46 | 68 | 34 | 158 | 67 | 95 | 54 | 252 | 98 | 136 | 85 | 35 |
| 36 | 63 | 33 | 48 | 22 | 101 | 46 | 69 | 34 | 158 | 67 | 96 | 54 | 253 | 99 | 137 | 86 | 36 |
| 37 | 64 | 33 | 49 | 22 | 102 | 47 | 70 | 34 | 159 | 68 | 98 | 54 | 254 | 100 | 139 | 86 | 37 |
| 38 | 64 | 33 | 49 | 22 | 102 | 47 | 70 | 34 | 160 | 69 | 99 | 54 | 255 | 101 | 141 | 86 | 38 |
| 39 | 64 | 34 | 50 | 22 | 103 | 48 | 71 | 34 | 160 | 69 | 100 | 55 | 257 | 102 | 142 | 87 | 39 |
| 40 | 64 | 34 | 51 | 22 | 103 | 48 | 72 | 35 | 161 | 70 | 101 | 55 | 258 | 103 | 144 | 87 | 40 |
| 41 | 65 | 34 | 51 | 22 | 103 | 49 | 73 | 35 | 162 | 71 | 102 | 55 | 259 | 103 | 145 | 88 | 41 |
| 42 | 65 | 35 | 52 | 22 | 104 | 49 | 73 | 35 | 162 | 71 | 103 | 56 | 260 | 104 | 147 | 88 | 42 |
| 43 | 65 | 35 | 52 | 22 | 104 | 50 | 74 | 35 | 163 | 72 | 104 | 56 | 261 | 105 | 148 | 88 | 43 |
| 44 | 65 | 35 | 53 | 22 | 105 | 50 | 75 | 35 | 164 | 73 | 105 | 56 | 262 | 106 | 150 | 89 | 44 |
| 45 | 66 | 36 | 53 | 22 | 105 | 51 | 76 | 36 | 164 | 73 | 106 | 56 | 263 | 107 | 151 | 89 | 45 |
| 46 | 66 | 36 | 54 | 23 | 106 | 51 | 76 | 36 | 165 | 74 | 108 | 56 | 264 | 108 | 153 | 90 | 46 |
| 47 | 66 | 36 | 54 | 23 | 106 | 51 | 77 | 36 | 166 | 74 | 109 | 57 | 265 | 109 | 154 | 90 | 47 |
| 48 | 66 | 36 | 55 | 23 | 106 | 52 | 78 | 36 | 166 | 75 | 110 | 57 | 266 | 110 | 156 | 90 | 48 |
| 49 | 67 | 37 | 55 | 23 | 107 | 52 | 79 | 36 | 167 | 76 | 111 | 57 | 267 | 111 | 157 | 91 | 49 |
| 50 | 67 | 37 | 56 | 23 | 107 | 53 | 79 | 36 | 167 | 76 | 112 | 58 | 268 | 112 | 159 | 91 | 50 |
| 51 | 67 | 37 | 56 | 23 | 107 | 53 | 80 | 36 | 168 | 77 | 113 | 58 | 269 | 112 | 160 | 92 | 51 |
| 52 | 67 | 38 | 57 | 23 | 108 | 54 | 81 | 37 | 169 | 77 | 114 | 58 | 270 | 113 | 161 | 92 | 52 |
| 53 | 68 | 38 | 57 | 23 | 108 | 54 | 81 | 37 | 169 | 78 | 115 | 58 | 271 | 114 | 163 | 92 | 53 |
| 54 | 68 | 38 | 58 | 23 | 109 | 54 | 82 | 37 | 170 | 79 | 115 | 58 | 272 | 115 | 164 | 93 | 54 |
| 55 | 68 | 39 | 58 | 24 | 109 | 55 | 83 | 37 | 170 | 79 | 116 | 59 | 272 | 116 | 166 | 93 | 55 |

**表 7.4-23 总公差 $(T+\lambda)$、综合公差 $\lambda$、齿距累积公差 $F_p$ 和齿形公差 $f_f$ GB/T 3478.1—95**

$m=6$ (μm)

| $Z$ | 公差等级 | | | | | | | | | | | | | | | | $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | | | | 5 | | | | 6 | | | | 7 | | | | |
| | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | |
| 10 | 57 | 23 | 31 | 21 | 91 | 33 | 43 | 33 | 142 | 49 | 61 | 52 | 226 | 73 | 87 | 83 | 10 |
| 11 | 57 | 23 | 32 | 21 | 92 | 34 | 45 | 33 | 143 | 50 | 63 | 52 | 229 | 75 | 90 | 83 | 11 |
| 12 | 58 | 24 | 33 | 21 | 93 | 35 | 47 | 33 | 145 | 51 | 66 | 53 | 231 | 76 | 94 | 83 | 12 |
| 13 | 58 | 25 | 34 | 21 | 93 | 36 | 48 | 33 | 146 | 52 | 68 | 53 | 234 | 78 | 96 | 84 | 13 |
| 14 | 59 | 25 | 35 | 21 | 94 | 36 | 50 | 34 | 147 | 53 | 70 | 53 | 236 | 80 | 100 | 84 | 14 |
| 15 | 59 | 26 | 36 | 21 | 95 | 37 | 51 | 34 | 149 | 55 | 72 | 54 | 238 | 81 | 102 | 85 | 15 |
| 16 | 60 | 26 | 37 | 22 | 96 | 38 | 52 | 34 | 150 | 56 | 74 | 54 | 240 | 83 | 105 | 85 | 16 |
| 17 | 60 | 27 | 38 | 22 | 97 | 39 | 54 | 34 | 151 | 57 | 76 | 54 | 242 | 84 | 108 | 86 | 17 |
| 18 | 61 | 27 | 39 | 22 | 97 | 39 | 55 | 34 | 152 | 58 | 78 | 54 | 244 | 85 | 110 | 86 | 18 |
| 19 | 61 | 28 | 40 | 22 | 98 | 40 | 56 | 34 | 153 | 59 | 79 | 55 | 245 | 87 | 113 | 87 | 19 |
| 20 | 62 | 28 | 41 | 22 | 99 | 41 | 58 | 35 | 154 | 60 | 81 | 55 | 247 | 88 | 115 | 87 | 20 |
| 21 | 62 | 29 | 41 | 22 | 100 | 41 | 59 | 35 | 156 | 61 | 83 | 55 | 249 | 90 | 118 | 88 | 21 |
| 22 | 63 | 29 | 42 | 22 | 100 | 42 | 60 | 35 | 157 | 61 | 84 | 56 | 251 | 91 | 120 | 88 | 22 |
| 23 | 63 | 30 | 43 | 22 | 101 | 43 | 61 | 35 | 158 | 62 | 86 | 56 | 252 | 92 | 122 | 89 | 23 |
| 24 | 63 | 30 | 44 | 22 | 101 | 43 | 62 | 35 | 159 | 63 | 88 | 56 | 254 | 93 | 125 | 89 | 24 |
| 25 | 64 | 31 | 45 | 23 | 102 | 44 | 63 | 36 | 160 | 64 | 89 | 56 | 255 | 95 | 127 | 90 | 25 |
| 26 | 64 | 31 | 45 | 23 | 103 | 45 | 64 | 36 | 160 | 65 | 91 | 57 | 257 | 96 | 129 | 90 | 26 |
| 27 | 65 | 32 | 46 | 23 | 103 | 45 | 66 | 36 | 161 | 66 | 92 | 57 | 258 | 97 | 131 | 90 | 27 |
| 28 | 65 | 32 | 47 | 23 | 104 | 46 | 67 | 36 | 162 | 67 | 94 | 57 | 260 | 98 | 133 | 91 | 28 |
| 29 | 65 | 32 | 48 | 23 | 104 | 46 | 68 | 36 | 163 | 68 | 95 | 58 | 261 | 100 | 135 | 92 | 29 |
| 30 | 66 | 33 | 48 | 23 | 105 | 47 | 69 | 37 | 164 | 68 | 97 | 58 | 262 | 101 | 137 | 92 | 30 |
| 31 | 66 | 33 | 49 | 23 | 106 | 48 | 70 | 37 | 165 | 69 | 98 | 58 | 264 | 102 | 139 | 92 | 31 |
| 32 | 66 | 34 | 50 | 23 | 106 | 48 | 71 | 37 | 166 | 70 | 99 | 59 | 265 | 103 | 141 | 93 | 32 |
| 33 | 67 | 34 | 50 | 24 | 107 | 49 | 72 | 37 | 167 | 71 | 101 | 59 | 266 | 104 | 143 | 93 | 33 |
| 34 | 67 | 35 | 51 | 24 | 107 | 49 | 72 | 37 | 167 | 72 | 102 | 59 | 268 | 105 | 145 | 94 | 34 |
| 35 | 67 | 35 | 52 | 24 | 108 | 50 | 73 | 38 | 168 | 72 | 103 | 60 | 269 | 106 | 147 | 94 | 35 |
| 36 | 68 | 35 | 52 | 24 | 108 | 50 | 74 | 38 | 169 | 73 | 105 | 60 | 270 | 107 | 149 | 95 | 36 |
| 37 | 68 | 36 | 53 | 24 | 109 | 51 | 75 | 38 | 170 | 74 | 106 | 60 | 271 | 109 | 150 | 95 | 37 |
| 38 | 68 | 36 | 54 | 24 | 109 | 51 | 76 | 38 | 170 | 75 | 107 | 60 | 273 | 110 | 152 | 96 | 38 |
| 39 | 68 | 36 | 54 | 24 | 110 | 52 | 77 | 38 | 171 | 75 | 108 | 61 | 274 | 111 | 154 | 96 | 39 |
| 40 | 69 | 37 | 55 | 24 | 110 | 53 | 78 | 39 | 172 | 76 | 110 | 61 | 275 | 112 | 156 | 97 | 40 |
| 41 | 69 | 37 | 55 | 24 | 110 | 53 | 79 | 39 | 173 | 77 | 111 | 61 | 276 | 113 | 158 | 97 | 41 |
| 42 | 69 | 38 | 56 | 25 | 111 | 54 | 80 | 39 | 173 | 78 | 112 | 62 | 277 | 114 | 160 | 98 | 42 |
| 43 | 70 | 38 | 57 | 25 | 111 | 54 | 80 | 39 | 174 | 78 | 113 | 62 | 279 | 115 | 161 | 98 | 43 |
| 44 | 70 | 38 | 57 | 25 | 112 | 55 | 81 | 39 | 175 | 79 | 114 | 62 | 280 | 116 | 162 | 98 | 44 |
| 45 | 70 | 39 | 58 | 25 | 112 | 55 | 82 | 39 | 175 | 80 | 115 | 62 | 281 | 117 | 164 | 99 | 45 |
| 46 | 70 | 39 | 58 | 25 | 113 | 55 | 83 | 40 | 176 | 80 | 117 | 63 | 282 | 118 | 166 | 100 | 46 |
| 47 | 71 | 39 | 59 | 25 | 113 | 56 | 84 | 40 | 177 | 81 | 118 | 63 | 283 | 119 | 167 | 100 | 47 |
| 48 | 71 | 40 | 59 | 25 | 114 | 56 | 84 | 40 | 177 | 82 | 119 | 63 | 284 | 120 | 169 | 100 | 48 |
| 49 | 71 | 40 | 60 | 25 | 114 | 57 | 85 | 40 | 178 | 82 | 120 | 64 | 285 | 121 | 170 | 101 | 49 |
| 50 | 72 | 40 | 60 | 26 | 114 | 57 | 86 | 40 | 179 | 83 | 121 | 64 | 286 | 122 | 172 | 101 | 50 |
| 51 | 72 | 41 | 61 | 26 | 115 | 58 | 87 | 40 | 179 | 84 | 122 | 64 | 287 | 123 | 174 | 102 | 51 |
| 52 | 72 | 41 | 62 | 26 | 115 | 58 | 88 | 41 | 180 | 84 | 123 | 65 | 288 | 124 | 175 | 102 | 52 |
| 53 | 72 | 41 | 62 | 26 | 116 | 59 | 88 | 41 | 181 | 85 | 124 | 65 | 289 | 124 | 177 | 103 | 53 |
| 54 | 73 | 42 | 63 | 26 | 116 | 59 | 89 | 41 | 181 | 86 | 125 | 65 | 290 | 125 | 178 | 103 | 54 |
| 55 | 73 | 42 | 63 | 26 | 116 | 60 | 90 | 41 | 182 | 86 | 126 | 65 | 291 | 126 | 180 | 104 | 55 |

**表 7.4-24　总公差（$T+\lambda$）、综合公差 $\lambda$、齿距累积公差 $F_p$ 和齿形公差 $f_f$　GB/T 3478.1—95**

$m=8$　　(μm)

| $Z$ | 公差等级 | | | | | | | | | | | | | | | | $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | | | | 5 | | | | 6 | | | | 7 | | | | |
| | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | |
| 10 | 63 | 26 | 34 | 24 | 100 | 38 | 49 | 38 | 156 | 55 | 69 | 61 | 250 | 84 | 98 | 97 | 10 |
| 11 | 63 | 27 | 36 | 24 | 101 | 39 | 51 | 39 | 158 | 57 | 71 | 61 | 253 | 86 | 101 | 97 | 11 |
| 12 | 64 | 27 | 37 | 25 | 102 | 40 | 52 | 39 | 160 | 58 | 74 | 62 | 256 | 87 | 105 | 98 | 12 |
| 13 | 65 | 28 | 38 | 25 | 103 | 41 | 54 | 39 | 161 | 60 | 76 | 62 | 258 | 89 | 109 | 99 | 13 |
| 14 | 65 | 29 | 39 | 25 | 104 | 42 | 56 | 40 | 163 | 61 | 79 | 63 | 261 | 91 | 112 | 99 | 14 |
| 15 | 66 | 29 | 41 | 25 | 105 | 42 | 58 | 40 | 164 | 62 | 81 | 63 | 263 | 93 | 115 | 100 | 15 |
| 16 | 66 | 30 | 42 | 25 | 106 | 43 | 59 | 40 | 166 | 64 | 83 | 63 | 265 | 95 | 119 | 100 | 16 |
| 17 | 67 | 31 | 43 | 26 | 107 | 44 | 61 | 40 | 167 | 65 | 86 | 64 | 267 | 96 | 122 | 101 | 17 |
| 18 | 67 | 31 | 44 | 26 | 108 | 45 | 62 | 40 | 168 | 66 | 88 | 64 | 270 | 98 | 125 | 102 | 18 |
| 19 | 68 | 32 | 45 | 26 | 109 | 46 | 64 | 41 | 170 | 67 | 90 | 65 | 272 | 100 | 128 | 102 | 19 |
| 20 | 68 | 32 | 46 | 26 | 109 | 47 | 65 | 41 | 171 | 68 | 92 | 65 | 274 | 101 | 130 | 103 | 20 |
| 21 | 69 | 33 | 47 | 26 | 110 | 47 | 67 | 41 | 172 | 69 | 94 | 65 | 275 | 103 | 133 | 104 | 21 |
| 22 | 69 | 33 | 48 | 26 | 111 | 48 | 68 | 42 | 173 | 70 | 96 | 66 | 277 | 104 | 136 | 104 | 22 |
| 23 | 70 | 34 | 49 | 26 | 112 | 49 | 69 | 42 | 174 | 72 | 98 | 66 | 279 | 106 | 139 | 105 | 23 |
| 24 | 70 | 35 | 50 | 27 | 112 | 50 | 71 | 42 | 176 | 73 | 99 | 67 | 281 | 107 | 141 | 106 | 24 |
| 25 | 71 | 35 | 51 | 27 | 113 | 50 | 72 | 42 | 177 | 74 | 101 | 67 | 283 | 109 | 144 | 106 | 25 |
| 26 | 71 | 36 | 51 | 27 | 114 | 51 | 73 | 42 | 178 | 75 | 103 | 67 | 284 | 110 | 146 | 107 | 26 |
| 27 | 72 | 36 | 52 | 27 | 114 | 52 | 74 | 43 | 179 | 76 | 104 | 68 | 286 | 112 | 149 | 107 | 27 |
| 28 | 72 | 37 | 53 | 27 | 115 | 53 | 76 | 43 | 180 | 77 | 106 | 68 | 288 | 113 | 151 | 108 | 28 |
| 29 | 72 | 37 | 54 | 27 | 116 | 53 | 77 | 43 | 181 | 78 | 108 | 69 | 289 | 114 | 154 | 109 | 29 |
| 30 | 73 | 38 | 55 | 28 | 116 | 54 | 78 | 44 | 182 | 79 | 110 | 69 | 291 | 116 | 156 | 109 | 30 |
| 31 | 73 | 38 | 56 | 28 | 117 | 55 | 79 | 44 | 183 | 80 | 111 | 69 | 292 | 117 | 158 | 110 | 31 |
| 32 | 73 | 39 | 56 | 28 | 118 | 55 | 80 | 44 | 184 | 81 | 113 | 70 | 294 | 119 | 160 | 110 | 32 |
| 33 | 74 | 39 | 57 | 28 | 118 | 56 | 81 | 44 | 185 | 81 | 114 | 70 | 295 | 120 | 162 | 111 | 33 |
| 34 | 74 | 40 | 58 | 28 | 119 | 57 | 82 | 44 | 186 | 82 | 116 | 71 | 297 | 121 | 165 | 112 | 34 |
| 35 | 75 | 40 | 59 | 28 | 119 | 57 | 83 | 45 | 186 | 83 | 117 | 71 | 298 | 122 | 167 | 112 | 35 |
| 36 | 75 | 40 | 59 | 28 | 120 | 58 | 84 | 45 | 187 | 84 | 119 | 71 | 300 | 124 | 169 | 113 | 36 |
| 37 | 75 | 41 | 60 | 29 | 120 | 58 | 86 | 45 | 188 | 85 | 120 | 72 | 301 | 125 | 171 | 114 | 37 |
| 38 | 76 | 41 | 61 | 29 | 121 | 59 | 87 | 46 | 189 | 86 | 122 | 72 | 303 | 126 | 173 | 114 | 38 |
| 39 | 76 | 42 | 62 | 29 | 122 | 60 | 88 | 46 | 190 | 87 | 123 | 73 | 304 | 127 | 175 | 115 | 39 |
| 40 | 76 | 42 | 62 | 29 | 122 | 60 | 88 | 46 | 191 | 88 | 124 | 73 | 305 | 129 | 177 | 116 | 40 |
| 41 | 77 | 43 | 63 | 29 | 123 | 61 | 90 | 46 | 192 | 89 | 126 | 73 | 307 | 130 | 179 | 116 | 41 |
| 42 | 77 | 43 | 64 | 30 | 123 | 61 | 91 | 46 | 192 | 89 | 127 | 74 | 308 | 131 | 181 | 117 | 42 |
| 43 | 77 | 43 | 64 | 30 | 124 | 62 | 92 | 47 | 193 | 90 | 129 | 74 | 309 | 132 | 183 | 117 | 43 |
| 44 | 78 | 44 | 65 | 30 | 124 | 63 | 92 | 47 | 194 | 91 | 130 | 75 | 311 | 133 | 185 | 118 | 44 |
| 45 | 78 | 44 | 66 | 30 | 125 | 63 | 93 | 47 | 195 | 92 | 131 | 75 | 312 | 135 | 187 | 119 | 45 |
| 46 | 78 | 45 | 66 | 30 | 125 | 64 | 94 | 48 | 196 | 93 | 133 | 75 | 313 | 136 | 189 | 119 | 46 |
| 47 | 79 | 45 | 67 | 30 | 126 | 64 | 95 | 48 | 196 | 93 | 134 | 76 | 314 | 137 | 190 | 120 | 47 |
| 48 | 79 | 45 | 68 | 30 | 126 | 65 | 96 | 48 | 197 | 94 | 135 | 76 | 316 | 138 | 192 | 121 | 48 |
| 49 | 79 | 46 | 68 | 31 | 127 | 65 | 97 | 48 | 198 | 95 | 136 | 77 | 317 | 139 | 194 | 121 | 49 |
| 50 | 80 | 46 | 69 | 31 | 127 | 66 | 98 | 48 | 199 | 96 | 138 | 77 | 318 | 140 | 196 | 122 | 50 |
| 51 | 80 | 47 | 70 | 31 | 128 | 66 | 99 | 49 | 200 | 97 | 139 | 77 | 319 | 141 | 198 | 122 | 51 |
| 52 | 80 | 47 | 70 | 31 | 128 | 67 | 100 | 49 | 200 | 97 | 140 | 78 | 320 | 143 | 199 | 123 | 52 |
| 53 | 80 | 47 | 71 | 31 | 129 | 68 | 101 | 49 | 201 | 98 | 142 | 78 | 322 | 144 | 201 | 124 | 53 |
| 54 | 81 | 48 | 71 | 31 | 129 | 68 | 101 | 50 | 202 | 99 | 143 | 78 | 323 | 145 | 203 | 124 | 54 |
| 55 | 81 | 48 | 72 | 32 | 130 | 69 | 102 | 50 | 202 | 100 | 144 | 79 | 324 | 146 | 205 | 125 | 55 |

**表 7.4-25 总公差 $(T+\lambda)$、综合公差 $\lambda$、齿距累积公差 $F_p$ 和齿形公差 $f_f$ GB/T 3478.1—95**

$m=10$ (μm)

| Z | 公差等级 | | | | | | | | | | | | | | | | Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | | | | 5 | | | | 6 | | | | 7 | | | | |
| | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | |
| 10 | 68 | 29 | 38 | 28 | 108 | 42 | 53 | 44 | 169 | 62 | 75 | 70 | 270 | 94 | 107 | 111 | 10 |
| 11 | 68 | 30 | 39 | 28 | 109 | 43 | 56 | 44 | 171 | 64 | 78 | 70 | 273 | 96 | 111 | 112 | 11 |
| 12 | 69 | 30 | 41 | 28 | 111 | 44 | 58 | 45 | 173 | 65 | 81 | 71 | 276 | 98 | 115 | 112 | 12 |
| 13 | 70 | 31 | 42 | 29 | 112 | 45 | 60 | 45 | 174 | 67 | 84 | 72 | 279 | 100 | 119 | 113 | 13 |
| 14 | 70 | 32 | 43 | 29 | 113 | 46 | 62 | 45 | 176 | 68 | 87 | 72 | 282 | 102 | 123 | 114 | 14 |
| 15 | 71 | 33 | 45 | 29 | 114 | 47 | 63 | 46 | 178 | 70 | 89 | 72 | 284 | 104 | 127 | 115 | 15 |
| 16 | 72 | 33 | 46 | 29 | 115 | 48 | 65 | 46 | 179 | 71 | 92 | 73 | 287 | 106 | 130 | 116 | 16 |
| 17 | 72 | 34 | 47 | 29 | 116 | 49 | 67 | 46 | 181 | 72 | 94 | 74 | 289 | 108 | 134 | 116 | 17 |
| 18 | 73 | 35 | 48 | 30 | 117 | 50 | 69 | 47 | 182 | 74 | 96 | 74 | 292 | 110 | 137 | 117 | 18 |
| 19 | 73 | 35 | 49 | 30 | 118 | 51 | 70 | 47 | 184 | 75 | 99 | 74 | 294 | 112 | 141 | 118 | 19 |
| 20 | 74 | 36 | 51 | 30 | 118 | 52 | 72 | 47 | 185 | 76 | 101 | 75 | 296 | 113 | 144 | 119 | 20 |
| 21 | 75 | 37 | 52 | 30 | 119 | 53 | 73 | 48 | 186 | 78 | 105 | 76 | 298 | 115 | 147 | 120 | 21 |
| 22 | 75 | 37 | 53 | 30 | 120 | 54 | 75 | 48 | 188 | 79 | 105 | 76 | 300 | 117 | 150 | 120 | 22 |
| 23 | 76 | 38 | 54 | 31 | 121 | 55 | 76 | 48 | 189 | 80 | 108 | 76 | 302 | 119 | 153 | 121 | 23 |
| 24 | 76 | 39 | 55 | 31 | 122 | 55 | 78 | 48 | 190 | 81 | 110 | 77 | 304 | 120 | 156 | 122 | 24 |
| 25 | 77 | 39 | 56 | 31 | 122 | 56 | 79 | 49 | 191 | 82 | 112 | 78 | 306 | 122 | 159 | 123 | 25 |
| 26 | 77 | 40 | 57 | 31 | 123 | 57 | 81 | 49 | 193 | 84 | 114 | 78 | 308 | 124 | 161 | 123 | 26 |
| 27 | 77 | 40 | 58 | 31 | 124 | 58 | 82 | 49 | 194 | 85 | 115 | 78 | 310 | 125 | 164 | 124 | 27 |
| 28 | 78 | 41 | 59 | 32 | 125 | 59 | 83 | 50 | 195 | 86 | 117 | 79 | 312 | 127 | 167 | 125 | 28 |
| 29 | 78 | 41 | 60 | 32 | 125 | 59 | 85 | 50 | 196 | 87 | 119 | 80 | 314 | 128 | 170 | 126 | 29 |
| 30 | 79 | 42 | 60 | 32 | 126 | 60 | 86 | 50 | 197 | 88 | 121 | 80 | 315 | 130 | 172 | 127 | 30 |
| 31 | 79 | 42 | 61 | 32 | 127 | 61 | 87 | 51 | 198 | 89 | 123 | 80 | 317 | 131 | 175 | 127 | 31 |
| 32 | 80 | 43 | 62 | 32 | 127 | 62 | 88 | 51 | 199 | 90 | 124 | 81 | 319 | 133 | 177 | 128 | 32 |
| 33 | 80 | 44 | 63 | 33 | 128 | 62 | 90 | 51 | 200 | 91 | 126 | 82 | 320 | 134 | 180 | 129 | 33 |
| 34 | 80 | 44 | 64 | 33 | 129 | 63 | 91 | 52 | 201 | 92 | 128 | 82 | 322 | 136 | 182 | 130 | 34 |
| 35 | 81 | 45 | 65 | 33 | 129 | 64 | 92 | 52 | 202 | 93 | 130 | 82 | 324 | 137 | 184 | 130 | 35 |
| 36 | 81 | 45 | 66 | 33 | 130 | 65 | 93 | 52 | 203 | 94 | 131 | 83 | 325 | 139 | 187 | 131 | 36 |
| 37 | 82 | 46 | 66 | 33 | 131 | 65 | 94 | 52 | 204 | 95 | 133 | 84 | 327 | 140 | 189 | 132 | 37 |
| 38 | 82 | 46 | 67 | 34 | 131 | 66 | 96 | 53 | 205 | 96 | 135 | 84 | 328 | 142 | 191 | 133 | 38 |
| 39 | 82 | 47 | 68 | 34 | 132 | 67 | 97 | 53 | 206 | 97 | 136 | 84 | 330 | 143 | 194 | 134 | 39 |
| 40 | 83 | 47 | 69 | 34 | 133 | 67 | 98 | 54 | 207 | 98 | 138 | 85 | 331 | 144 | 196 | 134 | 40 |
| 41 | 83 | 48 | 70 | 34 | 133 | 68 | 99 | 54 | 208 | 99 | 139 | 86 | 333 | 146 | 198 | 135 | 41 |
| 42 | 84 | 48 | 70 | 34 | 134 | 69 | 100 | 54 | 209 | 100 | 141 | 86 | 334 | 147 | 200 | 136 | 42 |
| 43 | 84 | 48 | 71 | 35 | 134 | 69 | 101 | 54 | 210 | 101 | 142 | 86 | 336 | 149 | 202 | 137 | 43 |
| 44 | 84 | 49 | 72 | 35 | 135 | 70 | 102 | 55 | 211 | 102 | 144 | 87 | 337 | 150 | 205 | 138 | 44 |
| 45 | 85 | 49 | 73 | 35 | 136 | 71 | 103 | 55 | 212 | 103 | 145 | 88 | 339 | 151 | 207 | 138 | 45 |
| 46 | 85 | 50 | 74 | 35 | 136 | 71 | 104 | 55 | 213 | 104 | 147 | 88 | 340 | 153 | 209 | 139 | 46 |
| 47 | 85 | 50 | 74 | 35 | 137 | 72 | 105 | 56 | 213 | 105 | 148 | 88 | 342 | 154 | 211 | 140 | 47 |
| 48 | 86 | 51 | 75 | 36 | 137 | 73 | 106 | 56 | 214 | 106 | 150 | 89 | 343 | 155 | 213 | 141 | 48 |
| 49 | 86 | 51 | 76 | 36 | 138 | 73 | 107 | 56 | 215 | 107 | 151 | 90 | 344 | 156 | 215 | 142 | 49 |
| 50 | 86 | 52 | 76 | 36 | 138 | 74 | 108 | 57 | 216 | 107 | 153 | 90 | 346 | 158 | 217 | 142 | 50 |
| 51 | 87 | 52 | 77 | 36 | 139 | 74 | 109 | 57 | 218 | 108 | 154 | 90 | 348 | 159 | 219 | 143 | 51 |
| 52 | 88 | 52 | 78 | 36 | 140 | 75 | 110 | 57 | 219 | 109 | 155 | 91 | 350 | 160 | 221 | 144 | 52 |
| 53 | 88 | 53 | 78 | 37 | 141 | 76 | 111 | 58 | 220 | 110 | 157 | 92 | 352 | 161 | 223 | 145 | 53 |
| 54 | 88 | 53 | 79 | 37 | 141 | 76 | 112 | 58 | 221 | 111 | 158 | 92 | 353 | 163 | 225 | 146 | 54 |
| 55 | 89 | 54 | 80 | 37 | 142 | 77 | 113 | 58 | 222 | 112 | 159 | 92 | 355 | 164 | 227 | 146 | 55 |

**表 7.4-26　齿向公差 $F_\beta$　GB/T 3478.1 -95**　(μm)

| 公差等级 \ 花键长度 $g$ | ≤5 | >5~10 | >10~15 | >15~20 | >20~25 | >25~30 | >30~35 | >35~40 | >40~45 | >45~50 | >50~55 | >55~60 | >60~70 | >70~80 | >80~90 | >90~100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 12 | 12 |
| 5 | 7 | 8 | 9 | 9 | 10 | 10 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 13 | 13 | 14 | 14 | 15 |
| 6 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 13 | 14 | 14 | 15 | 15 | 16 | 16 | 17 | 17 | 18 | 19 |
| 7 | 14 | 16 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 23 | 24 | 25 | 25 | 27 | 28 | 29 | 30 |

注：当花键长度 $g$（单位：mm）不为表中数值时，可按表 7.4-10 给出的计算式计算。

**表 7.4-27　作用齿槽宽 $E_V$ 下偏差和作用齿厚 $S_V$ 上偏差　GB/T 3478.1—95**

| 分度圆直径 $D$ (mm) | 基本偏差 H | d | e | f | h | js | k |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 作用齿槽宽 $E_V$ 下偏差 (μm) | 作用齿厚 $S_V$ 上偏差 $es_V$ (μm) | | | | | |
| ≤6 | 0 | −30 | −20 | −10 | 0 | | |
| >6~10 | 0 | −40 | −25 | −13 | 0 | | |
| >10~18 | 0 | −50 | −32 | −16 | 0 | | |
| >18~30 | 0 | −65 | −40 | −20 | 0 | | |
| >30~50 | 0 | −80 | −50 | −25 | 0 | | |
| >50~80 | 0 | −100 | −60 | −30 | 0 | | |
| >80~120 | 0 | −120 | −72 | −36 | 0 | | |
| >120~180 | 0 | −145 | −85 | −43 | 0 | $+\frac{(T+\lambda)}{2}$ | $+(T+\lambda)$ |
| >180~250 | 0 | −170 | −100 | −50 | 0 | | |
| >250~315 | 0 | −190 | −110 | −56 | 0 | | |
| >315~400 | 0 | −210 | −125 | −62 | 0 | | |
| >400~500 | 0 | −230 | −135 | −68 | 0 | | |
| >500~630 | 0 | −260 | −145 | −76 | 0 | | |
| >630~800 | 0 | −290 | −160 | −80 | 0 | | |
| >800~1000 | 0 | −320 | −170 | −86 | 0 | | |

注：1. 当表中的作用齿厚上偏差 $es_V$ 值不能满足需要时，可从 GB 1800 中选择合适的基本偏差。

2. 总公差（T+λ）的数值见表 7.4-11～7.4-25。

**表 7.4-28　外花键小径 $D_u$ 和大径 $D_w$ 的上偏差 $es_V/\tan\alpha_D$　GB/T 3478.1—95**

| 分度圆直径 $D$ (mm) | d | | | e | | | f | | | h | js | k |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 标准压力角 $\alpha_D$ | | | | | | | | | | | |
| | 30° | 37.5° | 45° | 30° | 37.5° | 45° | 30° | 37.5° | 45° | 30° | 37.5° | 45° |
| | $es_V/\tan\alpha_D$ (μm) | | | | | | | | | | | |
| ≤6 | −52 | −39 | −30 | −35 | −26 | −20 | −17 | −13 | −10 | | | |
| >6~10 | −69 | −52 | −40 | −43 | −33 | −25 | −23 | −17 | −13 | | | |
| >10~18 | −87 | −65 | −50 | −55 | −42 | −32 | −28 | −21 | −16 | | | |
| >18~30 | −113 | −85 | −65 | −69 | −52 | −40 | −35 | −26 | −20 | | $+(T+\lambda)/2\tan\alpha_D$① | $+(T+\lambda)/\tan\alpha_D$① |
| >30~50 | −139 | −104 | −80 | −87 | −65 | −50 | −43 | −33 | −25 | 0 | | |
| >50~80 | −173 | −130 | −100 | −104 | −78 | −60 | −52 | −39 | −30 | | | |
| >80~120 | −208 | −156 | −120 | −125 | −94 | −72 | −62 | −47 | −36 | | | |
| >120~180 | −251 | −189 | −145 | −147 | −111 | −85 | −74 | −56 | −43 | | | |
| >180~250 | −294 | −222 | −170 | −173 | −130 | −100 | −87 | −65 | −50 | | | |

（续）

| 分度圆直径 $D$ (mm) | d | | | e | | | f | | | h | js | k |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 标准压力角 $\alpha_D$ | | | | | | | | | | | |
| | 30° | 37.5° | 45° | 30° | 37.5° | 45° | 30° | 37.5° | 45° | 30° | 37.5° | 45° |
| | $esv/\tan\alpha_D$ (μm) | | | | | | | | | | | |
| >250～315 | −329 | −248 | −190 | −191 | −143 | −110 | −97 | −73 | −56 | 0 | $+(T+\lambda)/2\tan\alpha_D$① | $+(T+\lambda)/\tan\alpha_D$① |
| >315～400 | −364 | −274 | −210 | −217 | −163 | −125 | −107 | −81 | −62 | | | |
| >400～500 | −398 | −300 | −230 | −234 | −176 | −135 | −118 | −89 | −68 | | | |
| >500～630 | −450 | −339 | −260 | −251 | −189 | −145 | −132 | −99 | −76 | | | |
| >630～800 | −502 | −378 | −290 | −277 | −209 | −160 | −139 | −104 | −80 | | | |
| >800～1000 | −554 | −417 | −320 | −294 | −222 | −170 | −149 | −112 | −86 | | | |

①对于大径，取值为零。

**表 7.4-29　内花键小径 $D_{ii}$ 极限偏差和外花键大径 $D_{ae}$ 公差　GB/T 3478.1—95**　(μm)

| 直径 $D_{ii}$ 和 $D_{ae}$ (mm) | 内花键小径 $D_{ii}$ 极限偏差 | | | 外花键大径 $D_{ae}$ 公差 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 模数 $m$ | | | | | |
| | 0.25～0.75 | 1～1.75 | 2～10 | 0.25～0.75 | 1～1.75 | 2～10 |
| | H10 | H11 | H12 | IT10 | IT11 | IT12 |
| ≤6 | +48 0 | | | 48 | | |
| >6～10 | +58 0 | +90 0 | | 58 | | |
| >10～18 | +70 0 | +110 0 | +180 0 | 70 | 110 | |
| >18～30 | +84 0 | +130 0 | +210 0 | 84 | 130 | 210 |
| >30～50 | +100 0 | +160 0 | +250 0 | 100 | 160 | 250 |
| >50～80 | +120 0 | +190 0 | +300 0 | 120 | 190 | 300 |
| >80～120 | | +220 0 | +350 0 | | 220 | 350 |
| >120～180 | | +250 0 | +400 0 | | 250 | 400 |
| >180～250 | | | +460 0 | | | 460 |
| >250～315 | | | +520 0 | | | 520 |
| >315～400 | | | +570 0 | | | 570 |
| >400～500 | | | +630 0 | | | 630 |
| >500～630 | | | +700 0 | | | 700 |
| >630～800 | | | +800 0 | | | 800 |
| >800～1000 | | | +900 0 | | | 900 |

注：若花键尺寸超出表中数值时，按 GB 1800—79《公差与配合　总论　标准公差与基本偏差》取值。

**表 7.4-30　齿根圆弧最小曲率半径 $R_{fmin}$ 和 $R_{amin}$**

**GB/T 3478.1　95**　　(mm)

| 模数 $m$ | 标准压力角 $\alpha_n$ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 30° | | 37.5° | 45° |
| | 平齿根 $0.2m$ | 圆齿根 $0.4m$ | 圆齿根 $0.3m$ | $0.25m$ |
| 0.25 | | | | 0.06 |
| 0.5 | 0.10 | 0.20 | 0.15 | 0.12 |
| 0.75 | 0.15 | 0.30 | 0.22 | 0.19 |
| 1 | 0.20 | 0.40 | 0.30 | 0.25 |
| 1.25 | 0.25 | 0.50 | 0.38 | 0.31 |
| 1.5 | 0.30 | 0.60 | 0.45 | 0.38 |
| 1.75 | 0.35 | 0.70 | 0.52 | 0.44 |
| 2 | 0.40 | 0.80 | 0.60 | 0.50 |
| 2.5 | 0.50 | 1.00 | 0.75 | 0.62 |
| 3 | 0.60 | 1.20 | 0.90 | |
| 4 | 0.80 | 1.60 | 1.20 | |
| 5 | 1.00 | 2.00 | 1.50 | |
| 6 | 1.20 | 2.40 | 1.80 | |
| 8 | 1.60 | 3.20 | 2.40 | |
| 10 | 2.00 | 4.00 | 3.00 | |

注：在产品设计允许的情况下，对平齿根花键，齿根圆弧曲率半径可小于表中数值。

### 1.3.3　齿侧配合

(1) 花键齿侧配合的性质取决于最小作用侧隙标准规定了6种齿侧配合类别（见图7.4-5）：H/k、H/js、H/h、H/f、H/e和H/d。对45°压力角的花键联结应优先选用，H/k、H/h和H/f。

(2)渐开线花键联结的齿侧配合采用基孔制，即仅用改变外花键作用齿厚上偏差的方法实现不同的配合。

(3) 在渐开线花键联结中，键齿侧面既起驱动作用，又有自动定心作用。在结构设计时应考虑到这一特点。

当内、外花键有同轴度误差时，将影响花键齿侧的最小作用间隙，因此应当调整齿侧配合类别予以补偿。

(4) 允许不同公差等级的内、外花键相互配合。

(5)齿距累积误差、齿形误差和齿向误差都会减小作用间隙或增大作用过盈。

### 1.3.4　几点说明

(1) 公差等级

一般情况下，4、5级花键用于精密传动联结，内、外花键要经过磨削；

6级花键用于一般精度的花键联结；

7级花键用于精度要求不高的花键联结。

(2) 公差

1) 齿槽宽和齿厚的总公差（$T+\lambda$），是加工公差与综合公差之和。它决定了花键齿侧的变化范围和联结的精度。总公差是以花键分度圆直径和基本齿槽宽（或基本齿厚）为基础的公差，可以认为是标准公差，用GB 1800—79的公差单位计算式组合计算而得。

2) 加工公差 $T$：内花键实际齿槽宽或外花键实际齿厚允许的变动量，数值为总公差与综合公差之差。

3) 综合公差 $\lambda$：根据齿距累积误差、齿形误差和齿向误差对齿侧配合的综合影响给定的。考虑到各单项误差不大可能同时以最大值出现在同一花键上，而且三项单项误差不大可能相互无补偿地影响花键配合等情况，所以将三项公差按统计法相加并取其60%为综合公差。

表7.4-11～表7.4-25中的 $\lambda$ 值是按花键长度为其分度圆直径一半的齿向公差计算的。若长度不同，必要时可调整，但总公差（$T+\lambda$）不变。

4) 齿距累积公差 $F_P$：是按ISO 1328—75《平行轴渐开线齿轮ISO精度制》中的标准公差等级6、7、8和9级给定的。它限制了分度误差和齿圈径向跳动。

5) 齿形公差 $f_f$：是按ISO 1328—75齿轮精度制中的标准公差等级8、9、10和11级给定的。它限制了压力角误差和渐开线形状误差。

6) 齿向误差 $F_\beta$：是按ISO 1328—75齿轮精度制中的标准公差等级5、6、7和8级给定的。它限制了齿向误差、键齿平行度误差和实际分度圆柱轴线与理论分度圆柱轴线的同轴度误差。

(3) 齿侧配合

齿槽宽和齿厚的公差带由两部分组成，即基本偏差和总公差，基本偏差决定花键公差带的位置，总公差（$T+\lambda$）决定了公差带的大小。渐开线花键的齿侧配合采用基孔制，外花键的基本偏差就决定了齿侧配合的性质，即该花键副是间隙配合还是过渡配合。基本偏差由设计人员根据产品性能来选择。

基本偏差：内花键齿槽宽的基本偏差取GB 1800的H，它是作用齿槽宽的下偏差；外花键齿厚的基本偏差取GB 1800的 k＝0、$\mathrm{js}=+\dfrac{(T+\lambda)}{2}$（按本标准取值）、h、f、e和d（必要时可从GB 1800中选择合适的基本偏差），它们是作用齿厚的上偏差。基本偏差为k时，作用齿厚上偏差为（$T+\lambda$）。

在渐开线花键联结中，键齿侧面既起驱动作用，又有自动定心作用。应根据结构设计和花键的特点选择

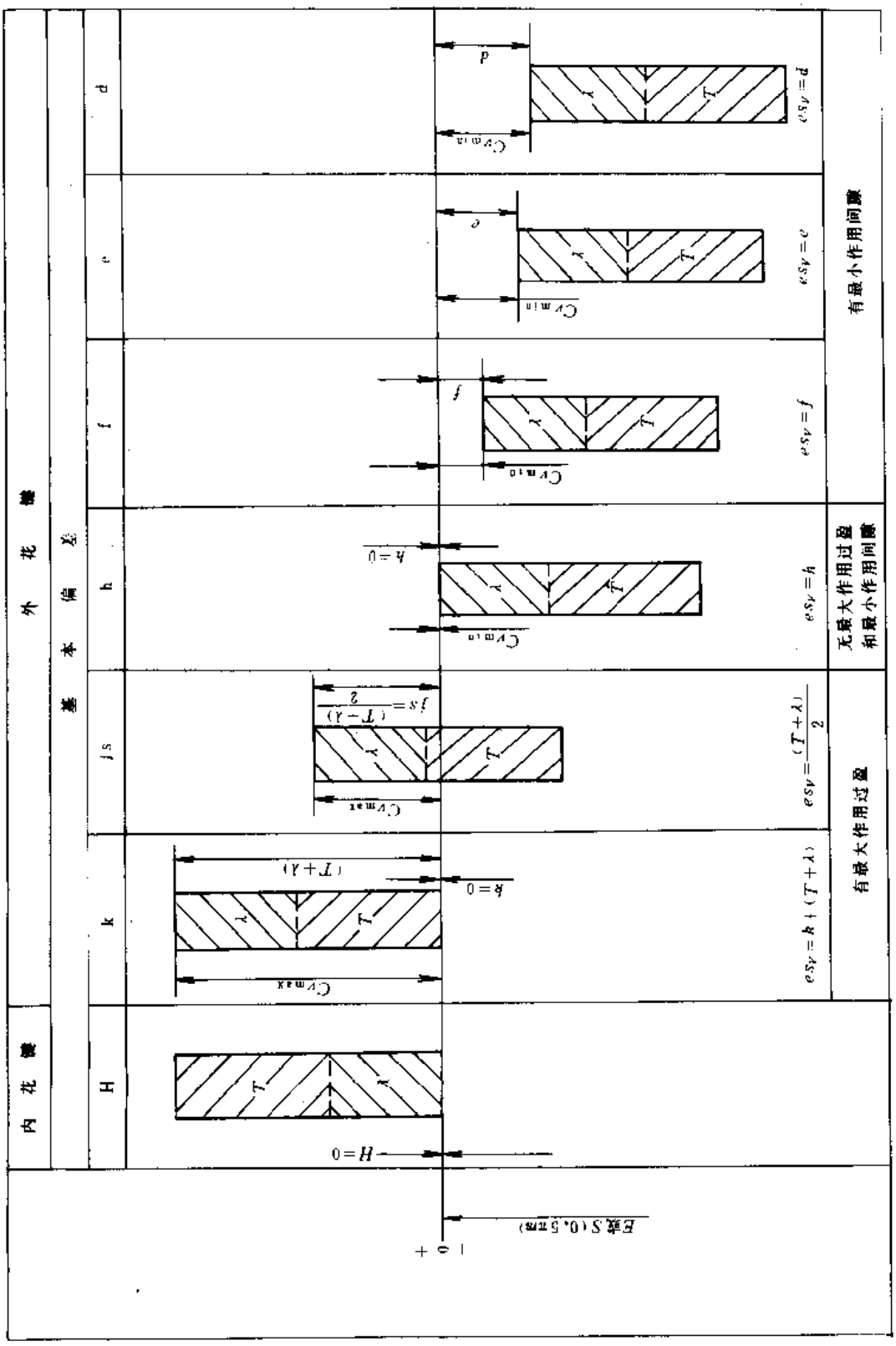



图 7.4-5　齿侧配合的公差带分布图

齿侧配合：例如：当内、外花键有同轴度误差时，将影响花键齿侧配合的最小作用侧隙，此时应调整齿侧配合类别予以补偿。

渐开线花键的齿侧配合不同于光滑圆柱面配合，它除与配合尺寸偏差有关外，还与形位误差有关。为此单独给出了公差带的代号：公差等级代号在前、基本偏差代号在后，如 6H、5h、6g 等。

根据产品设计要求和制造情况，内、外花键可采用不同公差等级的花键相互配合，以提高经济效益。

## 1.4　作用尺寸和实际尺寸

### 1.4.1　作用齿槽宽和实际齿槽宽

图 7.4-6a 表示各齿槽宽均为基本齿槽宽，且具有齿距累积误差、齿形误差和齿向误差的内花键。图 7.4-6b 表示理想（无误差）的外花键与该内花键配合时的情况。由于内花键有误差，所以该外花键即使每个齿厚与内花键齿槽相等，也不能装入图 7.4-6a 所示的内花键。若要使理想的外花键在任意位置上都可以装入内花键，且作用侧隙 $C_v$ 为零，则该内花键所有齿槽宽均需按最大干涉量加宽，如图 7.4-6c 所示，这个加宽后的实际齿槽宽即是内花键的实际齿槽宽，而与之相配合的理想外花键的齿厚是内花键的作用齿槽宽。

### 1.4.2　作用齿厚和实际齿厚

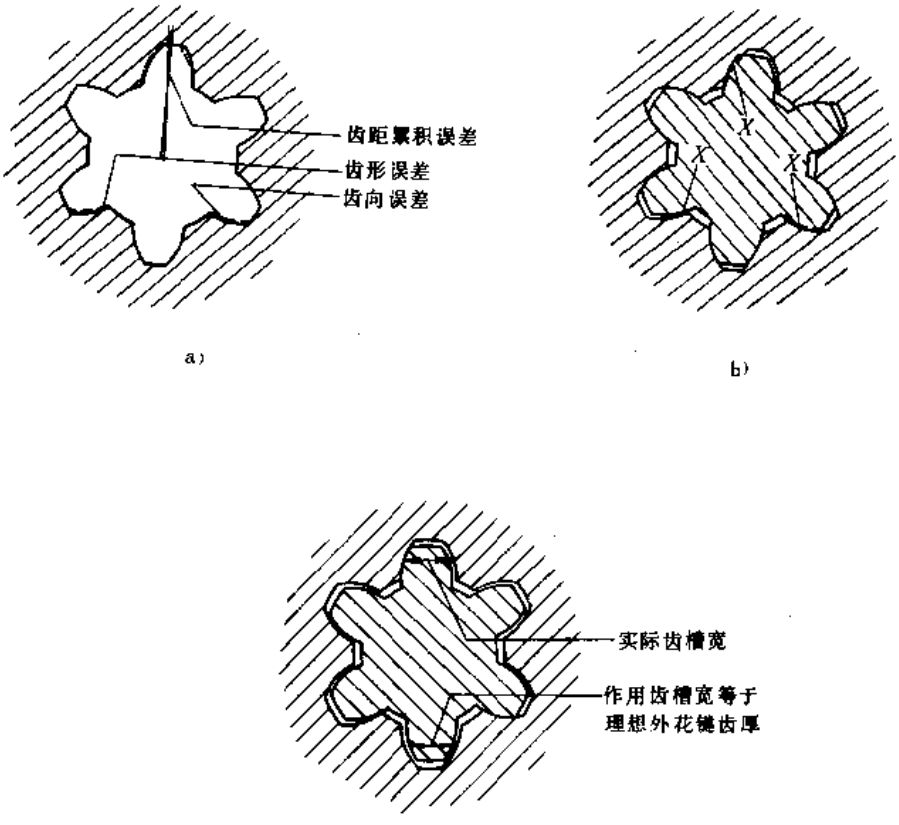
与 1.4.1 节同理，对于外花键，作用齿厚则大于实际齿厚，其差值等于综合误差。

### 1.4.3　作用侧隙（间隙或过盈）

内花键作用齿槽宽减去外花键作用齿厚等于作用侧隙（间隙或过盈），作用侧隙确定了花键联结的配合。正的作用侧隙为间隙，负的作用侧隙为过盈。

### 1.4.4　齿槽宽或齿厚的极限

在加工过程中，实际齿槽宽和实际齿厚的变动，会引起作用尺寸相应变动。因此，齿槽宽有四个极限尺寸——作用齿槽宽最小值、作用齿槽宽最大值、实际齿槽宽最小值和实际齿槽宽最大值；外花键的齿厚也有相应的四个极限尺寸，如图 7.4-7 所示。




a)　　b)

c)

**图 7.4-6**

a）各齿槽均为基本齿槽宽

b）具有基本齿厚的理想花外键在 $X$ 处干涉

c）所有齿槽宽按最大干涉量加宽后，理想外花键的配合（无间隙且无过盈）

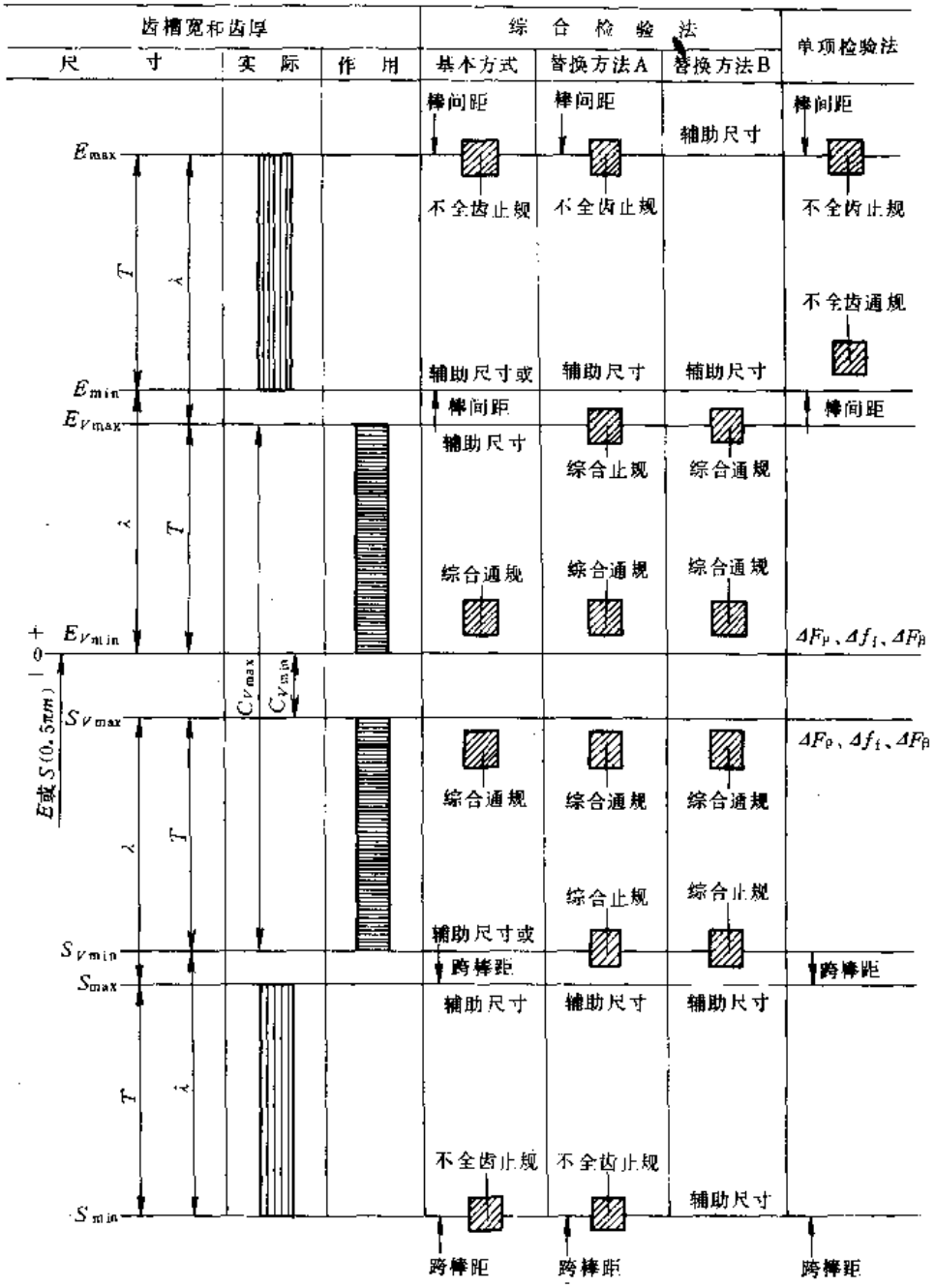



图　7.4-7

### 1.4.5　作用齿槽宽和作用齿厚、实际齿槽宽和实际齿厚的用途

(1) 作用齿槽宽的最小值和作用齿厚最大值

这两个尺寸决定了花键联结的作用侧隙最小值。用综合通规检验。它们是综合通规的基本尺寸。

(2) 实际齿槽宽最小值和实际齿厚最大值

这两个尺寸一般在单项检验法中使用。当采用综合检验法时，以综合通规通过为合格，这两个尺寸不作为零件合格与否的依据。

(3) 实际齿槽宽最大值和实际齿厚最小值

这两个尺寸是零件合格与否的依据。

(4) 作用齿槽宽最大值和作用齿厚最小值

这两个尺寸决定了花键联结的作用侧隙最大值。用综合止规检验。它们是综合止规的基本尺寸。

## 1.5　检验方法

GB/T 3478.1 -95 对齿槽宽和齿厚规定了三种

综合检验法和一种单项检验法，见图 7.4-7。

### 1.5.1　基本方法

用综合通端花键量规(塞规或环规)控制内花键作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}$ 或外花键作用齿厚最大值 $S_{V\max}$，从而控制作用侧隙的最小值 $C_{V\min}$。

同时，非全齿止端花键量规（塞规或环规）或用测量棒间距 $M_{Ri}$ 和跨棒距 $M_{Re}$ 或公法线平均长度 $W$，以控制内花键实际齿槽宽最大值 $E_{\max}$ 或外花键实际齿厚最小值 $S_{\min}$ 从而控制内、外花键的最小实体尺寸。

在一般情况，应采用基本方法。

### 1.5.2　方法 A

此方法是在基本方法的基础上、增加用综合止端花键量规(塞规或环规)控制内花键作用齿槽宽最大值 $E_{V\max}$ 或外花键作用齿厚最小值 $S_{V\min}$，从而控制作用侧隙的最大值 $C_{V\max}$。

### 1.5.3　方法 B

此方法是用综合通端花键量规和止端花键量规（塞规或环规）分别控制内花键作用齿槽宽的最小值 $E_{V\min}$ 和最大值 $E_{V\max}$ 或外花键作用齿厚的最大值 $S_{V\max}$ 和最小值 $S_{V\min}$，从而控制作用侧隙的最小值 $C_{V\min}$ 和最大值 $C_{V\max}$。

### 1.5.4　单项检验法

用测量棒间距 $M_{Ri}$ 和跨棒距 $M_{Re}$ 或公法线平均长度 $W$，以控制内花键实际齿槽宽最大值 $E_{\max}$ 和最小值 $E_{\min}$ 或外花键实际齿厚的最大值 $S_{\max}$ 和最小值 $S_{\min}$。

用检验齿距累积误差 $\Delta F_p$、齿形误差 $\Delta f_f$ 和齿向误差 $\Delta F_\beta$ 控制综合误差 $\Delta\lambda$。

### 1.5.5　检验方法的有关说明及应用场合

(1) 基本方法

内花键：用综合花键通端塞规控制内花键作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}$，以控制作用侧隙最小值 $C_{V\min}$，并用非全齿花键止端塞规，或用棒间距 $M_{Ri}$ 控制内花键实际齿槽宽最大值 $E_{\max}$，从而控制理论侧隙。

外花键：用综合花键通端环规控制外花键作用齿厚最大值 $S_{V\max}$，以控制作用侧隙最小值 $C_{V\min}$，并用非全齿花键止端环规，或用跨棒距 $M_{Re}$、或公法线平均长度 $W$ 控制外花键实际齿厚最小值 $S_{\min}$，从而控制理论侧隙。

基本方法允许加工误差 $\Delta T$ 和综合误差 $\Delta\lambda$ 相互补偿。

此方法适用于成批生产，检验效率高，保证互换，保证质量。因此，在一般情况下应推荐采用基本方法。

(2) 方法 A

内花键：用综合花键通端塞规控制内花键作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}$，以控制花键作用侧隙最小值 $C_{V\min}$；用综合花键止端塞规控制内花键作用齿槽宽最大值 $E_{V\max}$，以控制花键作用侧隙最大值 $C_{V\max}$；并用非全齿花键止端塞规、或用测量棒间距 $M_{Ri}$，以控制内花键实际齿槽宽最大值 $E_{\max}$。

外花键：用综合花键通端环规控制外花键作用齿厚最大值 $S_{V\max}$，以控制外花键作用侧隙最小值 $C_{V\min}$；用综合花键止端环规控制外花键作用齿厚最小值 $S_{V\min}$，以控制外花键作用侧隙最大值 $C_{V\max}$；并用非全齿花键止端环规、或用测量跨棒距 $M_{Re}$、或公法线平均长度 $W$，以控制外花键实际齿厚最小值 $S_{\min}$。

方法 A 适用于作用侧隙有公差要求的场合。

采用这种检验方法，为控制花键副的最大作用侧隙 $C_{V\max}$，当花键的综合误差 $\Delta\lambda$ 很小，综合止端塞规或环规通过时，应相应压缩总公差 $(T+\lambda)$ 值，即不允许因出现较小的综合误差 $\Delta\lambda$，而用综合公差 $\lambda$ 来补偿加工公差 $T$。但当 $\Delta\lambda$ 较大时，可以用较小的加工公差 $T$ 予以补偿，此时总公差 $(T+\lambda)$ 值保持不变。

(3) 方法 B

内花键：用综合花键通端塞规控制内花键作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}$，以控制内花键作用侧隙最小值 $C_{V\min}$；用综合花键止端塞规控制内花键作用齿槽宽最大值 $E_{V\max}$，以控制作用侧隙最大值 $C_{V\max}$。

外花键：用综合花键通端环规控制外花键作用齿厚最大值 $S_{V\max}$，以控制作用侧隙最小值 $C_{V\min}$；用综合花键止端环规控制外花键作用齿厚最小值 $S_{V\min}$，以控制作用侧隙最大值 $C_{V\max}$。

方法 B 与方法 A 基本相同，它用于需控制作用侧隙最小值 $C_{V\min}$ 和作用侧隙最大值 $C_{V\max}$ 的花键联结，在其工艺稳定时，即实际齿槽宽最大值 $E_{\max}$，和实际齿厚最小值 $S_{\min}$ 由工艺保证，只进行抽查检验或定期检验。

采用方法 B 时，综合公差 $\lambda$ 和加工公差 $T$ 的补偿关系，同方法 A。

(4) 单项检验：

内花键：用测量棒间距 $M_{Ri}$ 来控制实际齿槽宽最小值 $E_{\min}$ 和最大值 $E_{\max}$，以控制内花键实际齿槽宽在其极限范围内；并用测量齿距累积误差、齿形误差和齿向误差间接的控制花键的综合误差。

外花键：用测量跨棒距 $M_{Re}$ 或公法线平均长度 $W$ 值来控制实际齿厚最小值 $S_{\min}$ 和最大值 $S_{\max}$ 以控制外花键实际齿厚在其极限范围内，并用测量齿距累积误

差、齿形误差、齿向误差以控制花键的综合误差。

单项检验法适用于单件小批生产和直径较大的花键、以及进行工艺分析等情况，在没有综合量规时应用。

(5) 检验方法的选择与应用

1) 花键齿槽宽和齿厚的检验方法的选择，由产品设计人员根据产品的结构特点、功能要求确定，或由供方工艺条件或双方检验手段等情况确定。

2) 对花键零件进行逐件检验、首件检验、抽查检验或定期检验等规定，应根据花键零件的重要程度和工艺质量稳定情况确定并纳入工艺文件中。

3) 检验方法选定后，应在花键零件上或供需双方的协议上相应地标注，可采用表格形式与花键参数一起标注。

4) 对于某些花键副，为了保证齿侧面有足够的接触面积，除采用上述三种综合检验法之一外，可同时选用限制单项误差的检验项目（$F_p$、$f_f$、$F_\beta$）。此时，应在花键产品图样上标注出来。

5) 对于花键副的侧隙，通常不必标注。但有作用侧隙极限值（$C_{V\min}$、$C_{V\max}$）要求时，应在其装配图上或相应技术文件中予以标注。

## 1.6 参数标注

### 1.6.1 参数表

在零件图样上，应给出制造花键时所需的全部尺寸、公差和参数、列出参数表，表中应给出齿数、模数、压力角、公差等级、渐开线终止圆直径最小值或渐开线起始圆直径最大值、齿根圆弧半径最小值以及与齿槽宽和齿厚选用的检验方法有关的相应项目。也可列出其它项目，例如：大径、小径及其偏差、$M$ 值和 $W$ 值等项目。必要时可画出齿形图。

### 1.6.2 标记

在有关图样和技术文件中，需要标记时，应符合如下规定：

内花键：INT

外花键：EXT

花键副：INT/EXT

齿数：$Z$（前面加齿数值）

模数：$m$（前面加模数值）

30°平齿根：30P

30°圆齿根：30R

37.5°圆齿根：37.5

45°圆齿根：45

45°直线齿形圆齿根：45ST

公差等级：4、5、6或7

配合类别：H（内花键）

k、js、h、f、e或e（外花键）

标准号：GB/T 3478.1 95

标记示例：

示例1：花键副、齿数24、模数2.5、30°圆齿根、公差等级为5级、配合类别为H/h。

花键副：INT/EXT 24Z×2.5$m$×30R×5H/5h GB/T 3478.1 95

内花键：INT 24Z × 2.5$m$ × 30R × 5H GB/T 3478.1—95

外花键：EXT 24Z × 2.5$m$ × 30R × 5h GB/T 3478.1—95

示例2：花键副，齿数24、模数2.5、内花键为30°平齿根、其公差等级为6级、外花键为30°圆齿根、其公差等级为5级、配合类别为H/h。

花键副：INT/EXT 24Z×2.5$m$×30P/R×6H/5h GB/T 3478.1—95

内花键：INT 24Z × 2.5$m$ × 30P × 6H GB/T 3478.1—95

外花键：EXT 24Z × 2.5$m$ × 30R × 5h GB/T 3478.1— 95

示例3：花键副、齿数24、模数2.5、37.5°圆齿根、公差等级为6级、配合类别为H/h。

花键副：INT/EXT 24Z×2.5$m$×37.5×6H/6h GB/T 3478.1— 95

内花键：INT 24Z × 2.5$m$ × 37.5 × 6H GB/T 3478.1—95

外花键：EXT 24Z × 2.5$m$ × 37.5 × 6h GB/T 3478.1—95

示例4：花键副、齿数24、模数2.5、45°标准压力角、内花键公差等级为6级、外花键公差等级为7级、配合类别为H/h。

花键副：INT/EXT 24Z×2.5$m$×45×6H/7h GB/T 3478.1— 95

内花键：INT 24Z × 2.5$m$ × 45 × 6H GB/T 3478.1—95

外花键：EXT 24Z × 2.5$m$ × 45 × 7h GB/T 3478.1—95

示例5：花键副、齿数24、模数1.5、内花键为45°直线齿形圆齿根、其公差等级为6级、外花键为45°渐开线花键圆齿根、公差等级为6级、配合类别为H/h。

花键副：INT/EXT 24Z×1.5$m$×45ST×6H/6h GB/T 3478.1—95

内花键：INT 24Z × 1.5m × 45ST × 6H GB/T 3478.1—95

外花键：EXT 24Z × 1.5m × 45 × 6h GB/T 3478.1—95

### 1.6.3 参数表的应用说明

(1) 不同检验方法参数表内的项目：

采用不同的检验方法，在参数表中列出的项目是不同的。表 7.4-31 列出了采用基本方法时内花键参数表，表 7.4-32 列出了采用基本方法时外花键参数表。

**表 7.4-31　采用基本方法内花键参数表**

| 项　　目 | 代　号 | 数 值 或 说 明 |
|---|---|---|
| 齿数 | Z | 24 |
| 模数 | m | 2.5 |
| 标准压力角 | $\alpha_D$ | 30° |
| 公差等级及基本偏差 | 5H | 5H GB/T 3478.1—95 |
| 大径 | $D_{ei}$ | $\phi63.75^{+0.30}_{0}$ |
| 渐开线终止圆直径最小值 | $D_{Fimin}$ | $\phi63$ |
| 小径 | $D_{ii}$ | $\phi57.74^{-0.30}_{0}$ |
| 作用齿槽宽最小值 | $E_{Vmin}$ | 3.927 |
| 实际齿槽宽最大值① | $E_{max}$ | 4.002 |
| 齿根圆弧半径最小值 | $R_{imin}$ | $R$ 0.5 |

① 实际齿槽宽最大值可用量棒直径 $D_{Ri}$ 和棒间距 $M_{Ri}$ 代替。

**表 7.4-32　采用基本方法外花键参数表**

| 项　　目 | 代　号 | 数 值 或 说 明 |
|---|---|---|
| 齿数 | Z | 24 |
| 模数 | m | 2.5 |
| 标准压力角 | $\alpha_D$ | 30° |
| 公差等级及基本偏差 | 5h | 5h GB 3478.1—83 |
| 大径 | $D_{se}$ | $\phi62.50^{0}_{-0.30}$ |
| 渐开线起始圆直径最大值 | $D_{Femax}$ | $\phi57.24$ |
| 小径 | $D_{si}$ | $\phi56.25^{0}_{-0.30}$ |
| 作用齿厚最大值 | $S_{Vmax}$ | 3.927 |
| 实际齿厚最小值① | $S_{min}$ | 3.852 |
| 齿根圆弧最小值 | $R_{fmin}$ | 0.5 |

① 实际齿厚最小值 $S_{min}$ 可用量棒直径 $D_{Re}$、跨棒距 $M_{Re}$、或者用公法线平均长度 $W$ 值来代替。

当检验方法不为基本方法时，在零件图样的参数表上，除应标出齿数、模数、标准压力角、公差等级和基本偏差、大径、渐开线终止圆直径、小径、齿弧圆弧最小曲率半径外，其齿侧配合尺寸根据选择的检验方法应相应标出，内花键见表 7.4-33；外花键见表 7.4-34。

**表 7.4-33　不同检验方法齿槽宽的标注项目**

| 检验方法 | 项　　目 | 代　号 | 备　　注 |
|---|---|---|---|
| 方法 A | 作用齿槽宽最小值 | $E_{Vmin}$ | 可用量棒直径 $D_{Ri}$ 和棒间距 $M_{Ri}$ 代替 |
| | 作用齿槽宽最大值 | $E_{Vmax}$ | |
| | 实际齿槽宽最大值 | $E_{max}$ | |
| 方法 B | 作用齿槽宽最小值 | $E_{Vmin}$ | $E_{max}$ 由工艺保证 |
| | 作用齿槽宽最大值 | $E_{Vmax}$ | |
| 单项检验法 | 实际齿槽宽最小值 | $E_{min}$ | 可用量棒直径 $D_{Ri}$，和棒间距 $M_{Ri}$ 代替 |
| | 实际齿槽宽最大值 | $E_{max}$ | |
| | 齿距累积公差 | $F_p$ | |
| | 齿形公差 | $f_f$ | |
| | 齿向公差 | $F_\beta$ | |

此外，根据产品要求和生产情况，对所选择的检验方法，还可增加一些检验项目。例如：对于较长的零件，在选择基本方法的基础上，增加齿向公差的要求；为了保证花键的承载能力，可要求检验齿形公差等。

**表 7.4-34 不同检验方法齿厚的标注项目**

| 检验方法 | 项目 | 代号 | 备注 |
|---|---|---|---|
| 方法A | 作用齿厚最大值 | $S_{Vmax}$ | |
| | 作用齿厚最小值 | $S_{Vmin}$ | |
| | 实际齿厚最小值 | $S_{min}$ | 可用量棒直径 $D_{Re}$ 和跨棒距 $M_{Re}$ 或公法线平均长度 $W$ 代替 |
| 方法B | 作用齿厚最大值 | $S_{Vmax}$ | $S_{min}$ 由工艺保证 |
| | 作用齿厚最小值 | $S_{Vmin}$ | |
| 单项检验法 | 实际齿厚最大值 | $S_{max}$ | 可用量棒直径 $D_{Re}$ 和跨棒距 $M_{Re}$ 或公法线平均长度 $W$ 代替 |
| | 实际齿厚最小值 | $S_{min}$ | |
| | 齿距累积公差 | $F_p$ | |
| | 齿形公差 | $f_f$ | |
| | 齿向公差 | $F_\beta$ | |

## 2 尺寸表(GB/T 3478.2—95～GB/T 3478.4—95)

### 2.1 适用范围

GB/T 3478.2--95～GB/T 3478.4 95圆柱直齿渐开线花键 尺寸表适用于GB/T 3478.1—95《圆柱直齿渐开线花键 模数 基本齿廓 公差》中所规定的渐开线花键。

GB/T 3478.2 95～GB/T 3478.4 95是按GB/T 3478.1 95中公式计算和齿侧配合类别为H/h，并采用基本检验方法编制的。

### 2.2 尺寸表

(1) 标准压力角为30°的平齿根和圆齿根、模数为0.5～5mm、齿数从10～55、公差等级为4、5、6和7级的花键尺寸表，见表7.4-35～表7.4-56。

(2) 标准压力角为37.5°圆齿根、模数为0.5～5mm、齿数从10～55、公差等级为4、5、6和7级的花键尺寸表，见表7.4-57～表7.4-78。

(3) 标准压力角为45°圆齿根、模数为0.25～2.5mm、齿数从10～55、公差等级为4、5、6和7级的花键尺寸表，见表7.4-79～表7.4-96。

(4) 内花键小径 $D_r$ 的极限偏差和外花键大径 $D_e$ 的公差，见表7.4-29。

(5) 内花键大径 $D_e$ 和外花键小径 $D_r$ 的公差，从标准公差1T12、1T13或1T14中选取。

(6) 当选择的检验方法不为基本方法时，其作用齿槽宽最大值、实际齿槽宽最小值、作用齿厚最大值和实际齿厚最小值按下式计算：

$$E_{Vmax}=E_{max}-\lambda;$$
$$E_{min}=E_{Vmin}+\lambda;$$
$$S_{Vmin}=S_{min}+\lambda;$$
$$S_{max}=S_{Vmax}-\lambda。$$

(7) 当花键齿侧配合类别不为H/h时，尺寸表中外花键的尺寸应按下式计算：

作用齿厚最大值 $S_{Vmax}=S-es_V$

实际齿厚最小值 $S_{min}=S_{Vmax}-(T+\lambda)$

式中：$es_V$——作用齿厚的上偏差，见表7.4-27；

$(T+\lambda)$——总公差，见表7.4-11～表7.4-25。

外花键大径和小径的上偏差见表7.4-28，公差见表7.4-29。

(8) 当花键齿侧配合类别不为H/h时，渐开线起始圆直径按以下公式计算：

$$D_{Femax}=2\sqrt{(0.5D_b)^2+\left(0.5D\cdot\sin\alpha_D-\frac{h_s-\frac{0.5es_v}{\tan\alpha_D}}{\sin\alpha_D}\right)^2}$$

**表 7.4-35　30°内花键**

模数 $m=0.5$　作用齿槽宽最小值 $E_{Vmin}=E=0.785$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_n$ | | 渐开线终止圆直径 $D_{Fimin}$ | 小径 $D_{ii}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{max}=E_{Vmin}+(T+\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 平齿根 | 圆齿根 | | | 4H | 5H | 6H | 7H |
| 10 | 5.00 | 4.3301 | 5.75 | 5.90 | 5.60 | 4.62 | 0.810 | 0.824 | 0.846 | 0.883 |
| 11 | 5.50 | 4.7631 | 6.25 | 6.40 | 6.10 | 5.11 | 0.810 | 0.825 | 0.847 | 0.884 |
| 12 | 6.00 | 5.1962 | 6.75 | 6.90 | 6.60 | 5.60 | 0.810 | 0.825 | 0.848 | 0.885 |
| 13 | 6.50 | 5.6292 | 7.25 | 7.40 | 7.10 | 6.09 | 0.811 | 0.826 | 0.848 | 0.886 |
| 14 | 7.00 | 6.0622 | 7.75 | 7.90 | 7.60 | 6.58 | 0.811 | 0.826 | 0.849 | 0.887 |
| 15 | 7.50 | 6.4952 | 8.25 | 8.40 | 8.10 | 7.08 | 0.811 | 0.826 | 0.849 | 0.887 |
| 16 | 8.00 | 6.9282 | 8.75 | 8.90 | 8.60 | 7.57 | 0.811 | 0.827 | 0.850 | 0.888 |
| 17 | 8.50 | 7.3612 | 9.25 | 9.40 | 9.10 | 8.07 | 0.811 | 0.827 | 0.850 | 0.889 |
| 18 | 9.00 | 7.7942 | 9.75 | 9.90 | 9.60 | 8.56 | 0.811 | 0.827 | 0.851 | 0.890 |
| 19 | 9.50 | 8.2272 | 10.25 | 10.40 | 10.10 | 9.06 | 0.812 | 0.827 | 0.851 | 0.890 |
| 20 | 10.00 | 8.6603 | 10.75 | 10.90 | 10.60 | 9.56 | 0.812 | 0.828 | 0.851 | 0.891 |
| 21 | 10.50 | 9.0933 | 11.25 | 11.40 | 11.10 | 10.05 | 0.812 | 0.828 | 0.852 | 0.892 |
| 22 | 11.00 | 9.5263 | 11.75 | 11.90 | 11.60 | 10.55 | 0.812 | 0.828 | 0.852 | 0.892 |
| 23 | 11.50 | 9.9593 | 12.25 | 12.40 | 12.10 | 11.05 | 0.812 | 0.828 | 0.853 | 0.893 |
| 24 | 12.00 | 10.3923 | 12.75 | 12.90 | 12.60 | 11.55 | 0.812 | 0.829 | 0.853 | 0.894 |
| 25 | 12.50 | 10.8253 | 13.25 | 13.40 | 13.10 | 12.05 | 0.813 | 0.829 | 0.853 | 0.894 |
| 26 | 13.00 | 11.2583 | 13.75 | 13.90 | 13.60 | 12.54 | 0.813 | 0.829 | 0.854 | 0.895 |
| 27 | 13.50 | 11.6913 | 14.25 | 14.40 | 14.10 | 13.04 | 0.813 | 0.829 | 0.854 | 0.895 |
| 28 | 14.00 | 12.1244 | 14.75 | 14.90 | 14.60 | 13.54 | 0.813 | 0.830 | 0.854 | 0.896 |
| 29 | 14.50 | 12.5574 | 15.25 | 15.40 | 15.10 | 14.04 | 0.813 | 0.830 | 0.855 | 0.896 |
| 30 | 15.00 | 12.9904 | 15.75 | 15.90 | 15.60 | 14.54 | 0.813 | 0.830 | 0.855 | 0.897 |
| 31 | 15.50 | 13.4234 | 16.25 | 16.40 | 16.10 | 15.04 | 0.813 | 0.830 | 0.855 | 0.897 |
| 32 | 16.00 | 13.8564 | 16.75 | 16.90 | 16.60 | 15.54 | 0.814 | 0.830 | 0.856 | 0.898 |
| 33 | 16.50 | 14.2894 | 17.25 | 17.40 | 17.10 | 16.03 | 0.814 | 0.831 | 0.856 | 0.898 |
| 34 | 17.00 | 14.7224 | 17.75 | 17.90 | 17.60 | 16.53 | 0.814 | 0.831 | 0.856 | 0.899 |
| 35 | 17.50 | 15.1554 | 18.25 | 18.40 | 18.10 | 17.03 | 0.814 | 0.831 | 0.857 | 0.899 |
| 36 | 18.00 | 15.5885 | 18.75 | 18.90 | 19.60 | 17.53 | 0.814 | 0.831 | 0.857 | 0.900 |
| 37 | 18.50 | 16.0215 | 19.25 | 19.40 | 19.10 | 18.03 | 0.814 | 0.831 | 0.857 | 0.900 |
| 38 | 19.00 | 16.4545 | 19.75 | 19.90 | 19.30 | 18.53 | 0.814 | 0.832 | 0.857 | 0.901 |
| 39 | 19.50 | 16.8875 | 20.25 | 20.40 | 20.10 | 19.03 | 0.814 | 0.832 | 0.858 | 0.901 |
| 40 | 20.00 | 17.3205 | 20.75 | 20.90 | 20.50 | 19.53 | 0.814 | 0.832 | 0.858 | 0.902 |
| 41 | 20.50 | 17.7535 | 21.25 | 21.40 | 21.10 | 20.03 | 0.815 | 0.832 | 0.858 | 0.902 |
| 42 | 21.00 | 18.1865 | 21.75 | 21.90 | 21.60 | 20.53 | 0.815 | 0.832 | 0.859 | 0.902 |
| 43 | 21.50 | 18.6195 | 22.25 | 22.40 | 22.10 | 21.03 | 0.815 | 0.832 | 0.859 | 0.903 |
| 44 | 22.00 | 19.0526 | 22.75 | 22.90 | 22.50 | 21.53 | 0.815 | 0.833 | 0.859 | 0.903 |
| 45 | 22.50 | 19.4856 | 23.25 | 23.40 | 23.10 | 22.02 | 0.815 | 0.833 | 0.859 | 0.904 |
| 46 | 23.00 | 19.9186 | 23.75 | 23.90 | 23.60 | 22.52 | 0.815 | 0.833 | 0.860 | 0.904 |
| 47 | 23.50 | 20.3516 | 24.25 | 24.40 | 24.10 | 23.02 | 0.815 | 0.833 | 0.860 | 0.904 |
| 48 | 24.00 | 20.7846 | 24.75 | 24.90 | 24.60 | 23.52 | 0.815 | 0.833 | 0.860 | 0.905 |
| 49 | 24.50 | 21.2176 | 25.25 | 25.40 | 25.10 | 24.02 | 0.815 | 0.833 | 0.860 | 0.905 |
| 50 | 25.00 | 21.6506 | 25.75 | 25.90 | 25.60 | 24.52 | 0.815 | 0.833 | 0.861 | 0.906 |
| 51 | 25.50 | 22.0836 | 26.25 | 26.40 | 26.10 | 25.02 | 0.816 | 0.834 | 0.861 | 0.906 |
| 52 | 26.00 | 22.5167 | 26.75 | 26.90 | 26.60 | 25.52 | 0.816 | 0.834 | 0.861 | 0.906 |
| 53 | 26.50 | 22.9497 | 27.25 | 27.40 | 27.10 | 26.02 | 0.816 | 0.834 | 0.861 | 0.907 |
| 54 | 27.00 | 23.3827 | 27.75 | 27.90 | 27.60 | 26.52 | 0.816 | 0.834 | 0.861 | 0.907 |
| 55 | 27.50 | 23.8157 | 28.25 | 28.40 | 28.10 | 27.02 | 0.816 | 0.834 | 0.862 | 0.907 |

**表 7.4-36　30°内花键**

模数 $m=0.75$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=E=1.178$　（mm）

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{si}$ | | 渐开线终止圆直径 $D_{Fimin}$ | 小径 $D_{ii}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 平齿根 | 圆齿根 | | | 4H | 5H | 6H | 7H |
| 10 | 7.50 | 6.4952 | 8.62 | 8.85 | 8.40 | 6.93 | 1.206 | 1.223 | 1.248 | 1.290 |
| 11 | 8.25 | 7.1447 | 9.38 | 9.60 | 9.15 | 7.66 | 1.206 | 1.283 | 1.249 | 1.291 |
| 12 | 9.00 | 7.7942 | 10.12 | 10.35 | 9.90 | 8.40 | 1.207 | 1.224 | 1.249 | 1.292 |
| 13 | 9.75 | 8.4437 | 10.88 | 11.10 | 10.65 | 9.14 | 1.207 | 1.224 | 1.250 | 1.293 |
| 14 | 10.50 | 9.0933 | 11.62 | 11.85 | 11.40 | 9.88 | 1.207 | 1.225 | 1.251 | 1.294 |
| 15 | 11.25 | 9.7428 | 12.38 | 12.60 | 12.15 | 10.62 | 1.207 | 1.225 | 1.251 | 1.295 |
| 16 | 12.00 | 10.3923 | 13.12 | 13.35 | 12.90 | 11.36 | 1.208 | 1.225 | 1.252 | 1.296 |
| 17 | 12.75 | 11.0418 | 13.88 | 14.10 | 13.65 | 12.10 | 1.208 | 1.226 | 1.252 | 1.297 |
| 18 | 13.50 | 11.6913 | 14.62 | 14.85 | 14.40 | 12.85 | 1.208 | 1.226 | 1.253 | 1.298 |
| 19 | 14.25 | 12.3409 | 15.38 | 15.60 | 15.15 | 13.59 | 1.208 | 1.226 | 1.253 | 1.299 |
| 20 | 15.00 | 12.9904 | 16.12 | 16.35 | 15.90 | 14.34 | 1.208 | 1.227 | 1.254 | 1.299 |
| 21 | 15.75 | 13.6399 | 16.88 | 17.10 | 16.65 | 15.08 | 1.209 | 1.227 | 1.254 | 1.300 |
| 22 | 16.50 | 14.2894 | 17.62 | 17.85 | 17.40 | 15.83 | 1.209 | 1.227 | 1.255 | 1.301 |
| 23 | 17.25 | 14.9389 | 18.38 | 18.60 | 18.15 | 16.57 | 1.209 | 1.227 | 1.255 | 1.302 |
| 24 | 18.00 | 15.5885 | 19.12 | 19.35 | 18.90 | 17.32 | 1.209 | 1.228 | 1.256 | 1.302 |
| 25 | 18.75 | 16.2380 | 19.88 | 20.10 | 19.65 | 18.07 | 1.209 | 1.228 | 1.256 | 1.303 |
| 26 | 19.50 | 16.8875 | 20.62 | 20.85 | 20.40 | 18.82 | 1.209 | 1.228 | 1.257 | 1.304 |
| 27 | 20.25 | 17.5370 | 21.38 | 21.60 | 21.15 | 19.56 | 1.210 | 1.229 | 1.257 | 1.304 |
| 28 | 21.00 | 18.1865 | 22.12 | 22.35 | 21.90 | 20.31 | 1.210 | 1.229 | 1.257 | 1.305 |
| 29 | 21.75 | 18.8361 | 22.88 | 23.10 | 22.65 | 21.06 | 1.210 | 1.229 | 1.258 | 1.305 |
| 30 | 22.50 | 19.4856 | 23.62 | 23.85 | 23.40 | 21.81 | 1.210 | 1.229 | 1.258 | 1.306 |
| 31 | 23.25 | 20.1351 | 24.38 | 24.60 | 24.15 | 22.55 | 1.210 | 1.230 | 1.258 | 1.307 |
| 32 | 24.00 | 20.7846 | 25.12 | 25.35 | 24.90 | 23.30 | 1.210 | 1.230 | 1.259 | 1.307 |
| 33 | 24.75 | 21.4341 | 25.88 | 26.10 | 25.65 | 24.05 | 1.211 | 1.230 | 1.259 | 1.308 |
| 34 | 25.50 | 22.0836 | 26.62 | 26.85 | 26.40 | 24.80 | 1.211 | 1.230 | 1.259 | 1.308 |
| 35 | 26.25 | 22.7332 | 27.38 | 27.60 | 27.15 | 25.55 | 1.211 | 1.230 | 1.260 | 1.309 |
| 36 | 27.00 | 23.3827 | 28.12 | 28.35 | 27.90 | 26.30 | 1.211 | 1.231 | 1.260 | 1.309 |
| 37 | 27.75 | 24.6322 | 28.88 | 29.10 | 28.65 | 27.05 | 1.211 | 1.231 | 1.260 | 1.310 |
| 38 | 28.50 | 24.6817 | 29.62 | 29.85 | 29.40 | 27.79 | 1.211 | 1.231 | 1.261 | 1.310 |
| 39 | 29.25 | 25.3312 | 30.38 | 30.60 | 30.15 | 28.54 | 1.211 | 1.231 | 1.261 | 1.311 |
| 40 | 30.00 | 25.9808 | 31.12 | 31.35 | 30.90 | 29.29 | 1.211 | 1.231 | 1.261 | 1.311 |
| 41 | 30.75 | 26.6303 | 31.88 | 32.10 | 31.65 | 30.04 | 1.212 | 1.232 | 1.262 | 1.312 |
| 42 | 31.50 | 27.2798 | 32.62 | 32.85 | 32.40 | 30.79 | 1.212 | 1.232 | 1.262 | 1.312 |
| 43 | 32.25 | 27.9293 | 33.38 | 33.60 | 33.15 | 31.54 | 1.212 | 1.232 | 1.262 | 1.313 |
| 44 | 33.00 | 28.5788 | 34.12 | 34.35 | 33.90 | 32.29 | 1.212 | 1.232 | 1.263 | 1.313 |
| 45 | 33.75 | 29.2284 | 34.88 | 35.10 | 34.65 | 33.04 | 1.212 | 1.232 | 1.263 | 1.314 |
| 46 | 34.50 | 29.8779 | 35.62 | 35.85 | 35.40 | 33.79 | 1.212 | 1.233 | 1.263 | 1.314 |
| 47 | 35.25 | 30.5274 | 36.38 | 36.60 | 36.15 | 34.54 | 1.212 | 1.233 | 1.264 | 1.315 |
| 48 | 36.00 | 31.1769 | 37.12 | 37.35 | 36.90 | 35.28 | 1.212 | 1.233 | 1.264 | 1.315 |
| 49 | 36.75 | 31.8264 | 37.88 | 38.10 | 37.65 | 36.03 | 1.212 | 1.233 | 1.264 | 1.316 |
| 50 | 37.50 | 32.4760 | 38.62 | 38.85 | 38.40 | 36.78 | 1.213 | 1.233 | 1.264 | 1.316 |
| 51 | 38.25 | 33.1255 | 39.38 | 39.60 | 39.15 | 37.53 | 1.213 | 1.233 | 1.265 | 1.317 |
| 52 | 39.00 | 33.7750 | 40.12 | 40.35 | 39.90 | 38.28 | 1.213 | 1.234 | 1.265 | 1.317 |
| 53 | 39.75 | 34.4245 | 40.88 | 41.10 | 40.65 | 39.03 | 1.213 | 1.234 | 1.265 | 1.317 |
| 54 | 40.50 | 35.0740 | 41.62 | 41.85 | 41.40 | 39.78 | 1.213 | 1.234 | 1.265 | 1.318 |
| 55 | 41.25 | 35.7236 | 42.38 | 42.60 | 42.15 | 40.53 | 1.213 | 1.234 | 1.266 | 1.318 |

**表 7.4-37　30°内花键**

模数 $m=1$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=E=1.571$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ei}$ | | 渐开线终止圆直径 $D_{Fi\min}$ | 小径 $D_{ri}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{i\max}=E_{V\min}-(T+\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 平齿根 | 圆齿根 | | | 4H | 5H | 6H | 7H |
| 10 | 10.00 | 8.6603 | 11.50 | 11.80 | 11.20 | 9.24 | 1.602 | 1.620 | 1.648 | 1.694 |
| 11 | 11.00 | 9.5263 | 12.50 | 12.80 | 12.20 | 10.22 | 1.602 | 1.621 | 1.649 | 1.695 |
| 12 | 12.00 | 10.3923 | 13.50 | 13.80 | 13.20 | 11.20 | 1.602 | 1.621 | 1.649 | 1.696 |
| 13 | 13.00 | 11.2583 | 14.50 | 14.80 | 14.20 | 12.18 | 1.602 | 1.622 | 1.650 | 1.698 |
| 14 | 14.00 | 12.1244 | 15.50 | 15.80 | 15.20 | 13.17 | 1.603 | 1.622 | 1.651 | 1.699 |
| 15 | 15.00 | 12.9904 | 16.50 | 16.80 | 16.20 | 14.16 | 1.603 | 1.622 | 1.651 | 1.700 |
| 16 | 16.00 | 13.8564 | 17.50 | 17.80 | 17.20 | 15.15 | 1.603 | 1.623 | 1.652 | 1.701 |
| 17 | 17.00 | 14.7224 | 18.50 | 18.80 | 18.20 | 16.14 | 1.604 | 1.623 | 1.653 | 1.702 |
| 18 | 18.00 | 15.5885 | 19.50 | 19.80 | 19.20 | 17.13 | 1.604 | 1.624 | 1.653 | 1.703 |
| 19 | 19.00 | 16.4545 | 20.50 | 20.80 | 20.20 | 18.12 | 1.604 | 1.624 | 1.654 | 1.704 |
| 20 | 20.00 | 17.3205 | 21.50 | 21.80 | 21.20 | 19.11 | 1.604 | 1.624 | 1.654 | 1.704 |
| 21 | 21.00 | 18.1865 | 22.50 | 22.80 | 22.20 | 20.11 | 1.604 | 1.625 | 1.655 | 1.705 |
| 22 | 22.00 | 19.0526 | 23.50 | 23.80 | 23.20 | 21.10 | 1.605 | 1.625 | 1.655 | 1.706 |
| 23 | 23.00 | 19.9186 | 24.50 | 24.80 | 24.20 | 22.10 | 1.605 | 1.625 | 1.656 | 1.707 |
| 24 | 24.00 | 20.7846 | 25.50 | 25.80 | 25.20 | 23.09 | 1.605 | 1.626 | 1.656 | 1.708 |
| 25 | 25.00 | 21.6506 | 26.50 | 26.80 | 26.20 | 24.09 | 1.605 | 1.626 | 1.657 | 1.708 |
| 26 | 26.00 | 22.5167 | 27.50 | 27.80 | 27.20 | 25.09 | 1.605 | 1.626 | 1.657 | 1.709 |
| 27 | 27.00 | 23.3827 | 28.50 | 28.80 | 28.20 | 26.08 | 1.606 | 1.626 | 1.658 | 1.710 |
| 28 | 28.00 | 24.2487 | 29.50 | 28.80 | 29.20 | 27.08 | 1.606 | 1.627 | 1.658 | 1.711 |
| 29 | 29.00 | 25.1147 | 30.50 | 30.80 | 30.20 | 28.08 | 1.606 | 1.627 | 1.659 | 1.711 |
| 30 | 30.00 | 25.9808 | 31.50 | 31.80 | 31.20 | 29.07 | 1.606 | 1.627 | 1.659 | 1.712 |
| 31 | 31.00 | 26.8468 | 32.50 | 32.80 | 32.20 | 30.07 | 1.606 | 1.627 | 1.659 | 1.713 |
| 32 | 32.00 | 27.7128 | 33.50 | 33.80 | 33.20 | 31.07 | 1.606 | 1.628 | 1.660 | 1.713 |
| 33 | 33.00 | 28.5788 | 34.50 | 34.80 | 34.20 | 32.07 | 1.607 | 1.628 | 1.660 | 1.714 |
| 34 | 34.00 | 29.4449 | 35.50 | 35.80 | 35.20 | 33.07 | 1.607 | 1.628 | 1.661 | 1.714 |
| 35 | 35.00 | 30.3109 | 36.50 | 36.80 | 36.20 | 34.06 | 1.607 | 1.628 | 1.661 | 1.715 |
| 36 | 36.00 | 31.1769 | 37.50 | 37.80 | 37.20 | 35.06 | 1.607 | 1.629 | 1.661 | 1.716 |
| 37 | 37.00 | 32.0429 | 38.50 | 38.80 | 38.20 | 36.06 | 1.607 | 1.629 | 1.662 | 1.716 |
| 38 | 38.00 | 32.9090 | 39.50 | 39.80 | 39.20 | 37.06 | 1.607 | 1.629 | 1.662 | 1.717 |
| 39 | 39.00 | 33.7750 | 40.50 | 40.80 | 40.20 | 38.06 | 1.607 | 1.629 | 1.662 | 1.717 |
| 40 | 40.00 | 34.6410 | 41.50 | 41.80 | 41.20 | 39.06 | 1.608 | 1.630 | 1.663 | 1.718 |
| 41 | 41.00 | 35.5070 | 42.50 | 42.80 | 42.20 | 40.05 | 1.608 | 1.630 | 1.663 | 1.718 |
| 42 | 42.00 | 36.3731 | 43.50 | 43.80 | 43.20 | 41.05 | 1.608 | 1.630 | 1.663 | 1.719 |
| 43 | 43.00 | 37.2391 | 44.50 | 44.80 | 44.20 | 42.05 | 1.608 | 1.630 | 1.664 | 1.720 |
| 44 | 44.00 | 38.1051 | 45.50 | 45.80 | 45.20 | 43.05 | 1.608 | 1.630 | 1.664 | 1.720 |
| 45 | 45.00 | 38.9711 | 46.50 | 46.80 | 46.20 | 44.05 | 1.608 | 1.631 | 1.664 | 1.721 |
| 46 | 46.00 | 39.8372 | 47.50 | 47.80 | 47.20 | 45.05 | 1.608 | 1.631 | 1.665 | 1.721 |
| 47 | 47.00 | 40.7032 | 48.50 | 48.80 | 48.20 | 46.05 | 1.608 | 1.631 | 1.665 | 1.722 |
| 48 | 48.00 | 41.5692 | 49.50 | 49.80 | 49.20 | 47.05 | 1.609 | 1.631 | 1.665 | 1.722 |
| 49 | 49.00 | 42.4352 | 50.50 | 50.80 | 50.20 | 48.05 | 1.609 | 1.632 | 1.666 | 1.723 |
| 50 | 50.00 | 43.3013 | 51.50 | 51.80 | 51.20 | 49.04 | 1.609 | 1.632 | 1.666 | 1.723 |
| 51 | 51.00 | 44.1673 | 52.50 | 52.80 | 52.20 | 50.04 | 1.609 | 1.632 | 1.666 | 1.724 |
| 52 | 52.00 | 45.0333 | 53.50 | 53.80 | 53.20 | 51.04 | 1.609 | 1.632 | 1.667 | 1.724 |
| 53 | 53.00 | 45.8993 | 54.50 | 54.80 | 54.20 | 52.04 | 1.609 | 1.632 | 1.667 | 1.724 |
| 54 | 54.00 | 46.7654 | 55.50 | 55.80 | 55.20 | 53.04 | 1.609 | 1.632 | 1.667 | 1.725 |
| 55 | 55.00 | 47.6314 | 56.50 | 56.80 | 56.20 | 54.04 | 1.609 | 1.633 | 1.667 | 1.725 |

**表 7.4-38　30°内花键**

模数 $m=1.25$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=E=1.963$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ai}$ | | 渐开线终止圆直径 $D_{F1\min}$ | 小径 $D_{fi}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{\max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 平齿根 | 圆齿根 | | | 4H | 5H | 6H | 7H |
| 10 | 12.50 | 10.8253 | 14.38 | 14.75 | 14.00 | 11.55 | 1.997 | 2.017 | 2.046 | 2.096 |
| 11 | 13.75 | 11.9079 | 15.62 | 16.00 | 15.25 | 12.77 | 1.997 | 2.017 | 2.047 | 2.098 |
| 12 | 15.00 | 12.9904 | 16.88 | 17.25 | 16.50 | 14.00 | 1.997 | 2.018 | 2.048 | 2.099 |
| 13 | 16.25 | 14.0729 | 18.12 | 18.50 | 17.75 | 15.23 | 1.998 | 2.018 | 2.049 | 2.100 |
| 14 | 17.50 | 15.1554 | 19.38 | 19.75 | 19.00 | 16.46 | 1.998 | 2.019 | 2.050 | 2.101 |
| 15 | 18.75 | 16.2380 | 20.62 | 21.00 | 20.25 | 17.69 | 1.998 | 2.019 | 2.050 | 2.103 |
| 16 | 20.00 | 17.3205 | 21.88 | 22.25 | 21.50 | 18.93 | 1.999 | 2.020 | 2.051 | 2.104 |
| 17 | 21.25 | 18.4030 | 23.12 | 23.50 | 22.75 | 20.17 | 1.999 | 2.020 | 2.052 | 2.105 |
| 18 | 22.50 | 19.4856 | 24.38 | 24.75 | 24.00 | 21.41 | 1.999 | 2.020 | 2.052 | 2.106 |
| 19 | 23.75 | 20.5681 | 25.62 | 26.00 | 25.25 | 22.65 | 1.999 | 2.021 | 2.053 | 2.107 |
| 20 | 25.00 | 21.6506 | 26.88 | 27.25 | 26.50 | 23.89 | 2.000 | 2.021 | 2.054 | 2.108 |
| 21 | 26.25 | 22.7332 | 28.12 | 28.50 | 27.75 | 25.14 | 2.000 | 2.022 | 2.054 | 2.109 |
| 22 | 27.50 | 23.8157 | 29.38 | 29.75 | 29.00 | 26.38 | 2.000 | 2.022 | 2.055 | 2.109 |
| 23 | 28.75 | 24.8982 | 30.62 | 31.00 | 30.25 | 37.62 | 2.000 | 2.022 | 2.055 | 2.110 |
| 24 | 30.00 | 25.9808 | 31.88 | 32.25 | 31.50 | 28.87 | 2.000 | 2.023 | 2.056 | 2.111 |
| 25 | 31.25 | 27.0633 | 33.12 | 33.50 | 32.75 | 30.11 | 2.001 | 2.023 | 2.056 | 2.112 |
| 26 | 32.50 | 28.1458 | 34.38 | 34.75 | 34.00 | 31.36 | 2.001 | 2.023 | 2.057 | 2.113 |
| 27 | 33.75 | 29.2284 | 35.62 | 36.00 | 35.25 | 32.60 | 2.001 | 2.023 | 2.057 | 2.113 |
| 28 | 35.00 | 30.3109 | 36.88 | 37.25 | 36.50 | 33.85 | 2.001 | 2.024 | 2.058 | 2.114 |
| 29 | 36.25 | 31.3934 | 38.12 | 38.50 | 37.75 | 35.10 | 2.001 | 2.024 | 2.058 | 2.115 |
| 30 | 37.50 | 32.4760 | 39.38 | 39.75 | 39.00 | 36.34 | 2.002 | 2.024 | 2.059 | 2.116 |
| 31 | 38.75 | 33.5585 | 40.62 | 41.00 | 40.25 | 37.59 | 2.002 | 2.025 | 2.059 | 2.116 |
| 32 | 40.00 | 34.6410 | 41.88 | 42.25 | 41.50 | 38.84 | 2.002 | 2.025 | 2.060 | 2.117 |
| 33 | 41.25 | 35.7236 | 43.12 | 43.50 | 42.75 | 40.08 | 2.002 | 2.025 | 2.060 | 2.118 |
| 34 | 42.50 | 36.8061 | 44.38 | 44.75 | 44.00 | 41.33 | 2.002 | 2.025 | 2.060 | 2.118 |
| 35 | 43.75 | 37.8886 | 45.62 | 46.00 | 45.25 | 42.58 | 2.002 | 2.026 | 2.061 | 2.119 |
| 36 | 45.00 | 38.9711 | 46.88 | 47.25 | 46.50 | 43.83 | 2.003 | 2.026 | 2.061 | 2.120 |
| 37 | 46.25 | 40.0537 | 48.12 | 48.50 | 47.75 | 45.08 | 2.003 | 2.026 | 2.062 | 2.120 |
| 38 | 47.50 | 41.1362 | 49.38 | 40.75 | 49.00 | 46.32 | 2.003 | 2.027 | 2.062 | 2.121 |
| 39 | 48.75 | 42.2187 | 50.62 | 51.00 | 50.25 | 47.57 | 2.003 | 2.027 | 2.062 | 2.122 |
| 40 | 50.00 | 43.3013 | 51.88 | 52.25 | 51.50 | 48.82 | 2.003 | 2.027 | 2.063 | 2.122 |
| 41 | 51.25 | 44.3838 | 53.12 | 53.50 | 52.75 | 50.07 | 2.003 | 2.027 | 2.063 | 2.123 |
| 42 | 52.50 | 45.4663 | 54.38 | 54.75 | 54.00 | 51.32 | 2.003 | 2.027 | 2.063 | 2.123 |
| 43 | 53.75 | 46.5489 | 55.62 | 56.00 | 55.25 | 52.56 | 2.004 | 2.028 | 2.064 | 2.124 |
| 44 | 55.00 | 47.6314 | 56.88 | 57.25 | 56.50 | 53.81 | 2.004 | 2.028 | 2.064 | 2.125 |
| 45 | 56.25 | 48.7139 | 58.12 | 58.50 | 57.75 | 55.06 | 2.004 | 2.028 | 2.065 | 2.125 |
| 46 | 57.50 | 49.7965 | 59.38 | 59.75 | 59.00 | 56.31 | 2.004 | 2.028 | 2.065 | 2.126 |
| 47 | 58.75 | 50.8790 | 60.62 | 61.00 | 60.25 | 57.56 | 2.004 | 2.029 | 2.065 | 2.126 |
| 48 | 60.00 | 51.9615 | 61.88 | 62.25 | 61.50 | 58.81 | 2.004 | 2.029 | 2.066 | 2.127 |
| 49 | 61.25 | 53.0441 | 63.12 | 63.50 | 62.75 | 60.06 | 2.004 | 2.029 | 2.066 | 2.127 |
| 50 | 62.50 | 54.1266 | 64.38 | 64.75 | 64.00 | 61.31 | 2.005 | 2.029 | 2.066 | 2.128 |
| 51 | 63.75 | 55.2091 | 65.62 | 66.00 | 65.25 | 62.55 | 2.005 | 2.029 | 2.067 | 2.128 |
| 52 | 65.00 | 56.2917 | 66.88 | 67.25 | 66.50 | 63.80 | 2.005 | 2.030 | 2.067 | 2.129 |
| 53 | 66.25 | 57.3742 | 68.12 | 68.50 | 67.75 | 65.05 | 2.005 | 2.030 | 2.067 | 2.129 |
| 54 | 67.50 | 58.4567 | 69.38 | 69.75 | 69.00 | 66.30 | 2.005 | 2.030 | 2.068 | 2.130 |
| 55 | 68.75 | 59.5393 | 70.62 | 71.00 | 70.25 | 67.55 | 2.005 | 2.030 | 2.068 | 2.130 |

**表 7-4-39　30°内花键**

模数 $m=1.5$　作用齿槽宽最小值 $E_{Vmin}=E=2.356$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ei}$ | | 渐开线终止圆直径 $D_{Fimin}$ | 小径 $D_{ii}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{max}=E_{Vmin}+(T+\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 平齿根 | 圆齿根 | | | 4H | 5H | 6H | 7H |
| 10 | 15.00 | 12.9904 | 17.25 | 17.70 | 16.80 | 13.86 | 2.391 | 2.413 | 2.444 | 2.497 |
| 11 | 16.50 | 14.2894 | 18.75 | 19.20 | 18.30 | 15.33 | 2.392 | 2.413 | 2.445 | 2.499 |
| 12 | 18.00 | 15.5885 | 20.25 | 20.70 | 19.80 | 16.80 | 2.392 | 2.414 | 2.446 | 2.500 |
| 13 | 19.50 | 16.8875 | 21.75 | 22.20 | 21.30 | 18.27 | 2.393 | 2.414 | 2.447 | 2.502 |
| 14 | 21.00 | 18.1865 | 23.25 | 23.70 | 22.80 | 19.75 | 2.393 | 2.415 | 2.448 | 2.503 |
| 15 | 22.50 | 19.4856 | 24.75 | 25.20 | 24.30 | 21.23 | 2.393 | 2.415 | 2.449 | 2.504 |
| 16 | 24.00 | 20.7846 | 26.25 | 26.70 | 25.80 | 22.72 | 2.393 | 2.416 | 2.449 | 2.505 |
| 17 | 25.50 | 22.0836 | 27.75 | 28.20 | 27.30 | 24.20 | 2.394 | 2.416 | 2.450 | 2.506 |
| 18 | 27.00 | 23.3827 | 29.25 | 29.70 | 28.80 | 25.69 | 2.394 | 2.417 | 2.451 | 2.507 |
| 19 | 28.50 | 24.6817 | 30.75 | 31.20 | 30.30 | 27.18 | 2.394 | 2.417 | 2.451 | 2.509 |
| 20 | 30.00 | 25.9808 | 32.25 | 32.70 | 31.80 | 28.67 | 2.395 | 2.418 | 2.452 | 2.510 |
| 21 | 31.50 | 27.2798 | 33.75 | 34.20 | 33.30 | 30.16 | 2.395 | 2.418 | 2.453 | 2.510 |
| 22 | 33.00 | 28.5788 | 35.25 | 35.70 | 34.80 | 31.66 | 2.395 | 2.418 | 2.453 | 2.511 |
| 23 | 34.50 | 29.8779 | 36.75 | 37.20 | 36.30 | 33.15 | 2.395 | 2.419 | 2.454 | 2.512 |
| 24 | 36.00 | 31.1769 | 38.25 | 38.70 | 37.80 | 34.64 | 2.395 | 2.419 | 2.454 | 2.513 |
| 25 | 37.50 | 32.4760 | 39.75 | 40.20 | 39.30 | 36.14 | 2.396 | 2.419 | 2.455 | 2.514 |
| 26 | 39.00 | 33.7750 | 41.25 | 41.70 | 40.80 | 37.63 | 2.396 | 2.420 | 2.455 | 2.515 |
| 27 | 40.50 | 35.0740 | 42.75 | 43.20 | 42.30 | 39.13 | 2.396 | 2.420 | 2.456 | 2.516 |
| 28 | 42.00 | 36.3731 | 44.25 | 44.70 | 43.80 | 40.62 | 2.396 | 2.420 | 2.456 | 2.517 |
| 29 | 43.50 | 37.6721 | 45.75 | 46.20 | 45.30 | 42.12 | 2.397 | 2.421 | 2.457 | 2.517 |
| 30 | 45.00 | 38.9711 | 47.25 | 47.70 | 46.80 | 43.61 | 2.397 | 2.421 | 2.457 | 2.518 |
| 31 | 46.50 | 40.2702 | 48.75 | 49.20 | 48.30 | 45.11 | 2.397 | 2.421 | 2.458 | 2.519 |
| 32 | 48.00 | 41.5692 | 50.25 | 50.70 | 49.80 | 46.61 | 2.397 | 2.422 | 2.458 | 2.520 |
| 33 | 49.50 | 42.8683 | 51.75 | 52.20 | 51.30 | 48.10 | 2.397 | 2.422 | 2.459 | 2.520 |
| 34 | 51.00 | 44.1673 | 53.25 | 53.70 | 52.80 | 49.60 | 2.397 | 2.422 | 2.459 | 2.521 |
| 35 | 52.50 | 45.4663 | 54.75 | 55.20 | 54.30 | 51.10 | 2.398 | 2.422 | 2.460 | 2.522 |
| 36 | 54.00 | 46.7654 | 56.25 | 56.70 | 55.80 | 52.59 | 2.398 | 2.423 | 2.460 | 2.523 |
| 37 | 55.50 | 48.0644 | 57.75 | 58.20 | 57.30 | 54.09 | 2.398 | 2.423 | 2.461 | 2.523 |
| 38 | 57.00 | 49.3635 | 59.25 | 59.70 | 58.80 | 55.59 | 2.398 | 2.423 | 2.461 | 2.524 |
| 39 | 58.50 | 50.6625 | 60.75 | 61.20 | 60.30 | 57.09 | 2.398 | 2.424 | 2.461 | 2.525 |
| 40 | 60.00 | 51.9615 | 62.25 | 62.70 | 61.80 | 58.58 | 2.398 | 2.424 | 2.462 | 2.525 |
| 41 | 61.50 | 53.2606 | 63.75 | 64.20 | 63.30 | 60.08 | 2.399 | 2.424 | 2.462 | 2.526 |
| 42 | 63.00 | 54.5596 | 65.25 | 65.70 | 64.80 | 61.58 | 2.399 | 2.424 | 2.463 | 2.527 |
| 43 | 64.50 | 55.8586 | 66.75 | 67.20 | 66.30 | 63.08 | 2.399 | 2.425 | 2.463 | 2.527 |
| 44 | 66.00 | 57.1577 | 68.25 | 68.70 | 67.80 | 64.58 | 2.399 | 2.425 | 2.463 | 2.528 |
| 45 | 67.50 | 58.4567 | 69.75 | 70.20 | 69.30 | 66.07 | 2.399 | 2.425 | 2.464 | 2.528 |
| 46 | 69.00 | 59.7558 | 71.25 | 71.70 | 70.80 | 67.57 | 2.399 | 2.425 | 2.464 | 2.529 |
| 47 | 70.50 | 61.0548 | 72.75 | 73.20 | 72.30 | 69.07 | 2.400 | 2.426 | 2.465 | 2.530 |
| 48 | 72.00 | 62.3538 | 74.25 | 74.70 | 73.80 | 70.57 | 2.400 | 2.426 | 2.465 | 2.530 |
| 49 | 73.50 | 63.6529 | 75.75 | 76.20 | 75.30 | 72.07 | 2.400 | 2.426 | 2.465 | 2.531 |
| 50 | 75.00 | 64.5519 | 77.25 | 77.70 | 76.80 | 73.57 | 2.400 | 2.426 | 2.466 | 2.531 |
| 51 | 76.50 | 66.2509 | 78.75 | 79.20 | 78.30 | 75.07 | 2.400 | 2.426 | 2.466 | 2.532 |
| 52 | 78.00 | 67.5500 | 80.25 | 80.70 | 79.80 | 76.56 | 2.400 | 2.427 | 2.466 | 2.532 |
| 53 | 79.50 | 68.8490 | 81.75 | 82.20 | 81.30 | 78.06 | 2.400 | 2.427 | 2.467 | 2.533 |
| 54 | 81.00 | 70.1481 | 83.25 | 83.70 | 82.80 | 79.56 | 2.401 | 2.427 | 2.467 | 2.534 |
| 55 | 82.50 | 71.4471 | 84.75 | 85.20 | 84.30 | 81.06 | 2.401 | 2.427 | 2.467 | 2.534 |

**表 7.4-40　30°内花键**

模数 $m=1.75$　作用齿槽宽最小值 $E_{Vmin}=E=2.749$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ei}$ | | 渐开线终止圆直径 $D_{Fimin}$ | 小径 $D_{ii}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{max}=E_{Vmin}+(T+\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 平齿根 | 圆齿根 | | | 4H | 5H | 6H | 7H |
| 10 | 17.50 | 15.1554 | 20.12 | 20.65 | 19.60 | 16.17 | 2.786 | 2.808 | 2.842 | 2.898 |
| 11 | 19.25 | 16.6710 | 21.88 | 22.40 | 21.35 | 17.88 | 2.786 | 2.809 | 2.843 | 2.899 |
| 12 | 21.00 | 18.1865 | 23.62 | 24.15 | 23.10 | 19.60 | 2.787 | 2.810 | 2.844 | 2.901 |
| 13 | 22.75 | 19.7021 | 25.38 | 25.90 | 24.85 | 21.32 | 2.787 | 2.810 | 2.845 | 2.902 |
| 14 | 24.50 | 21.2176 | 27.12 | 27.65 | 26.60 | 23.04 | 2.788 | 2.811 | 2.845 | 2.903 |
| 15 | 26.25 | 22.7332 | 28.88 | 29.40 | 28.35 | 24.77 | 2.788 | 2.811 | 2.846 | 2.905 |
| 16 | 28.00 | 24.2487 | 30.62 | 31.15 | 30.10 | 26.50 | 2.788 | 2.812 | 2.847 | 2.906 |
| 17 | 29.75 | 25.7643 | 32.38 | 32.90 | 31.85 | 28.24 | 2.788 | 2.812 | 2.848 | 2.907 |
| 18 | 31.50 | 27.2798 | 34.12 | 34.65 | 33.60 | 29.97 | 2.789 | 2.813 | 2.849 | 2.908 |
| 19 | 33.25 | 28.7953 | 35.88 | 36.40 | 35.35 | 31.71 | 2.789 | 2.813 | 2.849 | 2.909 |
| 20 | 35.00 | 30.3109 | 37.62 | 38.15 | 37.10 | 33.45 | 2.789 | 2.814 | 2.850 | 2.910 |
| 21 | 36.75 | 31.8264 | 39.38 | 39.90 | 38.85 | 35.19 | 2.790 | 2.814 | 2.851 | 2.912 |
| 22 | 38.50 | 33.3420 | 41.12 | 41.65 | 40.60 | 36.93 | 2.790 | 2.814 | 2.851 | 2.913 |
| 23 | 40.25 | 34.8575 | 42.88 | 43.40 | 42.35 | 38.67 | 2.790 | 2.815 | 2.852 | 2.913 |
| 24 | 42.00 | 36.3731 | 44.62 | 45.15 | 44.10 | 40.42 | 2.790 | 2.815 | 2.852 | 2.914 |
| 25 | 43.75 | 37.8886 | 46.38 | 46.90 | 45.85 | 42.16 | 2.791 | 2.815 | 2.853 | 2.915 |
| 26 | 45.50 | 39.4042 | 48.12 | 48.65 | 47.60 | 43.90 | 2.791 | 2.816 | 2.854 | 2.916 |
| 27 | 47.25 | 40.9197 | 49.88 | 50.40 | 49.35 | 45.65 | 2.791 | 2.816 | 2.854 | 2.917 |
| 28 | 49.00 | 42.4352 | 51.62 | 52.15 | 51.10 | 47.39 | 2.791 | 2.817 | 2.855 | 2.918 |
| 29 | 50.75 | 43.9508 | 53.38 | 53.90 | 52.85 | 49.14 | 2.791 | 2.817 | 2.855 | 2.919 |
| 30 | 52.50 | 45.4663 | 55.12 | 55.65 | 54.60 | 50.88 | 2.792 | 2.817 | 2.856 | 2.920 |
| 31 | 54.25 | 46.9819 | 56.88 | 57.40 | 56.35 | 52.63 | 2.792 | 2.818 | 2.856 | 2.921 |
| 32 | 56.00 | 48.4974 | 58.62 | 59.15 | 58.10 | 54.37 | 2.792 | 2.818 | 2.857 | 2.921 |
| 33 | 57.75 | 50.0130 | 60.38 | 60.90 | 59.85 | 56.12 | 2.792 | 2.818 | 2.857 | 2.922 |
| 34 | 59.50 | 51.5285 | 62.12 | 62.65 | 61.60 | 57.87 | 2.792 | 2.818 | 2.858 | 2.923 |
| 35 | 61.25 | 53.0441 | 63.88 | 64.40 | 63.35 | 59.61 | 2.793 | 2.819 | 2.858 | 2.924 |
| 36 | 63.00 | 54.5596 | 65.62 | 66.15 | 65.10 | 61.36 | 2.793 | 2.819 | 2.859 | 2.924 |
| 37 | 64.75 | 56.0751 | 67.38 | 67.90 | 66.85 | 63.11 | 2.793 | 2.819 | 2.859 | 2.925 |
| 38 | 66.50 | 57.5907 | 69.12 | 69.65 | 68.60 | 64.85 | 2.793 | 2.820 | 2.859 | 2.926 |
| 39 | 68.25 | 59.1062 | 70.88 | 71.40 | 70.35 | 66.60 | 2.793 | 2.820 | 2.860 | 2.926 |
| 40 | 70.00 | 60.6218 | 72.62 | 73.15 | 72.10 | 68.35 | 2.793 | 2.820 | 2.860 | 2.927 |
| 41 | 71.75 | 62.1373 | 74.38 | 74.90 | 73.85 | 70.09 | 2.794 | 2.820 | 2.861 | 2.928 |
| 42 | 73.50 | 63.6529 | 76.12 | 76.65 | 75.60 | 71.84 | 2.794 | 2.821 | 2.861 | 2.929 |
| 43 | 75.25 | 65.1684 | 77.88 | 78.40 | 77.35 | 73.59 | 2.794 | 2.821 | 2.862 | 2.929 |
| 44 | 77.00 | 66.6840 | 79.62 | 80.15 | 79.10 | 75.34 | 2.794 | 2.821 | 2.862 | 2.930 |
| 45 | 78.75 | 68.1995 | 81.38 | 81.90 | 80.85 | 77.09 | 2.794 | 2.822 | 2.862 | 2.930 |
| 46 | 80.50 | 69.7150 | 83.12 | 83.65 | 82.60 | 78.83 | 2.794 | 2.822 | 2.863 | 2.931 |
| 47 | 82.25 | 71.2306 | 84.88 | 85.40 | 84.35 | 80.58 | 2.795 | 2.822 | 2.863 | 2.932 |
| 48 | 84.00 | 72.7461 | 86.62 | 87.15 | 86.10 | 82.33 | 2.795 | 2.822 | 2.864 | 2.932 |
| 49 | 85.75 | 74.2617 | 88.38 | 88.90 | 87.85 | 84.08 | 2.795 | 2.823 | 2.864 | 2.933 |
| 50 | 87.50 | 75.7772 | 90.12 | 90.65 | 89.60 | 85.83 | 2.795 | 2.823 | 2.864 | 2.934 |
| 51 | 89.25 | 77.2928 | 91.88 | 92.40 | 91.35 | 87.58 | 2.795 | 2.823 | 2.865 | 2.934 |
| 52 | 91.00 | 78.8083 | 93.62 | 94.15 | 93.10 | 89.32 | 2.795 | 2.823 | 2.865 | 2.935 |
| 53 | 92.75 | 80.3239 | 95.38 | 95.90 | 94.85 | 91.07 | 2.796 | 2.823 | 2.865 | 2.935 |
| 54 | 94.50 | 81.8394 | 97.12 | 97.65 | 96.60 | 92.82 | 2.796 | 2.824 | 2.866 | 2.936 |
| 55 | 96.25 | 83.3550 | 98.88 | 99.40 | 98.35 | 94.57 | 2.796 | 2.824 | 2.866 | 2.937 |

**表 7.4-41　30°内花键**

模数 $m=2$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=E=3.142$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ei}$ | | 渐开线终止圆直径 $D_{Fi\min}$ | 小径 $D_{ii}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{\max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 平齿根 | 圆齿根 | | | 4H | 5H | 6H | 7H |
| 10 | 20.00 | 17.3205 | 23.00 | 23.60 | 22.40 | 18.48 | 3.180 | 3.204 | 3.239 | 3.297 |
| 11 | 22.00 | 19.0526 | 25.00 | 25.60 | 24.40 | 20.44 | 3.181 | 3.205 | 3.240 | 3.299 |
| 12 | 24.00 | 20.7846 | 27.00 | 27.60 | 26.40 | 22.40 | 3.181 | 3.205 | 3.241 | 3.300 |
| 13 | 26.00 | 22.5167 | 29.00 | 29.60 | 28.40 | 24.36 | 3.182 | 3.206 | 3.242 | 3.302 |
| 14 | 28.00 | 24.2487 | 31.00 | 31.60 | 30.40 | 26.34 | 3.182 | 3.206 | 3.243 | 3.303 |
| 15 | 30.00 | 25.9808 | 33.00 | 33.60 | 32.40 | 28.31 | 3.182 | 3.207 | 3.244 | 3.305 |
| 16 | 32.00 | 27.7128 | 35.00 | 35.60 | 34.40 | 30.29 | 3.183 | 3.207 | 3.244 | 3.306 |
| 17 | 34.00 | 29.4449 | 37.00 | 37.60 | 36.40 | 32.27 | 3.183 | 3.208 | 3.245 | 3.307 |
| 18 | 36.00 | 31.1769 | 39.00 | 39.60 | 38.40 | 34.26 | 3.183 | 3.208 | 3.246 | 3.308 |
| 19 | 38.00 | 32.9090 | 41.00 | 41.60 | 40.40 | 36.24 | 3.184 | 3.209 | 3.247 | 3.310 |
| 20 | 40.00 | 34.6410 | 43.00 | 43.60 | 42.40 | 38.23 | 3.184 | 3.209 | 3.247 | 3.311 |
| 21 | 42.00 | 36.3731 | 45.00 | 45.60 | 44.40 | 40.22 | 3.184 | 3.210 | 3.248 | 3.312 |
| 22 | 44.00 | 38.1051 | 47.00 | 47.60 | 46.40 | 42.21 | 3.184 | 3.210 | 3.249 | 3.313 |
| 23 | 46.00 | 39.8372 | 49.00 | 49.60 | 48.40 | 44.20 | 3.185 | 3.211 | 3.249 | 3.314 |
| 24 | 48.00 | 41.5692 | 51.00 | 51.60 | 50.40 | 46.19 | 3.185 | 3.211 | 3.250 | 3.315 |
| 25 | 50.00 | 43.3013 | 53.00 | 53.60 | 52.40 | 48.18 | 3.185 | 3.211 | 3.251 | 3.316 |
| 26 | 52.00 | 45.0333 | 55.00 | 55.60 | 54.40 | 50.17 | 3.185 | 3.212 | 3.251 | 3.317 |
| 27 | 54.00 | 46.7654 | 57.00 | 57.60 | 56.40 | 52.17 | 3.186 | 3.212 | 3.252 | 3.318 |
| 28 | 56.00 | 48.4974 | 59.00 | 59.60 | 58.40 | 54.16 | 3.186 | 3.212 | 3.252 | 3.319 |
| 29 | 58.00 | 50.2295 | 61.00 | 61.60 | 60.40 | 56.16 | 3.186 | 3.213 | 3.253 | 3.320 |
| 30 | 60.00 | 51.9615 | 63.00 | 63.60 | 62.40 | 58.15 | 3.186 | 3.213 | 3.253 | 3.320 |
| 31 | 62.00 | 53.6936 | 65.00 | 65.60 | 64.40 | 60.14 | 3.187 | 3.213 | 3.254 | 3.321 |
| 32 | 64.00 | 55.4256 | 67.00 | 67.60 | 66.40 | 62.14 | 3.187 | 3.214 | 3.254 | 3.322 |
| 33 | 66.00 | 57.1577 | 69.00 | 69.60 | 68.40 | 64.14 | 3.187 | 3.214 | 3.255 | 3.323 |
| 34 | 68.00 | 58.8897 | 71.00 | 71.60 | 70.40 | 66.13 | 3.187 | 3.214 | 3.255 | 3.324 |
| 35 | 70.00 | 60.6218 | 73.00 | 73.60 | 72.40 | 68.13 | 3.187 | 3.215 | 3.256 | 3.325 |
| 36 | 72.00 | 62.3538 | 75.00 | 75.60 | 74.40 | 70.12 | 3.188 | 3.215 | 3.256 | 3.325 |
| 37 | 74.00 | 64.0859 | 77.00 | 77.60 | 76.40 | 72.12 | 3.188 | 3.215 | 3.257 | 3.326 |
| 38 | 76.00 | 65.8179 | 79.00 | 79.60 | 78.40 | 74.12 | 3.188 | 3.216 | 3.257 | 3.327 |
| 39 | 78.00 | 67.5500 | 81.00 | 81.60 | 80.40 | 76.11 | 3.188 | 3.216 | 3.258 | 3.328 |
| 40 | 80.00 | 69.2820 | 83.00 | 83.60 | 82.40 | 78.11 | 3.188 | 3.216 | 3.258 | 3.328 |
| 41 | 82.00 | 71.0141 | 85.00 | 85.60 | 84.40 | 80.11 | 3.188 | 3.217 | 3.259 | 3.329 |
| 42 | 84.00 | 72.7461 | 87.00 | 87.60 | 86.40 | 82.11 | 3.189 | 3.217 | 3.259 | 3.330 |
| 43 | 86.00 | 74.4782 | 89.00 | 89.60 | 88.40 | 84.10 | 3.189 | 3.217 | 3.260 | 3.330 |
| 44 | 88.00 | 76.2102 | 91.00 | 91.60 | 90.40 | 86.10 | 3.189 | 3.217 | 3.260 | 3.331 |
| 45 | 90.00 | 77.9423 | 93.00 | 93.60 | 92.40 | 88.10 | 3.189 | 3.218 | 3.260 | 3.332 |
| 46 | 92.00 | 79.6743 | 95.00 | 95.60 | 94.40 | 90.10 | 3.189 | 3.218 | 3.261 | 3.332 |
| 47 | 94.00 | 81.4064 | 97.00 | 97.60 | 96.40 | 92.09 | 3.189 | 3.218 | 3.261 | 3.333 |
| 48 | 96.00 | 83.1384 | 99.00 | 99.60 | 98.40 | 94.09 | 3.190 | 3.218 | 3.262 | 3.334 |
| 49 | 98.00 | 84.8705 | 101.00 | 101.60 | 100.40 | 96.09 | 3.190 | 3.219 | 3.262 | 3.334 |
| 50 | 100.00 | 86.6025 | 103.00 | 103.60 | 102.40 | 98.09 | 3.190 | 3.219 | 3.263 | 3.335 |
| 51 | 102.00 | 88.3346 | 105.00 | 105.60 | 104.40 | 100.09 | 3.190 | 3.219 | 3.263 | 3.336 |
| 52 | 104.00 | 90.0666 | 107.00 | 107.60 | 106.40 | 102.09 | 3.190 | 3.219 | 3.263 | 3.336 |
| 53 | 106.00 | 91.7987 | 109.00 | 109.60 | 108.40 | 104.08 | 3.190 | 3.220 | 3.264 | 3.337 |
| 54 | 108.00 | 93.5307 | 111.00 | 111.60 | 110.40 | 106.08 | 3.191 | 3.220 | 3.264 | 3.338 |
| 55 | 110.00 | 95.2628 | 113.00 | 113.60 | 112.40 | 108.08 | 3.191 | 3.220 | 3.264 | 3.338 |

**表 7.4-42　30°内花键**

模数 $m=2.5$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=E=3.927$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ei}$ | | 渐开线终止圆直径 $D_{Fi\min}$ | 小径 $D_{ii}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{\max}=E_{V\min}+(T-\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 平齿根 | 圆齿根 | | | 4H | 5H | 6H | 7H |
| 10 | 25.00 | 21.6506 | 28.75 | 29.50 | 28.00 | 23.11 | 3.969 | 3.994 | 4.032 | 4.095 |
| 11 | 27.50 | 23.8157 | 31.25 | 32.00 | 30.50 | 25.54 | 3.969 | 3.995 | 4.033 | 4.097 |
| 12 | 30.00 | 25.9808 | 33.75 | 34.50 | 33.00 | 28.00 | 3.970 | 3.996 | 4.034 | 4.098 |
| 13 | 32.50 | 28.1458 | 36.25 | 37.00 | 35.50 | 30.45 | 3.970 | 3.996 | 4.035 | 4.100 |
| 14 | 35.00 | 30.3109 | 38.75 | 39.50 | 38.00 | 32.92 | 3.971 | 3.997 | 4.036 | 4.101 |
| 15 | 37.50 | 32.4760 | 41.25 | 42.00 | 40.50 | 35.39 | 3.971 | 3.997 | 4.037 | 4.103 |
| 16 | 40.00 | 34.6410 | 43.75 | 44.50 | 43.00 | 37.86 | 3.971 | 3.998 | 4.038 | 4.104 |
| 17 | 42.50 | 36.8061 | 46.25 | 47.00 | 45.50 | 40.34 | 3.972 | 3.998 | 4.039 | 4.106 |
| 18 | 45.00 | 38.9711 | 48.75 | 49.50 | 48.00 | 42.82 | 3.972 | 3.999 | 4.040 | 4.107 |
| 19 | 47.50 | 41.1362 | 51.25 | 52.00 | 50.50 | 45.30 | 3.972 | 4.000 | 4.040 | 4.108 |
| 20 | 50.00 | 43.3013 | 53.75 | 54.50 | 53.00 | 47.79 | 3.973 | 4.000 | 4.041 | 4.110 |
| 21 | 52.50 | 45.4663 | 56.25 | 57.00 | 55.50 | 50.27 | 3.973 | 4.000 | 4.042 | 4.111 |
| 22 | 55.00 | 47.6314 | 58.75 | 59.50 | 58.00 | 52.76 | 3.973 | 4.001 | 4.043 | 4.112 |
| 23 | 57.50 | 49.7965 | 61.25 | 62.00 | 60.50 | 55.25 | 3.973 | 4.001 | 4.043 | 4.113 |
| 24 | 60.00 | 51.9615 | 63.75 | 64.50 | 63.00 | 57.74 | 3.974 | 4.002 | 4.044 | 4.114 |
| 25 | 62.50 | 54.1266 | 66.25 | 67.00 | 65.50 | 60.23 | 3.974 | 4.002 | 4.045 | 4.115 |
| 26 | 65.00 | 56.2917 | 68.75 | 69.50 | 68.00 | 62.72 | 3.974 | 4.003 | 4.045 | 4.116 |
| 27 | 67.50 | 58.4567 | 71.25 | 72.00 | 70.50 | 65.21 | 3.975 | 4.003 | 4.046 | 4.117 |
| 28 | 70.00 | 60.6218 | 73.75 | 74.50 | 73.00 | 67.70 | 3.975 | 4.003 | 4.046 | 4.118 |
| 29 | 72.50 | 62.7868 | 76.25 | 77.00 | 75.50 | 70.19 | 3.975 | 4.004 | 4.047 | 4.119 |
| 30 | 75.00 | 64.9519 | 78.75 | 79.50 | 78.00 | 72.69 | 3.975 | 4.004 | 4.048 | 4.120 |
| 31 | 77.50 | 67.1170 | 81.25 | 82.00 | 80.50 | 75.18 | 3.976 | 4.005 | 4.048 | 4.121 |
| 32 | 80.00 | 69.2820 | 83.75 | 84.50 | 83.00 | 77.68 | 3.976 | 4.005 | 4.049 | 4.122 |
| 33 | 82.50 | 71.4471 | 86.25 | 87.00 | 85.50 | 80.17 | 3.976 | 4.005 | 4.049 | 4.123 |
| 34 | 85.00 | 73.6122 | 88.75 | 89.50 | 88.00 | 82.66 | 3.976 | 4.006 | 4.050 | 4.124 |
| 35 | 87.50 | 75.7772 | 91.25 | 92.00 | 90.50 | 85.16 | 3.976 | 4.006 | 4.051 | 4.125 |
| 36 | 90.00 | 77.9423 | 93.75 | 94.50 | 93.00 | 87.66 | 3.977 | 4.006 | 4.051 | 4.125 |
| 37 | 92.50 | 80.1074 | 96.25 | 97.00 | 95.50 | 90.15 | 3.977 | 4.007 | 4.052 | 4.126 |
| 38 | 95.00 | 82.2724 | 98.75 | 99.50 | 98.00 | 92.65 | 3.977 | 4.007 | 4.052 | 4.127 |
| 39 | 97.50 | 84.4375 | 101.25 | 102.00 | 100.50 | 95.14 | 3.977 | 4.007 | 4.053 | 4.128 |
| 40 | 100.00 | 86.6025 | 103.75 | 104.50 | 103.00 | 97.64 | 3.977 | 4.008 | 4.053 | 4.129 |
| 41 | 102.50 | 88.7676 | 106.25 | 107.00 | 105.50 | 100.14 | 3.978 | 4.008 | 4.054 | 4.130 |
| 42 | 105.00 | 90.9327 | 108.75 | 109.50 | 108.00 | 102.63 | 3.978 | 4.008 | 4.054 | 4.130 |
| 43 | 107.50 | 93.0977 | 111.25 | 112.00 | 110.50 | 105.13 | 3.978 | 4.009 | 4.055 | 4.131 |
| 44 | 110.00 | 95.2628 | 113.75 | 114.50 | 113.00 | 107.63 | 3.978 | 4.009 | 4.055 | 4.132 |
| 45 | 112.50 | 97.4279 | 116.25 | 117.00 | 115.50 | 110.12 | 3.978 | 4.009 | 4.055 | 4.133 |
| 46 | 115.00 | 99.5929 | 118.75 | 119.50 | 118.00 | 112.62 | 3.979 | 4.010 | 4.056 | 4.133 |
| 47 | 117.50 | 101.7580 | 121.25 | 122.00 | 120.50 | 115.12 | 3.979 | 4.010 | 4.056 | 4.134 |
| 48 | 120.00 | 103.9231 | 123.75 | 124.50 | 123.00 | 117.62 | 3.979 | 4.010 | 4.057 | 4.135 |
| 49 | 122.50 | 106.0881 | 126.25 | 127.00 | 125.50 | 120.11 | 3.979 | 4.010 | 4.057 | 4.136 |
| 50 | 125.00 | 108.2532 | 128.75 | 129.50 | 128.00 | 122.61 | 3.979 | 4.011 | 4.058 | 4.136 |
| 51 | 127.50 | 110.4182 | 131.25 | 132.00 | 130.50 | 125.11 | 3.979 | 4.011 | 4.058 | 4.137 |
| 52 | 130.00 | 112.5833 | 133.75 | 134.50 | 133.00 | 127.61 | 3.980 | 4.011 | 4.059 | 4.138 |
| 53 | 132.50 | 114.7484 | 136.25 | 137.00 | 135.50 | 130.10 | 3.980 | 4.012 | 4.059 | 4.138 |
| 54 | 135.00 | 116.9134 | 138.75 | 139.50 | 138.00 | 132.60 | 3.980 | 4.012 | 4.059 | 4.139 |
| 55 | 137.50 | 119.0785 | 141.25 | 142.00 | 140.50 | 135.10 | 3.980 | 4.012 | 4.060 | 4.140 |

**表 7.4-43　30°内花键**

模数 $m=3$　作用齿槽宽最小值 $E_{Vmin}=E=4.712$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ei}$ | | 渐开线终止圆直径 $D_{Fimin}$ | 小径 $D_{ii}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{max}=E_{Vmin}+(T+\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 平齿根 | 圆齿根 | | | 4H | 5H | 6H | 7H |
| 10 | 30.00 | 25.9808 | 34.50 | 35.40 | 33.60 | 27.73 | 4.757 | 4.784 | 4.824 | 4.891 |
| 11 | 33.00 | 28.5788 | 37.50 | 38.40 | 36.60 | 30.65 | 4.758 | 4.785 | 4.825 | 4.893 |
| 12 | 36.00 | 31.1769 | 40.50 | 41.40 | 39.60 | 33.59 | 4.758 | 4.785 | 4.826 | 4.895 |
| 13 | 39.00 | 33.7750 | 43.50 | 44.40 | 42.60 | 36.54 | 4.758 | 4.786 | 4.827 | 4.896 |
| 14 | 42.00 | 36.3731 | 46.50 | 47.40 | 45.60 | 39.50 | 4.759 | 4.787 | 4.828 | 4.898 |
| 15 | 45.00 | 38.9711 | 49.50 | 50.40 | 48.60 | 42.47 | 4.759 | 4.787 | 4.829 | 4.900 |
| 16 | 48.00 | 41.5692 | 52.50 | 53.40 | 51.60 | 45.44 | 4.760 | 4.788 | 4.830 | 4.901 |
| 17 | 51.00 | 44.1673 | 55.50 | 56.40 | 54.60 | 48.41 | 4.760 | 4.788 | 4.831 | 4.903 |
| 18 | 54.00 | 46.7654 | 58.50 | 59.40 | 57.60 | 51.38 | 4.760 | 4.789 | 4.832 | 4.904 |
| 19 | 57.00 | 49.3635 | 61.50 | 62.40 | 60.60 | 54.36 | 4.761 | 4.790 | 4.833 | 4.905 |
| 20 | 60.00 | 51.9615 | 64.50 | 65.40 | 63.60 | 57.34 | 4.761 | 4.790 | 4.834 | 4.907 |
| 21 | 63.00 | 54.5596 | 67.50 | 68.40 | 66.60 | 60.33 | 4.761 | 4.791 | 4.835 | 4.908 |
| 22 | 66.00 | 57.1577 | 70.50 | 71.40 | 69.60 | 63.31 | 4.762 | 4.791 | 4.835 | 4.909 |
| 23 | 69.00 | 59.7558 | 73.50 | 74.40 | 72.60 | 66.30 | 4.762 | 4.792 | 4.836 | 4.910 |
| 24 | 72.00 | 62.3538 | 76.50 | 77.40 | 75.60 | 69.28 | 4.762 | 4.792 | 4.837 | 4.912 |
| 25 | 75.00 | 64.9519 | 79.50 | 80.40 | 78.60 | 72.27 | 4.762 | 4.793 | 4.838 | 4.913 |
| 26 | 78.00 | 67.5500 | 82.50 | 83.40 | 81.60 | 75.26 | 4.763 | 4.793 | 4.838 | 4.914 |
| 27 | 81.00 | 70.1481 | 85.50 | 86.40 | 84.60 | 78.25 | 4.763 | 4.793 | 4.839 | 4.915 |
| 28 | 84.00 | 72.7461 | 88.50 | 89.40 | 87.60 | 81.24 | 4.763 | 4.794 | 4.840 | 4.916 |
| 29 | 87.00 | 75.3442 | 91.50 | 92.40 | 90.60 | 84.23 | 4.764 | 4.794 | 4.840 | 4.917 |
| 30 | 90.00 | 77.9423 | 94.50 | 95.40 | 93.60 | 87.22 | 4.764 | 4.795 | 4.841 | 4.918 |
| 31 | 93.00 | 80.5404 | 97.50 | 98.40 | 96.60 | 90.22 | 4.764 | 4.795 | 4.842 | 4.919 |
| 32 | 96.00 | 83.1384 | 100.50 | 101.40 | 99.60 | 93.21 | 4.764 | 4.795 | 4.842 | 4.920 |
| 33 | 99.00 | 85.7365 | 103.50 | 104.40 | 102.60 | 96.20 | 4.765 | 4.796 | 4.843 | 4.921 |
| 34 | 102.00 | 88.3346 | 106.50 | 107.40 | 105.60 | 99.20 | 4.765 | 4.796 | 4.843 | 4.922 |
| 35 | 105.00 | 90.9327 | 109.50 | 110.40 | 108.60 | 102.19 | 4.765 | 4.797 | 4.844 | 4.923 |
| 36 | 108.00 | 93.5307 | 112.50 | 113.40 | 111.60 | 105.19 | 4.765 | 4.797 | 4.845 | 4.924 |
| 37 | 111.00 | 96.1288 | 115.50 | 116.40 | 114.60 | 108.18 | 4.765 | 4.797 | 4.845 | 4.925 |
| 38 | 114.00 | 98.7269 | 118.50 | 119.40 | 117.60 | 111.18 | 4.766 | 4.798 | 4.846 | 4.926 |
| 39 | 117.00 | 101.3250 | 121.50 | 122.40 | 120.60 | 114.17 | 4.766 | 4.798 | 4.846 | 4.927 |
| 40 | 120.00 | 103.9231 | 124.50 | 125.40 | 123.60 | 117.17 | 4.766 | 4.798 | 4.847 | 4.927 |
| 41 | 123.00 | 106.5211 | 127.50 | 128.40 | 126.60 | 120.16 | 4.766 | 4.799 | 4.847 | 4.928 |
| 42 | 126.00 | 109.1192 | 130.50 | 131.40 | 129.60 | 123.16 | 4.767 | 4.799 | 4.848 | 4.929 |
| 43 | 129.00 | 111.7173 | 133.50 | 134.40 | 132.60 | 126.15 | 4.767 | 4.799 | 4.848 | 4.930 |
| 44 | 132.00 | 114.3154 | 136.50 | 137.40 | 135.60 | 129.15 | 4.767 | 4.800 | 4.849 | 4.931 |
| 45 | 135.00 | 116.9134 | 139.50 | 140.40 | 138.60 | 132.15 | 4.767 | 4.800 | 4.849 | 4.932 |
| 46 | 138.00 | 119.5115 | 142.50 | 143.40 | 141.60 | 135.14 | 4.767 | 4.800 | 4.850 | 4.932 |
| 47 | 141.00 | 122.1096 | 145.50 | 146.40 | 144.60 | 138.14 | 4.768 | 4.801 | 4.850 | 4.933 |
| 48 | 144.00 | 124.7077 | 148.50 | 149.40 | 147.60 | 141.14 | 4.768 | 4.801 | 4.851 | 4.934 |
| 49 | 147.00 | 127.3057 | 151.50 | 152.40 | 150.60 | 144.14 | 4.768 | 4.801 | 4.851 | 4.935 |
| 50 | 150.00 | 129.9038 | 154.50 | 155.40 | 153.60 | 147.13 | 4.768 | 4.802 | 4.852 | 4.935 |
| 51 | 153.00 | 132.5019 | 157.50 | 158.40 | 156.60 | 150.13 | 4.768 | 4.802 | 4.852 | 4.936 |
| 52 | 156.00 | 135.1000 | 160.50 | 161.40 | 159.60 | 153.13 | 4.769 | 4.802 | 4.853 | 4.937 |
| 53 | 159.00 | 137.6980 | 163.50 | 164.40 | 162.60 | 156.13 | 4.769 | 4.803 | 4.853 | 4.938 |
| 54 | 162.00 | 140.2961 | 166.50 | 167.40 | 165.60 | 159.12 | 4.769 | 4.803 | 4.854 | 4.938 |
| 55 | 165.00 | 142.8942 | 169.50 | 170.40 | 168.60 | 162.12 | 4.769 | 4.803 | 4.854 | 4.939 |

**表 7.4-44　30°内花键**

模数 $m=4$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=E=6.283$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_e$ | | 渐开线终止圆直径 $D_{F\min}$ | 小径 $D_{ii}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{mex}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 平齿根 | 圆齿根 | | | 4H | 5H | 6H | 7H |
| 10 | 40.00 | 34.6410 | 46.00 | 47.20 | 44.80 | 36.97 | 6.332 | 6.362 | 6.406 | 6.480 |
| 11 | 44.00 | 38.1051 | 50.00 | 51.20 | 48.80 | 40.87 | 6.333 | 6.363 | 6.408 | 6.482 |
| 12 | 48.00 | 41.5692 | 54.00 | 55.20 | 52.80 | 44.79 | 6.333 | 6.364 | 6.409 | 6.484 |
| 13 | 52.00 | 45.0333 | 58.00 | 59.20 | 56.80 | 48.73 | 6.334 | 6.364 | 6.410 | 6.486 |
| 14 | 56.00 | 48.4974 | 62.00 | 63.20 | 60.80 | 52.67 | 6.334 | 6.365 | 6.411 | 6.488 |
| 15 | 60.00 | 51.9615 | 66.00 | 67.20 | 64.80 | 56.62 | 6.335 | 6.366 | 6.412 | 6.490 |
| 16 | 64.00 | 55.4256 | 70.00 | 71.20 | 68.80 | 60.58 | 6.335 | 6.367 | 6.413 | 6.492 |
| 17 | 68.00 | 58.8897 | 74.00 | 75.20 | 72.80 | 64.54 | 6.336 | 6.367 | 6.414 | 6.493 |
| 18 | 72.00 | 62.3538 | 78.00 | 79.20 | 76.80 | 68.51 | 6.336 | 6.368 | 6.415 | 6.495 |
| 19 | 76.00 | 65.8179 | 82.00 | 83.20 | 80.80 | 72.48 | 6.336 | 6.368 | 6.416 | 6.496 |
| 20 | 80.00 | 69.2820 | 86.00 | 87.20 | 84.80 | 76.46 | 6.337 | 6.369 | 6.417 | 9.498 |
| 21 | 84.00 | 72.7461 | 90.00 | 91.20 | 88.80 | 80.44 | 6.337 | 6.370 | 6.418 | 6.499 |
| 22 | 88.00 | 76.2102 | 94.00 | 95.20 | 92.80 | 84.41 | 6.338 | 6.370 | 6.419 | 6.501 |
| 23 | 92.00 | 79.6743 | 98.00 | 99.20 | 96.80 | 88.40 | 6.338 | 6.371 | 6.420 | 6.502 |
| 24 | 96.00 | 83.1384 | 102.00 | 103.20 | 100.80 | 92.38 | 6.338 | 6.371 | 6.421 | 6.503 |
| 25 | 100.00 | 86.6025 | 106.00 | 107.20 | 104.80 | 96.36 | 6.339 | 6.372 | 6.422 | 6.505 |
| 26 | 104.00 | 90.0666 | 110.00 | 111.20 | 108.80 | 100.35 | 6.339 | 6.372 | 6.422 | 6.506 |
| 27 | 108.00 | 93.5307 | 114.00 | 115.20 | 112.80 | 104.33 | 6.339 | 6.373 | 6.423 | 6.507 |
| 28 | 112.00 | 96.9949 | 118.00 | 119.20 | 116.80 | 108.32 | 6.339 | 6.373 | 6.424 | 6.508 |
| 29 | 116.00 | 100.4590 | 122.00 | 123.20 | 120.80 | 112.31 | 6.340 | 6.374 | 6.425 | 6.509 |
| 30 | 120.00 | 103.9231 | 126.00 | 127.20 | 124.80 | 116.30 | 6.340 | 6.374 | 6.425 | 6.511 |
| 31 | 124.00 | 107.3872 | 130.00 | 131.20 | 128.80 | 120.29 | 6.340 | 6.375 | 6.426 | 6.512 |
| 32 | 128.00 | 110.8513 | 134.00 | 135.20 | 132.80 | 124.28 | 6.341 | 6.375 | 6.427 | 6.513 |
| 33 | 132.00 | 114.3154 | 138.00 | 139.20 | 136.80 | 128.27 | 6.341 | 6.376 | 6.427 | 6.514 |
| 34 | 136.00 | 117.7795 | 142.00 | 143.20 | 140.80 | 132.26 | 6.341 | 6.376 | 6.428 | 6.515 |
| 35 | 140.00 | 121.2436 | 146.00 | 147.20 | 144.80 | 136.26 | 6.341 | 6.376 | 6.429 | 6.516 |
| 36 | 144.00 | 124.7077 | 150.00 | 151.20 | 148.80 | 140.25 | 6.342 | 6.377 | 6.429 | 6.517 |
| 37 | 148.00 | 128.1718 | 154.00 | 155.20 | 152.80 | 144.24 | 6.342 | 6.377 | 6.430 | 6.518 |
| 38 | 152.00 | 131.6359 | 158.00 | 159.20 | 156.80 | 148.23 | 6.342 | 6.378 | 6.431 | 6.519 |
| 39 | 156.00 | 135.1000 | 162.00 | 163.20 | 160.80 | 152.23 | 6.342 | 6.378 | 6.431 | 6.520 |
| 40 | 160.00 | 138.5641 | 166.00 | 167.20 | 164.80 | 156.22 | 6.343 | 6.378 | 6.432 | 6.521 |
| 41 | 164.00 | 142.0282 | 170.00 | 171.20 | 168.80 | 160.22 | 6.343 | 6.379 | 6.433 | 6.522 |
| 42 | 168.00 | 145.4923 | 174.00 | 175.20 | 172.80 | 164.21 | 6.343 | 6.379 | 6.433 | 6.523 |
| 43 | 172.00 | 148.9564 | 178.00 | 179.20 | 176.80 | 168.21 | 6.343 | 6.380 | 6.434 | 6.524 |
| 44 | 176.00 | 152.4205 | 182.00 | 183.20 | 180.80 | 172.20 | 6.344 | 6.380 | 6.434 | 6.525 |
| 45 | 180.00 | 155.8846 | 186.00 | 187.20 | 184.80 | 176.20 | 6.344 | 6.380 | 6.435 | 6.526 |
| 46 | 184.00 | 159.3487 | 190.00 | 191.20 | 188.80 | 180.19 | 6.344 | 6.381 | 6.435 | 6.527 |
| 47 | 188.00 | 162.8128 | 194.00 | 195.20 | 192.80 | 184.19 | 6.344 | 6.381 | 6.436 | 6.528 |
| 48 | 192.00 | 166.2769 | 198.00 | 199.20 | 196.80 | 188.18 | 6.345 | 6.381 | 6.437 | 6.529 |
| 49 | 196.00 | 169.7410 | 202.00 | 203.20 | 200.80 | 192.18 | 6.345 | 6.382 | 6.437 | 6.529 |
| 50 | 200.00 | 173.2001 | 206.00 | 207.20 | 204.80 | 196.18 | 6.345 | 6.382 | 6.438 | 6.530 |
| 51 | 204.00 | 176.6692 | 210.00 | 211.20 | 208.80 | 200.17 | 6.345 | 6.382 | 6.438 | 6.531 |
| 52 | 208.00 | 180.1333 | 214.00 | 215.20 | 212.80 | 204.17 | 6.345 | 6.383 | 6.439 | 6.532 |
| 53 | 212.00 | 183.5974 | 218.00 | 219.20 | 216.80 | 208.17 | 6.346 | 6.383 | 6.439 | 6.533 |
| 54 | 216.00 | 187.0615 | 222.00 | 223.20 | 220.80 | 212.16 | 6.346 | 6.383 | 6.440 | 6.534 |
| 55 | 220.00 | 190.5256 | 226.00 | 227.20 | 224.80 | 216.16 | 6.346 | 6.384 | 6.440 | 6.535 |

**表 7.4-45　30°内花键**

模数 $m=5$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=E=7.854$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ai}$ | | 渐开线终止圆直径 $D_{Fimin}$ | 小径 $D_{ii}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 平齿根 | 圆齿根 | | | 4H | 5H | 6H | 7H |
| 10 | 50.00 | 43.3013 | 57.50 | 59.00 | 56.00 | 46.21 | 7.907 | 7.939 | 7.987 | 8.067 |
| 11 | 55.00 | 47.6314 | 62.50 | 64.00 | 61.00 | 51.09 | 7.908 | 7.940 | 7.988 | 8.069 |
| 12 | 60.00 | 51.9615 | 67.50 | 69.00 | 66.00 | 55.99 | 7.908 | 7.941 | 7.990 | 8.071 |
| 13 | 65.00 | 56.2917 | 72.50 | 74.00 | 71.00 | 60.91 | 7.909 | 7.942 | 7.991 | 8.073 |
| 14 | 70.00 | 60.6218 | 77.50 | 79.00 | 76.00 | 65.84 | 7.909 | 7.943 | 7.992 | 8.075 |
| 15 | 75.00 | 64.9519 | 82.50 | 84.00 | 81.00 | 70.78 | 7.910 | 7.943 | 7.994 | 8.077 |
| 16 | 80.00 | 69.2820 | 87.50 | 89.00 | 86.00 | 75.73 | 7.910 | 7.944 | 7.995 | 8.079 |
| 17 | 85.00 | 73.6122 | 92.50 | 94.00 | 91.00 | 80.68 | 7.911 | 7.945 | 7.996 | 8.081 |
| 18 | 90.00 | 77.9423 | 97.50 | 99.00 | 96.00 | 85.64 | 7.911 | 7.945 | 7.997 | 8.083 |
| 19 | 95.00 | 82.2724 | 102.50 | 104.00 | 101.00 | 90.60 | 7.912 | 7.946 | 7.998 | 8.084 |
| 20 | 100.00 | 86.6025 | 107.50 | 109.00 | 106.00 | 95.57 | 7.912 | 7.947 | 7.999 | 8.086 |
| 21 | 105.00 | 90.9327 | 112.50 | 114.00 | 111.00 | 100.54 | 7.912 | 7.947 | 8.000 | 8.087 |
| 22 | 110.00 | 95.2628 | 117.50 | 119.00 | 116.00 | 105.52 | 7.913 | 7.948 | 8.001 | 8.089 |
| 23 | 115.00 | 99.5929 | 122.50 | 124.00 | 121.00 | 110.49 | 7.913 | 7.949 | 8.002 | 8.090 |
| 24 | 120.00 | 103.9231 | 127.50 | 129.00 | 126.00 | 115.47 | 7.913 | 7.949 | 8.003 | 8.092 |
| 25 | 125.00 | 108.2532 | 132.50 | 134.00 | 131.00 | 120.45 | 7.914 | 7.950 | 8.004 | 8.093 |
| 26 | 130.00 | 112.5833 | 137.50 | 139.00 | 136.00 | 125.43 | 7.914 | 7.950 | 8.004 | 8.095 |
| 27 | 135.00 | 116.9134 | 142.50 | 144.00 | 141.00 | 130.42 | 7.915 | 7.951 | 8.005 | 8.096 |
| 28 | 140.00 | 121.2436 | 147.50 | 149.00 | 146.00 | 135.40 | 7.915 | 7.951 | 8.006 | 8.097 |
| 29 | 145.00 | 125.5737 | 152.50 | 154.00 | 151.00 | 140.39 | 7.915 | 7.952 | 8.007 | 8.099 |
| 30 | 150.00 | 129.9038 | 157.50 | 159.00 | 156.00 | 145.37 | 7.915 | 7.952 | 8.008 | 8.100 |
| 31 | 155.00 | 134.2339 | 162.50 | 164.00 | 161.00 | 150.36 | 7.916 | 7.953 | 8.009 | 8.101 |
| 32 | 160.00 | 138.5641 | 167.50 | 169.00 | 166.00 | 155.35 | 7.916 | 7.953 | 8.009 | 8.10 |
| 33 | 165.00 | 142.8942 | 172.50 | 174.00 | 171.00 | 160.34 | 7.916 | 7.954 | 8.010 | 8.104 |
| 34 | 170.00 | 147.2243 | 177.50 | 179.00 | 176.00 | 165.33 | 7.917 | 7.954 | 8.011 | 8.105 |
| 35 | 175.00 | 151.5545 | 182.50 | 184.00 | 181.00 | 170.32 | 7.917 | 7.955 | 8.012 | 8.106 |
| 36 | 180.00 | 155.8846 | 187.50 | 189.00 | 186.00 | 175.31 | 7.917 | 7.955 | 8.012 | 8.107 |
| 37 | 185.00 | 160.2147 | 192.50 | 194.00 | 191.00 | 180.30 | 7.918 | 7.956 | 8.013 | 8.108 |
| 38 | 190.00 | 164.5448 | 197.50 | 199.00 | 196.00 | 185.29 | 7.918 | 7.956 | 8.014 | 8.109 |
| 39 | 195.00 | 168.8756 | 202.50 | 204.00 | 201.00 | 190.29 | 7.978 | 7.957 | 8.014 | 8.111 |
| 40 | 200.00 | 173.2051 | 207.50 | 209.00 | 206.00 | 195.28 | 7.918 | 7.957 | 8.015 | 8.112 |
| 41 | 205.00 | 177.5352 | 212.50 | 214.00 | 211.00 | 200.27 | 7.919 | 7.957 | 8.016 | 8.113 |
| 42 | 210.00 | 181.8653 | 217.50 | 219.00 | 216.00 | 205.26 | 7.919 | 7.958 | 8.016 | 8.114 |
| 43 | 215.00 | 186.1955 | 222.50 | 224.00 | 221.00 | 210.26 | 7.919 | 7.958 | 8.017 | 8.115 |
| 44 | 220.00 | 190.5258 | 227.50 | 229.00 | 226.00 | 215.25 | 7.919 | 7.959 | 8.018 | 8.116 |
| 45 | 225.00 | 194.8557 | 232.50 | 234.00 | 231.00 | 220.25 | 7.920 | 7.959 | 8.018 | 8.117 |
| 46 | 230.00 | 199.1859 | 237.50 | 239.00 | 236.00 | 225.24 | 7.920 | 7.960 | 8.019 | 8.118 |
| 47 | 235.00 | 203.5160 | 242.50 | 244.00 | 241.00 | 230.24 | 7.920 | 7.960 | 8.020 | 8.119 |
| 48 | 240.00 | 207.8461 | 247.50 | 249.00 | 246.00 | 235.23 | 7.920 | 7.960 | 8.020 | 8.120 |
| 49 | 245.00 | 212.1762 | 252.50 | 254.00 | 251.00 | 240.23 | 7.921 | 7.961 | 8.021 | 8.121 |
| 50 | 250.00 | 216.5064 | 257.50 | 259.00 | 256.00 | 245.22 | 7.921 | 7.961 | 8.021 | 8.122 |
| 51 | 255.00 | 220.8365 | 262.50 | 264.00 | 261.00 | 250.22 | 7.921 | 7.961 | 8.022 | 8.123 |
| 52 | 260.00 | 225.1666 | 267.50 | 269.00 | 266.00 | 255.21 | 7.921 | 7.962 | 8.023 | 8.124 |
| 53 | 265.00 | 229.4967 | 272.50 | 274.00 | 271.00 | 260.21 | 7.922 | 7.962 | 8.023 | 8.125 |
| 54 | 270.00 | 233.8269 | 277.50 | 279.00 | 276.00 | 265.20 | 7.922 | 7.963 | 8.024 | 8.125 |
| 55 | 275.00 | 238.1570 | 282.50 | 284.00 | 281.00 | 270.20 | 7.922 | 7.963 | 8.024 | 8.126 |

**表 7.4-46　30°外花键**

模数 $m=0.5$　作用齿厚最大值 $S_{V\max}=S=0.785$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ae}$ | 小径 $D_{ie}$ | | 渐开线起始圆直径 $D_{F\max}$ | 实际齿厚最小值 $S_{\min}=S_{V\max}-(T+\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 平齿根 | 圆齿根 | | 4h | 5h | 6h | 7h |
| 10 | 5.00 | 4.3301 | 5.50 | 4.25 | 4.10 | 4.52 | 0.761 | 0.746 | 0.724 | 0.688 |
| 11 | 5.50 | 4.7631 | 6.00 | 4.75 | 4.60 | 5.01 | 0.761 | 0.746 | 0.724 | 0.687 |
| 12 | 6.00 | 5.1962 | 6.50 | 5.25 | 5.10 | 5.50 | 0.761 | 0.746 | 0.723 | 0.686 |
| 13 | 6.50 | 5.6292 | 7.00 | 5.75 | 5.60 | 5.99 | 0.760 | 0.745 | 0.723 | 0.685 |
| 14 | 7.00 | 6.0622 | 7.50 | 6.25 | 6.10 | 6.48 | 0.760 | 0.745 | 0.722 | 0.684 |
| 15 | 7.50 | 6.4952 | 8.00 | 6.75 | 6.60 | 6.98 | 0.760 | 0.745 | 0.722 | 0.683 |
| 16 | 8.00 | 6.9282 | 8.50 | 7.25 | 7.10 | 7.47 | 0.760 | 0.744 | 0.721 | 0.683 |
| 17 | 8.50 | 7.3612 | 9.00 | 7.75 | 7.60 | 7.97 | 0.759 | 0.744 | 0.721 | 0.682 |
| 18 | 9.00 | 7.7942 | 9.50 | 8.25 | 8.10 | 8.46 | 0.759 | 0.744 | 0.720 | 0.681 |
| 19 | 9.50 | 8.2272 | 10.00 | 8.75 | 8.60 | 8.96 | 0.759 | 0.743 | 0.720 | 0.680 |
| 20 | 10.00 | 8.6603 | 10.50 | 9.25 | 9.10 | 9.46 | 0.759 | 0.743 | 0.719 | 0.680 |
| 21 | 10.50 | 9.0933 | 11.00 | 9.75 | 9.60 | 9.95 | 0.759 | 0.743 | 0.719 | 0.679 |
| 22 | 11.00 | 9.5263 | 11.50 | 10.25 | 10.10 | 10.45 | 0.759 | 0.743 | 0.719 | 0.678 |
| 23 | 11.50 | 9.9593 | 12.00 | 10.75 | 10.60 | 10.95 | 0.758 | 0.742 | 0.718 | 0.678 |
| 24 | 12.00 | 10.3923 | 12.50 | 11.25 | 11.10 | 11.45 | 0.758 | 0.742 | 0.718 | 0.677 |
| 25 | 12.50 | 10.8253 | 13.00 | 11.75 | 11.60 | 11.95 | 0.758 | 0.742 | 0.717 | 0.677 |
| 26 | 13.00 | 11.2583 | 13.50 | 12.25 | 12.10 | 12.44 | 0.758 | 0.742 | 0.717 | 0.676 |
| 27 | 13.50 | 11.6913 | 14.00 | 12.75 | 12.60 | 12.94 | 0.758 | 0.741 | 0.717 | 0.675 |
| 28 | 14.00 | 12.1244 | 14.50 | 13.25 | 13.10 | 13.44 | 0.758 | 0.741 | 0.716 | 0.675 |
| 29 | 14.50 | 12.5574 | 15.00 | 13.75 | 13.60 | 13.94 | 0.758 | 0.741 | 0.716 | 0.674 |
| 30 | 15.00 | 12.9904 | 15.50 | 14.25 | 14.10 | 14.44 | 0.758 | 0.741 | 0.716 | 0.674 |
| 31 | 15.50 | 13.4234 | 16.00 | 14.75 | 14.60 | 14.94 | 0.757 | 0.741 | 0.715 | 0.673 |
| 32 | 16.00 | 13.8564 | 16.50 | 15.25 | 15.10 | 15.44 | 0.757 | 0.740 | 0.715 | 0.673 |
| 33 | 16.50 | 14.2894 | 17.00 | 15.75 | 15.60 | 15.93 | 0.757 | 0.740 | 0.715 | 0.672 |
| 34 | 17.00 | 14.7224 | 17.50 | 16.25 | 16.10 | 16.43 | 0.757 | 0.740 | 0.714 | 0.672 |
| 35 | 17.50 | 15.1554 | 18.00 | 16.75 | 16.60 | 16.93 | 0.757 | 0.740 | 0.714 | 0.671 |
| 36 | 18.00 | 15.5885 | 18.50 | 17.25 | 17.10 | 17.43 | 0.757 | 0.740 | 0.714 | 0.671 |
| 37 | 18.50 | 16.0215 | 19.00 | 17.75 | 17.60 | 17.93 | 0.757 | 0.739 | 0.714 | 0.670 |
| 38 | 19.00 | 16.4545 | 19.50 | 18.25 | 18.10 | 18.43 | 0.757 | 0.739 | 0.713 | 0.670 |
| 39 | 19.50 | 16.8875 | 20.00 | 18.75 | 18.60 | 18.93 | 0.756 | 0.739 | 0.713 | 0.670 |
| 40 | 20.00 | 17.3205 | 20.50 | 19.25 | 19.10 | 19.43 | 0.756 | 0.739 | 0.713 | 0.669 |
| 41 | 20.50 | 17.7535 | 21.00 | 19.75 | 19.60 | 19.93 | 0.756 | 0.739 | 0.712 | 0.669 |
| 42 | 21.00 | 18.1865 | 21.50 | 20.25 | 20.10 | 20.43 | 0.756 | 0.739 | 0.712 | 0.668 |
| 43 | 21.50 | 18.6195 | 22.00 | 20.75 | 20.60 | 20.93 | 0.756 | 0.738 | 0.712 | 0.668 |
| 44 | 22.00 | 19.0526 | 22.50 | 21.25 | 21.10 | 21.43 | 0.756 | 0.738 | 0.712 | 0.668 |
| 45 | 22.50 | 19.4856 | 23.00 | 21.75 | 21.60 | 21.92 | 0.756 | 0.738 | 0.711 | 0.667 |
| 46 | 23.00 | 19.9186 | 23.50 | 22.25 | 22.10 | 22.42 | 0.756 | 0.738 | 0.711 | 0.667 |
| 47 | 23.50 | 20.3516 | 24.00 | 22.75 | 22.60 | 22.92 | 0.756 | 0.738 | 0.711 | 0.666 |
| 48 | 24.00 | 20.7846 | 24.50 | 23.25 | 23.10 | 23.42 | 0.756 | 0.738 | 0.711 | 0.666 |
| 49 | 24.50 | 21.2176 | 25.00 | 23.75 | 23.60 | 23.92 | 0.755 | 0.737 | 0.711 | 0.666 |
| 50 | 25.00 | 21.6506 | 25.50 | 24.25 | 24.10 | 24.42 | 0.755 | 0.737 | 0.710 | 0.665 |
| 51 | 25.50 | 22.0836 | 26.00 | 24.75 | 24.60 | 24.92 | 0.755 | 0.737 | 0.710 | 0.665 |
| 52 | 26.00 | 22.5167 | 26.50 | 25.25 | 25.10 | 25.42 | 0.755 | 0.737 | 0.710 | 0.664 |
| 53 | 26.50 | 22.9497 | 27.00 | 25.75 | 25.60 | 25.92 | 0.755 | 0.737 | 0.710 | 0.664 |
| 54 | 27.00 | 23.3827 | 27.50 | 26.25 | 26.10 | 26.42 | 0.755 | 0.737 | 0.709 | 0.664 |
| 55 | 27.50 | 23.8157 | 28.00 | 26.75 | 26.60 | 26.92 | 0.755 | 0.737 | 0.709 | 0.663 |

**表 7.4-47　30°外花键**

模数 $m=0.75$　作用齿厚最大值 $S_{V_{max}}=S=1.178$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ae}$ | 小径 $D_{iv}$ | | 渐开线起始圆直径 $D_{Femax}$ | 实际齿厚最小值 $S_{min}=S_{Vmax}-(T+\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 平齿根 | 圆齿根 | | 4h | 5h | 6h | 7h |
| 10 | 7.50 | 6.4952 | 8.25 | 6.38 | 6.15 | 6.78 | 1.150 | 1.133 | 1.108 | 1.066 |
| 11 | 8.25 | 7.1447 | 9.00 | 7.12 | 6.90 | 7.51 | 1.150 | 1.133 | 1.108 | 1.065 |
| 12 | 9.00 | 7.7942 | 9.75 | 7.88 | 7.65 | 8.25 | 1.150 | 1.132 | 1.107 | 1.064 |
| 13 | 9.75 | 8.4437 | 10.50 | 8.62 | 8.40 | 8.99 | 1.149 | 1.132 | 1.106 | 1.063 |
| 14 | 10.50 | 9.0933 | 11.25 | 9.38 | 9.15 | 9.73 | 1.149 | 1.132 | 1.106 | 1.062 |
| 15 | 11.25 | 9.7428 | 12.00 | 10.12 | 9.90 | 10.47 | 1.149 | 1.131 | 1.105 | 1.061 |
| 16 | 12.00 | 10.3923 | 12.75 | 10.88 | 10.65 | 11.21 | 1.149 | 1.131 | 1.104 | 1.060 |
| 17 | 12.75 | 11.0418 | 13.50 | 11.62 | 11.40 | 11.95 | 1.148 | 1.131 | 1.104 | 1.059 |
| 18 | 13.50 | 11.6913 | 14.25 | 12.38 | 12.15 | 12.70 | 1.148 | 1.130 | 1.103 | 1.058 |
| 19 | 14.25 | 12.3409 | 15.00 | 13.12 | 12.90 | 13.44 | 1.148 | 1.130 | 1.103 | 1.058 |
| 20 | 15.00 | 12.9904 | 15.75 | 13.88 | 13.65 | 14.19 | 1.148 | 1.130 | 1.102 | 1.057 |
| 21 | 15.75 | 13.6399 | 16.50 | 14.62 | 14.40 | 14.92 | 1.148 | 1.129 | 1.102 | 1.056 |
| 22 | 16.50 | 14.2894 | 17.25 | 15.38 | 15.15 | 15.68 | 1.147 | 1.129 | 1.101 | 1.055 |
| 23 | 17.25 | 14.9389 | 18.00 | 16.12 | 15.90 | 16.42 | 1.147 | 1.129 | 1.101 | 1.055 |
| 24 | 18.00 | 15.5885 | 18.75 | 16.88 | 16.65 | 17.17 | 1.147 | 1.128 | 1.101 | 1.054 |
| 25 | 18.75 | 16.2380 | 19.50 | 17.62 | 17.40 | 17.92 | 1.147 | 1.128 | 1.100 | 1.053 |
| 26 | 19.50 | 16.8875 | 20.25 | 18.38 | 18.15 | 18.67 | 1.147 | 1.128 | 1.100 | 1.053 |
| 27 | 20.25 | 17.5370 | 21.00 | 19.12 | 18.90 | 19.41 | 1.147 | 1.128 | 1.099 | 1.052 |
| 28 | 21.00 | 18.1865 | 21.75 | 19.88 | 19.65 | 20.16 | 1.146 | 1.127 | 1.099 | 1.051 |
| 29 | 21.75 | 18.8361 | 22.50 | 20.62 | 20.40 | 20.91 | 1.146 | 1.127 | 1.099 | 1.051 |
| 30 | 22.50 | 19.4856 | 23.25 | 21.38 | 21.15 | 21.66 | 1.146 | 1.127 | 1.098 | 1.050 |
| 31 | 23.25 | 20.1351 | 24.00 | 22.12 | 21.90 | 22.40 | 1.146 | 1.127 | 1.098 | 1.050 |
| 32 | 24.00 | 20.7846 | 24.75 | 22.88 | 22.65 | 23.15 | 1.146 | 1.126 | 1.097 | 1.049 |
| 33 | 24.75 | 21.4341 | 25.50 | 23.62 | 23.40 | 23.90 | 1.146 | 1.126 | 1.097 | 1.048 |
| 34 | 25.50 | 22.0836 | 26.25 | 24.38 | 24.15 | 24.65 | 1.146 | 1.126 | 1.097 | 1.048 |
| 35 | 26.25 | 22.7332 | 27.00 | 25.12 | 24.90 | 25.40 | 1.145 | 1.126 | 1.096 | 1.047 |
| 36 | 27.00 | 23.3827 | 27.75 | 25.88 | 25.65 | 26.15 | 1.145 | 1.126 | 1.096 | 1.047 |
| 37 | 27.75 | 24.0322 | 28.50 | 26.62 | 26.40 | 26.90 | 1.145 | 1.125 | 1.096 | 1.046 |
| 38 | 28.50 | 24.6817 | 29.25 | 27.38 | 27.15 | 27.64 | 1.145 | 1.125 | 1.095 | 1.046 |
| 39 | 29.25 | 25.3312 | 30.00 | 28.12 | 27.90 | 28.39 | 1.145 | 1.125 | 1.095 | 1.045 |
| 40 | 30.00 | 25.9808 | 30.75 | 28.88 | 28.65 | 29.14 | 1.145 | 1.125 | 1.095 | 1.045 |
| 41 | 30.75 | 26.6303 | 31.50 | 29.62 | 29.40 | 29.89 | 1.145 | 1.125 | 1.094 | 1.044 |
| 42 | 31.50 | 27.2798 | 32.25 | 30.38 | 30.15 | 30.64 | 1.145 | 1.124 | 1.094 | 1.044 |
| 43 | 32.25 | 27.9293 | 33.00 | 31.12 | 30.90 | 31.39 | 1.144 | 1.124 | 1.094 | 1.043 |
| 44 | 33.00 | 28.5788 | 33.75 | 31.88 | 31.65 | 32.14 | 1.144 | 1.124 | 1.094 | 1.043 |
| 45 | 33.75 | 29.2284 | 34.50 | 32.62 | 32.40 | 32.89 | 1.144 | 1.124 | 1.093 | 1.042 |
| 46 | 34.50 | 29.8779 | 35.25 | 33.38 | 33.15 | 33.64 | 1.144 | 1.124 | 1.093 | 1.042 |
| 47 | 35.25 | 30.5274 | 36.00 | 34.12 | 33.90 | 34.39 | 1.144 | 1.123 | 1.093 | 1.041 |
| 48 | 36.00 | 31.1769 | 36.75 | 34.88 | 34.65 | 35.13 | 1.144 | 1.123 | 1.092 | 1.041 |
| 49 | 36.75 | 31.8264 | 37.50 | 35.62 | 35.40 | 35.88 | 1.144 | 1.123 | 1.092 | 1.041 |
| 50 | 37.50 | 32.4760 | 38.25 | 36.38 | 36.15 | 36.63 | 1.144 | 1.123 | 1.092 | 1.040 |
| 51 | 38.25 | 33.1255 | 39.00 | 37.12 | 36.90 | 37.38 | 1.143 | 1.123 | 1.092 | 1.040 |
| 52 | 39.00 | 33.7750 | 39.75 | 37.88 | 37.65 | 38.13 | 1.143 | 1.123 | 1.091 | 1.039 |
| 53 | 39.75 | 34.4245 | 40.50 | 38.62 | 38.40 | 38.88 | 1.143 | 1.122 | 1.091 | 1.039 |
| 54 | 40.50 | 35.0740 | 41.25 | 39.38 | 39.15 | 39.63 | 1.143 | 1.122 | 1.091 | 1.038 |
| 55 | 41.25 | 35.7236 | 42.00 | 40.12 | 39.90 | 40.38 | 1.143 | 1.122 | 1.091 | 1.038 |

**表 7.4-48　30°外花键**

模数 $m=1$　作用齿厚最大值 $S_{V\max}=S=1.571$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ae}$ | 小径 $D_{ie}$ | | 渐开线起始圆直径 $D_{F\max}$ | 实际齿厚最小值 $S_{\min}=S_{V\max}-(T+\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 平齿根 | 圆齿根 | | 4h | 5h | 6h | 7h |
| 10 | 10.00 | 8.6603 | 11.00 | 8.50 | 8.20 | 9.04 | 1.540 | 1.522 | 1.494 | 1.448 |
| 11 | 11.00 | 9.5263 | 12.00 | 9.50 | 9.20 | 10.02 | 1.540 | 1.521 | 1.493 | 1.446 |
| 12 | 12.00 | 10.3923 | 13.00 | 10.50 | 10.20 | 11.00 | 1.539 | 1.521 | 1.492 | 1.445 |
| 13 | 13.00 | 11.2583 | 14.00 | 11.50 | 11.20 | 11.98 | 1.539 | 1.520 | 1.492 | 1.444 |
| 14 | 14.00 | 12.1244 | 15.00 | 12.50 | 12.20 | 12.97 | 1.539 | 1.520 | 1.491 | 1.443 |
| 15 | 15.00 | 12.9904 | 16.00 | 13.50 | 13.20 | 13.96 | 1.539 | 1.519 | 1.490 | 1.442 |
| 16 | 16.00 | 13.8564 | 17.00 | 14.50 | 14.20 | 14.95 | 1.538 | 1.519 | 1.490 | 1.441 |
| 17 | 17.00 | 14.7224 | 18.00 | 15.50 | 15.20 | 15.94 | 1.538 | 1.518 | 1.489 | 1.440 |
| 18 | 18.00 | 15.5885 | 19.00 | 16.50 | 16.20 | 16.93 | 1.538 | 1.518 | 1.488 | 1.439 |
| 19 | 19.00 | 16.4545 | 20.00 | 17.50 | 17.20 | 17.92 | 1.538 | 1.518 | 1.488 | 1.438 |
| 20 | 20.00 | 17.3205 | 21.00 | 18.50 | 18.20 | 18.91 | 1.537 | 1.517 | 1.487 | 1.437 |
| 21 | 21.00 | 18.1865 | 22.00 | 19.50 | 19.20 | 19.91 | 1.537 | 1.517 | 1.487 | 1.436 |
| 22 | 22.00 | 19.0526 | 23.00 | 20.50 | 20.20 | 20.90 | 1.537 | 1.517 | 1.486 | 1.436 |
| 23 | 23.00 | 19.9186 | 24.00 | 21.50 | 21.20 | 21.90 | 1.537 | 1.516 | 1.486 | 1.435 |
| 24 | 24.00 | 20.7846 | 25.00 | 22.50 | 22.20 | 22.89 | 1.537 | 1.516 | 1.485 | 1.434 |
| 25 | 25.00 | 21.6506 | 26.00 | 23.50 | 23.20 | 23.89 | 1.536 | 1.516 | 1.485 | 1.433 |
| 26 | 26.00 | 22.5167 | 27.00 | 24.50 | 24.20 | 24.89 | 1.536 | 1.515 | 1.484 | 1.432 |
| 27 | 27.00 | 23.3827 | 28.00 | 25.50 | 25.20 | 25.88 | 1.536 | 1.515 | 1.484 | 1.432 |
| 28 | 28.00 | 24.2487 | 29.00 | 26.50 | 26.20 | 26.88 | 1.536 | 1.515 | 1.483 | 1.431 |
| 29 | 29.00 | 25.1147 | 30.00 | 27.50 | 27.20 | 27.88 | 1.536 | 1.515 | 1.483 | 1.430 |
| 30 | 30.00 | 25.9808 | 31.00 | 28.50 | 28.20 | 28.87 | 1.536 | 1.514 | 1.483 | 1.430 |
| 31 | 31.00 | 26.8468 | 32.00 | 29.50 | 29.20 | 29.87 | 1.535 | 1.514 | 1.482 | 1.429 |
| 32 | 32.00 | 27.7128 | 33.00 | 30.50 | 30.20 | 30.87 | 1.535 | 1.514 | 1.482 | 1.428 |
| 33 | 33.00 | 28.5788 | 34.00 | 31.50 | 31.20 | 31.87 | 1.535 | 1.514 | 1.481 | 1.428 |
| 34 | 34.00 | 29.4449 | 35.00 | 32.50 | 32.20 | 32.87 | 1.535 | 1.513 | 1.481 | 1.427 |
| 35 | 35.00 | 30.3109 | 36.00 | 33.50 | 33.20 | 33.86 | 1.535 | 1.513 | 1.481 | 1.427 |
| 36 | 36.00 | 31.1769 | 37.00 | 34.50 | 34.20 | 34.86 | 1.535 | 1.513 | 1.480 | 1.426 |
| 37 | 37.00 | 32.0429 | 38.00 | 35.50 | 35.20 | 35.86 | 1.534 | 1.513 | 1.480 | 1.425 |
| 38 | 38.00 | 32.9090 | 39.00 | 36.50 | 36.20 | 36.86 | 1.534 | 1.512 | 1.480 | 1.425 |
| 39 | 39.00 | 33.7750 | 40.00 | 37.50 | 37.20 | 37.86 | 1.534 | 1.512 | 1.479 | 1.424 |
| 40 | 40.00 | 34.6410 | 41.00 | 38.50 | 38.20 | 38.86 | 1.534 | 1.512 | 1.479 | 1.424 |
| 41 | 41.00 | 35.5070 | 42.00 | 39.50 | 39.20 | 39.85 | 1.534 | 1.512 | 1.479 | 1.423 |
| 42 | 42.00 | 36.3731 | 43.00 | 40.50 | 40.20 | 40.85 | 1.534 | 1.512 | 1.478 | 1.423 |
| 43 | 43.00 | 37.2391 | 44.00 | 41.50 | 41.20 | 41.85 | 1.534 | 1.511 | 1.478 | 1.422 |
| 44 | 44.00 | 38.1051 | 45.00 | 42.50 | 42.20 | 42.85 | 1.533 | 1.511 | 1.478 | 1.422 |
| 45 | 45.00 | 38.9711 | 46.00 | 43.50 | 43.20 | 43.85 | 1.533 | 1.511 | 1.477 | 1.421 |
| 46 | 46.00 | 39.8372 | 47.00 | 44.50 | 44.20 | 44.85 | 1.533 | 1.511 | 1.477 | 1.421 |
| 47 | 47.00 | 40.7032 | 48.00 | 45.50 | 45.20 | 45.85 | 1.533 | 1.510 | 1.477 | 1.420 |
| 48 | 48.00 | 41.5692 | 49.00 | 46.50 | 46.20 | 46.85 | 1.533 | 1.510 | 1.476 | 1.420 |
| 49 | 49.00 | 42.4352 | 50.00 | 47.50 | 47.20 | 47.85 | 1.533 | 1.510 | 1.476 | 1.419 |
| 50 | 50.00 | 43.3013 | 51.00 | 48.50 | 48.20 | 48.84 | 1.533 | 1.510 | 1.476 | 1.419 |
| 51 | 51.00 | | 49.20 | 49.84 | 1.533 | 1.510 | 1.475 | 1.418 | | |
| 52 | 52.00 | 44.1673 | 50.20 | 50.84 | 1.532 | 1.510 | 1.475 | 1.418 | | |
| 53 | 53.00 | 45.0333 | 51.20 | 51.84 | 1.532 | 1.509 | 1.475 | 1.417 | | |
| 54 | 54.00 | 43.50 | 52.20 | 52.94 | 1.532 | 1.509 | 1.474 | 1.417 | | |
| 55 | 55.00 | | 53.20 | 53.84 | 1.532 | 1.509 | 1.474 | 1.416 | | |

**表 7.4-49　30°外花键**

模数 $m=1.25$　作用齿厚最大值 $S_{Vmax}=S=1.963$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ee}$ | 小径 $D_{ie}$ | | 渐开线起始圆直径 $D_{Fmax}$ | 实际齿厚最小值 $S_{min}=S_{Vmax}-(T+\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 平齿根 | 圆齿根 | | 4h | 5h | 6h | 7h |
| 10 | 12.50 | 10.8253 | 13.75 | 10.62 | 10.25 | 11.30 | 1.930 | 1.910 | 1.881 | 1.831 |
| 11 | 13.75 | 11.9079 | 15.00 | 11.88 | 11.50 | 12.52 | 1.930 | 1.910 | 1.880 | 1.829 |
| 12 | 15.00 | 12.9904 | 16.25 | 13.12 | 12.75 | 13.75 | 1.930 | 1.909 | 1.879 | 1.828 |
| 13 | 16.25 | 14.0729 | 17.50 | 14.38 | 14.00 | 14.98 | 1.929 | 1.909 | 1.878 | 1.827 |
| 14 | 17.50 | 15.1554 | 18.75 | 15.62 | 15.25 | 16.21 | 1.929 | 1.908 | 1.877 | 1.826 |
| 15 | 18.75 | 16.2380 | 20.00 | 16.88 | 16.50 | 17.44 | 1.929 | 1.908 | 1.877 | 1.824 |
| 16 | 20.00 | 17.3205 | 21.25 | 18.12 | 17.75 | 18.68 | 1.928 | 1.907 | 1.876 | 1.823 |
| 17 | 21.25 | 18.4030 | 22.50 | 19.38 | 19.00 | 19.92 | 1.928 | 1.907 | 1.875 | 1.822 |
| 18 | 22.50 | 19.4856 | 23.75 | 20.62 | 20.25 | 21.16 | 1.928 | 1.907 | 1.875 | 1.821 |
| 19 | 23.75 | 20.5681 | 25.00 | 21.88 | 21.50 | 22.40 | 1.928 | 1.906 | 1.874 | 1.820 |
| 20 | 25.00 | 21.6506 | 26.25 | 23.12 | 22.75 | 23.64 | 1.927 | 1.906 | 1.873 | 1.819 |
| 21 | 26.25 | 22.7332 | 27.50 | 24.38 | 24.00 | 24.89 | 1.927 | 1.905 | 1.873 | 1.818 |
| 22 | 27.50 | 23.8157 | 28.75 | 25.62 | 25.25 | 26.13 | 1.927 | 1.905 | 1.872 | 1.818 |
| 23 | 28.75 | 24.8982 | 30.00 | 26.88 | 26.50 | 27.37 | 1.927 | 1.905 | 1.872 | 1.817 |
| 24 | 30.00 | 25.9808 | 31.25 | 28.12 | 27.75 | 28.62 | 1.927 | 1.904 | 1.871 | 1.816 |
| 25 | 31.25 | 27.0633 | 32.50 | 29.38 | 29.00 | 29.86 | 1.926 | 1.904 | 1.871 | 1.815 |
| 26 | 32.50 | 28.1458 | 33.75 | 30.62 | 30.25 | 31.11 | 1.926 | 1.904 | 1.870 | 1.814 |
| 27 | 33.75 | 29.2284 | 35.00 | 31.88 | 31.50 | 32.35 | 1.926 | 1.903 | 1.870 | 1.814 |
| 28 | 35.00 | 30.3109 | 36.25 | 33.12 | 32.75 | 33.60 | 1.926 | 1.903 | 1.869 | 1.813 |
| 29 | 36.25 | 31.3934 | 37.50 | 34.38 | 34.00 | 34.85 | 1.926 | 1.903 | 1.869 | 1.812 |
| 30 | 37.50 | 32.4760 | 38.75 | 35.62 | 35.25 | 36.09 | 1.925 | 1.903 | 1.868 | 1.811 |
| 31 | 38.75 | 33.5585 | 40.00 | 36.88 | 36.50 | 37.34 | 1.925 | 1.902 | 1.868 | 1.811 |
| 32 | 40.00 | 34.6410 | 41.25 | 38.12 | 37.75 | 38.59 | 1.925 | 1.902 | 1.867 | 1.810 |
| 33 | 41.25 | 35.7236 | 42.50 | 39.38 | 39.00 | 39.83 | 1.925 | 1.902 | 1.867 | 1.809 |
| 34 | 42.50 | 36.8061 | 43.75 | 40.62 | 40.25 | 41.08 | 1.925 | 1.901 | 1.867 | 1.809 |
| 35 | 43.75 | 37.8886 | 45.00 | 41.88 | 41.50 | 42.33 | 1.925 | 1.901 | 1.866 | 1.808 |
| 36 | 45.00 | 38.9711 | 46.25 | 43.12 | 42.75 | 43.58 | 1.924 | 1.901 | 1.866 | 1.807 |
| 37 | 46.25 | 40.0537 | 47.50 | 44.38 | 44.00 | 44.83 | 1.924 | 1.901 | 1.865 | 1.807 |
| 38 | 47.50 | 41.1362 | 48.75 | 45.62 | 45.25 | 46.07 | 1.924 | 1.900 | 1.865 | 1.806 |
| 39 | 48.75 | 42.2187 | 50.00 | 46.88 | 46.50 | 47.32 | 1.924 | 1.900 | 1.865 | 1.805 |
| 40 | 50.00 | 43.3013 | 51.25 | 48.12 | 47.75 | 48.57 | 1.924 | 1.900 | 1.864 | 1.805 |
| 41 | 51.25 | 44.3838 | 52.50 | 49.38 | 49.00 | 49.82 | 1.924 | 1.900 | 1.864 | 1.804 |
| 42 | 52.50 | 45.4663 | 53.75 | 50.62 | 50.25 | 51.07 | 1.924 | 1.900 | 1.864 | 1.804 |
| 43 | 53.75 | 46.5489 | 55.00 | 51.88 | 51.50 | 52.31 | 1.923 | 1.899 | 1.863 | 1.803 |
| 44 | 55.00 | 47.6314 | 56.25 | 53.12 | 52.75 | 53.56 | 1.923 | 1.899 | 1.863 | 1.802 |
| 45 | 56.25 | 48.7139 | 57.50 | 54.38 | 54.00 | 54.81 | 1.923 | 1.899 | 1.862 | 1.802 |
| 46 | 57.50 | 49.7965 | 58.75 | 55.62 | 55.25 | 56.06 | 1.923 | 1.899 | 1.862 | 1.801 |
| 47 | 58.75 | 50.8790 | 60.00 | 56.88 | 56.50 | 57.31 | 1.923 | 1.898 | 1.862 | 1.801 |
| 48 | 60.00 | 51.9615 | 61.25 | 58.12 | 57.75 | 58.56 | 1.923 | 1.898 | 1.861 | 1.800 |
| 49 | 61.25 | 53.0441 | 62.50 | 59.38 | 59.00 | 59.81 | 1.923 | 1.898 | 1.861 | 1.800 |
| 50 | 62.50 | 54.1266 | 63.75 | 60.62 | 60.25 | 61.06 | 1.922 | 1.898 | 1.861 | 1.799 |
| 51 | 63.75 | 55.2091 | 65.00 | 61.88 | 61.50 | 62.30 | 1.922 | 1.898 | 1.860 | 1.799 |
| 52 | 65.00 | 56.2917 | 66.25 | 63.12 | 62.75 | 63.55 | 1.922 | 1.897 | 1.860 | 1.798 |
| 53 | 66.25 | 57.3742 | 67.50 | 64.38 | 64.00 | 64.80 | 1.922 | 1.897 | 1.860 | 1.798 |
| 54 | 67.50 | 58.4567 | 68.75 | 65.62 | 65.25 | 66.05 | 1.922 | 1.897 | 1.859 | 1.797 |
| 55 | 68.75 | 59.5393 | 70.00 | 66.88 | 66.50 | 67.30 | 1.922 | 1.897 | 1.859 | 1.797 |

## 表 7.4-50　30°外花键

模数 $m=1.5$　作用齿厚最大值 $S_{Vmax}=S=2.356$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ae}$ | 小径 $D_{ie}$ | | 渐开线起始圆直径 $D_{Femax}$ | 实际齿厚最小值 $S_{min}=S_{Vmax}-(T+\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 平齿根 | 圆齿根 | | 4h | 5h | 6h | 7h |
| 10 | 15.00 | 12.9904 | 16.50 | 12.75 | 12.30 | 13.56 | 2.321 | 2.300 | 2.268 | 2.215 |
| 11 | 16.50 | 14.2894 | 18.00 | 14.25 | 13.80 | 15.03 | 2.321 | 2.299 | 2.267 | 2.214 |
| 12 | 18.00 | 15.5885 | 19.50 | 15.75 | 15.30 | 16.50 | 2.320 | 2.299 | 2.266 | 2.212 |
| 13 | 19.50 | 16.8875 | 21.00 | 17.25 | 16.80 | 17.97 | 2.320 | 2.298 | 2.265 | 2.211 |
| 14 | 21.00 | 18.1865 | 22.50 | 18.75 | 18.30 | 19.45 | 2.320 | 2.298 | 2.265 | 2.210 |
| 15 | 22.50 | 19.4856 | 24.00 | 20.25 | 19.80 | 20.93 | 2.319 | 2.297 | 2.264 | 2.208 |
| 16 | 24.00 | 20.7846 | 25.50 | 21.75 | 21.30 | 22.42 | 2.319 | 2.297 | 2.263 | 2.207 |
| 17 | 25.50 | 22.0836 | 27.00 | 23.25 | 22.80 | 23.90 | 2.319 | 2.296 | 2.262 | 2.206 |
| 18 | 27.00 | 23.3827 | 28.50 | 24.75 | 24.30 | 25.39 | 2.318 | 2.296 | 2.262 | 2.205 |
| 19 | 28.50 | 24.6817 | 30.00 | 26.25 | 25.80 | 26.88 | 2.318 | 2.295 | 2.261 | 2.204 |
| 20 | 30.00 | 25.9808 | 31.50 | 27.75 | 27.30 | 28.37 | 2.318 | 2.295 | 2.260 | 2.203 |
| 21 | 31.50 | 27.2798 | 33.00 | 29.25 | 28.80 | 29.86 | 2.318 | 2.294 | 2.260 | 2.202 |
| 22 | 33.00 | 28.5788 | 34.50 | 30.75 | 30.30 | 31.36 | 2.317 | 2.294 | 2.259 | 2.201 |
| 23 | 34.50 | 29.8779 | 36.00 | 32.25 | 31.80 | 32.85 | 2.317 | 2.294 | 2.259 | 2.200 |
| 24 | 36.00 | 31.1769 | 37.50 | 33.75 | 33.30 | 34.34 | 2.317 | 2.293 | 2.258 | 2.199 |
| 25 | 37.50 | 32.4760 | 39.00 | 35.25 | 34.80 | 35.84 | 2.317 | 2.293 | 2.257 | 2.198 |
| 26 | 39.00 | 33.7750 | 40.50 | 36.75 | 36.30 | 37.33 | 2.316 | 2.293 | 2.257 | 2.197 |
| 27 | 40.50 | 35.0740 | 42.00 | 38.25 | 37.80 | 38.33 | 2.316 | 2.292 | 2.256 | 2.197 |
| 28 | 42.00 | 36.3731 | 43.50 | 39.75 | 39.30 | 40.32 | 2.316 | 2.292 | 2.256 | 2.196 |
| 29 | 43.50 | 37.6721 | 45.00 | 41.25 | 40.80 | 41.82 | 2.316 | 2.292 | 2.255 | 2.195 |
| 30 | 45.00 | 38.9711 | 46.50 | 42.75 | 42.30 | 43.31 | 2.316 | 2.291 | 2.255 | 2.194 |
| 31 | 46.50 | 40.2702 | 48.00 | 44.25 | 43.80 | 44.81 | 2.316 | 2.291 | 2.254 | 2.193 |
| 32 | 48.00 | 41.5692 | 49.50 | 45.75 | 45.30 | 46.31 | 2.315 | 2.291 | 2.254 | 2.193 |
| 33 | 49.50 | 42.8683 | 51.00 | 47.25 | 46.80 | 47.80 | 2.315 | 2.290 | 2.254 | 2.192 |
| 34 | 51.00 | 44.1673 | 52.50 | 48.75 | 48.30 | 49.30 | 2.315 | 2.290 | 2.253 | 2.191 |
| 35 | 52.50 | 45.4663 | 54.00 | 50.25 | 49.80 | 50.80 | 2.315 | 2.290 | 2.253 | 2.191 |
| 36 | 54.00 | 46.7654 | 55.50 | 51.75 | 51.30 | 52.29 | 2.315 | 2.290 | 2.252 | 2.190 |
| 37 | 55.50 | 48.0644 | 57.00 | 53.25 | 52.80 | 53.79 | 2.314 | 2.289 | 2.252 | 2.189 |
| 38 | 57.00 | 49.3635 | 58.50 | 54.75 | 54.30 | 55.29 | 2.314 | 2.289 | 2.251 | 2.188 |
| 39 | 58.50 | 50.5625 | 60.00 | 56.25 | 55.80 | 56.79 | 2.314 | 2.289 | 2.251 | 2.188 |
| 40 | 60.00 | 51.9615 | 61.50 | 57.75 | 57.30 | 58.28 | 2.314 | 2.289 | 2.251 | 2.187 |
| 41 | 61.50 | 53.2606 | 63.00 | 59.25 | 58.80 | 59.78 | 2.314 | 2.288 | 2.250 | 2.186 |
| 42 | 63.00 | 54.5596 | 64.50 | 60.75 | 60.30 | 61.28 | 2.314 | 2.288 | 2.250 | 2.186 |
| 43 | 64.50 | 55.8586 | 66.00 | 62.25 | 61.80 | 62.78 | 2.313 | 2.288 | 2.249 | 2.185 |
| 44 | 66.00 | 57.1577 | 67.50 | 63.75 | 63.30 | 64.28 | 2.313 | 2.288 | 2.249 | 2.185 |
| 45 | 67.50 | 58.4567 | 69.00 | 65.25 | 64.80 | 65.77 | 2.313 | 2.287 | 2.249 | 2.184 |
| 46 | 69.00 | 59.7558 | 70.50 | 66.75 | 66.30 | 67.27 | 2.313 | 2.287 | 2.248 | 2.183 |
| 47 | 70.50 | 61.0548 | 72.00 | 68.25 | 67.80 | 68.77 | 2.313 | 2.287 | 2.248 | 2.183 |
| 48 | 72.00 | 62.3538 | 73.50 | 69.75 | 69.30 | 70.27 | 2.313 | 2.287 | 2.247 | 2.182 |
| 49 | 73.50 | 63.6529 | 75.00 | 71.25 | 70.80 | 71.77 | 2.313 | 2.286 | 2.247 | 2.182 |
| 50 | 75.00 | 64.9519 | 76.50 | 72.75 | 72.30 | 73.27 | 2.312 | 2.286 | 2.247 | 2.181 |
| 51 | 76.50 | 66.2509 | 78.00 | 74.25 | 73.80 | 74.77 | 2.312 | 2.286 | 2.246 | 2.181 |
| 52 | 78.00 | 67.5500 | 79.50 | 75.75 | 75.30 | 76.26 | 2.312 | 2.286 | 2.246 | 2.180 |
| 53 | 79.50 | 68.8490 | 81.00 | 77.25 | 76.80 | 77.76 | 2.312 | 2.285 | 2.246 | 2.179 |
| 54 | 81.00 | 70.1481 | 82.50 | 78.75 | 78.30 | 79.26 | 2.312 | 2.285 | 2.245 | 2.179 |
| 55 | 82.50 | 71.4471 | 84.00 | 80.25 | 79.80 | 80.76 | 2.312 | 2.285 | 2.245 | 2.178 |

**表 7.4-51　30°外花键**

模数 $m=1.75$　作用齿厚最大值 $S_{V\max}=S=2.749$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ae}$ | 小径 $D_{ie}$ | | 渐开线起始圆直径 $D_{F\max}$ | 实际齿厚最小值 $S_{\min}=S_{V\max}-(T+\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 平齿根 | 圆齿根 | | 4h | 5h | 6h | 7h |
| 10 | 17.50 | 15.1554 | 19.25 | 14.88 | 14.35 | 15.82 | 2.712 | 2.689 | 2.656 | 2.600 |
| 11 | 19.25 | 16.6710 | 21.00 | 16.62 | 16.10 | 17.53 | 2.711 | 2.689 | 2.655 | 2.599 |
| 12 | 21.00 | 18.1865 | 22.75 | 18.38 | 17.85 | 19.25 | 2.711 | 2.688 | 2.654 | 2.597 |
| 13 | 22.75 | 19.7021 | 24.50 | 20.12 | 19.60 | 20.97 | 2.711 | 2.688 | 2.653 | 2.596 |
| 14 | 24.50 | 21.2176 | 26.25 | 21.88 | 21.35 | 22.69 | 2.710 | 2.687 | 2.652 | 2.594 |
| 15 | 26.25 | 22.7332 | 28.00 | 23.62 | 23.10 | 24.42 | 2.710 | 2.687 | 2.651 | 2.593 |
| 16 | 28.00 | 24.2487 | 29.75 | 25.38 | 24.85 | 26.15 | 2.710 | 2.686 | 2.651 | 2.592 |
| 17 | 29.75 | 25.7643 | 31.50 | 27.12 | 26.60 | 27.89 | 2.709 | 2.686 | 2.650 | 2.591 |
| 18 | 31.50 | 27.2798 | 33.25 | 28.88 | 28.35 | 29.62 | 2.709 | 2.685 | 2.649 | 2.589 |
| 19 | 33.25 | 28.7953 | 35.00 | 30.62 | 30.10 | 31.36 | 2.709 | 2.685 | 2.649 | 2.588 |
| 20 | 35.00 | 30.3109 | 36.75 | 32.38 | 31.85 | 33.10 | 2.708 | 2.684 | 2.648 | 2.587 |
| 21 | 36.75 | 31.8264 | 38.50 | 34.12 | 33.60 | 34.84 | 2.708 | 2.684 | 2.647 | 2.586 |
| 22 | 38.50 | 33.3420 | 40.25 | 35.88 | 35.35 | 36.58 | 2.708 | 2.683 | 2.647 | 2.585 |
| 23 | 40.25 | 34.8575 | 42.00 | 37.62 | 37.10 | 38.32 | 2.708 | 2.683 | 2.646 | 2.584 |
| 24 | 42.00 | 36.3731 | 43.75 | 39.38 | 38.85 | 40.07 | 2.708 | 2.683 | 2.645 | 2.583 |
| 25 | 43.75 | 37.8886 | 45.50 | 41.12 | 40.60 | 41.81 | 2.707 | 2.682 | 2.645 | 2.582 |
| 26 | 45.50 | 39.4042 | 47.25 | 42.88 | 42.35 | 43.55 | 2.707 | 2.682 | 2.644 | 2.582 |
| 27 | 47.25 | 40.9197 | 49.00 | 44.62 | 44.10 | 45.30 | 2.707 | 2.682 | 2.644 | 2.581 |
| 28 | 49.00 | 42.4352 | 50.75 | 46.38 | 45.85 | 47.04 | 2.707 | 2.681 | 2.643 | 2.580 |
| 29 | 50.75 | 43.9508 | 52.50 | 48.12 | 47.60 | 48.79 | 2.706 | 2.681 | 2.643 | 2.579 |
| 30 | 52.50 | 45.4663 | 54.25 | 49.88 | 49.35 | 50.53 | 2.706 | 2.681 | 2.642 | 2.578 |
| 31 | 54.25 | 46.9819 | 56.00 | 51.62 | 51.10 | 52.28 | 2.706 | 2.680 | 2.642 | 2.577 |
| 32 | 56.00 | 48.4974 | 57.75 | 53.38 | 52.85 | 54.02 | 2.706 | 2.680 | 2.641 | 2.576 |
| 33 | 57.75 | 50.0130 | 59.50 | 55.12 | 54.60 | 55.77 | 2.706 | 2.680 | 2.641 | 2.576 |
| 34 | 59.50 | 51.5285 | 61.25 | 56.88 | 56.35 | 57.52 | 2.705 | 2.679 | 2.640 | 2.575 |
| 35 | 61.25 | 53.0441 | 63.00 | 58.62 | 58.10 | 59.26 | 2.705 | 2.679 | 2.640 | 2.574 |
| 36 | 63.00 | 54.5596 | 64.75 | 60.38 | 59.85 | 61.01 | 2.705 | 2.679 | 2.639 | 2.573 |
| 37 | 64.75 | 56.0751 | 66.50 | 62.12 | 61.60 | 62.76 | 2.705 | 2.678 | 2.639 | 2.573 |
| 38 | 66.50 | 57.5907 | 68.25 | 63.88 | 63.35 | 64.50 | 2.705 | 2.678 | 2.638 | 2.572 |
| 39 | 68.25 | 59.1062 | 70.00 | 65.62 | 65.10 | 66.25 | 2.704 | 2.678 | 2.638 | 2.571 |
| 40 | 70.00 | 60.6218 | 71.75 | 67.38 | 66.85 | 68.00 | 2.704 | 2.678 | 2.637 | 2.571 |
| 41 | 71.75 | 62.1373 | 73.50 | 69.12 | 68.60 | 69.74 | 2.704 | 2.677 | 2.637 | 2.570 |
| 42 | 73.50 | 63.6529 | 75.25 | 70.88 | 70.35 | 71.49 | 2.704 | 2.677 | 2.637 | 2.569 |
| 43 | 75.25 | 65.1684 | 77.00 | 72.62 | 72.10 | 73.24 | 2.704 | 2.677 | 2.636 | 2.569 |
| 44 | 77.00 | 66.6840 | 78.75 | 74.38 | 73.85 | 74.99 | 2.704 | 2.677 | 2.636 | 2.568 |
| 45 | 78.75 | 68.1995 | 80.50 | 76.12 | 75.60 | 76.74 | 2.703 | 2.676 | 2.635 | 2.567 |
| 46 | 80.50 | 69.7150 | 82.25 | 77.88 | 77.35 | 78.48 | 2.703 | 2.676 | 2.635 | 2.567 |
| 47 | 82.25 | 71.2306 | 84.00 | 79.62 | 79.10 | 80.23 | 2.703 | 2.676 | 2.635 | 2.566 |
| 48 | 84.00 | 72.7461 | 85.75 | 81.38 | 80.85 | 81.98 | 2.703 | 2.675 | 2.634 | 2.565 |
| 49 | 85.75 | 74.2617 | 87.50 | 83.12 | 82.60 | 83.73 | 2.703 | 2.675 | 2.634 | 2.565 |
| 50 | 87.50 | 75.7772 | 89.25 | 84.88 | 84.35 | 85.48 | 2.703 | 2.675 | 2.633 | 2.564 |
| 51 | 89.25 | 77.2928 | 91.00 | 86.62 | 86.10 | 87.23 | 2.703 | 2.675 | 2.633 | 2.564 |
| 52 | 91.00 | 78.8083 | 92.75 | 88.38 | 87.85 | 88.97 | 2.702 | 2.675 | 2.633 | 2.563 |
| 53 | 92.75 | 80.3239 | 94.50 | 90.12 | 89.60 | 90.72 | 2.702 | 2.674 | 2.632 | 2.562 |
| 54 | 94.50 | 81.8394 | 96.25 | 91.88 | 91.35 | 92.47 | 2.702 | 2.674 | 2.632 | 2.562 |
| 55 | 96.25 | 83.3550 | 98.00 | 93.62 | 93.10 | 94.22 | 2.702 | 2.674 | 2.632 | 2.561 |

**表 7.4-52　30°外花键**

模数 $m=2$　作用齿厚最大值 $S_{V\max}=S=3.142$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ee}$ | 小径 $D_{ie}$ | | 渐开线起始圆直径 $D_{Fe\max}$ | 实际齿厚最小值 $S_{\min}=S_{V\max}-(T+\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 平齿根 | 圆齿根 | | 4h | 5h | 6h | 7h |
| 10 | 20.00 | 17.3205 | 22.00 | 17.00 | 16.40 | 18.08 | 3.103 | 3.079 | 3.044 | 2.986 |
| 11 | 22.00 | 19.0526 | 24.00 | 19.00 | 18.40 | 20.04 | 3.102 | 3.079 | 3.043 | 2.984 |
| 12 | 24.00 | 20.7846 | 26.00 | 21.00 | 20.40 | 22.00 | 3.102 | 3.078 | 3.042 | 2.983 |
| 13 | 26.00 | 22.5167 | 28.00 | 23.00 | 22.40 | 23.96 | 3.102 | 3.077 | 3.041 | 2.981 |
| 14 | 28.00 | 24.2487 | 30.00 | 25.00 | 24.40 | 25.94 | 3.101 | 3.077 | 3.041 | 2.980 |
| 15 | 30.00 | 25.9808 | 32.00 | 27.00 | 26.40 | 27.91 | 3.101 | 3.076 | 3.040 | 2.979 |
| 16 | 32.00 | 27.7128 | 34.00 | 29.00 | 28.40 | 29.89 | 3.100 | 3.076 | 3.039 | 2.977 |
| 17 | 34.00 | 29.4449 | 36.00 | 31.00 | 30.40 | 31.87 | 3.100 | 3.075 | 3.038 | 2.976 |
| 18 | 36.00 | 31.1769 | 38.00 | 33.00 | 32.40 | 33.86 | 3.100 | 3.075 | 3.037 | 2.975 |
| 19 | 38.00 | 32.9090 | 40.00 | 35.00 | 34.40 | 35.84 | 3.100 | 3.074 | 3.037 | 2.974 |
| 20 | 40.00 | 34.6410 | 42.00 | 37.00 | 36.40 | 37.83 | 3.099 | 3.074 | 3.036 | 2.972 |
| 21 | 42.00 | 36.3731 | 44.00 | 39.00 | 38.40 | 39.82 | 3.099 | 3.074 | 3.035 | 2.971 |
| 22 | 44.00 | 38.1051 | 46.00 | 41.00 | 40.40 | 41.81 | 3.099 | 3.073 | 3.035 | 2.970 |
| 23 | 46.00 | 39.8372 | 48.00 | 43.00 | 42.40 | 43.80 | 3.099 | 3.073 | 3.034 | 2.969 |
| 24 | 48.00 | 41.5692 | 50.00 | 45.00 | 44.40 | 45.79 | 3.098 | 3.072 | 3.033 | 2.968 |
| 25 | 50.00 | 43.3013 | 52.00 | 47.00 | 46.40 | 47.78 | 3.098 | 3.072 | 3.033 | 2.967 |
| 26 | 52.00 | 45.0333 | 54.00 | 49.00 | 48.40 | 49.77 | 3.098 | 3.072 | 3.032 | 2.966 |
| 27 | 54.00 | 46.7654 | 56.00 | 51.00 | 50.40 | 51.77 | 3.098 | 3.071 | 3.031 | 2.965 |
| 28 | 56.00 | 48.4974 | 58.00 | 53.00 | 52.40 | 53.76 | 3.097 | 3.071 | 3.031 | 2.965 |
| 29 | 58.00 | 50.2295 | 60.00 | 55.00 | 54.40 | 55.76 | 3.097 | 3.070 | 3.030 | 2.964 |
| 30 | 60.00 | 51.9615 | 62.00 | 57.00 | 56.40 | 57.75 | 3.097 | 3.070 | 3.030 | 2.963 |
| 31 | 62.00 | 53.6936 | 64.00 | 59.00 | 58.40 | 59.74 | 3.097 | 3.070 | 3.029 | 2.962 |
| 32 | 64.00 | 55.4256 | 66.00 | 61.00 | 60.40 | 61.74 | 3.096 | 3.069 | 3.029 | 2.961 |
| 33 | 66.00 | 57.1577 | 68.00 | 63.00 | 62.40 | 63.74 | 3.096 | 3.069 | 3.028 | 2.960 |
| 34 | 68.00 | 58.8897 | 70.00 | 65.00 | 64.40 | 65.73 | 3.096 | 3.069 | 3.028 | 2.959 |
| 35 | 70.00 | 60.6218 | 72.00 | 67.00 | 66.40 | 67.73 | 3.096 | 3.068 | 3.027 | 2.959 |
| 36 | 72.00 | 62.3538 | 74.00 | 69.00 | 68.40 | 69.72 | 3.096 | 3.068 | 3.027 | 2.958 |
| 37 | 74.00 | 64.0859 | 76.00 | 71.00 | 70.40 | 71.72 | 3.095 | 3.068 | 3.026 | 2.957 |
| 38 | 76.00 | 65.8179 | 78.00 | 73.00 | 72.40 | 73.72 | 3.095 | 3.067 | 3.026 | 2.956 |
| 39 | 78.00 | 67.5500 | 80.00 | 75.00 | 74.40 | 75.71 | 3.095 | 3.067 | 3.025 | 2.956 |
| 40 | 80.00 | 69.2820 | 82.00 | 77.00 | 76.40 | 77.71 | 3.095 | 3.067 | 3.025 | 2.955 |
| 41 | 82.00 | 71.0141 | 84.00 | 79.00 | 78.40 | 79.71 | 3.095 | 3.067 | 3.024 | 2.954 |
| 42 | 84.00 | 72.7461 | 86.00 | 81.00 | 80.40 | 81.71 | 3.095 | 3.066 | 3.024 | 2.953 |
| 43 | 86.00 | 74.4782 | 88.00 | 83.00 | 82.40 | 83.70 | 3.094 | 3.066 | 3.024 | 2.953 |
| 44 | 88.00 | 76.2102 | 90.00 | 85.00 | 84.40 | 85.70 | 3.094 | 3.066 | 3.023 | 2.952 |
| 45 | 90.00 | 77.9423 | 92.00 | 87.00 | 86.40 | 87.70 | 3.094 | 3.066 | 3.023 | 2.951 |
| 46 | 92.00 | 79.6743 | 94.00 | 89.00 | 88.40 | 89.70 | 3.094 | 3.065 | 3.022 | 2.951 |
| 47 | 94.00 | 81.4064 | 96.00 | 91.00 | 90.40 | 91.69 | 3.094 | 3.065 | 3.022 | 2.950 |
| 48 | 96.00 | 83.1384 | 98.00 | 93.00 | 92.40 | 93.69 | 3.094 | 3.065 | 3.021 | 2.949 |
| 49 | 98.00 | 84.8705 | 100.00 | 95.00 | 94.40 | 95.69 | 3.093 | 3.064 | 3.021 | 2.949 |
| 50 | 100.00 | 86.6025 | 102.00 | 97.00 | 96.40 | 97.69 | 3.093 | 3.064 | 3.021 | 2.948 |
| 51 | 102.00 | 88.3346 | 104.00 | 99.00 | 98.40 | 99.69 | 3.093 | 3.064 | 3.020 | 2.947 |
| 52 | 104.00 | 90.0666 | 106.00 | 101.00 | 100.40 | 101.69 | 3.093 | 3.064 | 3.020 | 2.947 |
| 53 | 106.00 | 91.7987 | 108.00 | 103.00 | 102.40 | 103.68 | 3.093 | 3.063 | 3.019 | 2.946 |
| 54 | 108.00 | 93.5307 | 110.00 | 105.00 | 104.40 | 105.68 | 3.093 | 3.063 | 3.019 | 2.946 |
| 55 | 110.00 | 95.2628 | 112.00 | 107.00 | 106.40 | 107.68 | 3.092 | 3.063 | 3.019 | 2.945 |

**表 7.4-53　30°外花键**

模数 $m=2.5$　作用齿厚最大值 $S_{V\max}=S=3.927$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ae}$ | 小径 $D_{ie}$ | | 渐开线起始圆直径 $D_{Fe\max}$ | 实际齿厚最小值 $S_{\min}=S_{V\max}-(T+\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 平齿根 | 圆齿根 | | 4h | 5h | 6h | 7h |
| 10 | 25.00 | 21.6506 | 27.50 | 21.25 | 20.50 | 22.61 | 3.885 | 3.860 | 3.822 | 3.759 |
| 11 | 27.50 | 23.8157 | 30.00 | 23.75 | 23.00 | 25.04 | 3.885 | 3.859 | 3.821 | 3.757 |
| 12 | 30.00 | 25.9808 | 32.50 | 26.25 | 25.50 | 27.50 | 3.884 | 3.858 | 3.820 | 3.756 |
| 13 | 32.50 | 28.1458 | 35.00 | 28.75 | 28.00 | 29.95 | 3.884 | 3.858 | 3.819 | 3.754 |
| 14 | 35.00 | 30.3109 | 37.50 | 31.25 | 30.50 | 32.42 | 3.883 | 3.857 | 3.818 | 3.752 |
| 15 | 37.50 | 32.4760 | 40.00 | 33.75 | 33.00 | 34.89 | 3.883 | 3.857 | 3.817 | 3.751 |
| 16 | 40.00 | 34.6410 | 42.50 | 36.25 | 35.50 | 37.36 | 3.883 | 3.856 | 3.816 | 3.750 |
| 17 | 42.50 | 36.8061 | 45.00 | 38.75 | 38.00 | 39.84 | 3.882 | 3.855 | 3.815 | 3.748 |
| 18 | 45.00 | 38.9711 | 47.50 | 41.25 | 40.50 | 42.32 | 3.882 | 3.855 | 3.814 | 3.747 |
| 19 | 47.50 | 41.1362 | 50.00 | 43.75 | 43.00 | 44.80 | 3.882 | 3.854 | 3.814 | 3.746 |
| 20 | 50.00 | 43.3013 | 52.50 | 46.25 | 45.50 | 47.29 | 3.881 | 3.854 | 3.813 | 3.744 |
| 21 | 52.50 | 45.4663 | 55.00 | 48.75 | 48.00 | 49.77 | 3.881 | 3.854 | 3.812 | 3.743 |
| 22 | 55.00 | 47.6314 | 57.50 | 51.25 | 50.50 | 52.26 | 3.881 | 3.853 | 3.811 | 3.742 |
| 23 | 57.50 | 49.7965 | 60.00 | 53.75 | 53.00 | 54.75 | 3.880 | 3.853 | 3.811 | 3.741 |
| 24 | 60.00 | 51.9615 | 62.50 | 56.25 | 55.50 | 57.24 | 3.880 | 3.852 | 3.810 | 3.740 |
| 25 | 62.50 | 54.1266 | 65.00 | 58.75 | 58.00 | 59.73 | 3.880 | 3.852 | 3.809 | 3.739 |
| 26 | 65.00 | 56.2917 | 67.50 | 61.25 | 60.50 | 62.22 | 3.880 | 3.851 | 3.809 | 3.738 |
| 27 | 67.50 | 58.4567 | 70.00 | 63.75 | 63.00 | 64.71 | 3.879 | 3.851 | 3.808 | 3.737 |
| 28 | 70.00 | 60.6218 | 72.50 | 66.25 | 65.50 | 67.20 | 3.879 | 3.851 | 3.807 | 3.736 |
| 29 | 72.50 | 62.7868 | 75.00 | 68.75 | 68.00 | 69.69 | 3.879 | 3.850 | 3.807 | 3.735 |
| 30 | 75.00 | 64.9519 | 77.50 | 71.25 | 70.50 | 72.19 | 3.879 | 3.850 | 3.806 | 3.734 |
| 31 | 77.50 | 67.1170 | 80.00 | 73.75 | 73.00 | 74.68 | 3.878 | 3.849 | 3.806 | 3.733 |
| 32 | 80.00 | 69.2820 | 82.50 | 76.25 | 75.50 | 77.18 | 3.878 | 3.849 | 3.805 | 3.732 |
| 33 | 82.50 | 71.4471 | 85.00 | 78.15 | 78.00 | 79.67 | 3.878 | 3.849 | 3.805 | 3.731 |
| 34 | 85.00 | 73.6122 | 87.50 | 81.25 | 80.50 | 82.16 | 3.878 | 3.848 | 3.804 | 3.730 |
| 35 | 87.50 | 75.7772 | 90.00 | 83.75 | 83.00 | 84.66 | 3.878 | 3.848 | 3.803 | 3.729 |
| 36 | 90.00 | 77.9423 | 92.50 | 86.25 | 85.50 | 87.16 | 3.877 | 3.848 | 3.803 | 3.729 |
| 37 | 92.50 | 80.1074 | 95.00 | 88.75 | 88.00 | 89.65 | 3.877 | 3.847 | 3.802 | 3.728 |
| 38 | 95.00 | 82.2724 | 97.50 | 91.25 | 90.50 | 92.15 | 3.877 | 3.847 | 3.802 | 3.727 |
| 39 | 97.50 | 84.4375 | 100.00 | 93.75 | 93.00 | 94.64 | 3.877 | 3.847 | 3.801 | 3.726 |
| 40 | 100.00 | 86.6025 | 102.50 | 96.25 | 95.50 | 97.14 | 3.877 | 3.846 | 3.801 | 3.725 |
| 41 | 102.50 | 88.7676 | 105.00 | 98.75 | 98.00 | 99.64 | 3.876 | 3.846 | 3.800 | 3.724 |
| 42 | 105.00 | 90.9327 | 107.50 | 101.25 | 100.50 | 102.13 | 3.876 | 3.846 | 3.800 | 3.724 |
| 43 | 107.50 | 93.0977 | 110.00 | 103.75 | 103.00 | 104.63 | 3.876 | 3.845 | 3.799 | 3.723 |
| 44 | 110.00 | 95.2628 | 112.50 | 106.25 | 105.50 | 107.13 | 3.876 | 3.845 | 3.799 | 3.722 |
| 45 | 112.50 | 97.4279 | 115.00 | 108.75 | 108.00 | 109.62 | 3.876 | 3.845 | 3.798 | 3.721 |
| 46 | 115.00 | 99.5929 | 117.50 | 111.25 | 110.50 | 112.12 | 3.875 | 3.844 | 3.798 | 3.721 |
| 47 | 117.00 | 101.7580 | 120.00 | 113.75 | 113.00 | 114.62 | 3.875 | 3.844 | 3.798 | 3.720 |
| 48 | 120.00 | 103.9231 | 122.50 | 116.25 | 115.50 | 117.12 | 3.875 | 3.844 | 3.797 | 3.719 |
| 49 | 122.50 | 106.0881 | 125.00 | 118.75 | 118.00 | 119.61 | 3.875 | 3.844 | 3.797 | 3.718 |
| 50 | 125.00 | 108.2532 | 127.50 | 121.25 | 120.50 | 122.11 | 3.875 | 3.843 | 3.796 | 3.718 |
| 51 | 127.50 | 110.4182 | 130.00 | 123.75 | 123.00 | 124.61 | 3.875 | 3.843 | 3.796 | 3.717 |
| 52 | 130.00 | 112.5833 | 132.50 | 126.25 | 125.50 | 127.11 | 3.874 | 3.843 | 3.795 | 3.716 |
| 53 | 132.50 | 114.7484 | 135.00 | 128.75 | 128.00 | 129.60 | 3.874 | 3.842 | 3.795 | 3.716 |
| 54 | 135.00 | 116.9134 | 137.50 | 131.25 | 130.50 | 132.10 | 3.874 | 3.842 | 3.795 | 3.715 |
| 55 | 137.50 | 119.0785 | 140.00 | 133.75 | 133.00 | 134.60 | 3.874 | 3.842 | 3.794 | 3.714 |

**表 7.4-54　30°外花键**

模数 $m=3$　作用齿厚最大值 $S_{V\max}=S=4.712$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ae}$ | 小径 $D_{ie}$ | | 渐开线起始圆直径 $D_{Fe\max}$ | 实际齿厚最小值 $S_{\min}=S_{V\max}-(T+\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 平齿根 | 圆齿根 | | 4h | 5h | 6h | 7h |
| 10 | 30.00 | 25.9808 | 33.00 | 25.50 | 24.60 | 27.13 | 4.668 | 4.641 | 4.601 | 4.534 |
| 11 | 33.00 | 28.5788 | 36.00 | 28.50 | 27.60 | 30.05 | 4.667 | 4.640 | 4.600 | 4.532 |
| 12 | 36.00 | 31.1769 | 39.00 | 31.50 | 30.60 | 32.99 | 4.667 | 4.639 | 4.598 | 4.530 |
| 13 | 39.00 | 33.7750 | 42.00 | 34.50 | 33.60 | 35.94 | 4.666 | 4.639 | 4.597 | 4.528 |
| 14 | 42.00 | 36.3731 | 45.00 | 37.50 | 36.60 | 38.90 | 4.666 | 4.638 | 4.596 | 4.527 |
| 15 | 45.00 | 38.9711 | 48.00 | 40.50 | 39.60 | 41.87 | 4.666 | 4.637 | 4.595 | 4.525 |
| 16 | 48.00 | 41.5692 | 51.00 | 43.50 | 42.60 | 44.84 | 4.665 | 4.637 | 4.594 | 4.524 |
| 17 | 51.00 | 44.1673 | 54.00 | 46.50 | 45.60 | 47.81 | 4.665 | 4.636 | 4.593 | 4.522 |
| 18 | 54.00 | 46.7654 | 57.00 | 49.50 | 48.60 | 50.78 | 4.664 | 4.636 | 4.593 | 4.521 |
| 19 | 57.00 | 49.3635 | 60.00 | 52.50 | 51.60 | 53.76 | 4.664 | 4.635 | 4.592 | 4.519 |
| 20 | 60.00 | 51.9615 | 63.00 | 55.50 | 54.60 | 56.74 | 4.664 | 4.635 | 4.591 | 4.518 |
| 21 | 63.00 | 54.5596 | 66.00 | 58.50 | 57.60 | 59.73 | 4.663 | 4.634 | 4.590 | 4.517 |
| 22 | 66.00 | 57.1577 | 69.00 | 61.50 | 60.60 | 62.71 | 4.663 | 4.634 | 4.589 | 4.516 |
| 23 | 69.00 | 59.7558 | 72.00 | 64.50 | 63.60 | 65.70 | 4.663 | 4.633 | 4.589 | 4.514 |
| 24 | 72.00 | 62.3538 | 75.00 | 67.50 | 66.60 | 68.68 | 4.663 | 4.633 | 4.588 | 4.513 |
| 25 | 75.00 | 64.9519 | 78.00 | 70.50 | 69.60 | 71.67 | 4.662 | 4.632 | 4.587 | 4.512 |
| 26 | 78.00 | 67.5500 | 81.00 | 73.50 | 72.60 | 74.66 | 4.662 | 4.632 | 4.586 | 4.511 |
| 27 | 81.00 | 70.1481 | 84.00 | 76.50 | 75.60 | 77.65 | 4.662 | 4.631 | 4.586 | 4.510 |
| 28 | 84.00 | 72.7461 | 87.00 | 79.50 | 78.60 | 80.64 | 4.661 | 4.631 | 4.585 | 4.509 |
| 29 | 87.00 | 75.3442 | 90.00 | 82.50 | 81.60 | 83.63 | 4.661 | 4.631 | 4.584 | 4.508 |
| 30 | 90.00 | 77.9423 | 93.00 | 85.50 | 84.60 | 86.62 | 4.661 | 4.630 | 4.584 | 4.507 |
| 31 | 93.00 | 80.5404 | 96.00 | 88.50 | 87.60 | 89.62 | 4.661 | 4.630 | 4.583 | 4.506 |
| 32 | 96.00 | 83.1384 | 99.00 | 91.50 | 90.60 | 92.61 | 4.660 | 4.629 | 4.583 | 4.505 |
| 33 | 99.00 | 85.7365 | 102.00 | 94.50 | 93.60 | 95.60 | 4.660 | 4.629 | 4.582 | 4.504 |
| 34 | 102.00 | 88.3346 | 105.00 | 97.50 | 96.60 | 98.60 | 4.660 | 4.629 | 4.581 | 4.503 |
| 35 | 105.00 | 90.9327 | 108.00 | 100.50 | 99.60 | 101.59 | 4.660 | 4.628 | 4.581 | 4.502 |
| 36 | 108.00 | 93.5307 | 111.00 | 103.50 | 102.60 | 104.59 | 4.660 | 4.628 | 4.580 | 4.501 |
| 37 | 111.00 | 96.1288 | 114.00 | 106.50 | 105.60 | 107.58 | 4.659 | 4.627 | 4.580 | 4.500 |
| 38 | 114.00 | 98.7269 | 117.00 | 109.50 | 108.60 | 110.58 | 4.659 | 4.627 | 4.579 | 4.499 |
| 39 | 117.00 | 101.3250 | 120.00 | 112.50 | 111.60 | 113.57 | 4.659 | 4.627 | 4.579 | 4.498 |
| 40 | 120.00 | 103.9231 | 123.00 | 115.50 | 114.60 | 116.57 | 4.659 | 4.626 | 4.578 | 4.497 |
| 41 | 123.00 | 106.5211 | 126.00 | 118.50 | 117.60 | 119.56 | 4.658 | 4.626 | 4.577 | 4.496 |
| 42 | 126.00 | 109.1192 | 129.00 | 121.50 | 120.60 | 122.56 | 4.658 | 4.626 | 4.577 | 4.496 |
| 43 | 129.00 | 111.7173 | 132.00 | 124.50 | 123.60 | 125.55 | 4.658 | 4.625 | 4.576 | 4.495 |
| 44 | 132.00 | 114.3154 | 135.00 | 127.50 | 126.60 | 128.55 | 4.658 | 4.625 | 4.576 | 4.494 |
| 45 | 135.00 | 116.9134 | 138.00 | 130.50 | 129.60 | 131.55 | 4.658 | 4.625 | 4.575 | 4.493 |
| 46 | 138.00 | 119.5115 | 141.00 | 133.50 | 132.60 | 134.54 | 4.657 | 4.624 | 4.575 | 4.492 |
| 47 | 141.00 | 122.1096 | 144.00 | 136.50 | 135.60 | 137.54 | 4.657 | 4.624 | 4.574 | 4.492 |
| 48 | 144.00 | 124.7077 | 147.00 | 139.50 | 138.60 | 140.54 | 4.657 | 4.624 | 4.574 | 4.491 |
| 49 | 147.00 | 127.3057 | 150.00 | 142.50 | 141.60 | 143.54 | 4.657 | 4.623 | 4.573 | 4.490 |
| 50 | 150.00 | 129.9038 | 153.00 | 145.50 | 144.60 | 146.53 | 4.657 | 4.623 | 4.573 | 4.489 |
| 51 | 153.00 | 132.5019 | 156.00 | 148.50 | 147.60 | 149.53 | 4.656 | 4.623 | 4.572 | 4.489 |
| 52 | 156.00 | 135.1000 | 159.00 | 151.50 | 150.60 | 152.53 | 4.656 | 4.623 | 4.572 | 4.488 |
| 53 | 159.00 | 137.6980 | 162.00 | 154.50 | 153.60 | 155.53 | 4.656 | 4.622 | 4.572 | 4.487 |
| 54 | 162.00 | 140.2961 | 165.00 | 157.50 | 156.60 | 158.52 | 4.656 | 4.622 | 4.571 | 4.486 |
| 55 | 165.00 | 142.8942 | 168.00 | 160.50 | 159.60 | 161.52 | 4.656 | 4.622 | 4.571 | 4.486 |

**表 7.4-55　30°外花键**

模数 $m=4$　作用齿厚最大值 $S_{V\max}=S=6.283$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ee}$ | 小径 $D_{ie}$ | | 渐开线起始圆直径 $D_{Fe\max}$ | 实际齿厚最小值 $S_{\min}=S_{V\max}-(T+\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 平齿根 | 圆齿根 | | 4h | 5h | 6h | 7h |
| 10 | 40.00 | 34.6410 | 44.00 | 34.00 | 32.80 | 36.17 | 6.234 | 6.204 | 6.160 | 6.086 |
| 11 | 44.00 | 38.1051 | 48.00 | 38.00 | 36.80 | 40.07 | 6.233 | 6.204 | 6.159 | 6.084 |
| 12 | 48.00 | 41.5692 | 52.00 | 42.00 | 40.80 | 43.99 | 6.233 | 6.203 | 6.157 | 6.082 |
| 13 | 52.00 | 45.0333 | 56.00 | 46.00 | 44.80 | 47.93 | 6.232 | 6.202 | 6.156 | 6.080 |
| 14 | 56.00 | 48.4974 | 60.00 | 50.00 | 48.80 | 51.87 | 6.232 | 6.201 | 6.155 | 6.078 |
| 15 | 60.00 | 51.9615 | 64.00 | 54.00 | 52.80 | 55.82 | 6.232 | 6.200 | 6.154 | 6.076 |
| 16 | 64.00 | 55.4256 | 68.00 | 58.00 | 56.80 | 59.78 | 6.231 | 6.200 | 6.153 | 6.075 |
| 17 | 68.00 | 58.8897 | 72.00 | 62.00 | 60.80 | 63.74 | 6.231 | 6.199 | 6.152 | 6.073 |
| 18 | 72.00 | 62.3538 | 76.00 | 66.00 | 64.80 | 67.71 | 6.230 | 6.199 | 6.151 | 6.072 |
| 19 | 76.00 | 65.8179 | 80.00 | 70.00 | 68.80 | 71.68 | 6.230 | 6.198 | 6.150 | 6.070 |
| 20 | 80.00 | 69.2820 | 84.00 | 74.00 | 72.80 | 75.66 | 6.230 | 6.197 | 6.149 | 6.069 |
| 21 | 84.00 | 72.7461 | 88.00 | 78.00 | 76.80 | 79.64 | 6.229 | 6.197 | 6.148 | 6.067 |
| 22 | 88.00 | 76.2102 | 92.00 | 82.00 | 80.80 | 83.61 | 6.229 | 6.196 | 6.147 | 6.066 |
| 23 | 92.00 | 79.6743 | 96.00 | 86.00 | 84.80 | 87.60 | 6.228 | 6.196 | 6.146 | 6.064 |
| 24 | 96.00 | 83.1384 | 100.00 | 90.00 | 88.80 | 91.58 | 6.228 | 6.195 | 6.146 | 6.063 |
| 25 | 100.00 | 86.6025 | 104.00 | 94.00 | 92.80 | 95.56 | 6.228 | 6.195 | 6.145 | 6.062 |
| 26 | 104.00 | 90.0666 | 108.00 | 98.00 | 96.80 | 99.55 | 6.228 | 6.194 | 6.144 | 6.061 |
| 27 | 108.00 | 93.5307 | 112.00 | 102.00 | 100.80 | 103.53 | 6.227 | 6.194 | 6.143 | 6.059 |
| 28 | 112.00 | 96.9949 | 116.00 | 106.00 | 104.80 | 107.52 | 6.227 | 6.193 | 6.142 | 6.058 |
| 29 | 116.00 | 100.4590 | 120.00 | 110.00 | 108.80 | 111.51 | 6.227 | 6.193 | 6.142 | 6.057 |
| 30 | 120.00 | 103.9231 | 124.00 | 114.00 | 112.80 | 115.50 | 6.226 | 6.192 | 6.141 | 6.056 |
| 31 | 124.00 | 107.3872 | 128.00 | 118.00 | 116.80 | 119.49 | 6.226 | 6.192 | 6.140 | 6.055 |
| 32 | 128.00 | 110.8513 | 132.00 | 122.00 | 120.80 | 123.48 | 6.226 | 6.191 | 6.140 | 6.053 |
| 33 | 132.00 | 114.3154 | 136.00 | 126.00 | 124.80 | 127.47 | 6.225 | 6.191 | 6.139 | 6.052 |
| 34 | 136.00 | 117.7795 | 140.00 | 130.00 | 128.80 | 131.46 | 6.225 | 6.190 | 6.138 | 6.051 |
| 35 | 140.00 | 121.2436 | 144.00 | 134.00 | 132.80 | 135.46 | 6.225 | 6.190 | 6.138 | 6.050 |
| 36 | 144.00 | 124.7077 | 148.00 | 138.00 | 136.80 | 139.45 | 6.225 | 6.190 | 6.137 | 6.049 |
| 37 | 148.00 | 128.1718 | 152.00 | 142.00 | 140.80 | 143.44 | 6.224 | 6.189 | 6.136 | 6.048 |
| 38 | 152.00 | 131.6359 | 156.00 | 146.00 | 144.80 | 147.43 | 6.224 | 6.189 | 6.136 | 6.047 |
| 39 | 156.00 | 135.1000 | 160.00 | 150.00 | 148.80 | 151.43 | 6.224 | 6.188 | 6.135 | 6.046 |
| 40 | 160.00 | 138.5641 | 164.00 | 154.00 | 152.80 | 155.42 | 6.224 | 6.188 | 6.134 | 6.045 |
| 41 | 164.00 | 142.0282 | 168.00 | 158.00 | 156.80 | 159.42 | 6.223 | 6.188 | 6.134 | 6.044 |
| 42 | 168.00 | 145.4923 | 172.00 | 162.00 | 160.80 | 163.41 | 6.223 | 6.187 | 6.133 | 6.043 |
| 43 | 172.00 | 148.9564 | 176.00 | 166.00 | 164.80 | 167.41 | 6.223 | 6.187 | 6.133 | 6.042 |
| 44 | 176.00 | 152.4205 | 180.00 | 170.00 | 168.80 | 171.40 | 6.223 | 6.186 | 6.132 | 6.041 |
| 45 | 180.00 | 155.8846 | 184.00 | 174.00 | 172.80 | 175.40 | 6.223 | 6.186 | 6.131 | 6.040 |
| 46 | 184.00 | 159.3487 | 188.00 | 178.00 | 176.80 | 179.39 | 6.222 | 6.186 | 6.131 | 6.040 |
| 47 | 188.00 | 162.8128 | 192.00 | 182.00 | 180.80 | 183.39 | 6.222 | 6.185 | 6.130 | 6.039 |
| 48 | 192.00 | 166.2769 | 196.00 | 186.00 | 184.80 | 187.38 | 6.222 | 6.185 | 6.130 | 6.038 |
| 49 | 196.00 | 169.7410 | 200.00 | 190.00 | 188.80 | 191.38 | 6.222 | 6.185 | 6.129 | 6.037 |
| 50 | 200.00 | 173.2051 | 204.00 | 194.00 | 192.80 | 195.38 | 6.221 | 6.184 | 6.129 | 6.036 |
| 51 | 204.00 | 176.6692 | 208.00 | 198.00 | 196.80 | 199.37 | 6.221 | 6.184 | 6.128 | 6.035 |
| 52 | 208.00 | 180.1333 | 212.00 | 202.00 | 200.80 | 203.37 | 6.221 | 6.184 | 6.128 | 6.034 |
| 53 | 212.00 | 183.5974 | 216.00 | 206.00 | 204.80 | 207.37 | 6.221 | 6.183 | 6.127 | 6.034 |
| 54 | 216.00 | 187.0615 | 220.00 | 210.00 | 208.80 | 211.36 | 6.221 | 6.183 | 6.127 | 6.033 |
| 55 | 220.00 | 190.5256 | 224.00 | 214.00 | 212.80 | 215.36 | 6.220 | 6.183 | 6.126 | 6.032 |

**表 7.4-56 30°外花键**

模数 $m=5$ 作用齿厚最大值 $S_{v\max}=S=7.854$ (mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_e$ | 小径 $D_{ie}$ | | 渐开线起始圆直径 $D_{Fe\max}$ | 实际齿厚最小值 $S_{v\min}=S_{v\max}-(T+\lambda)$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 平齿根 | 圆齿根 | | 4h | 5h | 6h | 7h |
| 10 | 50.00 | 43.3013 | 55.00 | 42.50 | 41.00 | 45.21 | 7.801 | 7.769 | 7.721 | 7.641 |
| 11 | 55.00 | 47.6314 | 60.00 | 47.50 | 46.00 | 50.09 | 7.800 | 7.768 | 7.720 | 7.639 |
| 12 | 60.00 | 51.9615 | 65.00 | 52.50 | 51.00 | 54.99 | 7.800 | 7.767 | 7.718 | 7.637 |
| 13 | 65.00 | 56.2917 | 70.00 | 57.50 | 56.00 | 59.91 | 7.799 | 7.766 | 7.717 | 7.625 |
| 14 | 70.00 | 60.6218 | 75.00 | 62.50 | 61.00 | 64.84 | 7.799 | 7.765 | 7.716 | 7.633 |
| 15 | 75.00 | 64.9519 | 80.00 | 67.50 | 66.00 | 69.78 | 7.798 | 7.765 | 7.714 | 7.631 |
| 16 | 80.00 | 69.2820 | 85.00 | 72.50 | 71.00 | 74.73 | 7.798 | 7.764 | 7.713 | 7.629 |
| 17 | 85.00 | 73.6122 | 90.00 | 77.50 | 76.00 | 79.68 | 7.797 | 7.763 | 7.712 | 7.627 |
| 18 | 90.00 | 77.9423 | 95.00 | 82.50 | 81.00 | 84.64 | 7.797 | 7.763 | 7.711 | 7.625 |
| 19 | 95.00 | 82.2724 | 100.00 | 87.50 | 86.00 | 89.60 | 7.796 | 7.762 | 7.710 | 7.624 |
| 20 | 100.00 | 86.6025 | 105.00 | 92.50 | 91.00 | 94.57 | 7.796 | 7.761 | 7.709 | 7.622 |
| 21 | 105.00 | 90.9327 | 110.00 | 97.50 | 96.00 | 99.54 | 7.796 | 7.761 | 7.708 | 7.620 |
| 22 | 110.00 | 95.2628 | 115.00 | 102.50 | 101.00 | 104.52 | 7.795 | 7.760 | 7.707 | 7.619 |
| 23 | 115.00 | 99.5929 | 120.00 | 107.50 | 106.00 | 109.49 | 7.795 | 7.759 | 7.706 | 7.617 |
| 24 | 120.00 | 103.9231 | 125.00 | 112.50 | 111.00 | 114.47 | 7.794 | 7.759 | 7.705 | 7.616 |
| 25 | 125.00 | 108.2532 | 130.00 | 117.50 | 116.00 | 119.45 | 7.794 | 7.758 | 7.704 | 7.615 |
| 26 | 130.00 | 112.5833 | 135.00 | 122.50 | 121.00 | 124.43 | 7.794 | 7.758 | 7.704 | 7.613 |
| 27 | 135.00 | 116.9134 | 140.00 | 127.50 | 126.00 | 129.42 | 7.793 | 7.757 | 7.703 | 7.612 |
| 28 | 140.00 | 121.2436 | 145.00 | 132.50 | 131.00 | 134.40 | 7.793 | 7.757 | 7.702 | 7.611 |
| 29 | 145.00 | 125.5737 | 150.00 | 137.50 | 136.00 | 139.39 | 7.793 | 7.756 | 7.701 | 7.609 |
| 30 | 150.00 | 129.9038 | 155.00 | 142.50 | 141.00 | 144.37 | 7.792 | 7.756 | 7.700 | 7.608 |
| 31 | 155.00 | 134.2339 | 160.00 | 147.50 | 146.00 | 149.36 | 7.792 | 7.755 | 7.699 | 7.607 |
| 32 | 160.00 | 138.5641 | 165.00 | 152.50 | 151.00 | 154.35 | 7.792 | 7.755 | 7.699 | 7.605 |
| 33 | 165.00 | 142.8942 | 170.00 | 157.50 | 156.00 | 159.34 | 7.792 | 7.754 | 7.698 | 7.604 |
| 34 | 170.00 | 147.2243 | 175.00 | 162.50 | 161.00 | 164.33 | 7.791 | 7.754 | 7.697 | 7.603 |
| 35 | 175.00 | 151.5545 | 180.00 | 167.50 | 166.00 | 169.32 | 7.791 | 7.753 | 7.696 | 7.602 |
| 36 | 180.00 | 155.8846 | 185.00 | 172.50 | 171.00 | 174.31 | 7.791 | 7.753 | 7.696 | 7.601 |
| 37 | 185.00 | 160.2147 | 190.00 | 177.50 | 176.00 | 179.30 | 7.790 | 7.752 | 7.695 | 7.600 |
| 38 | 190.00 | 164.5448 | 195.00 | 182.50 | 181.00 | 184.29 | 7.790 | 7.752 | 7.694 | 7.599 |
| 39 | 195.00 | 168.8750 | 200.00 | 187.50 | 186.00 | 189.29 | 7.790 | 7.751 | 7.694 | 7.597 |
| 40 | 200.00 | 173.2051 | 205.00 | 192.50 | 191.00 | 194.28 | 7.790 | 7.751 | 7.693 | 7.596 |
| 41 | 205.00 | 177.5352 | 210.00 | 197.50 | 196.00 | 199.27 | 7.789 | 7.750 | 7.692 | 7.595 |
| 42 | 210.00 | 181.8653 | 215.00 | 202.50 | 201.00 | 204.26 | 7.789 | 7.750 | 7.692 | 7.594 |
| 43 | 215.00 | 186.1955 | 220.00 | 207.50 | 206.00 | 209.26 | 7.789 | 7.750 | 7.691 | 7.593 |
| 44 | 220.00 | 190.5256 | 225.00 | 212.50 | 211.00 | 214.25 | 7.789 | 7.749 | 7.690 | 7.592 |
| 45 | 225.00 | 194.8557 | 230.00 | 217.50 | 216.00 | 219.25 | 7.788 | 7.749 | 7.690 | 7.591 |
| 46 | 230.00 | 199.1859 | 235.00 | 222.50 | 221.00 | 224.24 | 7.788 | 7.748 | 7.689 | 7.590 |
| 47 | 235.00 | 203.5160 | 240.00 | 227.50 | 226.00 | 229.24 | 7.788 | 7.748 | 7.688 | 7.589 |
| 48 | 240.00 | 207.8461 | 245.00 | 232.50 | 231.00 | 234.23 | 7.788 | 7.748 | 7.688 | 7.588 |
| 49 | 245.00 | 212.1762 | 250.00 | 237.50 | 236.00 | 239.23 | 7.787 | 7.747 | 7.687 | 7.587 |
| 50 | 250.00 | 216.5064 | 255.00 | 242.50 | 241.00 | 244.22 | 7.787 | 7.747 | 7.687 | 7.586 |
| 51 | 255.00 | 220.8365 | 260.00 | 247.50 | 246.00 | 249.22 | 7.787 | 7.746 | 7.686 | 7.585 |
| 52 | 260.00 | 225.1666 | 265.00 | 252.50 | 251.00 | 254.21 | 7.787 | 7.746 | 6.685 | 7.584 |
| 53 | 265.00 | 229.4967 | 270.00 | 257.50 | 256.00 | 259.21 | 7.786 | 7.746 | 7.685 | 7.583 |
| 54 | 270.00 | 233.8269 | 275.00 | 262.50 | 261.00 | 264.20 | 7.786 | 7.745 | 7.684 | 7.582 |
| 55 | 275.00 | 238.1570 | 280.00 | 267.50 | 266.00 | 269.20 | 7.786 | 7.745 | 7.684 | 7.582 |

**表 7.4-57　37.5°内花键**

模数 $m=0.5$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=0.785$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_a$ 圆齿根 | 渐开线终止圆直径 $D_{F\min}$ | 小径 $D_{if}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{\max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ 4H | 5H | 6H | 7H | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 5.00 | 3.9668 | 5.70 | 5.55 | 4.61 | 0.810 | 0.824 | 0.846 | 0.883 | 10 |
| 11 | 5.50 | 4.3634 | 6.20 | 6.05 | 5.10 | 0.810 | 0.825 | 0.847 | 0.884 | 11 |
| 12 | 6.00 | 4.7601 | 6.70 | 6.55 | 5.60 | 0.810 | 0.825 | 0.848 | 0.885 | 12 |
| 13 | 6.50 | 5.1568 | 7.20 | 7.05 | 6.09 | 0.810 | 0.826 | 0.848 | 0.886 | 13 |
| 14 | 7.00 | 5.5535 | 7.70 | 7.55 | 6.59 | 0.811 | 0.826 | 0.849 | 0.887 | 14 |
| 15 | 7.50 | 5.9502 | 8.20 | 8.05 | 7.09 | 0.811 | 0.826 | 0.849 | 0.887 | 15 |
| 16 | 8.00 | 6.3468 | 8.70 | 8.55 | 7.58 | 0.811 | 0.827 | 0.850 | 0.888 | 16 |
| 17 | 8.50 | 6.7435 | 9.20 | 9.05 | 8.08 | 0.811 | 0.827 | 0.850 | 0.889 | 17 |
| 18 | 9.00 | 7.1402 | 9.70 | 9.55 | 8.58 | 0.811 | 0.827 | 0.851 | 0.890 | 18 |
| 19 | 9.50 | 7.5369 | 10.20 | 10.05 | 9.08 | 0.812 | 0.827 | 0.851 | 0.890 | 19 |
| 20 | 10.00 | 7.9335 | 10.70 | 10.55 | 9.58 | 0.812 | 0.828 | 0.851 | 0.891 | 20 |
| 21 | 10.50 | 8.3302 | 11.20 | 11.05 | 10.08 | 0.812 | 0.828 | 0.852 | 0.892 | 21 |
| 22 | 11.00 | 8.7269 | 11.70 | 11.55 | 10.57 | 0.812 | 0.828 | 0.852 | 0.892 | 22 |
| 23 | 11.50 | 9.1236 | 12.20 | 12.05 | 11.07 | 0.812 | 0.828 | 0.853 | 0.893 | 23 |
| 24 | 12.00 | 9.5202 | 12.70 | 12.55 | 11.57 | 0.812 | 0.829 | 0.853 | 0.894 | 24 |
| 25 | 12.50 | 9.9169 | 13.20 | 13.05 | 12.07 | 0.813 | 0.829 | 0.853 | 0.894 | 25 |
| 26 | 13.00 | 10.3136 | 13.70 | 13.55 | 12.57 | 0.813 | 0.829 | 0.854 | 0.895 | 26 |
| 27 | 13.50 | 10.7103 | 14.20 | 14.05 | 13.07 | 0.813 | 0.829 | 0.854 | 0.895 | 27 |
| 28 | 14.00 | 11.1069 | 14.70 | 14.55 | 13.57 | 0.813 | 0.830 | 0.854 | 0.896 | 28 |
| 29 | 14.50 | 11.5036 | 15.20 | 15.05 | 14.07 | 0.813 | 0.830 | 0.855 | 0.896 | 29 |
| 30 | 15.00 | 11.9003 | 15.70 | 15.55 | 14.57 | 0.813 | 0.830 | 0.855 | 0.897 | 30 |
| 31 | 15.50 | 12.2970 | 16.20 | 16.05 | 15.07 | 0.813 | 0.830 | 0.855 | 0.897 | 31 |
| 32 | 16.00 | 12.6937 | 16.70 | 16.55 | 15.57 | 0.814 | 0.830 | 0.856 | 0.898 | 32 |
| 33 | 16.50 | 13.0903 | 17.20 | 17.05 | 16.07 | 0.814 | 0.831 | 0.856 | 0.898 | 33 |
| 34 | 17.00 | 13.4870 | 17.70 | 17.55 | 16.57 | 0.814 | 0.831 | 0.856 | 0.899 | 34 |
| 35 | 17.50 | 13.8837 | 18.20 | 18.05 | 17.07 | 0.814 | 0.831 | 0.857 | 0.899 | 35 |
| 36 | 18.00 | 14.2804 | 18.70 | 18.55 | 17.56 | 0.814 | 0.831 | 0.857 | 0.900 | 36 |
| 37 | 18.50 | 14.6770 | 19.20 | 19.05 | 18.06 | 0.814 | 0.831 | 0.857 | 0.900 | 37 |
| 38 | 19.00 | 15.0737 | 19.70 | 19.55 | 18.56 | 0.814 | 0.832 | 0.857 | 0.901 | 38 |
| 39 | 19.50 | 15.4704 | 20.20 | 20.05 | 19.06 | 0.814 | 0.832 | 0.858 | 0.901 | 39 |
| 40 | 20.00 | 15.8671 | 20.70 | 20.55 | 19.56 | 0.814 | 0.832 | 0.858 | 0.902 | 40 |
| 41 | 20.50 | 16.2637 | 21.20 | 21.05 | 20.06 | 0.815 | 0.832 | 0.858 | 0.902 | 41 |
| 42 | 21.00 | 16.6604 | 21.70 | 21.55 | 20.56 | 0.815 | 0.832 | 0.859 | 0.902 | 42 |
| 43 | 21.50 | 17.0571 | 22.20 | 22.05 | 21.06 | 0.815 | 0.832 | 0.859 | 0.903 | 43 |
| 44 | 22.00 | 17.4538 | 22.70 | 22.55 | 21.56 | 0.815 | 0.833 | 0.859 | 0.903 | 44 |
| 45 | 22.50 | 17.8505 | 23.20 | 23.05 | 22.06 | 0.815 | 0.833 | 0.859 | 0.904 | 45 |
| 46 | 23.00 | 18.2471 | 23.70 | 23.55 | 22.56 | 0.815 | 0.833 | 0.860 | 0.904 | 46 |
| 47 | 23.50 | 18.6438 | 24.20 | 24.05 | 23.06 | 0.815 | 0.833 | 0.860 | 0.904 | 47 |
| 48 | 24.00 | 19.0405 | 24.70 | 24.55 | 23.56 | 0.815 | 0.833 | 0.860 | 0.905 | 48 |
| 49 | 24.50 | 19.4372 | 25.20 | 25.05 | 24.06 | 0.815 | 0.833 | 0.860 | 0.905 | 49 |
| 50 | 25.00 | 19.8338 | 25.70 | 25.55 | 24.56 | 0.815 | 0.833 | 0.860 | 0.906 | 50 |
| 51 | 25.50 | 20.2305 | 26.20 | 26.05 | 25.06 | 0.816 | 0.834 | 0.861 | 0.906 | 51 |
| 52 | 26.00 | 20.6272 | 26.70 | 26.55 | 25.56 | 0.816 | 0.834 | 0.861 | 0.906 | 52 |
| 53 | 26.50 | 21.0239 | 27.20 | 27.05 | 26.06 | 0.816 | 0.834 | 0.861 | 0.907 | 53 |
| 54 | 27.00 | 21.4205 | 27.70 | 27.55 | 26.56 | 0.816 | 0.834 | 0.861 | 0.907 | 54 |
| 55 | 27.50 | 21.8172 | 28.20 | 28.05 | 27.06 | 0.816 | 0.834 | 0.862 | 0.907 | 55 |

**表 7.4-58　37.5°内花键**

模数 $m=0.75$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=1.178$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_e$ 圆齿根 | 渐开线终止圆直径 $D_{F\min}$ | 小径 $D_{if}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{\max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ | | | | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 4H | 5H | 6H | 7H | |
| 10 | 7.50 | 5.9502 | 8.55 | 8.32 | 6.91 | 1.206 | 1.223 | 1.248 | 1.290 | 10 |
| 11 | 8.25 | 6.5452 | 9.30 | 9.07 | 7.65 | 1.206 | 1.223 | 1.249 | 1.291 | 11 |
| 12 | 9.00 | 7.1402 | 10.05 | 9.82 | 8.40 | 1.207 | 1.224 | 1.249 | 1.292 | 12 |
| 13 | 9.75 | 7.7352 | 10.80 | 10.57 | 9.14 | 1.207 | 1.224 | 1.250 | 1.293 | 13 |
| 14 | 10.50 | 8.3302 | 11.55 | 11.32 | 9.88 | 1.207 | 1.225 | 1.251 | 1.294 | 14 |
| 15 | 11.25 | 8.9252 | 12.30 | 12.07 | 10.63 | 1.207 | 1.225 | 1.251 | 1.295 | 15 |
| 16 | 12.00 | 9.5202 | 13.05 | 12.82 | 11.38 | 1.208 | 1.225 | 1.252 | 1.296 | 16 |
| 17 | 12.75 | 10.1153 | 13.80 | 13.57 | 12.12 | 1.208 | 1.226 | 1.252 | 1.297 | 17 |
| 18 | 13.50 | 10.7103 | 14.55 | 14.32 | 12.87 | 1.208 | 1.226 | 1.253 | 1.298 | 18 |
| 19 | 14.25 | 11.3053 | 15.30 | 15.07 | 13.62 | 1.208 | 1.226 | 1.253 | 1.298 | 19 |
| 20 | 15.00 | 11.9003 | 16.05 | 15.82 | 14.37 | 1.208 | 1.227 | 1.254 | 1.299 | 20 |
| 21 | 15.75 | 12.4953 | 16.80 | 16.57 | 15.11 | 1.209 | 1.227 | 1.254 | 1.300 | 21 |
| 22 | 16.50 | 13.0903 | 17.55 | 17.32 | 15.86 | 1.209 | 1.227 | 1.255 | 1.301 | 22 |
| 23 | 17.25 | 13.6853 | 18.30 | 18.07 | 16.61 | 1.209 | 1.227 | 1.255 | 1.301 | 23 |
| 24 | 18.00 | 14.2804 | 19.05 | 18.82 | 17.36 | 1.209 | 1.228 | 1.256 | 1.302 | 24 |
| 25 | 18.75 | 14.8754 | 19.80 | 19.57 | 18.11 | 1.209 | 1.228 | 1.256 | 1.303 | 25 |
| 26 | 19.50 | 15.4704 | 20.55 | 20.32 | 18.86 | 1.209 | 1.228 | 1.256 | 1.304 | 26 |
| 27 | 20.25 | 16.0654 | 21.30 | 21.07 | 19.60 | 1.210 | 1.229 | 1.257 | 1.304 | 27 |
| 28 | 21.00 | 16.6604 | 22.05 | 21.82 | 20.35 | 1.210 | 1.229 | 1.257 | 1.305 | 28 |
| 29 | 21.75 | 17.2554 | 22.80 | 22.57 | 21.10 | 1.210 | 1.229 | 1.258 | 1.305 | 29 |
| 30 | 22.50 | 17.8505 | 23.55 | 23.32 | 21.85 | 1.210 | 1.229 | 1.258 | 1.306 | 30 |
| 31 | 23.25 | 18.4455 | 24.30 | 24.07 | 22.60 | 1.210 | 1.229 | 1.258 | 1.307 | 31 |
| 32 | 24.00 | 19.0405 | 25.05 | 24.82 | 23.35 | 1.210 | 1.230 | 1.259 | 1.307 | 32 |
| 33 | 24.75 | 19.6355 | 25.80 | 25.57 | 24.10 | 1.211 | 1.230 | 1.259 | 1.308 | 33 |
| 34 | 25.50 | 20.2305 | 26.55 | 26.32 | 24.85 | 1.211 | 1.230 | 1.259 | 1.308 | 34 |
| 35 | 26.25 | 20.8255 | 27.30 | 27.07 | 25.60 | 1.211 | 1.230 | 1.260 | 1.309 | 35 |
| 36 | 27.00 | 21.4205 | 28.05 | 27.82 | 26.35 | 1.211 | 1.231 | 1.260 | 1.309 | 36 |
| 37 | 27.75 | 22.0156 | 28.80 | 28.57 | 27.10 | 1.211 | 1.231 | 1.260 | 1.310 | 37 |
| 38 | 28.50 | 22.6106 | 29.55 | 29.32 | 27.85 | 1.211 | 1.231 | 1.261 | 1.310 | 38 |
| 39 | 29.25 | 23.2056 | 30.30 | 30.07 | 28.60 | 1.211 | 1.231 | 1.261 | 1.311 | 39 |
| 40 | 30.00 | 23.8006 | 31.05 | 30.82 | 29.34 | 1.211 | 1.231 | 1.261 | 1.311 | 40 |
| 41 | 30.75 | 24.3956 | 31.80 | 31.57 | 30.09 | 1.212 | 1.232 | 1.262 | 1.312 | 41 |
| 42 | 31.50 | 24.9906 | 32.55 | 32.32 | 30.84 | 1.212 | 1.232 | 1.262 | 1.312 | 42 |
| 43 | 32.25 | 25.5856 | 33.30 | 33.07 | 31.59 | 1.212 | 1.232 | 1.262 | 1.313 | 43 |
| 44 | 33.00 | 26.1807 | 34.05 | 33.82 | 32.34 | 1.212 | 1.232 | 1.263 | 1.313 | 44 |
| 45 | 33.75 | 26.7757 | 34.80 | 34.57 | 33.09 | 1.212 | 1.232 | 1.263 | 1.314 | 45 |
| 46 | 34.50 | 27.3707 | 35.55 | 35.32 | 33.84 | 1.212 | 1.233 | 1.263 | 1.314 | 46 |
| 47 | 35.25 | 27.9657 | 36.30 | 36.07 | 34.59 | 1.212 | 1.233 | 1.263 | 1.315 | 47 |
| 48 | 36.00 | 28.5607 | 37.05 | 36.82 | 35.34 | 1.212 | 1.233 | 1.264 | 1.315 | 48 |
| 49 | 36.75 | 29.1557 | 37.80 | 37.57 | 36.09 | 1.212 | 1.233 | 1.264 | 1.316 | 49 |
| 50 | 37.50 | 29.7508 | 38.55 | 38.32 | 36.84 | 1.213 | 1.233 | 1.264 | 1.316 | 50 |
| 51 | 38.25 | 30.3458 | 39.30 | 39.07 | 37.59 | 1.213 | 1.233 | 1.265 | 1.316 | 51 |
| 52 | 39.00 | 30.9408 | 40.05 | 39.82 | 38.34 | 1.213 | 1.234 | 1.265 | 1.317 | 52 |
| 53 | 39.75 | 31.5358 | 40.80 | 40.57 | 39.09 | 1.213 | 1.234 | 1.265 | 1.317 | 53 |
| 54 | 40.50 | 32.1308 | 41.55 | 41.32 | 39.84 | 1.213 | 1.234 | 1.265 | 1.318 | 54 |
| 55 | 41.25 | 32.7258 | 42.30 | 42.07 | 40.59 | 1.213 | 1.234 | 1.266 | 1.318 | 55 |

**表 7.4-59　37.5°内花键**

模数 $m=1$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=1.571$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ai}$ 圆齿根 | 渐开线终止圆直径 $D_{Fe\min}$ | 小径 $D_{ii}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{\max}=E_{V\min}+(T-\lambda)$ | | | | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 4H | 5H | 6H | 7H | |
| 10 | 10.00 | 7.9335 | 11.40 | 11.10 | 9.21 | 1.602 | 1.620 | 1.648 | 1.694 | 10 |
| 11 | 11.00 | 8.7269 | 12.40 | 12.10 | 10.20 | 1.602 | 1.621 | 1.649 | 1.695 | 11 |
| 12 | 12.00 | 9.5202 | 13.40 | 13.10 | 11.19 | 1.602 | 1.621 | 1.649 | 1.696 | 12 |
| 13 | 13.00 | 10.3136 | 14.40 | 14.10 | 12.19 | 1.602 | 1.621 | 1.650 | 1.698 | 13 |
| 14 | 14.00 | 11.1069 | 15.40 | 15.10 | 13.18 | 1.603 | 1.622 | 1.651 | 1.699 | 14 |
| 15 | 15.00 | 11.9003 | 16.40 | 16.10 | 14.17 | 1.603 | 1.622 | 1.651 | 1.700 | 15 |
| 16 | 16.00 | 12.6937 | 17.40 | 17.10 | 15.17 | 1.603 | 1.623 | 1.652 | 1.701 | 16 |
| 17 | 17.00 | 13.4870 | 18.40 | 18.10 | 16.16 | 1.604 | 1.623 | 1.653 | 1.702 | 17 |
| 18 | 18.00 | 14.2804 | 19.40 | 19.10 | 17.16 | 1.604 | 1.624 | 1.653 | 1.703 | 18 |
| 19 | 19.00 | 15.0737 | 20.40 | 20.10 | 18.16 | 1.604 | 1.624 | 1.654 | 1.703 | 19 |
| 20 | 20.00 | 15.8671 | 21.40 | 21.10 | 19.15 | 1.604 | 1.624 | 1.654 | 1.704 | 20 |
| 21 | 21.00 | 16.6604 | 22.40 | 22.10 | 20.15 | 1.604 | 1.625 | 1.655 | 1.705 | 21 |
| 22 | 22.00 | 17.4538 | 23.40 | 23.10 | 21.15 | 1.605 | 1.625 | 1.655 | 1.706 | 22 |
| 23 | 23.00 | 18.2471 | 24.40 | 24.10 | 22.15 | 1.605 | 1.625 | 1.656 | 1.707 | 23 |
| 24 | 24.00 | 19.0405 | 25.40 | 25.10 | 23.14 | 1.605 | 1.626 | 1.656 | 1.708 | 24 |
| 25 | 25.00 | 19.8338 | 26.40 | 26.10 | 24.14 | 1.605 | 1.626 | 1.657 | 1.708 | 25 |
| 26 | 26.00 | 20.6272 | 27.40 | 27.10 | 25.14 | 1.605 | 1.626 | 1.657 | 1.709 | 26 |
| 27 | 27.00 | 21.4205 | 28.40 | 28.10 | 26.14 | 1.606 | 1.626 | 1.658 | 1.710 | 27 |
| 28 | 28.00 | 22.2139 | 29.40 | 29.10 | 27.14 | 1.606 | 1.627 | 1.658 | 1.710 | 28 |
| 29 | 29.00 | 23.0072 | 30.40 | 30.10 | 28.14 | 1.606 | 1.627 | 1.659 | 1.711 | 29 |
| 30 | 30.00 | 23.8006 | 31.40 | 31.10 | 29.14 | 1.606 | 1.627 | 1.659 | 1.712 | 30 |
| 31 | 31.00 | 24.5940 | 32.40 | 32.10 | 30.13 | 1.606 | 1.627 | 1.659 | 1.712 | 31 |
| 32 | 32.00 | 25.3873 | 33.40 | 33.10 | 31.13 | 1.606 | 1.628 | 1.660 | 1.713 | 32 |
| 33 | 33.00 | 26.1807 | 34.40 | 34.10 | 32.13 | 1.607 | 1.628 | 1.660 | 1.714 | 33 |
| 34 | 34.00 | 26.9740 | 35.40 | 35.10 | 33.13 | 1.607 | 1.628 | 1.661 | 1.714 | 34 |
| 35 | 35.00 | 27.7674 | 36.40 | 36.10 | 34.13 | 1.607 | 1.628 | 1.661 | 1.715 | 35 |
| 36 | 36.00 | 28.5607 | 37.40 | 37.10 | 35.13 | 1.607 | 1.629 | 1.661 | 1.716 | 36 |
| 37 | 37.00 | 29.3541 | 38.40 | 38.10 | 36.13 | 1.607 | 1.629 | 1.662 | 1.716 | 37 |
| 38 | 38.00 | 30.1474 | 39.40 | 39.10 | 37.13 | 1.607 | 1.629 | 1.662 | 1.717 | 38 |
| 39 | 39.00 | 30.9408 | 40.40 | 40.10 | 38.13 | 1.607 | 1.629 | 1.662 | 1.717 | 39 |
| 40 | 40.00 | 31.7341 | 41.40 | 41.10 | 39.13 | 1.608 | 1.630 | 1.663 | 1.718 | 40 |
| 41 | 41.00 | 32.5275 | 42.40 | 42.10 | 40.13 | 1.608 | 1.630 | 1.663 | 1.718 | 41 |
| 42 | 42.00 | 33.3208 | 43.40 | 43.10 | 41.13 | 1.608 | 1.630 | 1.663 | 1.719 | 42 |
| 43 | 43.00 | 34.1142 | 44.40 | 44.10 | 42.12 | 1.608 | 1.630 | 1.664 | 1.719 | 43 |
| 44 | 44.00 | 34.9075 | 45.40 | 45.10 | 43.12 | 1.608 | 1.630 | 1.664 | 1.720 | 44 |
| 45 | 45.00 | 35.7009 | 46.40 | 46.10 | 44.12 | 1.608 | 1.631 | 1.664 | 1.720 | 45 |
| 46 | 46.00 | 36.4943 | 47.40 | 47.10 | 45.12 | 1.608 | 1.631 | 1.665 | 1.721 | 46 |
| 47 | 47.00 | 37.2876 | 48.40 | 48.10 | 46.12 | 1.608 | 1.631 | 1.665 | 1.721 | 47 |
| 48 | 48.00 | 38.0810 | 49.40 | 49.10 | 47.12 | 1.609 | 1.631 | 1.665 | 1.722 | 48 |
| 49 | 49.00 | 38.8743 | 50.40 | 50.10 | 48.12 | 1.609 | 1.631 | 1.666 | 1.722 | 49 |
| 50 | 50.00 | 39.6677 | 51.40 | 51.10 | 49.12 | 1.609 | 1.632 | 1.666 | 1.723 | 50 |
| 51 | 51.00 | 40.4610 | 52.40 | 52.10 | 50.12 | 1.609 | 1.632 | 1.666 | 1.723 | 51 |
| 52 | 52.00 | 41.2544 | 53.40 | 53.10 | 51.12 | 1.609 | 1.632 | 1.666 | 1.724 | 52 |
| 53 | 53.00 | 42.0477 | 54.40 | 54.10 | 52.12 | 1.609 | 1.632 | 1.667 | 1.724 | 53 |
| 54 | 54.00 | 42.8411 | 55.40 | 55.10 | 53.12 | 1.609 | 1.632 | 1.667 | 1.725 | 54 |
| 55 | 55.00 | 43.6344 | 56.40 | 56.10 | 54.12 | 1.609 | 1.633 | 1.667 | 1.725 | 55 |

**表 7.4-60　37.5°内花键**

模数 $m=1.25$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=1.963$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_e$ 圆齿根 | 渐开线终止圆直径 $D_{F\min}$ | 小径 $D_{ii}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ | | | | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 4H | 5H | 6H | 7H | |
| 10 | 12.50 | 9.9169 | 14.25 | 13.87 | 11.52 | 1.997 | 2.017 | 2.046 | 2.096 | 10 |
| 11 | 13.75 | 10.9086 | 15.50 | 15.12 | 12.75 | 1.997 | 2.017 | 2.047 | 2.098 | 11 |
| 12 | 15.00 | 11.9003 | 16.75 | 16.37 | 13.99 | 1.997 | 2.018 | 2.048 | 2.099 | 12 |
| 13 | 16.25 | 12.8920 | 18.00 | 17.62 | 15.23 | 1.998 | 2.018 | 2.049 | 2.100 | 13 |
| 14 | 17.50 | 13.8837 | 19.25 | 18.87 | 16.47 | 1.998 | 2.019 | 2.050 | 2.101 | 14 |
| 15 | 18.75 | 14.8754 | 20.50 | 20.12 | 17.72 | 1.998 | 2.019 | 2.050 | 2.102 | 15 |
| 16 | 20.00 | 15.8671 | 21.75 | 21.37 | 18.96 | 1.999 | 2.020 | 2.051 | 2.104 | 16 |
| 17 | 21.25 | 16.8588 | 23.00 | 22.62 | 20.21 | 1.999 | 2.020 | 2.052 | 2.105 | 17 |
| 18 | 22.50 | 17.8505 | 24.25 | 23.87 | 21.45 | 1.999 | 2.020 | 2.052 | 2.106 | 18 |
| 19 | 23.75 | 18.8421 | 25.50 | 25.12 | 22.70 | 1.999 | 2.021 | 2.053 | 2.107 | 19 |
| 20 | 25.00 | 19.8338 | 26.75 | 26.37 | 23.94 | 2.000 | 2.021 | 2.054 | 2.108 | 20 |
| 21 | 26.25 | 20.8255 | 28.00 | 27.62 | 25.19 | 2.000 | 2.021 | 2.054 | 2.108 | 21 |
| 22 | 27.50 | 21.8172 | 29.25 | 28.87 | 26.44 | 2.000 | 2.022 | 2.055 | 2.109 | 22 |
| 23 | 28.75 | 22.8089 | 30.50 | 30.12 | 27.68 | 2.000 | 2.022 | 2.055 | 2.110 | 23 |
| 24 | 30.00 | 23.8006 | 31.75 | 31.37 | 28.93 | 2.000 | 2.023 | 2.056 | 2.111 | 24 |
| 25 | 31.25 | 24.7923 | 33.00 | 32.62 | 30.18 | 2.001 | 2.023 | 2.056 | 2.112 | 25 |
| 26 | 32.50 | 25.7840 | 34.25 | 33.87 | 31.43 | 2.001 | 2.023 | 2.057 | 2.113 | 26 |
| 27 | 33.75 | 26.7757 | 35.50 | 35.12 | 32.67 | 2.001 | 2.023 | 2.057 | 2.113 | 27 |
| 28 | 35.00 | 27.7674 | 36.75 | 36.37 | 33.92 | 2.001 | 2.024 | 2.058 | 2.114 | 28 |
| 29 | 36.25 | 28.7591 | 38.00 | 37.62 | 35.17 | 2.001 | 2.024 | 2.058 | 2.115 | 29 |
| 30 | 37.50 | 29.7508 | 39.25 | 38.87 | 36.42 | 2.002 | 2.024 | 2.059 | 2.116 | 30 |
| 31 | 38.75 | 30.7424 | 40.50 | 40.12 | 37.67 | 2.002 | 2.025 | 2.059 | 2.116 | 31 |
| 32 | 40.00 | 31.7341 | 41.75 | 41.37 | 38.92 | 2.002 | 2.025 | 2.059 | 2.117 | 32 |
| 33 | 41.25 | 32.7258 | 43.00 | 42.62 | 40.17 | 2.002 | 2.025 | 2.060 | 2.118 | 33 |
| 34 | 42.50 | 33.7175 | 44.25 | 43.87 | 41.41 | 2.002 | 2.025 | 2.060 | 2.118 | 34 |
| 35 | 43.75 | 34.7092 | 45.50 | 45.12 | 42.66 | 2.002 | 2.026 | 2.061 | 2.119 | 35 |
| 36 | 45.00 | 35.7009 | 46.75 | 46.37 | 43.91 | 2.003 | 2.026 | 2.061 | 2.120 | 36 |
| 37 | 46.25 | 36.6926 | 48.00 | 47.62 | 45.16 | 2.003 | 2.026 | 2.062 | 2.120 | 37 |
| 38 | 47.50 | 37.6843 | 49.25 | 48.87 | 46.41 | 2.003 | 2.026 | 2.062 | 2.121 | 38 |
| 39 | 48.75 | 38.6760 | 50.50 | 50.12 | 47.66 | 2.003 | 2.027 | 2.062 | 2.122 | 39 |
| 40 | 50.00 | 39.6677 | 51.75 | 51.37 | 48.91 | 2.003 | 2.027 | 2.063 | 2.122 | 40 |
| 41 | 51.25 | 40.6594 | 53.00 | 52.62 | 50.16 | 2.003 | 2.027 | 2.063 | 2.123 | 41 |
| 42 | 52.50 | 41.6511 | 54.25 | 53.87 | 51.41 | 2.003 | 2.027 | 2.063 | 2.123 | 42 |
| 43 | 53.75 | 42.6427 | 55.50 | 55.12 | 52.66 | 2.004 | 2.028 | 2.064 | 2.124 | 43 |
| 44 | 55.00 | 43.6344 | 56.75 | 56.37 | 53.90 | 2.004 | 2.028 | 2.064 | 2.125 | 44 |
| 45 | 56.25 | 44.6261 | 58.00 | 57.62 | 55.15 | 2.004 | 2.028 | 2.064 | 2.125 | 45 |
| 46 | 57.50 | 45.6178 | 59.25 | 58.87 | 56.40 | 2.004 | 2.028 | 2.065 | 2.126 | 46 |
| 47 | 58.75 | 46.6095 | 60.50 | 60.12 | 57.65 | 2.004 | 2.029 | 2.065 | 2.126 | 47 |
| 48 | 60.00 | 47.6012 | 61.75 | 61.37 | 58.90 | 2.004 | 2.029 | 2.066 | 2.127 | 48 |
| 49 | 61.25 | 48.5929 | 63.00 | 62.62 | 60.15 | 2.004 | 2.029 | 2.066 | 2.127 | 49 |
| 50 | 62.50 | 49.5846 | 64.25 | 63.87 | 61.40 | 2.005 | 2.029 | 2.066 | 2.128 | 50 |
| 51 | 63.75 | 50.5763 | 65.50 | 65.12 | 62.65 | 2.005 | 2.029 | 2.067 | 2.128 | 51 |
| 52 | 65.00 | 51.5680 | 66.75 | 66.37 | 63.90 | 2.005 | 2.030 | 2.067 | 2.129 | 52 |
| 53 | 66.25 | 52.5597 | 68.00 | 67.62 | 65.15 | 2.005 | 2.030 | 2.067 | 2.129 | 53 |
| 54 | 67.50 | 53.5514 | 69.25 | 68.87 | 66.40 | 2.005 | 2.030 | 2.067 | 2.130 | 54 |
| 55 | 68.75 | 54.5430 | 70.50 | 70.12 | 67.65 | 2.005 | 2.030 | 2.068 | 2.130 | 55 |

**表 7.4-61　37.5°内花键**

模数 $m=1.25$　作用齿槽宽最小值 $E_{Vmin}=2.356$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_e$ 圆齿根 | 渐开线终止圆直径 $D_{Fmin}$ | 小径 $D_{ii}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{max}=E_{Vmin}+(T+\lambda)$ | | | | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 4H | 5H | 6H | 7H | |
| 10 | 15.00 | 11.9003 | 17.10 | 16.65 | 13.82 | 2.391 | 2.413 | 2.444 | 2.497 | 10 |
| 11 | 16.50 | 13.0903 | 18.60 | 18.15 | 15.30 | 2.392 | 2.413 | 2.445 | 2.499 | 11 |
| 12 | 18.00 | 14.2804 | 20.10 | 19.65 | 16.79 | 2.392 | 2.414 | 2.446 | 2.500 | 12 |
| 13 | 19.50 | 15.4704 | 21.60 | 21.15 | 18.28 | 2.393 | 2.414 | 2.447 | 2.502 | 13 |
| 14 | 21.00 | 16.6604 | 23.10 | 22.65 | 19.77 | 2.393 | 2.415 | 2.448 | 2.503 | 14 |
| 15 | 22.50 | 17.8505 | 24.60 | 24.15 | 21.26 | 2.393 | 2.415 | 2.449 | 2.504 | 15 |
| 16 | 24.00 | 19.0405 | 26.10 | 25.65 | 22.75 | 2.393 | 2.416 | 2.449 | 2.505 | 16 |
| 17 | 25.50 | 20.2305 | 27.60 | 27.15 | 24.25 | 2.394 | 2.416 | 2.450 | 2.506 | 17 |
| 18 | 27.00 | 21.4205 | 29.10 | 28.65 | 25.74 | 2.394 | 2.417 | 2.451 | 2.507 | 18 |
| 19 | 28.50 | 22.6106 | 30.60 | 30.15 | 27.24 | 2.394 | 2.417 | 2.451 | 2.508 | 19 |
| 20 | 30.00 | 23.8006 | 32.10 | 31.65 | 28.73 | 2.395 | 2.417 | 2.452 | 2.509 | 20 |
| 21 | 31.50 | 24.9906 | 33.60 | 33.15 | 30.23 | 2.395 | 2.418 | 2.453 | 2.510 | 21 |
| 22 | 33.00 | 26.1807 | 35.10 | 34.65 | 31.72 | 2.395 | 2.418 | 2.453 | 2.511 | 22 |
| 23 | 34.50 | 27.3707 | 36.60 | 36.15 | 33.22 | 2.395 | 2.419 | 2.454 | 2.512 | 23 |
| 24 | 36.00 | 28.5607 | 38.10 | 37.65 | 34.72 | 2.395 | 2.419 | 2.454 | 2.513 | 24 |
| 25 | 37.50 | 29.7508 | 39.60 | 39.15 | 36.21 | 2.396 | 2.419 | 2.455 | 2.514 | 25 |
| 26 | 39.00 | 30.9408 | 41.10 | 40.65 | 37.71 | 2.396 | 2.420 | 2.455 | 2.515 | 26 |
| 27 | 40.50 | 32.1308 | 42.60 | 42.15 | 39.21 | 2.396 | 2.420 | 2.456 | 2.516 | 27 |
| 28 | 42.00 | 33.3208 | 44.10 | 43.65 | 40.71 | 2.396 | 2.420 | 2.456 | 2.517 | 28 |
| 29 | 43.50 | 34.5109 | 45.60 | 45.15 | 42.21 | 2.396 | 2.421 | 2.457 | 2.517 | 29 |
| 30 | 45.00 | 35.7009 | 47.10 | 46.65 | 43.70 | 2.397 | 2.421 | 2.457 | 2.518 | 30 |
| 31 | 46.50 | 36.8909 | 48.60 | 48.15 | 45.20 | 2.397 | 2.421 | 2.458 | 2.519 | 31 |
| 32 | 48.00 | 38.0810 | 50.10 | 49.65 | 46.70 | 2.397 | 2.422 | 2.458 | 2.520 | 32 |
| 33 | 49.50 | 39.2710 | 51.60 | 51.15 | 48.20 | 2.397 | 2.422 | 2.459 | 2.520 | 33 |
| 34 | 51.00 | 40.4610 | 53.10 | 52.65 | 49.70 | 2.397 | 2.422 | 2.459 | 2.521 | 34 |
| 35 | 52.50 | 41.6511 | 54.60 | 54.15 | 51.20 | 2.398 | 2.422 | 2.460 | 2.522 | 35 |
| 36 | 54.00 | 42.8411 | 56.10 | 55.65 | 52.69 | 2.398 | 2.423 | 2.460 | 2.522 | 36 |
| 37 | 55.50 | 44.0311 | 57.60 | 57.15 | 54.19 | 2.398 | 2.423 | 2.461 | 2.523 | 37 |
| 38 | 57.00 | 45.2211 | 59.10 | 58.65 | 55.69 | 2.398 | 2.423 | 2.461 | 2.524 | 38 |
| 39 | 58.50 | 46.4112 | 60.60 | 60.15 | 57.19 | 2.398 | 2.424 | 2.461 | 2.524 | 39 |
| 40 | 60.00 | 47.6012 | 62.10 | 61.65 | 58.69 | 2.398 | 2.424 | 2.462 | 2.525 | 40 |
| 41 | 61.50 | 48.7912 | 63.60 | 63.15 | 60.19 | 2.399 | 2.424 | 2.462 | 2.526 | 41 |
| 42 | 63.00 | 49.9813 | 65.10 | 64.65 | 61.69 | 2.399 | 2.424 | 2.463 | 2.526 | 42 |
| 43 | 64.50 | 51.1713 | 66.60 | 66.15 | 63.19 | 2.399 | 2.425 | 2.463 | 2.527 | 43 |
| 44 | 66.00 | 52.3613 | 68.10 | 67.65 | 64.69 | 2.399 | 2.425 | 2.463 | 2.528 | 44 |
| 45 | 67.50 | 53.5514 | 69.60 | 69.15 | 66.19 | 2.399 | 2.425 | 2.464 | 2.528 | 45 |
| 46 | 69.00 | 54.7414 | 71.10 | 70.65 | 67.68 | 2.399 | 2.425 | 2.464 | 2.529 | 46 |
| 47 | 70.50 | 55.9314 | 72.60 | 72.15 | 69.18 | 2.400 | 2.425 | 2.464 | 2.529 | 47 |
| 48 | 72.00 | 57.1214 | 74.10 | 73.65 | 70.68 | 2.400 | 2.426 | 2.465 | 2.530 | 48 |
| 49 | 73.50 | 58.3115 | 75.60 | 75.15 | 72.18 | 2.400 | 2.426 | 2.465 | 2.531 | 49 |
| 50 | 75.00 | 59.5015 | 77.10 | 76.65 | 73.68 | 2.400 | 2.426 | 2.466 | 2.531 | 50 |
| 51 | 76.50 | 60.6915 | 78.60 | 78.15 | 75.18 | 2.400 | 2.426 | 2.466 | 2.532 | 51 |
| 52 | 78.00 | 61.8816 | 80.10 | 79.65 | 76.68 | 2.400 | 2.427 | 2.466 | 2.532 | 52 |
| 53 | 79.50 | 63.0716 | 81.60 | 81.15 | 78.18 | 2.400 | 2.427 | 2.467 | 2.533 | 53 |
| 54 | 81.00 | 64.2616 | 83.10 | 82.65 | 79.68 | 2.400 | 2.427 | 2.467 | 2.533 | 54 |
| 55 | 82.50 | 65.4517 | 84.60 | 84.15 | 81.18 | 2.401 | 2.427 | 2.467 | 2.534 | 55 |

**表 7.4-62　37.5°内花键**

模数 $m=1.75$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=2.749$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_a$ 圆齿根 | 渐开线终止圆直径 $D_{Fi\min}$ | 小径 $D_{i1}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{\max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ 4H | 5H | 6H | 7H | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 17.50 | 13.8837 | 19.95 | 19.43 | 16.13 | 2.786 | 2.808 | 2.842 | 2.898 | 10 |
| 11 | 19.25 | 15.2721 | 21.70 | 21.18 | 17.86 | 2.786 | 2.809 | 2.843 | 2.899 | 11 |
| 12 | 21.00 | 16.6604 | 23.45 | 22.93 | 19.59 | 2.787 | 2.810 | 2.844 | 2.901 | 12 |
| 13 | 22.75 | 18.0488 | 25.20 | 24.68 | 21.33 | 2.787 | 2.810 | 2.845 | 2.902 | 13 |
| 14 | 24.50 | 19.4372 | 26.95 | 26.43 | 23.06 | 2.788 | 2.811 | 2.845 | 2.903 | 14 |
| 15 | 26.25 | 20.8255 | 28.70 | 28.18 | 24.80 | 2.788 | 2.811 | 2.846 | 2.905 | 15 |
| 16 | 28.00 | 22.2139 | 30.45 | 29.93 | 26.55 | 2.788 | 2.812 | 2.847 | 2.906 | 16 |
| 17 | 29.75 | 23.6023 | 32.20 | 31.68 | 28.29 | 2.788 | 2.812 | 2.848 | 2.907 | 17 |
| 18 | 31.50 | 24.9906 | 33.95 | 33.42 | 30.03 | 2.789 | 2.813 | 2.848 | 2.908 | 18 |
| 19 | 33.25 | 26.3790 | 35.70 | 35.17 | 31.78 | 2.789 | 2.813 | 2.849 | 2.909 | 19 |
| 20 | 35.00 | 27.7674 | 37.45 | 36.92 | 33.52 | 2.789 | 2.813 | 2.850 | 2.910 | 20 |
| 21 | 36.75 | 29.1557 | 39.20 | 38.67 | 35.27 | 2.790 | 2.814 | 2.850 | 2.911 | 21 |
| 22 | 38.50 | 30.5441 | 40.95 | 40.42 | 37.01 | 2.790 | 2.814 | 2.851 | 2.912 | 22 |
| 23 | 40.25 | 31.9325 | 42.70 | 42.17 | 38.76 | 2.790 | 2.815 | 2.852 | 2.913 | 23 |
| 24 | 42.00 | 33.3208 | 44.45 | 43.92 | 40.50 | 2.790 | 2.815 | 2.852 | 2.914 | 24 |
| 25 | 43.75 | 34.7092 | 46.20 | 45.67 | 42.25 | 2.790 | 2.815 | 2.853 | 2.915 | 25 |
| 26 | 45.50 | 36.0976 | 47.95 | 47.42 | 44.00 | 2.791 | 2.816 | 2.853 | 2.916 | 26 |
| 27 | 47.25 | 37.4859 | 49.70 | 49.17 | 45.74 | 2.791 | 2.816 | 2.854 | 2.917 | 27 |
| 28 | 49.00 | 38.8743 | 51.45 | 50.92 | 47.49 | 2.791 | 2.816 | 2.855 | 2.918 | 28 |
| 29 | 50.75 | 40.2627 | 53.20 | 52.67 | 49.24 | 2.791 | 2.817 | 2.855 | 2.919 | 29 |
| 30 | 52.50 | 41.6511 | 54.95 | 54.42 | 50.99 | 2.792 | 2.817 | 2.856 | 2.920 | 30 |
| 31 | 54.25 | 43.0394 | 56.70 | 56.17 | 52.74 | 2.792 | 2.817 | 2.856 | 2.920 | 31 |
| 32 | 56.00 | 44.4278 | 58.45 | 57.92 | 54.48 | 2.792 | 2.818 | 2.857 | 2.921 | 32 |
| 33 | 57.75 | 45.8162 | 60.20 | 59.67 | 56.23 | 2.792 | 2.818 | 2.857 | 2.922 | 33 |
| 34 | 59.50 | 47.2045 | 61.95 | 61.42 | 57.98 | 2.792 | 2.818 | 2.858 | 2.923 | 34 |
| 35 | 61.25 | 48.5929 | 63.70 | 63.17 | 59.73 | 2.793 | 2.819 | 2.858 | 2.923 | 35 |
| 36 | 63.00 | 49.9813 | 65.45 | 64.92 | 61.48 | 2.793 | 2.819 | 2.858 | 2.924 | 36 |
| 37 | 64.75 | 51.3696 | 67.20 | 66.67 | 63.23 | 2.793 | 2.819 | 2.859 | 2.925 | 37 |
| 38 | 66.50 | 52.7580 | 68.95 | 68.42 | 64.97 | 2.793 | 2.820 | 2.859 | 2.926 | 38 |
| 39 | 68.25 | 54.1464 | 70.70 | 70.17 | 66.72 | 2.793 | 2.820 | 2.860 | 2.926 | 39 |
| 40 | 70.00 | 55.5347 | 72.45 | 71.92 | 68.47 | 2.793 | 2.820 | 2.860 | 2.927 | 40 |
| 41 | 71.75 | 56.9231 | 74.20 | 73.67 | 70.22 | 2.794 | 2.820 | 2.861 | 2.928 | 41 |
| 42 | 73.50 | 58.3115 | 75.95 | 75.42 | 71.97 | 2.794 | 2.821 | 2.861 | 2.928 | 42 |
| 43 | 75.25 | 59.6998 | 77.70 | 77.17 | 73.72 | 2.794 | 2.821 | 2.861 | 2.929 | 43 |
| 44 | 77.00 | 61.0882 | 79.45 | 78.92 | 75.47 | 2.794 | 2.821 | 2.862 | 2.930 | 44 |
| 45 | 78.75 | 62.4766 | 81.20 | 80.67 | 77.22 | 2.794 | 2.821 | 2.862 | 2.930 | 45 |
| 46 | 80.50 | 63.8649 | 82.95 | 82.42 | 78.97 | 2.794 | 2.822 | 2.863 | 2.931 | 46 |
| 47 | 82.25 | 65.2533 | 84.70 | 84.17 | 80.71 | 2.795 | 2.822 | 2.863 | 2.932 | 47 |
| 48 | 84.00 | 66.6417 | 86.45 | 85.92 | 82.46 | 2.795 | 2.822 | 2.863 | 2.932 | 48 |
| 49 | 85.75 | 68.0301 | 88.20 | 87.67 | 84.21 | 2.795 | 2.822 | 2.864 | 2.933 | 49 |
| 50 | 87.50 | 69.4184 | 89.95 | 89.42 | 85.96 | 2.795 | 2.823 | 2.864 | 2.933 | 50 |
| 51 | 89.25 | 70.8068 | 91.70 | 91.17 | 87.71 | 2.795 | 2.823 | 2.865 | 2.934 | 51 |
| 52 | 91.00 | 72.1952 | 93.45 | 92.92 | 89.46 | 2.795 | 2.823 | 2.865 | 2.935 | 52 |
| 53 | 92.75 | 73.5835 | 95.20 | 94.67 | 91.21 | 2.795 | 2.823 | 2.865 | 2.935 | 53 |
| 54 | 94.50 | 74.9719 | 96.95 | 96.42 | 92.96 | 2.796 | 2.824 | 2.866 | 2.936 | 54 |
| 55 | 96.25 | 76.3603 | 98.70 | 98.17 | 94.71 | 2.796 | 2.824 | 2.866 | 2.936 | 55 |

**表 7.4-63　37.5°内花键**

模数 $m=2$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=3.142$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ei}$ 圆齿根 | 渐开线终止圆直径 $D_{Fi\min}$ | 小径 $D_{ii}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ 4H | 5H | 6H | 7H | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 20.00 | 15.8671 | 22.80 | 22.20 | 18.43 | 3.180 | 3.204 | 3.239 | 3.297 | 10 |
| 11 | 22.00 | 17.4538 | 24.80 | 24.20 | 20.41 | 3.181 | 3.204 | 3.240 | 3.299 | 11 |
| 12 | 24.00 | 19.0405 | 26.80 | 26.20 | 22.39 | 3.181 | 3.205 | 3.241 | 3.300 | 12 |
| 13 | 26.00 | 20.6272 | 28.80 | 28.20 | 24.37 | 3.182 | 3.206 | 3.242 | 3.302 | 13 |
| 14 | 28.00 | 22.2139 | 30.80 | 30.20 | 26.36 | 3.182 | 3.206 | 3.243 | 3.303 | 14 |
| 15 | 30.00 | 23.8006 | 32.80 | 32.20 | 28.35 | 3.182 | 3.207 | 3.243 | 3.305 | 15 |
| 16 | 32.00 | 25.3873 | 34.80 | 34.20 | 30.34 | 3.183 | 3.207 | 3.244 | 3.306 | 16 |
| 17 | 34.00 | 26.9740 | 36.80 | 36.20 | 32.33 | 3.183 | 3.208 | 3.245 | 3.307 | 17 |
| 18 | 36.00 | 28.5607 | 38.80 | 38.20 | 34.32 | 3.183 | 3.208 | 3.246 | 3.308 | 18 |
| 19 | 38.00 | 30.1474 | 40.80 | 40.20 | 36.31 | 3.184 | 3.209 | 3.247 | 3.309 | 19 |
| 20 | 40.00 | 31.7341 | 42.80 | 42.20 | 38.31 | 3.184 | 3.209 | 3.247 | 3.311 | 20 |
| 21 | 42.00 | 33.3208 | 44.80 | 44.20 | 40.30 | 3.184 | 3.210 | 3.248 | 3.312 | 21 |
| 22 | 44.00 | 34.9075 | 46.80 | 46.20 | 42.30 | 3.184 | 3.210 | 3.249 | 3.313 | 22 |
| 23 | 46.00 | 36.4943 | 48.80 | 48.20 | 44.29 | 3.185 | 3.210 | 3.249 | 3.314 | 23 |
| 24 | 48.00 | 38.0810 | 50.80 | 50.20 | 46.29 | 3.185 | 3.211 | 3.250 | 3.315 | 24 |
| 25 | 50.00 | 39.6677 | 52.80 | 52.20 | 48.29 | 3.185 | 3.211 | 3.250 | 3.316 | 25 |
| 26 | 52.00 | 41.2544 | 54.80 | 54.20 | 50.28 | 3.185 | 3.212 | 3.251 | 3.317 | 26 |
| 27 | 54.00 | 42.8411 | 56.80 | 56.20 | 52.28 | 3.186 | 3.212 | 3.252 | 3.318 | 27 |
| 28 | 56.00 | 44.4278 | 58.80 | 58.20 | 54.28 | 3.186 | 3.212 | 3.252 | 3.319 | 28 |
| 29 | 58.00 | 46.0145 | 60.80 | 60.20 | 56.27 | 3.186 | 3.213 | 3.253 | 3.319 | 29 |
| 30 | 60.00 | 47.6012 | 62.80 | 62.20 | 58.27 | 3.186 | 3.213 | 3.253 | 3.320 | 30 |
| 31 | 62.00 | 49.1879 | 64.80 | 64.20 | 60.27 | 3.186 | 3.213 | 3.254 | 3.321 | 31 |
| 32 | 64.00 | 50.7746 | 66.80 | 66.20 | 62.27 | 3.187 | 3.214 | 3.254 | 3.322 | 32 |
| 33 | 66.00 | 52.3613 | 68.80 | 68.20 | 64.26 | 3.187 | 3.214 | 3.255 | 3.323 | 33 |
| 34 | 68.00 | 53.9480 | 70.80 | 70.20 | 66.26 | 3.187 | 3.214 | 3.255 | 3.324 | 34 |
| 35 | 70.00 | 55.5347 | 72.80 | 72.20 | 68.26 | 3.187 | 3.215 | 3.256 | 3.324 | 35 |
| 36 | 72.00 | 57.1214 | 74.80 | 74.20 | 70.26 | 3.187 | 3.215 | 3.256 | 3.325 | 36 |
| 37 | 74.00 | 58.7082 | 76.80 | 76.20 | 72.26 | 3.188 | 3.215 | 3.257 | 3.326 | 37 |
| 38 | 76.00 | 60.2949 | 78.80 | 78.20 | 74.26 | 3.188 | 3.216 | 3.257 | 3.327 | 38 |
| 39 | 78.00 | 61.8816 | 80.80 | 80.20 | 76.25 | 3.188 | 3.216 | 3.258 | 3.327 | 39 |
| 40 | 80.00 | 63.4683 | 82.80 | 82.20 | 78.25 | 3.188 | 3.216 | 3.258 | 3.328 | 40 |
| 41 | 82.00 | 65.0550 | 84.80 | 84.20 | 80.25 | 3.188 | 3.217 | 3.259 | 3.329 | 41 |
| 42 | 84.00 | 66.6417 | 86.80 | 86.20 | 82.25 | 3.189 | 3.217 | 3.259 | 3.330 | 42 |
| 43 | 86.00 | 68.2284 | 88.80 | 88.20 | 84.25 | 3.189 | 3.217 | 3.260 | 3.330 | 43 |
| 44 | 88.00 | 69.8151 | 90.80 | 90.20 | 86.25 | 3.189 | 3.217 | 3.260 | 3.331 | 44 |
| 45 | 90.00 | 71.4018 | 92.80 | 92.20 | 88.25 | 3.189 | 3.218 | 3.260 | 3.332 | 45 |
| 46 | 92.00 | 72.9885 | 94.80 | 94.20 | 90.25 | 3.189 | 3.218 | 3.261 | 3.332 | 46 |
| 47 | 94.00 | 74.5752 | 96.80 | 96.20 | 92.24 | 3.189 | 3.218 | 3.261 | 3.333 | 47 |
| 48 | 96.00 | 76.1619 | 98.80 | 98.20 | 94.24 | 3.190 | 3.218 | 3.262 | 3.334 | 48 |
| 49 | 98.00 | 77.7486 | 100.80 | 100.20 | 96.24 | 3.190 | 3.219 | 3.262 | 3.334 | 49 |
| 50 | 100.00 | 79.3353 | 102.80 | 102.20 | 98.24 | 3.190 | 3.219 | 3.262 | 3.335 | 50 |
| 51 | 102.00 | 80.9220 | 104.80 | 104.20 | 100.24 | 3.190 | 3.219 | 3.263 | 3.336 | 51 |
| 52 | 104.00 | 82.5088 | 106.80 | 106.20 | 102.24 | 3.190 | 3.219 | 3.263 | 3.336 | 52 |
| 53 | 106.00 | 84.0955 | 108.80 | 108.20 | 104.24 | 3.190 | 3.220 | 3.264 | 3.337 | 53 |
| 54 | 108.00 | 85.6822 | 110.80 | 110.20 | 106.24 | 3.191 | 3.220 | 3.264 | 3.337 | 54 |
| 55 | 110.00 | 87.2689 | 112.80 | 112.20 | 108.24 | 3.191 | 3.220 | 3.264 | 3.338 | 55 |

**表 7.4-64 37.5°内花键**

模数 $m=2.5$ 作用齿槽宽最小值 $E_{v\min}=3.927$ (mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_e$ 圆齿根 | 渐开线终止圆直径 $D_{Fimin}$ | 小径 $D_{ii}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{max}=E_{vmin}+(T+\lambda)$ 4H | 5H | 6H | 7H | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 25.00 | 19.8338 | 28.50 | 27.75 | 23.04 | 3.969 | 3.994 | 4.032 | 4.095 | 10 |
| 11 | 27.50 | 21.8172 | 31.00 | 30.25 | 25.51 | 3.969 | 3.995 | 4.033 | 4.097 | 11 |
| 12 | 30.00 | 23.8006 | 33.50 | 32.75 | 27.98 | 3.970 | 3.995 | 4.034 | 4.098 | 12 |
| 13 | 32.50 | 25.7840 | 36.00 | 35.25 | 30.47 | 3.970 | 3.996 | 4.035 | 4.100 | 13 |
| 14 | 35.00 | 27.7674 | 38.50 | 37.75 | 32.95 | 3.971 | 3.997 | 4.036 | 4.101 | 14 |
| 15 | 37.50 | 29.7508 | 41.00 | 40.25 | 35.43 | 3.971 | 3.997 | 4.037 | 4.103 | 15 |
| 16 | 40.00 | 31.7341 | 43.50 | 42.75 | 37.92 | 3.971 | 3.998 | 4.038 | 4.104 | 16 |
| 17 | 42.50 | 33.7175 | 46.00 | 45.25 | 40.41 | 3.972 | 3.998 | 4.039 | 4.106 | 17 |
| 18 | 45.00 | 35.7009 | 48.50 | 47.75 | 42.90 | 3.972 | 3.999 | 4.039 | 4.107 | 18 |
| 19 | 47.50 | 37.6843 | 51.00 | 50.25 | 45.39 | 3.972 | 3.999 | 4.040 | 4.108 | 19 |
| 20 | 50.00 | 39.6677 | 53.50 | 52.75 | 47.89 | 3.973 | 4.000 | 4.041 | 4.109 | 20 |
| 21 | 52.50 | 41.6511 | 56.00 | 55.25 | 50.38 | 3.973 | 4.000 | 4.042 | 4.111 | 21 |
| 22 | 55.00 | 43.6344 | 58.50 | 57.75 | 52.87 | 3.973 | 4.001 | 4.042 | 4.112 | 22 |
| 23 | 57.50 | 45.6178 | 61.00 | 60.25 | 55.37 | 3.973 | 4.001 | 4.043 | 4.113 | 23 |
| 24 | 60.00 | 47.6012 | 63.50 | 62.75 | 57.86 | 3.974 | 4.002 | 4.044 | 4.114 | 24 |
| 25 | 62.50 | 49.5846 | 66.00 | 65.25 | 60.36 | 3.974 | 4.002 | 4.044 | 4.115 | 25 |
| 26 | 65.00 | 51.5680 | 68.50 | 67.75 | 62.85 | 3.974 | 4.003 | 4.045 | 4.116 | 26 |
| 27 | 67.50 | 53.5514 | 71.00 | 70.25 | 65.35 | 3.975 | 4.003 | 4.046 | 4.117 | 27 |
| 28 | 70.00 | 55.5347 | 73.50 | 72.75 | 67.85 | 3.975 | 4.003 | 4.046 | 4.118 | 28 |
| 29 | 72.50 | 57.5181 | 76.00 | 75.25 | 70.34 | 3.975 | 4.004 | 4.047 | 4.119 | 29 |
| 30 | 75.00 | 59.5015 | 78.50 | 77.75 | 72.84 | 3.975 | 4.004 | 4.048 | 4.120 | 30 |
| 31 | 77.50 | 61.4849 | 81.00 | 80.25 | 75.34 | 3.975 | 4.005 | 4.048 | 4.121 | 31 |
| 32 | 80.00 | 63.4683 | 83.50 | 82.75 | 77.83 | 3.976 | 4.005 | 4.049 | 4.122 | 32 |
| 33 | 82.50 | 65.4517 | 86.00 | 85.25 | 80.33 | 3.976 | 4.005 | 4.049 | 4.123 | 33 |
| 34 | 85.00 | 67.4350 | 88.50 | 87.75 | 82.83 | 3.976 | 4.006 | 4.050 | 4.124 | 34 |
| 35 | 87.50 | 69.4184 | 91.00 | 90.25 | 85.33 | 3.976 | 4.006 | 4.050 | 4.124 | 35 |
| 36 | 90.00 | 71.4018 | 93.50 | 92.75 | 87.82 | 3.977 | 4.006 | 4.051 | 4.125 | 36 |
| 37 | 92.50 | 73.3852 | 96.00 | 95.25 | 90.32 | 3.977 | 4.007 | 4.051 | 4.126 | 37 |
| 38 | 95.00 | 75.3686 | 98.50 | 97.75 | 92.82 | 3.977 | 4.007 | 4.052 | 4.127 | 38 |
| 39 | 97.50 | 77.3520 | 101.00 | 100.25 | 95.32 | 3.977 | 4.007 | 4.052 | 4.128 | 39 |
| 40 | 100.00 | 79.3353 | 103.50 | 102.75 | 97.82 | 3.977 | 4.008 | 4.053 | 4.129 | 40 |
| 41 | 102.50 | 81.3187 | 106.00 | 105.25 | 100.31 | 3.978 | 4.008 | 4.053 | 4.129 | 41 |
| 42 | 105.00 | 83.3021 | 108.50 | 107.75 | 102.81 | 3.978 | 4.008 | 4.054 | 4.130 | 42 |
| 43 | 107.50 | 85.2855 | 111.00 | 110.25 | 105.31 | 3.978 | 4.009 | 4.054 | 4.131 | 43 |
| 44 | 110.00 | 87.2689 | 113.50 | 112.75 | 107.81 | 3.978 | 4.009 | 4.055 | 4.132 | 44 |
| 45 | 112.50 | 89.2523 | 116.00 | 115.25 | 110.31 | 3.978 | 4.009 | 4.055 | 4.132 | 45 |
| 46 | 115.00 | 91.2356 | 118.50 | 117.75 | 112.81 | 3.979 | 4.009 | 4.056 | 4.133 | 46 |
| 47 | 117.50 | 93.2190 | 121.00 | 120.25 | 115.31 | 3.979 | 4.010 | 4.056 | 4.134 | 47 |
| 48 | 120.00 | 95.2024 | 123.50 | 122.75 | 117.80 | 3.979 | 4.010 | 4.057 | 4.135 | 48 |
| 49 | 122.50 | 97.1858 | 126.00 | 125.25 | 120.30 | 3.979 | 4.010 | 4.057 | 4.135 | 49 |
| 50 | 125.00 | 99.1692 | 128.50 | 127.75 | 122.80 | 3.979 | 4.011 | 4.058 | 4.136 | 50 |
| 51 | 127.50 | 101.1526 | 131.00 | 130.25 | 125.30 | 3.979 | 4.011 | 4.058 | 4.137 | 51 |
| 52 | 130.00 | 103.1359 | 133.50 | 132.75 | 127.80 | 3.980 | 4.011 | 4.058 | 4.137 | 52 |
| 53 | 132.50 | 105.1193 | 136.00 | 135.25 | 130.30 | 3.980 | 4.011 | 4.059 | 4.138 | 53 |
| 54 | 135.00 | 107.1027 | 138.50 | 137.75 | 132.80 | 3.980 | 4.012 | 4.059 | 4.139 | 54 |
| 55 | 137.50 | 109.0861 | 141.00 | 140.25 | 135.30 | 3.980 | 4.012 | 4.060 | 4.139 | 55 |

**表 7.4-65　37.5°内花键**

模数 $m=3$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=4.712$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_e$ 圆齿根 | 渐开线终止圆直径 $D_{F\min}$ | 小径 $D_{ii}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{\max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ | | | | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 4H | 5H | 6H | 7H | |
| 10 | 30.00 | 23.8006 | 34.20 | 33.30 | 27.64 | 4.757 | 4.784 | 4.824 | 4.891 | 10 |
| 11 | 33.00 | 26.1807 | 37.20 | 36.30 | 30.61 | 4.757 | 4.785 | 4.825 | 4.893 | 11 |
| 12 | 36.00 | 28.5607 | 40.20 | 39.30 | 33.58 | 4.758 | 4.785 | 4.826 | 4.895 | 12 |
| 13 | 39.00 | 30.9408 | 43.20 | 42.30 | 36.56 | 4.758 | 4.786 | 4.827 | 4.896 | 13 |
| 14 | 42.00 | 33.3208 | 46.20 | 45.30 | 39.54 | 4.759 | 4.787 | 4.828 | 4.898 | 14 |
| 15 | 45.00 | 35.7009 | 49.20 | 48.30 | 42.52 | 4.759 | 4.787 | 4.829 | 4.900 | 15 |
| 16 | 48.00 | 38.0810 | 52.20 | 51.30 | 45.51 | 4.760 | 4.788 | 4.830 | 4.901 | 16 |
| 17 | 51.00 | 40.4610 | 55.20 | 54.30 | 48.49 | 4.760 | 4.788 | 4.831 | 4.902 | 17 |
| 18 | 54.00 | 42.8411 | 58.20 | 57.30 | 51.48 | 4.760 | 4.789 | 4.832 | 4.904 | 18 |
| 19 | 57.00 | 45.2211 | 61.20 | 60.30 | 54.47 | 4.761 | 4.790 | 4.833 | 4.905 | 19 |
| 20 | 60.00 | 47.6012 | 64.20 | 63.30 | 57.46 | 4.761 | 4.790 | 4.834 | 4.907 | 20 |
| 21 | 63.00 | 49.9813 | 67.20 | 66.30 | 60.45 | 4.761 | 4.791 | 4.835 | 4.908 | 21 |
| 22 | 66.00 | 52.3613 | 70.20 | 69.30 | 63.45 | 4.762 | 4.791 | 4.835 | 4.909 | 22 |
| 23 | 69.00 | 54.7414 | 73.20 | 72.30 | 66.44 | 4.762 | 4.792 | 4.836 | 4.910 | 23 |
| 24 | 72.00 | 57.1214 | 76.20 | 75.30 | 69.43 | 4.762 | 4.792 | 4.837 | 4.911 | 24 |
| 25 | 75.00 | 59.5015 | 79.20 | 78.30 | 72.43 | 4.762 | 4.792 | 4.838 | 4.913 | 25 |
| 26 | 78.00 | 61.8816 | 82.20 | 81.30 | 75.42 | 4.763 | 4.793 | 4.838 | 4.914 | 26 |
| 27 | 81.00 | 64.2616 | 85.20 | 84.30 | 78.42 | 4.763 | 4.793 | 4.839 | 4.915 | 27 |
| 28 | 84.00 | 66.6417 | 88.20 | 87.30 | 81.41 | 4.763 | 4.794 | 4.840 | 4.916 | 28 |
| 29 | 87.00 | 69.0217 | 91.20 | 90.30 | 84.41 | 4.764 | 4.794 | 4.840 | 4.917 | 29 |
| 30 | 90.00 | 71.4018 | 94.20 | 93.30 | 87.41 | 4.764 | 4.795 | 4.841 | 4.918 | 30 |
| 31 | 93.00 | 73.7819 | 97.20 | 96.30 | 90.40 | 4.764 | 4.795 | 4.841 | 4.919 | 31 |
| 32 | 96.00 | 76.1619 | 100.20 | 99.30 | 93.40 | 4.764 | 4.795 | 4.842 | 4.920 | 32 |
| 33 | 99.00 | 78.5420 | 103.20 | 102.30 | 96.40 | 4.765 | 4.796 | 4.843 | 4.921 | 33 |
| 34 | 102.00 | 80.9220 | 106.20 | 105.30 | 99.39 | 4.765 | 4.796 | 4.843 | 4.922 | 34 |
| 35 | 105.00 | 83.3021 | 109.20 | 108.30 | 102.39 | 4.765 | 4.797 | 4.844 | 4.923 | 35 |
| 36 | 108.00 | 85.6822 | 112.20 | 111.30 | 105.39 | 4.765 | 4.797 | 4.844 | 4.924 | 36 |
| 37 | 111.00 | 88.0622 | 115.20 | 114.30 | 108.39 | 4.765 | 4.797 | 4.845 | 4.925 | 37 |
| 38 | 114.00 | 90.4423 | 118.20 | 117.30 | 111.38 | 4.766 | 4.798 | 4.846 | 4.925 | 38 |
| 39 | 117.00 | 92.8223 | 121.20 | 120.30 | 114.38 | 4.766 | 4.798 | 4.846 | 4.926 | 39 |
| 40 | 120.00 | 95.2024 | 124.20 | 123.30 | 117.38 | 4.766 | 4.798 | 4.847 | 4.927 | 40 |
| 41 | 123.00 | 97.5825 | 127.20 | 126.30 | 120.38 | 4.766 | 4.799 | 4.847 | 4.928 | 41 |
| 42 | 126.00 | 99.9625 | 130.20 | 129.30 | 123.38 | 4.767 | 4.799 | 4.848 | 4.929 | 42 |
| 43 | 129.00 | 102.3426 | 133.20 | 132.30 | 126.37 | 4.767 | 4.799 | 4.848 | 4.930 | 43 |
| 44 | 132.00 | 104.7226 | 136.20 | 135.30 | 129.37 | 4.767 | 4.800 | 4.849 | 4.931 | 44 |
| 45 | 135.00 | 107.1027 | 139.20 | 138.30 | 132.37 | 4.767 | 4.800 | 4.849 | 4.931 | 45 |
| 46 | 138.00 | 109.4828 | 142.20 | 141.30 | 135.37 | 4.767 | 4.800 | 4.850 | 4.932 | 46 |
| 47 | 141.00 | 111.8628 | 145.20 | 144.30 | 138.37 | 4.768 | 4.801 | 4.850 | 4.933 | 47 |
| 48 | 144.00 | 114.2429 | 148.20 | 147.30 | 141.37 | 4.768 | 4.801 | 4.851 | 4.934 | 48 |
| 49 | 147.00 | 116.6229 | 151.20 | 150.30 | 144.36 | 4.768 | 4.801 | 4.851 | 4.935 | 49 |
| 50 | 150.00 | 119.0030 | 154.20 | 153.30 | 147.36 | 4.768 | 4.802 | 4.852 | 4.935 | 50 |
| 51 | 153.00 | 121.3831 | 157.20 | 156.30 | 150.36 | 4.768 | 4.802 | 4.852 | 4.936 | 51 |
| 52 | 156.00 | 123.7631 | 160.20 | 159.30 | 153.36 | 4.768 | 4.802 | 4.853 | 4.937 | 52 |
| 53 | 159.00 | 126.1432 | 163.20 | 162.30 | 156.36 | 4.769 | 4.802 | 4.853 | 4.938 | 53 |
| 54 | 162.00 | 128.5232 | 166.20 | 165.30 | 159.36 | 4.769 | 4.803 | 4.854 | 4.938 | 54 |
| 55 | 165.00 | 130.9033 | 169.20 | 168.30 | 162.36 | 4.769 | 4.803 | 4.854 | 4.939 | 55 |

**表 7.4-66 37.5°内花键**

模数 $m=4$ 作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=6.283$ (mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_e$ 圆齿根 | 渐开线终止圆直径 $D_{Fi\max}$ | 小径 $D_{i1}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{\max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ | | | | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 4H | 5H | 6H | 7H | |
| 10 | 40.00 | 31.7341 | 45.60 | 44.40 | 36.86 | 6.332 | 6.362 | 6.405 | 6.480 | 10 |
| 11 | 44.00 | 34.9075 | 49.60 | 48.40 | 40.81 | 6.333 | 6.363 | 6.408 | 6.482 | 11 |
| 12 | 48.00 | 38.0810 | 53.60 | 52.40 | 44.78 | 6.333 | 6.364 | 6.409 | 6.484 | 12 |
| 13 | 52.00 | 41.2544 | 57.60 | 56.40 | 48.74 | 6.334 | 6.364 | 6.410 | 6.486 | 13 |
| 14 | 56.00 | 44.4278 | 61.60 | 60.40 | 52.72 | 6.334 | 6.365 | 6.411 | 6.488 | 14 |
| 15 | 60.00 | 47.6012 | 65.60 | 64.40 | 56.69 | 6.335 | 6.366 | 6.412 | 6.490 | 15 |
| 16 | 64.00 | 50.7746 | 69.60 | 68.40 | 60.68 | 6.335 | 6.366 | 6.413 | 6.491 | 16 |
| 17 | 68.00 | 53.9480 | 73.60 | 72.40 | 64.66 | 6.336 | 6.367 | 6.414 | 6.493 | 17 |
| 18 | 72.00 | 57.1214 | 77.60 | 76.40 | 68.64 | 6.336 | 6.368 | 6.415 | 6.495 | 18 |
| 19 | 76.00 | 60.2949 | 81.60 | 80.40 | 72.63 | 6.336 | 6.368 | 6.416 | 6.496 | 19 |
| 20 | 80.00 | 63.4683 | 85.60 | 84.40 | 76.62 | 6.337 | 6.369 | 6.417 | 6.498 | 20 |
| 21 | 84.00 | 66.6417 | 89.60 | 88.40 | 80.61 | 6.337 | 6.370 | 6.418 | 6.499 | 21 |
| 22 | 88.00 | 69.8151 | 93.60 | 92.40 | 84.60 | 6.337 | 6.370 | 6.419 | 6.500 | 22 |
| 23 | 92.00 | 72.9885 | 97.60 | 96.40 | 88.59 | 6.338 | 6.371 | 6.420 | 6.502 | 23 |
| 24 | 96.00 | 76.1619 | 101.60 | 100.40 | 92.58 | 6.338 | 6.371 | 6.421 | 6.503 | 24 |
| 25 | 100.00 | 79.3353 | 105.60 | 104.40 | 96.57 | 6.228 | 6.372 | 6.421 | 6.504 | 25 |
| 26 | 104.00 | 82.5088 | 109.60 | 108.40 | 100.56 | 6.339 | 6.372 | 6.422 | 6.506 | 26 |
| 27 | 108.00 | 85.6822 | 113.60 | 112.40 | 104.56 | 6.339 | 6.373 | 6.423 | 6.507 | 27 |
| 28 | 112.00 | 88.8556 | 117.60 | 116.40 | 108.55 | 6.339 | 6.373 | 6.424 | 6.508 | 28 |
| 29 | 116.00 | 92.0290 | 121.60 | 120.40 | 112.55 | 6.340 | 6.374 | 6.424 | 6.509 | 29 |
| 30 | 120.00 | 95.2024 | 125.60 | 124.40 | 116.54 | 6.340 | 6.374 | 6.425 | 6.510 | 30 |
| 31 | 124.00 | 98.3758 | 129.60 | 128.40 | 120.54 | 6.340 | 6.375 | 6.426 | 6.512 | 31 |
| 32 | 128.00 | 101.5492 | 133.60 | 132.40 | 124.53 | 6.341 | 6.375 | 6.427 | 6.513 | 32 |
| 33 | 132.00 | 104.7226 | 137.60 | 136.40 | 128.53 | 6.341 | 6.375 | 6.427 | 6.514 | 33 |
| 34 | 136.00 | 107.8961 | 141.60 | 140.40 | 132.52 | 6.341 | 6.376 | 6.428 | 6.515 | 34 |
| 35 | 140.00 | 111.0695 | 145.60 | 144.40 | 136.52 | 6.341 | 6.376 | 6.429 | 6.516 | 35 |
| 36 | 144.00 | 114.2429 | 149.60 | 148.40 | 140.52 | 6.342 | 6.377 | 6.429 | 6.517 | 36 |
| 37 | 148.00 | 117.4163 | 153.60 | 152.40 | 144.51 | 6.342 | 6.377 | 6.430 | 6.518 | 37 |
| 38 | 152.00 | 120.5897 | 157.60 | 156.40 | 148.51 | 6.342 | 6.377 | 6.431 | 6.519 | 38 |
| 39 | 156.00 | 123.7631 | 161.60 | 160.40 | 152.51 | 6.342 | 6.378 | 6.431 | 6.520 | 39 |
| 40 | 160.00 | 126.9365 | 165.60 | 164.40 | 156.51 | 6.343 | 6.378 | 6.432 | 6.521 | 40 |
| 41 | 164.00 | 130.1100 | 169.60 | 168.40 | 160.50 | 6.343 | 6.379 | 6.432 | 6.522 | 41 |
| 42 | 168.00 | 133.2834 | 173.60 | 172.40 | 164.50 | 6.343 | 6.379 | 6.433 | 6.523 | 42 |
| 43 | 172.00 | 136.4568 | 177.60 | 176.40 | 168.50 | 6.343 | 6.379 | 6.434 | 6.524 | 43 |
| 44 | 176.00 | 139.6302 | 181.60 | 180.40 | 172.50 | 6.344 | 6.380 | 6.434 | 6.525 | 44 |
| 45 | 180.00 | 142.8036 | 185.60 | 184.40 | 176.49 | 6.344 | 6.380 | 6.435 | 6.526 | 45 |
| 46 | 184.00 | 145.9770 | 189.60 | 188.40 | 180.49 | 6.344 | 6.381 | 6.435 | 6.527 | 46 |
| 47 | 188.00 | 149.1504 | 193.60 | 192.40 | 184.49 | 6.344 | 6.381 | 6.436 | 6.527 | 47 |
| 48 | 192.00 | 152.3238 | 197.60 | 196.40 | 188.49 | 6.344 | 6.381 | 6.436 | 6.528 | 48 |
| 49 | 196.00 | 155.4973 | 201.60 | 200.40 | 192.49 | 6.345 | 6.382 | 6.437 | 6.529 | 49 |
| 50 | 200.00 | 158.6707 | 205.60 | 204.40 | 196.48 | 6.345 | 6.382 | 6.437 | 6.530 | 50 |
| 51 | 204.00 | 161.8441 | 209.60 | 208.40 | 200.48 | 6.345 | 6.382 | 6.438 | 6.531 | 51 |
| 52 | 208.00 | 165.0175 | 213.60 | 212.40 | 204.48 | 6.345 | 6.383 | 6.439 | 6.532 | 52 |
| 53 | 212.00 | 168.1909 | 217.60 | 216.40 | 208.48 | 6.346 | 6.383 | 6.439 | 6.533 | 53 |
| 54 | 216.00 | 171.3643 | 221.60 | 220.40 | 212.48 | 6.346 | 6.383 | 6.440 | 6.533 | 54 |
| 55 | 220.00 | 174.5377 | 225.60 | 224.40 | 216.48 | 6.346 | 6.384 | 6.440 | 6.534 | 55 |

**表 7.4-67　37.5°内花键**

模数 $m=5$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=7.854$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ei}$ 圆齿根 | 渐开线终止圆直径 $D_{F\min}$ | 小径 $D_{ii}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ | | | | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 4H | 5H | 6H | 7H | |
| 10 | 50.00 | 39.6677 | 57.00 | 55.50 | 46.07 | 7.907 | 7.939 | 7.987 | 8.066 | 10 |
| 11 | 55.00 | 43.6344 | 62.00 | 60.50 | 51.02 | 7.908 | 7.940 | 7.988 | 8.069 | 11 |
| 12 | 60.00 | 47.6012 | 67.00 | 65.50 | 55.97 | 7.908 | 7.941 | 7.990 | 8.071 | 12 |
| 13 | 65.00 | 51.5680 | 72.00 | 70.50 | 60.93 | 7.909 | 7.942 | 7.991 | 8.073 | 13 |
| 14 | 70.00 | 55.5347 | 77.00 | 75.50 | 65.90 | 7.909 | 7.942 | 7.992 | 8.075 | 14 |
| 15 | 75.00 | 59.5015 | 82.00 | 80.50 | 70.87 | 7.910 | 7.943 | 7.993 | 8.077 | 15 |
| 16 | 80.00 | 63.4683 | 87.00 | 85.50 | 75.84 | 7.910 | 7.944 | 7.995 | 8.079 | 16 |
| 17 | 85.00 | 67.4350 | 92.00 | 90.50 | 80.82 | 7.911 | 7.945 | 7.996 | 8.081 | 17 |
| 18 | 90.00 | 71.4018 | 97.00 | 95.50 | 85.80 | 7.911 | 7.945 | 7.997 | 8.082 | 18 |
| 19 | 95.00 | 75.3686 | 102.00 | 100.50 | 90.79 | 7.912 | 7.946 | 7.998 | 8.084 | 19 |
| 20 | 100.00 | 79.3353 | 107.00 | 105.50 | 95.77 | 7.912 | 7.947 | 7.999 | 8.086 | 20 |
| 21 | 105.00 | 83.3021 | 112.00 | 110.50 | 100.76 | 7.912 | 7.947 | 8.000 | 8.087 | 21 |
| 22 | 110.00 | 87.2689 | 117.00 | 115.50 | 105.75 | 7.913 | 7.948 | 8.001 | 8.089 | 22 |
| 23 | 115.00 | 91.2356 | 122.00 | 120.50 | 110.73 | 7.913 | 7.948 | 8.002 | 8.090 | 23 |
| 24 | 120.00 | 95.2024 | 127.00 | 125.50 | 115.72 | 7.913 | 7.949 | 8.003 | 8.092 | 24 |
| 25 | 125.00 | 99.1692 | 132.00 | 130.50 | 120.71 | 7.914 | 7.950 | 8.003 | 8.093 | 25 |
| 26 | 130.00 | 103.1359 | 137.00 | 135.50 | 125.71 | 7.914 | 7.950 | 8.004 | 8.094 | 26 |
| 27 | 135.00 | 107.1027 | 142.00 | 140.50 | 130.70 | 7.914 | 7.951 | 8.005 | 8.096 | 27 |
| 28 | 140.00 | 111.0695 | 147.00 | 145.50 | 135.69 | 7.915 | 7.951 | 8.006 | 8.097 | 28 |
| 29 | 145.00 | 115.0362 | 152.00 | 150.50 | 140.68 | 7.915 | 7.952 | 8.007 | 8.098 | 29 |
| 30 | 150.00 | 119.0030 | 157.00 | 155.50 | 145.68 | 7.915 | 7.952 | 8.008 | 8.100 | 30 |
| 31 | 155.00 | 122.9698 | 162.00 | 160.50 | 150.67 | 7.916 | 7.953 | 8.008 | 8.101 | 31 |
| 32 | 160.00 | 126.9365 | 167.00 | 165.50 | 155.67 | 7.916 | 7.953 | 8.009 | 8.102 | 32 |
| 33 | 165.00 | 130.9033 | 172.00 | 170.50 | 160.66 | 7.916 | 7.954 | 8.010 | 8.103 | 33 |
| 34 | 170.00 | 134.8701 | 177.00 | 175.50 | 165.66 | 7.917 | 7.954 | 8.011 | 8.105 | 34 |
| 35 | 175.00 | 138.8368 | 182.00 | 180.50 | 170.65 | 7.917 | 7.955 | 8.011 | 8.106 | 35 |
| 36 | 180.00 | 142.8035 | 187.00 | 185.50 | 175.65 | 7.917 | 7.955 | 8.012 | 8.107 | 36 |
| 37 | 185.00 | 146.7704 | 192.00 | 190.50 | 180.64 | 7.917 | 7.956 | 8.013 | 8.108 | 37 |
| 38 | 190.00 | 150.7371 | 197.00 | 195.50 | 185.64 | 7.918 | 7.956 | 8.013 | 8.109 | 38 |
| 39 | 195.00 | 154.7039 | 202.00 | 200.50 | 190.64 | 7.918 | 7.956 | 8.014 | 8.110 | 39 |
| 40 | 200.00 | 158.6707 | 207.00 | 205.50 | 195.63 | 7.918 | 7.957 | 8.015 | 8.111 | 40 |
| 41 | 205.00 | 162.6374 | 212.00 | 210.50 | 200.63 | 7.919 | 7.957 | 8.015 | 8.112 | 41 |
| 42 | 210.00 | 166.6042 | 217.00 | 215.50 | 205.63 | 7.919 | 7.958 | 8.016 | 8.113 | 42 |
| 43 | 215.00 | 170.5710 | 222.00 | 220.50 | 210.62 | 7.919 | 7.958 | 8.017 | 8.114 | 43 |
| 44 | 220.00 | 174.5377 | 227.00 | 225.50 | 215.62 | 7.919 | 7.959 | 8.017 | 8.116 | 44 |
| 45 | 225.00 | 178.5045 | 232.00 | 230.50 | 220.62 | 7.920 | 7.959 | 8.018 | 8.117 | 45 |
| 46 | 230.00 | 182.4713 | 237.00 | 235.50 | 225.61 | 7.920 | 7.959 | 8.019 | 8.118 | 46 |
| 47 | 235.00 | 186.4380 | 242.00 | 240.50 | 230.61 | 7.920 | 7.960 | 8.019 | 8.119 | 47 |
| 48 | 240.00 | 190.4048 | 247.00 | 245.50 | 235.61 | 7.920 | 7.960 | 8.020 | 8.120 | 48 |
| 49 | 245.00 | 194.3716 | 252.00 | 250.50 | 240.61 | 7.921 | 7.961 | 8.021 | 8.120 | 49 |
| 50 | 250.00 | 198.3383 | 257.00 | 255.50 | 245.61 | 7.921 | 7.961 | 8.021 | 8.121 | 50 |
| 51 | 225.00 | 202.3051 | 262.00 | 260.50 | 250.60 | 7.921 | 7.961 | 8.022 | 8.122 | 51 |
| 52 | 260.00 | 206.2719 | 267.00 | 265.50 | 255.60 | 7.921 | 7.962 | 8.022 | 8.123 | 52 |
| 53 | 265.00 | 210.2386 | 272.00 | 270.50 | 260.60 | 7.922 | 7.962 | 8.023 | 8.124 | 53 |
| 54 | 270.00 | 214.2054 | 277.00 | 275.50 | 265.60 | 7.922 | 7.962 | 8.023 | 8.125 | 54 |
| 55 | 275.00 | 218.1722 | 282.00 | 280.50 | 270.60 | 7.922 | 7.963 | 8.024 | 8.126 | 55 |

**表 7.4-68　37.5°外花键**

模数 $m=0.5$　作用齿厚最大值 $S_{V\min}=0.785$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ae}$ | 渐开线起始圆直径 $D_{Femax}$ | 小径 $D_{if}$ 圆齿根 | 实际齿厚最小值 $S_{min}=S_{Vmax}-(T+\lambda)$ 4H | 5H | 6H | 7H | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 5.00 | 3.9668 | 5.45 | 4.51 | 4.30 | 0.761 | 0.746 | 0.724 | 0.688 | 10 |
| 11 | 5.50 | 4.3634 | 5.95 | 5.00 | 4.80 | 0.761 | 0.746 | 0.724 | 0.687 | 11 |
| 12 | 6.00 | 4.7601 | 6.45 | 5.50 | 5.30 | 0.761 | 0.746 | 0.723 | 0.686 | 12 |
| 13 | 6.50 | 5.1568 | 6.95 | 5.99 | 5.80 | 0.760 | 0.745 | 0.723 | 0.685 | 13 |
| 14 | 7.00 | 5.5535 | 7.45 | 6.49 | 6.30 | 0.760 | 0.745 | 0.722 | 0.684 | 14 |
| 15 | 7.50 | 5.9502 | 7.95 | 6.99 | 6.80 | 0.760 | 0.745 | 0.722 | 0.683 | 15 |
| 16 | 8.00 | 6.3468 | 8.45 | 7.48 | 7.30 | 0.760 | 0.744 | 0.721 | 0.683 | 16 |
| 17 | 8.50 | 6.7435 | 8.95 | 7.98 | 7.80 | 0.759 | 0.744 | 0.721 | 0.682 | 17 |
| 18 | 9.00 | 7.1402 | 9.45 | 8.48 | 8.30 | 0.759 | 0.744 | 0.720 | 0.681 | 18 |
| 19 | 9.50 | 7.5369 | 9.95 | 8.98 | 8.80 | 0.759 | 0.743 | 0.720 | 0.680 | 19 |
| 20 | 10.00 | 7.9335 | 10.45 | 9.48 | 9.30 | 0.759 | 0.743 | 0.719 | 0.680 | 20 |
| 21 | 10.50 | 8.3302 | 10.95 | 9.98 | 9.80 | 0.759 | 0.743 | 0.719 | 0.679 | 21 |
| 22 | 11.00 | 8.7269 | 11.45 | 10.47 | 10.30 | 0.759 | 0.743 | 0.719 | 0.678 | 22 |
| 23 | 11.50 | 9.1236 | 11.95 | 10.97 | 10.80 | 0.758 | 0.742 | 0.718 | 0.678 | 23 |
| 24 | 12.00 | 9.5202 | 12.45 | 11.47 | 11.30 | 0.758 | 0.742 | 0.718 | 0.677 | 24 |
| 25 | 12.50 | 9.9169 | 12.95 | 11.97 | 11.80 | 0.758 | 0.742 | 0.717 | 0.677 | 25 |
| 26 | 13.00 | 10.3136 | 13.45 | 12.47 | 12.30 | 0.758 | 0.742 | 0.717 | 0.676 | 26 |
| 27 | 13.50 | 10.7103 | 13.95 | 12.97 | 12.80 | 0.758 | 0.741 | 0.717 | 0.675 | 27 |
| 28 | 14.00 | 11.1069 | 14.45 | 13.47 | 13.30 | 0.758 | 0.741 | 0.716 | 0.675 | 28 |
| 29 | 14.50 | 11.5036 | 14.95 | 13.97 | 13.80 | 0.758 | 0.741 | 0.716 | 0.674 | 29 |
| 30 | 15.00 | 11.9003 | 15.45 | 14.47 | 14.30 | 0.758 | 0.741 | 0.716 | 0.674 | 30 |
| 31 | 15.50 | 12.2970 | 15.95 | 14.97 | 14.80 | 0.757 | 0.741 | 0.715 | 0.673 | 31 |
| 32 | 16.00 | 12.6937 | 16.45 | 15.47 | 15.30 | 0.757 | 0.740 | 0.715 | 0.673 | 32 |
| 33 | 16.50 | 13.0903 | 16.95 | 15.97 | 15.80 | 0.757 | 0.740 | 0.715 | 0.672 | 33 |
| 34 | 17.00 | 13.4870 | 17.45 | 16.47 | 16.30 | 0.757 | 0.740 | 0.714 | 0.672 | 34 |
| 35 | 17.50 | 13.8837 | 17.95 | 16.97 | 16.80 | 0.757 | 0.740 | 0.714 | 0.671 | 35 |
| 36 | 18.00 | 14.2804 | 18.45 | 17.46 | 17.30 | 0.757 | 0.740 | 0.714 | 0.671 | 36 |
| 37 | 18.50 | 14.6770 | 18.95 | 17.96 | 17.80 | 0.757 | 0.739 | 0.714 | 0.671 | 37 |
| 38 | 19.00 | 15.0737 | 19.45 | 18.46 | 18.30 | 0.757 | 0.739 | 0.713 | 0.670 | 38 |
| 39 | 19.50 | 15.4704 | 19.95 | 18.96 | 18.80 | 0.756 | 0.739 | 0.713 | 0.670 | 39 |
| 40 | 20.00 | 15.8671 | 20.45 | 19.46 | 19.30 | 0.756 | 0.739 | 0.713 | 0.669 | 40 |
| 41 | 20.50 | 16.2637 | 20.95 | 19.96 | 19.80 | 0.756 | 0.739 | 0.713 | 0.669 | 41 |
| 42 | 21.00 | 16.6604 | 21.45 | 20.46 | 20.30 | 0.756 | 0.739 | 0.712 | 0.668 | 42 |
| 43 | 21.50 | 17.0571 | 21.95 | 20.96 | 20.80 | 0.756 | 0.738 | 0.712 | 0.668 | 43 |
| 44 | 22.00 | 17.4538 | 22.45 | 21.46 | 21.30 | 0.756 | 0.738 | 0.712 | 0.668 | 44 |
| 45 | 22.50 | 17.8505 | 22.95 | 21.96 | 21.80 | 0.756 | 0.738 | 0.712 | 0.667 | 45 |
| 46 | 23.00 | 18.2471 | 23.45 | 22.46 | 22.30 | 0.756 | 0.738 | 0.711 | 0.667 | 46 |
| 47 | 23.50 | 18.6438 | 23.95 | 22.96 | 22.80 | 0.756 | 0.738 | 0.711 | 0.666 | 47 |
| 48 | 24.00 | 19.0405 | 24.45 | 23.46 | 23.30 | 0.756 | 0.738 | 0.711 | 0.666 | 48 |
| 49 | 24.50 | 19.4372 | 24.95 | 23.96 | 23.80 | 0.755 | 0.737 | 0.711 | 0.666 | 49 |
| 50 | 25.00 | 19.8338 | 25.45 | 24.46 | 24.30 | 0.755 | 0.737 | 0.710 | 0.665 | 50 |
| 51 | 25.50 | 20.2305 | 25.95 | 24.96 | 24.80 | 0.755 | 0.737 | 0.710 | 0.665 | 51 |
| 52 | 26.00 | 20.6272 | 26.45 | 25.46 | 25.30 | 0.755 | 0.737 | 0.710 | 0.665 | 52 |
| 53 | 26.50 | 21.0239 | 26.95 | 25.96 | 25.80 | 0.755 | 0.737 | 0.710 | 0.664 | 53 |
| 54 | 27.00 | 21.4205 | 27.45 | 26.46 | 26.30 | 0.755 | 0.737 | 0.710 | 0.664 | 54 |
| 55 | 27.50 | 21.8172 | 27.95 | 26.96 | 26.80 | 0.755 | 0.737 | 0.710 | 0.663 | 55 |

**表 7.4-69　37.5°外花键**

模数 $m=0.75$　作用齿厚最大值 $S_{V\max}=1.178$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_w$ | 渐开线起始圆直径 $D_{V\max}$ | 小径 $D_{ie}$ 圆齿根 | 实际齿厚最小值 $S_{\min}=S_{V\max}-(T+\lambda)$ 4H | 5H | 6H | 7H | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 7.50 | 5.9502 | 8.17 | 6.76 | 6.45 | 1.150 | 1.133 | 1.108 | 1.066 | 10 |
| 11 | 8.25 | 6.5452 | 8.92 | 7.50 | 7.20 | 1.150 | 1.133 | 1.108 | 1.065 | 11 |
| 12 | 9.00 | 7.1402 | 9.67 | 8.25 | 7.95 | 1.150 | 1.132 | 1.107 | 1.064 | 12 |
| 13 | 9.75 | 7.7352 | 10.42 | 8.99 | 8.70 | 1.149 | 1.132 | 1.106 | 1.063 | 13 |
| 14 | 10.50 | 8.3302 | 11.17 | 9.73 | 9.45 | 1.149 | 1.132 | 1.106 | 1.062 | 14 |
| 15 | 11.25 | 8.9252 | 11.92 | 10.48 | 10.20 | 1.149 | 1.131 | 1.105 | 1.061 | 15 |
| 16 | 12.00 | 9.5202 | 12.67 | 11.23 | 10.95 | 1.149 | 1.131 | 1.104 | 1.060 | 16 |
| 17 | 12.75 | 10.1153 | 13.42 | 11.97 | 11.70 | 1.148 | 1.131 | 1.104 | 1.059 | 17 |
| 18 | 13.50 | 10.7103 | 14.17 | 12.72 | 12.45 | 1.148 | 1.130 | 1.103 | 1.059 | 18 |
| 19 | 14.25 | 11.3053 | 14.92 | 13.47 | 13.20 | 1.148 | 1.130 | 1.103 | 1.058 | 19 |
| 20 | 15.00 | 11.9003 | 15.67 | 14.22 | 13.95 | 1.148 | 1.130 | 1.102 | 1.057 | 20 |
| 21 | 15.75 | 12.4953 | 16.42 | 14.96 | 14.70 | 1.148 | 1.129 | 1.102 | 1.056 | 21 |
| 22 | 16.50 | 13.0903 | 17.17 | 15.71 | 15.45 | 1.147 | 1.129 | 1.101 | 1.055 | 22 |
| 23 | 17.25 | 13.6853 | 17.92 | 16.46 | 16.20 | 1.147 | 1.129 | 1.101 | 1.055 | 23 |
| 24 | 18.00 | 14.2804 | 18.67 | 17.21 | 16.95 | 1.147 | 1.128 | 1.101 | 1.054 | 24 |
| 25 | 18.75 | 14.8754 | 19.42 | 17.96 | 17.70 | 1.147 | 1.128 | 1.100 | 1.053 | 25 |
| 26 | 19.50 | 15.4704 | 20.17 | 18.71 | 18.45 | 1.147 | 1.128 | 1.100 | 1.053 | 26 |
| 27 | 20.25 | 16.0654 | 20.92 | 19.45 | 19.20 | 1.147 | 1.128 | 1.099 | 1.052 | 27 |
| 28 | 21.00 | 16.6604 | 21.67 | 20.20 | 19.95 | 1.146 | 1.127 | 1.099 | 1.051 | 28 |
| 29 | 21.75 | 17.2554 | 22.42 | 20.95 | 20.70 | 1.146 | 1.127 | 1.099 | 1.051 | 29 |
| 30 | 22.50 | 17.8505 | 23.17 | 21.70 | 21.45 | 1.146 | 1.127 | 1.098 | 1.050 | 30 |
| 31 | 23.25 | 18.4455 | 23.92 | 22.45 | 22.20 | 1.146 | 1.127 | 1.098 | 1.050 | 31 |
| 32 | 24.00 | 19.0405 | 24.67 | 23.20 | 22.95 | 1.146 | 1.126 | 1.097 | 1.049 | 32 |
| 33 | 24.75 | 19.6355 | 25.42 | 23.95 | 23.70 | 1.146 | 1.126 | 1.097 | 1.048 | 33 |
| 34 | 25.50 | 20.2305 | 26.17 | 24.70 | 24.45 | 1.146 | 1.126 | 1.097 | 1.048 | 34 |
| 35 | 26.25 | 20.8255 | 26.92 | 25.45 | 25.20 | 1.145 | 1.126 | 1.096 | 1.047 | 35 |
| 36 | 27.00 | 21.4205 | 27.67 | 26.20 | 25.95 | 1.145 | 1.126 | 1.096 | 1.047 | 36 |
| 37 | 27.75 | 22.0156 | 28.42 | 26.95 | 26.70 | 1.145 | 1.125 | 1.096 | 1.046 | 37 |
| 38 | 28.50 | 22.6106 | 29.17 | 27.70 | 27.45 | 1.145 | 1.125 | 1.095 | 1.046 | 38 |
| 39 | 29.25 | 23.2056 | 29.92 | 28.45 | 28.20 | 1.145 | 1.125 | 1.095 | 1.045 | 39 |
| 40 | 30.00 | 23.8006 | 30.67 | 29.19 | 28.95 | 1.145 | 1.125 | 1.095 | 1.045 | 40 |
| 41 | 30.75 | 24.3956 | 31.42 | 29.94 | 29.70 | 1.145 | 1.125 | 1.094 | 1.044 | 41 |
| 42 | 31.50 | 24.9906 | 32.17 | 30.69 | 30.45 | 1.145 | 1.124 | 1.094 | 1.044 | 42 |
| 43 | 32.25 | 25.5856 | 32.92 | 31.44 | 31.20 | 1.144 | 1.124 | 1.094 | 1.043 | 43 |
| 44 | 33.00 | 26.1807 | 33.67 | 32.19 | 31.95 | 1.144 | 1.124 | 1.094 | 1.043 | 44 |
| 45 | 33.75 | 26.7757 | 34.42 | 32.94 | 32.70 | 1.144 | 1.124 | 1.093 | 1.042 | 45 |
| 46 | 34.50 | 27.3707 | 35.17 | 33.69 | 33.45 | 1.144 | 1.124 | 1.093 | 1.042 | 46 |
| 47 | 35.25 | 27.9657 | 35.92 | 34.44 | 34.20 | 1.144 | 1.123 | 1.093 | 1.042 | 47 |
| 48 | 36.00 | 28.5607 | 36.67 | 35.19 | 34.95 | 1.144 | 1.123 | 1.092 | 1.041 | 48 |
| 49 | 36.75 | 29.1557 | 37.42 | 35.94 | 35.70 | 1.144 | 1.123 | 1.092 | 1.041 | 49 |
| 50 | 37.50 | 29.7508 | 38.17 | 36.69 | 36.45 | 1.144 | 1.123 | 1.092 | 1.040 | 50 |
| 51 | 38.25 | 30.3458 | 38.92 | 37.44 | 37.20 | 1.144 | 1.123 | 1.092 | 1.040 | 51 |
| 52 | 39.00 | 30.9408 | 39.67 | 38.19 | 37.95 | 1.143 | 1.123 | 1.091 | 1.039 | 52 |
| 53 | 39.75 | 31.5358 | 40.42 | 38.94 | 38.70 | 1.143 | 1.122 | 1.091 | 1.039 | 53 |
| 54 | 40.50 | 32.1308 | 41.17 | 39.69 | 39.45 | 1.143 | 1.122 | 1.091 | 1.039 | 54 |
| 55 | 41.25 | 32.7258 | 41.92 | 40.44 | 40.20 | 1.143 | 1.122 | 1.091 | 1.038 | 55 |

**表 7.4-70　37.5°外花键**

模数 $m=1$　作用齿厚最大值 $S_{V\max}=1.571$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ae}$ | 渐开线起始圆直径 $D_{F\max}$ | 小径 $D_{ie}$ 圆齿根 | 实际齿厚最小值 $S_{\min}=S_{V\max}-(T+\lambda)$ 4H | 5H | 6H | 7H | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 10.00 | 7.9335 | 10.90 | 9.01 | 8.60 | 1.540 | 1.522 | 1.494 | 1.448 | 10 |
| 11 | 11.00 | 8.7269 | 11.90 | 10.00 | 9.60 | 1.540 | 1.521 | 1.493 | 1.446 | 11 |
| 12 | 12.00 | 9.5202 | 12.90 | 10.99 | 10.60 | 1.539 | 1.521 | 1.492 | 1.445 | 12 |
| 13 | 13.00 | 10.3136 | 13.90 | 11.99 | 11.60 | 1.539 | 1.520 | 1.492 | 1.444 | 13 |
| 14 | 14.00 | 11.1069 | 14.90 | 12.98 | 12.60 | 1.539 | 1.520 | 1.491 | 1.443 | 14 |
| 15 | 15.00 | 11.9003 | 15.90 | 13.97 | 13.60 | 1.539 | 1.519 | 1.490 | 1.442 | 15 |
| 16 | 16.00 | 12.6936 | 16.90 | 14.97 | 14.60 | 1.538 | 1.519 | 1.490 | 1.441 | 16 |
| 17 | 17.00 | 13.4870 | 17.90 | 15.96 | 15.60 | 1.538 | 1.518 | 1.489 | 1.440 | 17 |
| 18 | 18.00 | 14.2803 | 18.90 | 16.96 | 16.60 | 1.538 | 1.518 | 1.488 | 1.439 | 18 |
| 19 | 19.00 | 15.0737 | 19.90 | 17.96 | 17.60 | 1.538 | 1.518 | 1.488 | 1.438 | 19 |
| 20 | 20.00 | 15.8670 | 20.90 | 18.95 | 18.60 | 1.537 | 1.517 | 1.487 | 1.437 | 20 |
| 21 | 21.00 | 16.6604 | 21.90 | 19.95 | 19.60 | 1.537 | 1.517 | 1.487 | 1.436 | 21 |
| 22 | 22.00 | 17.4538 | 22.90 | 20.95 | 20.60 | 1.537 | 1.517 | 1.486 | 1.436 | 22 |
| 23 | 23.00 | 18.2471 | 23.90 | 21.95 | 21.60 | 1.537 | 1.517 | 1.486 | 1.435 | 23 |
| 24 | 24.00 | 19.0405 | 24.90 | 22.94 | 22.60 | 1.537 | 1.516 | 1.485 | 1.434 | 24 |
| 25 | 25.00 | 19.8338 | 25.90 | 23.94 | 23.60 | 1.536 | 1.516 | 1.485 | 1.433 | 25 |
| 26 | 26.00 | 20.6272 | 26.90 | 24.94 | 24.60 | 1.536 | 1.515 | 1.484 | 1.433 | 26 |
| 27 | 27.00 | 21.4205 | 27.90 | 25.94 | 25.60 | 1.536 | 1.515 | 1.484 | 1.432 | 27 |
| 28 | 28.00 | 22.2139 | 28.90 | 26.94 | 26.60 | 1.536 | 1.515 | 1.484 | 1.431 | 28 |
| 29 | 29.00 | 23.0072 | 29.90 | 27.94 | 27.60 | 1.536 | 1.515 | 1.483 | 1.430 | 29 |
| 30 | 30.00 | 23.8006 | 30.90 | 28.94 | 28.60 | 1.536 | 1.514 | 1.483 | 1.430 | 30 |
| 31 | 31.00 | 24.5939 | 31.90 | 29.93 | 29.60 | 1.535 | 1.514 | 1.482 | 1.429 | 31 |
| 32 | 32.00 | 25.3873 | 32.90 | 30.93 | 30.60 | 1.535 | 1.514 | 1.482 | 1.429 | 32 |
| 33 | 33.00 | 26.1806 | 33.90 | 31.93 | 31.60 | 1.535 | 1.514 | 1.481 | 1.428 | 33 |
| 34 | 34.00 | 26.9740 | 34.90 | 32.93 | 32.60 | 1.535 | 1.513 | 1.481 | 1.427 | 34 |
| 35 | 35.00 | 27.7673 | 35.90 | 33.93 | 33.60 | 1.535 | 1.513 | 1.481 | 1.427 | 35 |
| 36 | 36.00 | 28.5607 | 36.90 | 34.93 | 34.60 | 1.535 | 1.513 | 1.480 | 1.426 | 36 |
| 37 | 37.00 | 29.3540 | 37.90 | 35.93 | 35.60 | 1.534 | 1.513 | 1.480 | 1.425 | 37 |
| 38 | 38.00 | 30.1474 | 38.90 | 36.93 | 36.60 | 1.534 | 1.512 | 1.480 | 1.425 | 38 |
| 39 | 39.00 | 30.9407 | 39.90 | 37.93 | 37.60 | 1.534 | 1.512 | 1.479 | 1.424 | 39 |
| 40 | 40.00 | 31.7341 | 40.90 | 38.93 | 38.60 | 1.534 | 1.512 | 1.479 | 1.424 | 40 |
| 41 | 41.00 | 32.5274 | 41.90 | 39.93 | 39.60 | 1.534 | 1.512 | 1.479 | 1.423 | 41 |
| 42 | 42.00 | 33.3208 | 42.90 | 40.93 | 40.60 | 1.534 | 1.512 | 1.478 | 1.423 | 42 |
| 43 | 43.00 | 34.1142 | 43.90 | 41.92 | 41.60 | 1.534 | 1.511 | 1.478 | 1.422 | 43 |
| 44 | 44.00 | 34.9075 | 44.90 | 42.92 | 42.60 | 1.534 | 1.511 | 1.478 | 1.422 | 44 |
| 45 | 45.00 | 35.7009 | 45.90 | 43.92 | 43.60 | 1.533 | 1.511 | 1.477 | 1.421 | 45 |
| 46 | 46.00 | 36.4942 | 46.90 | 44.92 | 44.60 | 1.533 | 1.511 | 1.477 | 1.421 | 46 |
| 47 | 47.00 | 37.2876 | 47.90 | 45.92 | 45.60 | 1.533 | 1.511 | 1.477 | 1.420 | 47 |
| 48 | 48.00 | 38.0809 | 48.90 | 46.92 | 46.60 | 1.533 | 1.510 | 1.476 | 1.420 | 48 |
| 49 | 49.00 | 38.8743 | 49.90 | 47.92 | 47.60 | 1.533 | 1.510 | 1.476 | 1.419 | 49 |
| 50 | 50.00 | 39.6676 | 50.90 | 48.92 | 48.60 | 1.533 | 1.510 | 1.476 | 1.419 | 50 |
| 51 | 51.00 | 40.4610 | 51.90 | 49.92 | 49.60 | 1.533 | 1.510 | 1.475 | 1.418 | 51 |
| 52 | 52.00 | 41.2543 | 52.90 | 50.92 | 50.60 | 1.533 | 1.510 | 1.475 | 1.418 | 52 |
| 53 | 53.00 | 42.0477 | 53.90 | 51.92 | 51.60 | 1.532 | 1.509 | 1.475 | 1.417 | 53 |
| 54 | 54.00 | 42.8410 | 54.90 | 52.92 | 52.60 | 1.532 | 1.509 | 1.475 | 1.417 | 54 |
| 55 | 55.00 | 43.6344 | 55.90 | 53.92 | 53.60 | 1.532 | 1.509 | 1.474 | 1.416 | 55 |

**表 7.4-71　37.5°外花键**

模数 $m=1.25$　作用齿厚最大值 $S_{V\max}=1.963$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ae}$ | 渐开线起始圆直径 $D_{F\min}$ | 小径 $D_{ie}$ 圆齿根 | 实际齿厚最小值 $S_{mic}=S_{V\max}-(T+\lambda)$ 4H | 5H | 6H | 7H | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 12.50 | 9.9169 | 13.62 | 11.27 | 10.75 | 1.930 | 1.910 | 1.881 | 1.831 | 10 |
| 11 | 13.75 | 10.9086 | 14.87 | 12.50 | 12.00 | 1.930 | 1.910 | 1.880 | 1.829 | 11 |
| 12 | 15.00 | 11.9003 | 16.12 | 13.74 | 13.25 | 1.930 | 1.909 | 1.879 | 1.828 | 12 |
| 13 | 16.25 | 12.8920 | 17.37 | 14.98 | 14.50 | 1.929 | 1.909 | 1.878 | 1.827 | 13 |
| 14 | 17.50 | 13.8837 | 18.62 | 16.22 | 15.75 | 1.929 | 1.908 | 1.877 | 1.826 | 14 |
| 15 | 18.75 | 14.8754 | 19.87 | 17.47 | 17.00 | 1.929 | 1.908 | 1.877 | 1.825 | 15 |
| 16 | 20.00 | 15.8671 | 21.12 | 18.71 | 18.25 | 1.928 | 1.907 | 1.876 | 1.823 | 16 |
| 17 | 21.25 | 16.8588 | 22.37 | 19.96 | 19.50 | 1.928 | 1.907 | 1.875 | 1.822 | 17 |
| 18 | 22.50 | 17.8505 | 23.62 | 21.20 | 20.75 | 1.928 | 1.907 | 1.875 | 1.821 | 18 |
| 19 | 23.75 | 18.8421 | 24.87 | 22.45 | 22.00 | 1.928 | 1.906 | 1.874 | 1.820 | 19 |
| 20 | 25.00 | 19.8338 | 26.12 | 23.69 | 23.25 | 1.927 | 1.906 | 1.873 | 1.819 | 20 |
| 21 | 26.25 | 20.8255 | 27.37 | 24.94 | 24.50 | 1.927 | 1.906 | 1.873 | 1.819 | 21 |
| 22 | 27.50 | 21.8172 | 28.62 | 26.19 | 25.75 | 1.927 | 1.905 | 1.872 | 1.818 | 22 |
| 23 | 28.75 | 22.8089 | 29.87 | 27.43 | 27.00 | 1.927 | 1.905 | 1.872 | 1.817 | 23 |
| 24 | 30.00 | 23.8006 | 31.12 | 28.68 | 28.25 | 1.927 | 1.904 | 1.871 | 1.816 | 24 |
| 25 | 21.25 | 24.7923 | 32.37 | 29.93 | 29.50 | 1.926 | 1.904 | 1.871 | 1.815 | 25 |
| 26 | 32.50 | 25.7840 | 33.62 | 31.18 | 30.75 | 1.926 | 1.904 | 1.870 | 1.814 | 26 |
| 27 | 33.75 | 26.7757 | 34.87 | 32.42 | 32.00 | 1.926 | 1.904 | 1.870 | 1.814 | 27 |
| 28 | 35.00 | 27.7674 | 36.12 | 33.67 | 33.25 | 1.926 | 1.903 | 1.869 | 1.813 | 28 |
| 29 | 36.25 | 28.7591 | 37.37 | 34.92 | 34.50 | 1.926 | 1.903 | 1.869 | 1.812 | 29 |
| 30 | 37.50 | 29.7508 | 38.62 | 36.17 | 35.75 | 1.925 | 1.903 | 1.868 | 1.811 | 30 |
| 31 | 38.75 | 30.7424 | 39.87 | 37.42 | 37.00 | 1.925 | 1.902 | 1.868 | 1.811 | 31 |
| 32 | 40.00 | 31.7341 | 41.12 | 38.67 | 38.25 | 1.925 | 1.902 | 1.868 | 1.810 | 32 |
| 33 | 41.25 | 32.7258 | 42.37 | 39.92 | 39.50 | 1.925 | 1.902 | 1.867 | 1.809 | 33 |
| 34 | 42.50 | 33.7125 | 43.62 | 41.16 | 40.75 | 1.925 | 1.902 | 1.867 | 1.809 | 34 |
| 35 | 43.75 | 34.7092 | 44.87 | 42.41 | 42.00 | 1.925 | 1.901 | 1.866 | 1.808 | 35 |
| 36 | 45.00 | 35.7009 | 46.12 | 43.66 | 43.25 | 1.924 | 1.901 | 1.866 | 1.807 | 36 |
| 37 | 46.25 | 36.6926 | 47.37 | 44.91 | 44.50 | 1.924 | 1.901 | 1.865 | 1.807 | 37 |
| 38 | 47.50 | 37.6843 | 48.62 | 46.16 | 45.75 | 1.924 | 1.901 | 1.865 | 1.806 | 38 |
| 39 | 48.75 | 38.6760 | 49.87 | 47.41 | 47.00 | 1.924 | 1.900 | 1.865 | 1.805 | 39 |
| 40 | 50.00 | 39.6677 | 51.12 | 48.66 | 48.25 | 1.924 | 1.900 | 1.864 | 1.805 | 40 |
| 41 | 51.25 | 40.6594 | 52.37 | 49.91 | 49.50 | 1.924 | 1.900 | 1.864 | 1.804 | 41 |
| 42 | 52.50 | 41.6511 | 53.62 | 51.16 | 50.75 | 1.924 | 1.900 | 1.864 | 1.804 | 42 |
| 43 | 53.75 | 42.6427 | 54.87 | 52.41 | 52.00 | 1.923 | 1.899 | 1.863 | 1.803 | 43 |
| 44 | 55.00 | 43.6344 | 56.12 | 53.65 | 53.25 | 1.923 | 1.899 | 1.863 | 1.802 | 44 |
| 45 | 56.25 | 44.6261 | 57.37 | 54.90 | 54.50 | 1.923 | 1.899 | 1.863 | 1.802 | 45 |
| 46 | 57.50 | 45.6178 | 58.62 | 56.15 | 55.75 | 1.923 | 1.899 | 1.862 | 1.801 | 46 |
| 47 | 58.75 | 46.6095 | 59.87 | 57.40 | 57.00 | 1.923 | 1.898 | 1.862 | 1.801 | 47 |
| 48 | 60.00 | 47.6012 | 61.12 | 58.65 | 58.25 | 1.923 | 1.898 | 1.861 | 1.800 | 48 |
| 49 | 61.25 | 48.5929 | 62.37 | 59.90 | 59.50 | 1.923 | 1.898 | 1.861 | 1.800 | 49 |
| 50 | 62.50 | 49.5846 | 63.62 | 61.15 | 60.75 | 1.922 | 1.898 | 1.861 | 1.799 | 50 |
| 51 | 63.75 | 50.5763 | 64.87 | 62.40 | 62.00 | 1.922 | 1.898 | 1.860 | 1.799 | 51 |
| 52 | 65.00 | 51.5680 | 66.12 | 63.65 | 63.25 | 1.922 | 1.897 | 1.860 | 1.798 | 52 |
| 53 | 66.25 | 52.5597 | 67.37 | 64.90 | 64.50 | 1.922 | 1.897 | 1.860 | 1.798 | 53 |
| 54 | 67.50 | 53.5514 | 68.62 | 66.15 | 65.75 | 1.922 | 1.897 | 1.860 | 1.797 | 54 |
| 55 | 68.75 | 54.5430 | 69.87 | 67.40 | 67.00 | 1.922 | 1.897 | 1.859 | 1.797 | 55 |

**表 7.4-72　37.5°外花键**

模数 $m=1.5$　作用齿厚最大值 $S_{V\max}=2.356$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ae}$ | 渐开线起始圆直径 $D_{Femax}$ | 小径 $D_{ie}$ 圆齿根 | 实际齿厚最小值 $S_{min}=S_{Vmax}-(T+\lambda)$ | | | | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 4H | 5H | 6H | 7H | |
| 10 | 15.00 | 11.9003 | 16.35 | 13.52 | 12.90 | 2.321 | 2.300 | 2.268 | 2.215 | 10 |
| 11 | 16.50 | 13.0903 | 17.85 | 15.00 | 14.40 | 2.321 | 2.299 | 2.267 | 2.214 | 11 |
| 12 | 18.00 | 14.2804 | 19.35 | 16.49 | 15.90 | 2.320 | 2.299 | 2.266 | 2.212 | 12 |
| 13 | 19.50 | 15.4704 | 20.85 | 17.98 | 17.40 | 2.320 | 2.298 | 2.265 | 2.211 | 13 |
| 14 | 21.00 | 16.6604 | 22.35 | 19.47 | 18.90 | 2.320 | 2.298 | 2.265 | 2.210 | 14 |
| 15 | 22.50 | 17.8505 | 23.85 | 20.96 | 20.40 | 2.319 | 2.297 | 2.264 | 2.208 | 15 |
| 16 | 24.00 | 19.0405 | 25.35 | 22.45 | 21.90 | 2.319 | 2.297 | 2.263 | 2.207 | 16 |
| 17 | 25.50 | 20.2305 | 26.85 | 23.95 | 23.40 | 2.319 | 2.296 | 2.262 | 2.206 | 17 |
| 18 | 27.00 | 21.4205 | 28.35 | 25.44 | 24.90 | 2.318 | 2.296 | 2.262 | 2.205 | 18 |
| 19 | 28.50 | 22.6106 | 29.85 | 26.94 | 26.40 | 2.318 | 2.295 | 2.261 | 2.204 | 19 |
| 20 | 30.00 | 23.8006 | 31.35 | 28.43 | 27.90 | 2.318 | 2.295 | 2.260 | 2.203 | 20 |
| 21 | 31.50 | 24.9906 | 32.85 | 29.93 | 29.40 | 2.318 | 2.295 | 2.260 | 2.202 | 21 |
| 22 | 33.00 | 26.1807 | 34.35 | 31.42 | 30.90 | 2.317 | 2.294 | 2.259 | 2.201 | 22 |
| 23 | 34.50 | 27.3707 | 35.85 | 32.92 | 32.40 | 2.317 | 2.294 | 2.259 | 2.200 | 23 |
| 24 | 36.00 | 28.5607 | 37.35 | 34.42 | 33.90 | 2.317 | 2.293 | 2.258 | 2.199 | 24 |
| 25 | 37.50 | 29.7508 | 38.85 | 35.91 | 35.40 | 2.317 | 2.293 | 2.258 | 2.198 | 25 |
| 26 | 39.00 | 30.9408 | 40.35 | 37.41 | 36.90 | 2.317 | 2.293 | 2.257 | 2.198 | 26 |
| 27 | 40.50 | 32.1308 | 41.85 | 38.91 | 38.40 | 2.316 | 2.292 | 2.256 | 2.197 | 27 |
| 28 | 42.00 | 33.3208 | 43.35 | 40.41 | 39.90 | 2.316 | 2.292 | 2.256 | 2.196 | 28 |
| 29 | 43.50 | 34.5109 | 44.85 | 41.91 | 41.40 | 2.316 | 2.292 | 2.255 | 2.195 | 29 |
| 30 | 45.00 | 35.7009 | 46.35 | 43.40 | 42.90 | 2.316 | 2.291 | 2.255 | 2.194 | 30 |
| 31 | 46.50 | 36.8909 | 47.85 | 44.90 | 44.40 | 2.316 | 2.291 | 2.255 | 2.194 | 31 |
| 32 | 48.00 | 38.0810 | 49.35 | 46.40 | 45.90 | 2.315 | 2.291 | 2.254 | 2.193 | 32 |
| 33 | 49.50 | 39.2710 | 50.85 | 47.90 | 47.40 | 2.315 | 2.291 | 2.254 | 2.192 | 33 |
| 34 | 51.00 | 40.4610 | 52.35 | 49.40 | 48.90 | 2.315 | 2.290 | 2.253 | 2.191 | 34 |
| 35 | 52.50 | 41.6511 | 53.85 | 50.90 | 50.40 | 2.315 | 2.290 | 2.253 | 2.191 | 35 |
| 36 | 54.00 | 42.8411 | 55.35 | 52.39 | 51.90 | 2.315 | 2.290 | 2.252 | 2.190 | 36 |
| 37 | 55.50 | 44.0311 | 56.85 | 53.89 | 53.40 | 2.314 | 2.289 | 2.252 | 2.189 | 37 |
| 38 | 57.00 | 45.2211 | 58.35 | 55.39 | 54.90 | 2.314 | 2.289 | 2.251 | 2.189 | 38 |
| 39 | 58.50 | 46.4112 | 59.85 | 56.89 | 56.40 | 2.314 | 2.289 | 2.251 | 2.188 | 39 |
| 40 | 60.00 | 47.6012 | 61.35 | 58.39 | 57.90 | 2.314 | 2.289 | 2.251 | 2.187 | 40 |
| 41 | 61.50 | 48.7912 | 62.85 | 59.89 | 59.40 | 2.314 | 2.288 | 2.250 | 2.187 | 41 |
| 42 | 63.00 | 49.9813 | 64.35 | 61.39 | 60.90 | 2.314 | 2.288 | 2.250 | 2.186 | 42 |
| 43 | 64.50 | 51.1713 | 65.85 | 62.89 | 62.40 | 2.313 | 2.288 | 2.249 | 2.185 | 43 |
| 44 | 66.00 | 52.3613 | 67.35 | 64.39 | 63.90 | 2.313 | 2.288 | 2.249 | 2.185 | 44 |
| 45 | 67.50 | 53.5514 | 68.85 | 65.89 | 65.40 | 2.313 | 2.287 | 2.249 | 2.184 | 45 |
| 46 | 69.00 | 54.7414 | 70.35 | 67.38 | 66.90 | 2.313 | 2.287 | 2.248 | 2.184 | 46 |
| 47 | 70.50 | 55.9314 | 71.85 | 68.88 | 68.40 | 2.313 | 2.287 | 2.248 | 2.183 | 47 |
| 48 | 72.00 | 57.1214 | 73.35 | 70.38 | 69.90 | 2.313 | 2.287 | 2.248 | 2.182 | 48 |
| 49 | 73.50 | 58.3115 | 74.85 | 71.88 | 71.40 | 2.313 | 2.286 | 2.247 | 2.182 | 49 |
| 50 | 75.00 | 59.5015 | 76.35 | 73.38 | 72.90 | 2.312 | 2.286 | 2.247 | 2.181 | 50 |
| 51 | 76.50 | 60.6915 | 77.85 | 74.88 | 74.40 | 2.312 | 2.286 | 2.246 | 2.181 | 51 |
| 52 | 78.00 | 61.8816 | 79.35 | 76.38 | 75.90 | 2.312 | 2.286 | 2.246 | 2.180 | 52 |
| 53 | 79.50 | 63.0716 | 80.85 | 77.88 | 77.40 | 2.312 | 2.286 | 2.246 | 2.180 | 53 |
| 54 | 81.00 | 64.2616 | 82.35 | 79.38 | 78.90 | 2.312 | 2.285 | 2.245 | 2.179 | 54 |
| 55 | 82.50 | 65.4517 | 83.85 | 80.88 | 80.40 | 2.312 | 2.285 | 2.245 | 2.178 | 55 |

**表 7.4-73　37.5°外花键**

模数 $m=1.75$　作用齿厚最大值 $S_{Vmax}=2.749$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ae}$ | 渐开线起始圆直径 $D_{Femax}$ | 小径 $D_{ie}$ 圆齿根 | 实际齿厚最小值 $S_{min}=S_{Vmax}-(T+\lambda)$ 4H | 5H | 6H | 7H | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 17.50 | 13.8837 | 19.07 | 15.78 | 15.05 | 2.712 | 2.689 | 2.656 | 2.600 | 10 |
| 11 | 19.25 | 15.2721 | 20.82 | 17.51 | 16.80 | 2.711 | 2.689 | 2.655 | 2.599 | 11 |
| 12 | 21.00 | 16.6604 | 22.57 | 19.24 | 18.55 | 2.711 | 2.688 | 2.654 | 2.597 | 12 |
| 13 | 22.75 | 18.0488 | 24.32 | 20.98 | 20.30 | 2.711 | 2.688 | 2.653 | 2.596 | 13 |
| 14 | 24.50 | 19.4372 | 26.07 | 22.71 | 22.05 | 2.710 | 2.687 | 2.652 | 2.594 | 14 |
| 15 | 26.25 | 20.8255 | 27.82 | 24.45 | 23.80 | 2.710 | 2.687 | 2.652 | 2.593 | 15 |
| 16 | 28.00 | 22.2139 | 29.57 | 26.20 | 25.55 | 2.710 | 2.686 | 2.651 | 2.592 | 16 |
| 17 | 29.75 | 23.6023 | 31.32 | 27.94 | 27.30 | 2.709 | 2.686 | 2.650 | 2.591 | 17 |
| 18 | 31.50 | 24.9906 | 33.07 | 29.68 | 29.05 | 2.709 | 2.685 | 2.649 | 2.590 | 18 |
| 19 | 33.25 | 26.3790 | 34.82 | 31.43 | 30.80 | 2.709 | 2.685 | 2.649 | 2.588 | 19 |
| 20 | 35.00 | 27.7674 | 36.57 | 33.17 | 32.55 | 2.709 | 2.684 | 2.648 | 2.587 | 20 |
| 21 | 36.75 | 29.1557 | 38.32 | 34.92 | 34.30 | 2.708 | 2.684 | 2.647 | 2.586 | 21 |
| 22 | 38.50 | 30.5441 | 40.07 | 36.66 | 36.05 | 2.708 | 2.683 | 2.647 | 2.585 | 22 |
| 23 | 40.25 | 31.9325 | 41.82 | 38.41 | 37.80 | 2.708 | 2.683 | 2.646 | 2.584 | 23 |
| 24 | 42.00 | 33.3208 | 43.57 | 40.15 | 39.55 | 2.708 | 2.683 | 2.645 | 2.583 | 24 |
| 25 | 43.75 | 34.7092 | 45.32 | 41.90 | 41.30 | 2.707 | 2.682 | 2.645 | 2.583 | 25 |
| 26 | 45.50 | 36.0976 | 47.07 | 43.65 | 43.05 | 2.707 | 2.682 | 2.644 | 2.582 | 26 |
| 27 | 47.25 | 37.4859 | 48.82 | 45.39 | 44.80 | 2.707 | 2.682 | 2.644 | 2.581 | 27 |
| 28 | 49.00 | 38.8743 | 50.57 | 47.14 | 46.55 | 2.707 | 2.681 | 2.643 | 2.580 | 28 |
| 29 | 50.75 | 40.2627 | 52.32 | 48.89 | 48.30 | 2.706 | 2.681 | 2.643 | 2.579 | 29 |
| 30 | 52.50 | 41.6511 | 54.07 | 50.64 | 50.05 | 2.706 | 2.681 | 2.642 | 2.578 | 30 |
| 31 | 54.25 | 43.0394 | 55.82 | 52.39 | 51.80 | 2.706 | 2.680 | 2.642 | 2.577 | 31 |
| 32 | 56.00 | 44.4278 | 57.57 | 54.13 | 53.55 | 2.706 | 2.680 | 2.641 | 2.577 | 32 |
| 33 | 57.75 | 45.8162 | 59.32 | 55.88 | 55.30 | 2.706 | 2.680 | 2.641 | 2.576 | 33 |
| 34 | 59.50 | 47.2045 | 61.07 | 57.63 | 57.05 | 2.705 | 2.679 | 2.640 | 2.575 | 34 |
| 35 | 61.25 | 48.5929 | 62.82 | 59.38 | 58.80 | 2.705 | 2.679 | 2.640 | 2.574 | 35 |
| 36 | 63.00 | 49.9813 | 64.58 | 61.13 | 60.55 | 2.705 | 2.679 | 2.639 | 2.574 | 36 |
| 37 | 64.75 | 51.3696 | 66.33 | 62.88 | 62.30 | 2.705 | 2.678 | 2.639 | 2.573 | 37 |
| 38 | 66.50 | 52.7580 | 68.08 | 64.62 | 64.05 | 2.705 | 2.678 | 2.638 | 2.572 | 38 |
| 39 | 68.25 | 54.1464 | 69.83 | 66.37 | 65.80 | 2.705 | 2.678 | 2.638 | 2.571 | 39 |
| 40 | 70.00 | 55.5347 | 71.58 | 68.12 | 67.55 | 2.704 | 2.678 | 2.638 | 2.571 | 40 |
| 41 | 71.75 | 56.9231 | 73.33 | 69.87 | 69.30 | 2.704 | 2.677 | 2.637 | 2.570 | 41 |
| 42 | 73.50 | 58.3115 | 75.08 | 71.62 | 71.05 | 2.704 | 2.677 | 2.637 | 2.569 | 42 |
| 43 | 75.25 | 59.6998 | 76.83 | 73.37 | 72.80 | 2.704 | 2.677 | 2.636 | 2.569 | 43 |
| 44 | 77.00 | 61.0882 | 78.58 | 75.12 | 74.55 | 2.704 | 2.677 | 2.636 | 2.568 | 44 |
| 45 | 78.75 | 62.4766 | 80.33 | 76.87 | 76.30 | 2.704 | 2.676 | 2.635 | 2.567 | 45 |
| 46 | 80.50 | 63.8649 | 82.08 | 78.62 | 78.05 | 2.703 | 2.676 | 2.635 | 2.567 | 46 |
| 47 | 82.25 | 65.2533 | 83.33 | 80.36 | 79.80 | 2.703 | 2.676 | 2.635 | 2.566 | 47 |
| 48 | 84.00 | 66.6417 | 85.58 | 82.11 | 81.55 | 2.703 | 2.676 | 2.634 | 2.566 | 48 |
| 49 | 85.75 | 68.0301 | 87.33 | 83.86 | 83.30 | 2.703 | 2.675 | 2.634 | 2.565 | 49 |
| 50 | 87.50 | 69.4184 | 89.08 | 85.61 | 85.05 | 2.703 | 2.675 | 2.634 | 2.564 | 50 |
| 51 | 89.25 | 70.8068 | 90.83 | 87.36 | 86.80 | 2.703 | 2.675 | 2.633 | 2.564 | 51 |
| 52 | 91.00 | 72.1952 | 92.58 | 89.11 | 88.55 | 2.702 | 2.675 | 2.633 | 2.563 | 52 |
| 53 | 92.75 | 73.5835 | 94.38 | 90.86 | 90.30 | 2.702 | 2.674 | 2.632 | 2.563 | 53 |
| 54 | 94.50 | 74.9719 | 96.03 | 92.61 | 92.05 | 2.702 | 2.674 | 2.632 | 2.562 | 54 |
| 55 | 96.25 | 76.3603 | 97.83 | 94.36 | 93.80 | 2.702 | 2.674 | 2.632 | 2.561 | 55 |

**表 7.4-74 37.5°外花键**

模数 $m=2$ 作用齿厚最大值 $S_{V\max}=3.142$ (mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ee}$ | 渐开线起始圆直径 $D_{F\max}$ | 小径 $D_{if}$ 圆齿根 | 实际齿厚最小值 $S_{\min}=S_{V\max}-(T+\lambda)$ 4H | 5H | 6H | 7H | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 20.00 | 15.8671 | 21.80 | 18.03 | 17.20 | 3.103 | 3.079 | 3.044 | 2.986 | 10 |
| 11 | 22.00 | 17.4538 | 23.80 | 20.01 | 19.20 | 3.102 | 3.079 | 3.043 | 2.984 | 11 |
| 12 | 24.00 | 19.0405 | 25.80 | 21.99 | 21.20 | 3.102 | 3.078 | 3.042 | 2.983 | 12 |
| 13 | 26.00 | 20.6272 | 27.80 | 23.97 | 23.20 | 3.102 | 3.078 | 3.041 | 2.981 | 13 |
| 14 | 28.00 | 22.2139 | 29.80 | 25.96 | 25.20 | 3.101 | 3.077 | 3.041 | 2.980 | 14 |
| 15 | 30.00 | 23.8006 | 31.80 | 27.95 | 27.20 | 3.101 | 3.076 | 3.040 | 2.979 | 15 |
| 16 | 32.00 | 25.3873 | 33.80 | 29.94 | 29.20 | 3.101 | 3.076 | 3.039 | 2.977 | 16 |
| 17 | 34.00 | 26.9740 | 35.80 | 31.93 | 31.20 | 3.100 | 3.075 | 3.038 | 2.976 | 17 |
| 18 | 36.00 | 28.5607 | 37.80 | 33.92 | 33.20 | 3.100 | 3.075 | 3.037 | 2.975 | 18 |
| 19 | 38.00 | 30.1474 | 39.80 | 35.91 | 35.20 | 3.100 | 3.074 | 3.037 | 2.974 | 19 |
| 20 | 40.00 | 31.7341 | 41.80 | 37.91 | 37.20 | 3.099 | 3.074 | 3.036 | 2.973 | 20 |
| 21 | 42.00 | 33.3208 | 43.80 | 39.90 | 39.20 | 3.099 | 3.074 | 3.035 | 2.972 | 21 |
| 22 | 44.00 | 34.9075 | 45.80 | 41.90 | 41.20 | 3.099 | 3.073 | 3.035 | 2.970 | 22 |
| 23 | 46.00 | 36.4943 | 47.80 | 43.89 | 43.20 | 3.099 | 3.073 | 3.034 | 2.969 | 23 |
| 24 | 48.00 | 38.0810 | 49.80 | 45.89 | 45.20 | 3.098 | 3.072 | 3.033 | 2.968 | 24 |
| 25 | 50.00 | 39.6677 | 51.80 | 47.89 | 47.20 | 3.098 | 3.072 | 3.033 | 2.967 | 25 |
| 26 | 52.00 | 41.2544 | 53.80 | 49.88 | 49.20 | 3.098 | 3.072 | 3.032 | 2.967 | 26 |
| 27 | 54.00 | 42.8411 | 55.80 | 51.88 | 51.20 | 3.098 | 3.071 | 3.032 | 2.966 | 27 |
| 28 | 56.00 | 44.4278 | 57.80 | 53.88 | 53.20 | 3.097 | 3.071 | 3.031 | 2.965 | 28 |
| 29 | 58.00 | 46.0145 | 59.80 | 55.87 | 55.20 | 3.097 | 3.070 | 3.030 | 2.964 | 29 |
| 30 | 60.00 | 47.6012 | 61.80 | 57.87 | 57.20 | 3.097 | 3.070 | 3.030 | 2.963 | 30 |
| 31 | 62.00 | 49.1879 | 63.80 | 59.87 | 59.20 | 3.097 | 3.070 | 3.029 | 2.962 | 31 |
| 32 | 64.00 | 50.7746 | 65.80 | 61.87 | 61.20 | 3.096 | 3.069 | 3.029 | 2.961 | 32 |
| 33 | 66.00 | 52.3613 | 67.80 | 63.86 | 63.20 | 3.096 | 3.069 | 3.028 | 2.960 | 33 |
| 34 | 68.00 | 53.9480 | 69.80 | 65.86 | 65.20 | 3.096 | 3.069 | 3.028 | 2.960 | 34 |
| 35 | 70.00 | 55.5347 | 71.80 | 67.86 | 67.20 | 3.096 | 3.068 | 3.027 | 2.959 | 35 |
| 36 | 72.00 | 57.1214 | 73.80 | 69.86 | 69.20 | 3.096 | 3.068 | 3.027 | 2.958 | 36 |
| 37 | 74.00 | 58.7082 | 75.80 | 71.86 | 71.20 | 3.096 | 3.068 | 3.026 | 2.957 | 37 |
| 38 | 76.00 | 60.2949 | 77.80 | 73.86 | 73.20 | 3.095 | 3.068 | 3.026 | 2.957 | 38 |
| 39 | 78.00 | 61.8816 | 79.80 | 75.85 | 75.20 | 3.095 | 3.067 | 3.025 | 2.956 | 39 |
| 40 | 80.00 | 63.4683 | 81.80 | 77.85 | 77.20 | 3.095 | 3.067 | 3.025 | 2.955 | 40 |
| 41 | 82.00 | 65.0550 | 83.80 | 79.85 | 79.20 | 3.095 | 3.067 | 3.025 | 2.954 | 41 |
| 42 | 84.00 | 66.6417 | 85.80 | 81.85 | 81.20 | 3.095 | 3.066 | 3.024 | 2.954 | 42 |
| 43 | 86.00 | 68.2284 | 87.80 | 83.85 | 83.20 | 3.094 | 3.066 | 3.024 | 2.953 | 43 |
| 44 | 88.00 | 69.8151 | 89.80 | 85.85 | 85.20 | 3.094 | 3.066 | 3.023 | 2.952 | 44 |
| 45 | 90.00 | 71.4018 | 91.80 | 87.85 | 87.20 | 3.094 | 3.066 | 3.023 | 2.952 | 45 |
| 46 | 92.00 | 72.9885 | 93.80 | 89.85 | 89.20 | 3.094 | 3.065 | 3.022 | 2.951 | 46 |
| 47 | 94.00 | 74.5752 | 95.80 | 91.84 | 91.20 | 3.094 | 3.065 | 3.022 | 2.950 | 47 |
| 48 | 96.00 | 76.1619 | 97.80 | 93.84 | 93.20 | 3.094 | 3.065 | 3.022 | 2.950 | 48 |
| 49 | 98.00 | 77.7486 | 99.80 | 95.84 | 95.20 | 3.093 | 3.065 | 3.021 | 2.949 | 49 |
| 50 | 100.00 | 79.3353 | 101.80 | 97.84 | 97.20 | 3.093 | 3.064 | 3.021 | 2.948 | 50 |
| 51 | 102.00 | 80.9220 | 103.80 | 99.84 | 99.20 | 3.093 | 3.064 | 3.020 | 2.948 | 51 |
| 52 | 104.00 | 82.5088 | 105.80 | 101.84 | 101.20 | 3.093 | 3.064 | 3.020 | 2.947 | 52 |
| 53 | 106.00 | 84.0955 | 107.80 | 103.84 | 103.20 | 3.093 | 3.064 | 3.020 | 2.946 | 53 |
| 54 | 108.00 | 85.6822 | 109.80 | 105.84 | 105.20 | 3.093 | 3.063 | 3.019 | 2.946 | 54 |
| 55 | 110.00 | 87.2689 | 111.80 | 107.84 | 107.20 | 3.092 | 3.063 | 3.019 | 2.945 | 55 |

**表 7.4-75　37.5°外花键**

模数 $m=2.5$　作用齿厚最大值 $S_{V\max}=3.927$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ae}$ | 渐开线起始圆直径 $D_{Fe\max}$ | 小径 $D_{ie}$ 圆齿根 | 实际齿厚最小值 $S_{\min}=S_{V\max}-(T+\lambda)$ 4H | 5H | 6H | 7H | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 25.00 | 19.8338 | 27.25 | 22.54 | 21.50 | 3.885 | 3.860 | 3.822 | 3.759 | 10 |
| 11 | 27.50 | 21.8172 | 29.75 | 25.01 | 24.00 | 3.885 | 3.859 | 3.821 | 3.757 | 11 |
| 12 | 30.00 | 23.8006 | 32.25 | 27.48 | 26.50 | 3.884 | 3.858 | 3.820 | 3.756 | 12 |
| 13 | 32.50 | 25.7840 | 34.75 | 29.97 | 29.00 | 3.884 | 3.858 | 3.819 | 3.754 | 13 |
| 14 | 35.00 | 27.7674 | 37.25 | 32.45 | 31.50 | 3.883 | 3.857 | 3.818 | 3.753 | 14 |
| 15 | 37.50 | 29.7508 | 39.75 | 34.93 | 34.00 | 3.883 | 3.857 | 3.817 | 3.751 | 15 |
| 16 | 40.00 | 31.7341 | 42.25 | 37.42 | 36.50 | 3.883 | 3.856 | 3.816 | 3.750 | 16 |
| 17 | 42.50 | 33.7175 | 44.75 | 39.91 | 39.00 | 3.882 | 3.856 | 3.815 | 3.748 | 17 |
| 18 | 45.00 | 35.7009 | 47.25 | 42.40 | 41.50 | 3.882 | 3.855 | 3.815 | 3.747 | 18 |
| 19 | 47.50 | 37.6843 | 49.75 | 44.89 | 44.00 | 3.882 | 3.855 | 3.814 | 3.746 | 19 |
| 20 | 50.00 | 39.6677 | 52.25 | 47.39 | 46.50 | 3.881 | 3.854 | 3.813 | 3.745 | 20 |
| 21 | 52.50 | 41.6511 | 54.75 | 49.88 | 49.00 | 3.881 | 3.854 | 3.812 | 3.743 | 21 |
| 22 | 55.00 | 43.6344 | 57.25 | 52.37 | 51.50 | 3.881 | 3.853 | 3.812 | 3.742 | 22 |
| 23 | 57.50 | 45.6178 | 59.75 | 54.87 | 54.00 | 3.881 | 3.853 | 3.811 | 3.741 | 23 |
| 24 | 60.00 | 47.6012 | 62.25 | 57.36 | 56.50 | 3.880 | 3.852 | 3.810 | 3.740 | 24 |
| 25 | 62.50 | 49.5846 | 64.75 | 59.86 | 59.00 | 3.880 | 3.852 | 3.809 | 3.739 | 25 |
| 26 | 65.00 | 51.5680 | 67.25 | 62.35 | 61.50 | 3.880 | 3.851 | 3.809 | 3.738 | 26 |
| 27 | 67.50 | 53.5514 | 69.75 | 64.85 | 64.00 | 3.879 | 3.851 | 3.808 | 3.737 | 27 |
| 28 | 70.00 | 55.5347 | 72.25 | 67.35 | 66.50 | 3.879 | 3.851 | 3.808 | 3.736 | 28 |
| 29 | 72.50 | 57.5181 | 74.75 | 69.84 | 69.00 | 3.879 | 3.850 | 3.807 | 3.735 | 29 |
| 30 | 75.00 | 59.5015 | 77.25 | 72.34 | 71.50 | 3.879 | 3.850 | 3.806 | 3.734 | 30 |
| 31 | 77.50 | 61.4849 | 79.75 | 74.84 | 74.00 | 3.879 | 3.849 | 3.806 | 3.733 | 31 |
| 32 | 80.00 | 63.4683 | 82.25 | 77.33 | 76.50 | 3.878 | 3.849 | 3.805 | 3.732 | 32 |
| 33 | 82.50 | 65.4517 | 84.75 | 79.83 | 79.00 | 3.878 | 3.849 | 3.805 | 3.731 | 33 |
| 34 | 85.00 | 67.4350 | 87.25 | 82.33 | 81.50 | 3.878 | 3.848 | 3.804 | 3.730 | 34 |
| 35 | 87.50 | 69.4184 | 89.75 | 84.83 | 84.00 | 3.878 | 3.848 | 3.804 | 3.730 | 35 |
| 36 | 90.00 | 71.4018 | 92.25 | 87.32 | 86.50 | 3.877 | 3.848 | 3.803 | 3.729 | 36 |
| 37 | 92.50 | 73.3852 | 94.75 | 89.82 | 89.00 | 3.877 | 3.847 | 3.803 | 3.728 | 37 |
| 38 | 95.00 | 75.3686 | 97.25 | 92.32 | 91.50 | 3.877 | 3.847 | 3.802 | 3.727 | 38 |
| 39 | 97.50 | 77.3520 | 99.75 | 94.82 | 94.00 | 3.877 | 3.847 | 3.801 | 3.726 | 39 |
| 40 | 100.00 | 79.3353 | 102.25 | 97.32 | 96.50 | 3.877 | 3.846 | 3.801 | 3.725 | 40 |
| 41 | 102.50 | 81.3187 | 104.75 | 99.81 | 99.00 | 3.876 | 3.846 | 3.801 | 3.725 | 41 |
| 42 | 105.00 | 83.3021 | 107.25 | 102.31 | 101.50 | 3.876 | 3.846 | 3.800 | 3.724 | 42 |
| 43 | 107.50 | 85.2855 | 109.75 | 104.81 | 104.00 | 3.876 | 3.845 | 3.800 | 3.723 | 43 |
| 44 | 110.00 | 87.2689 | 112.25 | 107.31 | 106.50 | 3.876 | 3.845 | 3.799 | 3.722 | 44 |
| 45 | 112.50 | 89.2523 | 114.75 | 109.81 | 109.00 | 3.876 | 3.845 | 3.799 | 3.722 | 45 |
| 46 | 115.00 | 91.2356 | 117.25 | 112.31 | 111.50 | 3.875 | 3.845 | 3.798 | 3.721 | 46 |
| 47 | 117.50 | 93.2190 | 119.75 | 114.81 | 114.00 | 3.875 | 3.844 | 3.798 | 3.720 | 47 |
| 48 | 120.00 | 95.2024 | 122.25 | 117.30 | 116.50 | 3.875 | 3.844 | 3.797 | 3.719 | 48 |
| 49 | 122.50 | 97.1858 | 124.75 | 119.80 | 119.00 | 3.875 | 3.844 | 3.797 | 3.719 | 49 |
| 50 | 125.00 | 99.1692 | 127.25 | 122.30 | 121.50 | 3.875 | 3.843 | 3.796 | 3.718 | 50 |
| 51 | 127.50 | 101.1526 | 129.75 | 124.80 | 124.00 | 3.875 | 3.843 | 3.796 | 3.717 | 51 |
| 52 | 130.00 | 103.1359 | 132.25 | 127.30 | 126.50 | 3.874 | 3.843 | 3.795 | 3.717 | 52 |
| 53 | 132.50 | 105.1193 | 134.75 | 129.80 | 129.00 | 3.874 | 3.843 | 3.795 | 3.716 | 53 |
| 54 | 135.00 | 107.1027 | 137.25 | 132.30 | 131.50 | 3.874 | 3.842 | 3.795 | 3.715 | 54 |
| 55 | 137.50 | 109.0861 | 139.75 | 134.80 | 134.00 | 3.874 | 3.842 | 3.794 | 3.715 | 55 |

**表 7.4-76 37.5°外花键**

模数 $m=3$ 作用齿厚最大值 $S_{V\max}=4.712$ (mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ae}$ | 渐开线起始圆直径 $D_{V\max}$ | 小径 $D_{ie}$ 圆齿根 | 实际齿厚最小值 $S_{\min}=S_{V\max}-(T+\lambda)$ 4H | 5H | 6H | 7H | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 30.00 | 23.8006 | 32.70 | 27.04 | 25.80 | 4.668 | 4.641 | 4.601 | 4.534 | 10 |
| 11 | 33.00 | 26.1807 | 35.70 | 30.01 | 28.80 | 4.667 | 4.640 | 4.600 | 4.532 | 11 |
| 12 | 36.00 | 28.5607 | 38.70 | 32.98 | 31.80 | 4.667 | 4.640 | 4.599 | 4.530 | 12 |
| 13 | 39.00 | 30.9408 | 41.70 | 35.96 | 34.80 | 4.666 | 4.639 | 4.597 | 4.528 | 13 |
| 14 | 42.00 | 33.3208 | 44.70 | 38.94 | 37.80 | 4.666 | 4.638 | 4.596 | 4.527 | 14 |
| 15 | 45.00 | 35.7009 | 47.70 | 41.92 | 40.80 | 4.666 | 4.638 | 4.595 | 4.525 | 15 |
| 16 | 48.00 | 38.0810 | 50.70 | 44.91 | 43.80 | 4.665 | 4.637 | 4.594 | 4.524 | 16 |
| 17 | 51.00 | 40.4610 | 53.70 | 47.89 | 46.80 | 4.665 | 4.636 | 4.594 | 4.522 | 17 |
| 18 | 54.00 | 42.8411 | 56.70 | 50.88 | 49.80 | 4.665 | 4.636 | 4.593 | 4.521 | 18 |
| 19 | 57.00 | 45.2211 | 59.70 | 53.87 | 52.80 | 4.664 | 4.635 | 4.592 | 4.520 | 19 |
| 20 | 60.00 | 47.6012 | 62.70 | 56.86 | 55.80 | 4.664 | 4.635 | 4.591 | 4.518 | 20 |
| 21 | 63.00 | 49.9813 | 65.70 | 59.85 | 58.80 | 4.664 | 4.634 | 4.590 | 4.517 | 21 |
| 22 | 66.00 | 52.3613 | 68.70 | 62.85 | 61.80 | 4.663 | 4.634 | 4.589 | 4.516 | 22 |
| 23 | 69.00 | 54.7414 | 71.70 | 65.84 | 64.80 | 4.663 | 4.633 | 4.589 | 4.515 | 23 |
| 24 | 72.00 | 57.1214 | 74.70 | 68.83 | 67.80 | 4.663 | 4.633 | 4.588 | 4.513 | 24 |
| 25 | 75.00 | 59.5015 | 77.70 | 71.83 | 70.80 | 4.662 | 4.632 | 4.587 | 4.512 | 25 |
| 26 | 78.00 | 61.8816 | 80.70 | 74.82 | 73.80 | 4.662 | 4.632 | 4.587 | 4.511 | 26 |
| 27 | 81.00 | 64.2616 | 83.70 | 77.82 | 76.80 | 4.662 | 4.631 | 4.586 | 4.510 | 27 |
| 28 | 84.00 | 66.6417 | 86.70 | 80.81 | 79.80 | 4.662 | 4.631 | 4.585 | 4.509 | 28 |
| 29 | 87.00 | 69.0217 | 89.70 | 83.81 | 82.80 | 4.661 | 4.631 | 4.585 | 4.508 | 29 |
| 30 | 90.00 | 71.4018 | 92.70 | 86.81 | 85.80 | 4.661 | 4.630 | 4.584 | 4.507 | 30 |
| 31 | 93.00 | 73.7819 | 95.70 | 89.80 | 88.80 | 4.661 | 4.630 | 4.583 | 4.506 | 31 |
| 32 | 96.00 | 76.1619 | 98.70 | 92.80 | 91.80 | 4.661 | 4.629 | 4.583 | 4.505 | 32 |
| 33 | 99.00 | 78.5420 | 101.70 | 95.80 | 94.80 | 4.660 | 4.629 | 4.582 | 4.504 | 33 |
| 34 | 102.00 | 80.9220 | 104.70 | 98.79 | 97.80 | 4.660 | 4.629 | 4.581 | 4.503 | 34 |
| 35 | 105.00 | 83.3021 | 107.70 | 101.79 | 100.80 | 4.660 | 4.628 | 4.581 | 4.502 | 35 |
| 36 | 108.00 | 85.6822 | 110.70 | 104.79 | 103.80 | 4.660 | 4.628 | 4.580 | 4.501 | 36 |
| 37 | 111.00 | 88.0622 | 113.70 | 107.79 | 106.80 | 4.659 | 4.628 | 4.580 | 4.500 | 37 |
| 38 | 114.00 | 90.4423 | 116.70 | 110.78 | 109.80 | 4.659 | 4.627 | 4.579 | 4.499 | 38 |
| 39 | 117.00 | 92.8223 | 119.70 | 113.78 | 112.80 | 4.659 | 4.627 | 4.579 | 4.498 | 39 |
| 40 | 120.00 | 95.2024 | 122.70 | 116.78 | 115.80 | 4.659 | 4.626 | 4.578 | 4.498 | 40 |
| 41 | 123.00 | 97.5825 | 125.70 | 119.78 | 118.80 | 4.658 | 4.626 | 4.578 | 4.497 | 41 |
| 42 | 126.00 | 99.9625 | 128.70 | 122.78 | 121.80 | 4.658 | 4.626 | 4.577 | 4.496 | 42 |
| 43 | 129.00 | 102.3426 | 131.70 | 125.77 | 124.80 | 4.658 | 4.625 | 4.577 | 4.495 | 43 |
| 44 | 132.00 | 104.7226 | 134.70 | 128.77 | 127.80 | 4.658 | 4.625 | 4.576 | 4.494 | 44 |
| 45 | 135.00 | 107.1027 | 137.70 | 131.77 | 130.80 | 4.658 | 4.625 | 4.576 | 4.493 | 45 |
| 46 | 138.00 | 109.4828 | 140.70 | 134.77 | 133.80 | 4.657 | 4.624 | 4.575 | 4.493 | 46 |
| 47 | 141.00 | 111.8628 | 143.70 | 137.77 | 136.80 | 4.657 | 4.624 | 4.575 | 4.492 | 47 |
| 48 | 144.00 | 114.2429 | 146.70 | 140.77 | 139.80 | 4.657 | 4.624 | 4.574 | 4.491 | 48 |
| 49 | 147.00 | 116.6229 | 149.70 | 143.76 | 142.80 | 4.657 | 4.624 | 4.574 | 4.490 | 49 |
| 50 | 150.00 | 119.0030 | 152.70 | 146.76 | 145.80 | 4.657 | 4.623 | 4.573 | 4.490 | 50 |
| 51 | 153.00 | 121.3831 | 155.70 | 149.76 | 148.80 | 4.656 | 4.623 | 4.573 | 4.489 | 51 |
| 52 | 156.00 | 123.7631 | 158.70 | 152.76 | 151.80 | 4.656 | 4.623 | 4.572 | 4.488 | 52 |
| 53 | 159.00 | 126.1432 | 161.70 | 155.76 | 154.80 | 4.656 | 4.622 | 4.572 | 4.487 | 53 |
| 54 | 162.00 | 128.5232 | 164.70 | 158.76 | 157.80 | 4.656 | 4.622 | 4.571 | 4.487 | 54 |
| 55 | 165.00 | 130.9033 | 167.70 | 161.76 | 160.80 | 4.656 | 4.622 | 4.571 | 4.486 | 55 |

**表 7.4-77　37.5°外花键**

模数 $m=4$　作用齿厚最大值 $S_{v\max}=6.283$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ae}$ | 渐开线起始圆直径 $D_{Femax}$ | 小径 $D_{ie}$ 圆齿根 | 实际齿厚最小值 $S_{min}=S_{vmax}-(T+\lambda)$ | | | | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 4H | 5H | 6H | 7H | |
| 10 | 40.00 | 31.7341 | 43.60 | 36.06 | 34.40 | 6.234 | 6.204 | 6.160 | 6.086 | 10 |
| 11 | 44.00 | 34.9075 | 47.60 | 40.01 | 38.40 | 6.233 | 6.204 | 6.159 | 6.084 | 11 |
| 12 | 48.00 | 38.0810 | 51.60 | 43.98 | 42.40 | 6.233 | 6.203 | 6.158 | 6.082 | 12 |
| 13 | 52.00 | 41.2544 | 55.60 | 47.94 | 46.40 | 6.232 | 6.202 | 6.156 | 6.080 | 13 |
| 14 | 56.00 | 44.4278 | 59.60 | 51.92 | 50.40 | 6.232 | 6.201 | 6.155 | 6.078 | 14 |
| 15 | 60.00 | 47.6012 | 63.60 | 55.89 | 54.40 | 6.232 | 6.201 | 6.154 | 6.077 | 15 |
| 16 | 64.00 | 50.7746 | 67.60 | 59.88 | 58.40 | 6.231 | 6.200 | 6.153 | 6.075 | 16 |
| 17 | 68.00 | 53.9480 | 71.60 | 63.86 | 62.40 | 6.231 | 6.199 | 6.152 | 6.073 | 17 |
| 18 | 72.00 | 57.1214 | 75.60 | 67.84 | 66.40 | 6.230 | 6.199 | 6.151 | 6.072 | 18 |
| 19 | 76.00 | 60.2949 | 79.60 | 71.83 | 70.40 | 6.230 | 6.198 | 6.150 | 6.070 | 19 |
| 20 | 80.00 | 63.4683 | 83.60 | 75.82 | 74.40 | 6.230 | 6.197 | 6.149 | 6.069 | 20 |
| 21 | 84.00 | 66.6417 | 87.60 | 79.81 | 78.40 | 6.229 | 6.197 | 6.148 | 6.067 | 21 |
| 22 | 88.00 | 69.8151 | 91.60 | 83.80 | 82.40 | 6.229 | 6.196 | 6.147 | 6.066 | 22 |
| 23 | 92.00 | 72.9885 | 95.60 | 87.79 | 86.40 | 6.229 | 6.196 | 6.147 | 6.065 | 23 |
| 24 | 96.00 | 76.1619 | 99.60 | 91.78 | 90.40 | 6.228 | 6.195 | 6.146 | 6.063 | 24 |
| 25 | 100.00 | 79.3353 | 103.60 | 95.77 | 94.40 | 6.228 | 6.195 | 6.145 | 6.062 | 25 |
| 26 | 104.00 | 82.5088 | 107.60 | 99.76 | 98.40 | 6.228 | 6.194 | 6.144 | 6.061 | 26 |
| 27 | 108.00 | 85.6822 | 111.60 | 103.76 | 102.40 | 6.227 | 6.194 | 6.143 | 6.059 | 27 |
| 28 | 112.00 | 88.8556 | 115.60 | 107.75 | 106.40 | 6.227 | 6.193 | 6.143 | 6.058 | 28 |
| 29 | 116.00 | 92.0290 | 119.60 | 111.75 | 110.40 | 6.227 | 6.193 | 6.142 | 6.057 | 29 |
| 30 | 120.00 | 95.2024 | 123.60 | 115.74 | 114.40 | 6.226 | 6.192 | 6.141 | 6.056 | 30 |
| 31 | 124.00 | 98.3758 | 127.60 | 119.74 | 118.40 | 6.226 | 6.192 | 6.140 | 6.055 | 31 |
| 32 | 128.00 | 101.5492 | 131.60 | 123.73 | 122.40 | 6.226 | 6.191 | 6.140 | 6.054 | 32 |
| 33 | 132.00 | 104.7226 | 135.60 | 127.73 | 126.40 | 6.226 | 6.191 | 6.139 | 6.053 | 33 |
| 34 | 136.00 | 107.8961 | 139.60 | 131.72 | 130.40 | 6.225 | 6.191 | 6.138 | 6.052 | 34 |
| 35 | 140.00 | 111.0695 | 143.60 | 135.72 | 134.40 | 6.225 | 6.190 | 6.138 | 6.050 | 35 |
| 36 | 144.00 | 114.2429 | 147.60 | 139.72 | 138.40 | 6.225 | 6.190 | 6.137 | 6.049 | 36 |
| 37 | 148.00 | 117.4163 | 151.60 | 143.71 | 142.40 | 6.224 | 6.189 | 6.136 | 6.048 | 37 |
| 38 | 152.00 | 120.5897 | 155.60 | 147.71 | 146.40 | 6.224 | 6.189 | 6.136 | 6.047 | 38 |
| 39 | 156.00 | 123.7631 | 159.60 | 151.71 | 150.40 | 6.224 | 6.188 | 6.135 | 6.046 | 39 |
| 40 | 160.00 | 126.9365 | 163.60 | 155.71 | 154.40 | 6.224 | 6.188 | 6.135 | 6.045 | 40 |
| 41 | 164.00 | 130.1100 | 167.60 | 159.70 | 158.40 | 6.224 | 6.188 | 6.134 | 6.044 | 41 |
| 42 | 168.00 | 133.2834 | 171.60 | 163.70 | 162.40 | 6.223 | 6.187 | 6.133 | 6.044 | 42 |
| 43 | 172.00 | 136.4568 | 175.60 | 167.70 | 166.40 | 6.223 | 6.187 | 6.133 | 6.043 | 43 |
| 44 | 176.00 | 139.6302 | 179.60 | 171.70 | 170.40 | 6.223 | 6.187 | 6.132 | 6.042 | 44 |
| 45 | 180.00 | 142.8036 | 183.60 | 175.69 | 174.40 | 6.223 | 6.186 | 6.132 | 6.041 | 45 |
| 46 | 184.00 | 145.9770 | 187.60 | 179.69 | 178.40 | 6.222 | 6.186 | 6.131 | 6.040 | 46 |
| 47 | 188.00 | 149.1504 | 191.60 | 183.69 | 182.40 | 6.222 | 6.185 | 6.131 | 6.039 | 47 |
| 48 | 192.00 | 152.3238 | 195.60 | 187.69 | 186.40 | 6.222 | 6.185 | 6.130 | 6.038 | 48 |
| 49 | 196.00 | 155.4973 | 199.60 | 191.69 | 190.40 | 6.222 | 6.185 | 6.129 | 6.037 | 49 |
| 50 | 200.00 | 158.6707 | 203.60 | 195.68 | 194.40 | 6.221 | 6.184 | 6.129 | 6.036 | 50 |
| 51 | 204.00 | 161.8441 | 207.60 | 199.68 | 198.40 | 6.221 | 6.184 | 6.128 | 6.035 | 51 |
| 52 | 208.00 | 165.0175 | 211.60 | 203.68 | 202.40 | 6.221 | 6.184 | 6.128 | 6.035 | 52 |
| 53 | 212.00 | 168.1909 | 215.60 | 207.68 | 206.40 | 6.221 | 6.183 | 6.127 | 6.034 | 53 |
| 54 | 216.00 | 171.3643 | 219.60 | 211.68 | 210.40 | 6.221 | 6.183 | 6.127 | 6.033 | 54 |
| 55 | 220.00 | 174.5377 | 223.60 | 215.68 | 214.40 | 6.220 | 6.183 | 6.126 | 6.032 | 55 |

**表 7.4-78　37.5°外花键**

模数 $m=5.00$　作用齿厚最大值 $S_{V\max}=7.854$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ae}$ | 渐开线起始圆直径 $D_{Fi\max}$ | 小径 $D_{ie}$ 圆齿根 | 实际齿厚最小值 $S_{\min}=S_{V\max}-(T+\lambda)$ 4H | 5H | 6H | 7H | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 50.00 | 39.6677 | 54.50 | 45.07 | 43.00 | 7.801 | 7.769 | 7.721 | 7.641 | 10 |
| 11 | 55.00 | 43.6344 | 59.50 | 50.02 | 48.00 | 7.800 | 7.768 | 7.720 | 7.639 | 11 |
| 12 | 60.00 | 47.6012 | 64.50 | 54.97 | 53.00 | 7.800 | 7.767 | 7.718 | 7.637 | 12 |
| 13 | 65.00 | 51.5680 | 69.50 | 59.93 | 58.00 | 7.799 | 7.766 | 7.717 | 7.635 | 13 |
| 14 | 70.00 | 55.5347 | 74.50 | 64.90 | 63.00 | 7.799 | 7.766 | 7.716 | 7.633 | 14 |
| 15 | 75.00 | 59.5015 | 79.50 | 69.87 | 68.00 | 7.798 | 7.765 | 7.715 | 7.631 | 15 |
| 16 | 80.00 | 63.4683 | 84.50 | 74.84 | 73.00 | 7.798 | 7.764 | 7.713 | 7.629 | 16 |
| 17 | 85.00 | 67.4350 | 89.50 | 79.82 | 78.00 | 7.797 | 7.763 | 7.712 | 7.627 | 17 |
| 18 | 90.00 | 71.4018 | 94.50 | 84.80 | 83.00 | 7.797 | 7.763 | 7.711 | 7.626 | 18 |
| 19 | 95.00 | 75.3686 | 99.50 | 89.79 | 88.00 | 7.796 | 7.762 | 7.710 | 7.624 | 19 |
| 20 | 100.00 | 79.3353 | 104.50 | 94.77 | 93.00 | 7.796 | 7.761 | 7.709 | 7.622 | 20 |
| 21 | 105.00 | 83.3021 | 109.50 | 90.76 | 98.00 | 7.796 | 7.761 | 7.708 | 7.621 | 21 |
| 22 | 110.00 | 87.2689 | 114.50 | 104.75 | 103.00 | 7.795 | 7.760 | 7.707 | 7.619 | 22 |
| 23 | 115.00 | 91.2356 | 119.50 | 109.73 | 108.00 | 7.795 | 7.759 | 7.706 | 7.618 | 23 |
| 24 | 120.00 | 95.2024 | 124.50 | 114.72 | 113.00 | 7.795 | 7.759 | 7.705 | 7.616 | 24 |
| 25 | 125.00 | 99.1692 | 129.50 | 119.71 | 118.00 | 7.794 | 7.758 | 7.705 | 7.615 | 25 |
| 26 | 130.00 | 103.1359 | 134.50 | 124.71 | 123.00 | 7.794 | 7.758 | 7.704 | 7.613 | 26 |
| 27 | 135.00 | 107.1027 | 139.50 | 129.70 | 128.00 | 7.794 | 7.757 | 7.703 | 7.612 | 27 |
| 28 | 140.00 | 111.0695 | 144.50 | 134.69 | 133.00 | 7.793 | 7.757 | 7.702 | 7.611 | 28 |
| 29 | 145.00 | 115.0362 | 149.50 | 139.68 | 138.00 | 7.793 | 7.756 | 7.701 | 7.609 | 29 |
| 30 | 150.00 | 119.0030 | 154.50 | 144.68 | 143.00 | 7.793 | 7.756 | 7.700 | 7.608 | 30 |
| 31 | 155.00 | 122.9698 | 159.50 | 149.67 | 148.00 | 7.792 | 7.755 | 7.700 | 7.607 | 31 |
| 32 | 160.00 | 126.9365 | 164.50 | 154.67 | 153.00 | 7.792 | 7.755 | 7.699 | 7.606 | 32 |
| 33 | 165.00 | 130.9033 | 169.50 | 159.66 | 158.00 | 7.792 | 7.754 | 7.698 | 7.605 | 33 |
| 34 | 170.00 | 134.8701 | 174.50 | 164.66 | 163.00 | 7.791 | 7.754 | 7.697 | 7.603 | 34 |
| 35 | 175.00 | 138.8368 | 179.50 | 169.65 | 168.00 | 7.791 | 7.753 | 7.697 | 7.602 | 35 |
| 36 | 180.00 | 142.8036 | 184.50 | 174.65 | 173.00 | 7.791 | 7.753 | 7.696 | 7.601 | 36 |
| 37 | 185.00 | 146.7704 | 189.50 | 179.64 | 178.00 | 7.790 | 7.752 | 7.695 | 7.600 | 37 |
| 38 | 190.00 | 150.7371 | 194.50 | 184.64 | 183.00 | 7.790 | 7.752 | 7.694 | 7.599 | 38 |
| 39 | 195.00 | 154.7039 | 199.50 | 189.64 | 188.00 | 7.790 | 7.751 | 7.694 | 7.598 | 39 |
| 40 | 200.00 | 158.6707 | 204.50 | 194.63 | 193.00 | 7.790 | 7.751 | 7.693 | 7.597 | 40 |
| 41 | 205.00 | 162.6374 | 209.50 | 199.63 | 198.00 | 7.789 | 7.751 | 7.692 | 7.596 | 41 |
| 42 | 210.00 | 166.6042 | 214.50 | 204.63 | 203.00 | 7.789 | 7.750 | 7.692 | 7.595 | 42 |
| 43 | 215.00 | 170.5710 | 219.50 | 209.62 | 208.00 | 7.789 | 7.750 | 7.691 | 7.593 | 43 |
| 44 | 220.00 | 174.5377 | 224.50 | 214.62 | 213.00 | 7.789 | 7.749 | 7.691 | 7.592 | 44 |
| 45 | 225.00 | 178.5045 | 229.50 | 219.62 | 218.00 | 7.788 | 7.749 | 7.690 | 7.591 | 45 |
| 46 | 230.00 | 182.4713 | 234.50 | 224.61 | 223.00 | 7.788 | 7.749 | 7.689 | 7.590 | 46 |
| 47 | 235.00 | 186.4380 | 239.50 | 229.61 | 228.00 | 7.788 | 7.748 | 7.689 | 7.589 | 47 |
| 48 | 240.00 | 190.4048 | 244.50 | 234.61 | 233.00 | 7.788 | 7.748 | 7.688 | 7.588 | 48 |
| 49 | 245.00 | 194.3716 | 249.50 | 239.61 | 238.00 | 7.787 | 7.747 | 7.687 | 7.587 | 49 |
| 50 | 250.00 | 198.3383 | 254.50 | 244.61 | 243.00 | 7.787 | 7.747 | 7.687 | 7.587 | 50 |
| 51 | 255.00 | 202.3051 | 259.50 | 249.60 | 248.00 | 7.787 | 7.747 | 7.686 | 7.586 | 51 |
| 52 | 260.00 | 206.2719 | 264.50 | 254.60 | 253.00 | 7.787 | 7.746 | 7.686 | 7.585 | 52 |
| 53 | 265.00 | 210.2386 | 269.50 | 259.60 | 258.00 | 7.786 | 7.746 | 7.685 | 7.584 | 53 |
| 54 | 270.00 | 214.2054 | 274.50 | 264.60 | 263.00 | 7.786 | 7.746 | 7.684 | 7.583 | 54 |
| 55 | 275.00 | 218.1722 | 279.50 | 269.60 | 268.00 | 7.786 | 7.745 | 7.684 | 7.582 | 55 |

**表 7.4-79　45°内花键**

模数 $m=0.25$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=0.393$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ei}$ 圆齿根 | 渐开线终止圆直径 $D_{Fv\min}$ | 小径 $D_{ii}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ | | | | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 4H | 5H | 6H | 7H | |
| 10 | 2.50 | 1.7678 | 2.80 | 2.75 | 2.31 | 0.412 | 0.424 | 0.441 | 0.470 | 10 |
| 11 | 2.75 | 1.9445 | 3.05 | 3.00 | 2.56 | 0.412 | 0.424 | 0.442 | 0.471 | 11 |
| 12 | 3.00 | 2.1213 | 3.30 | 3.25 | 2.81 | 0.412 | 0.424 | 0.442 | 0.472 | 12 |
| 13 | 3.25 | 2.2981 | 3.55 | 3.50 | 3.06 | 0.413 | 0.425 | 0.442 | 0.472 | 13 |
| 14 | 3.50 | 2.4749 | 3.80 | 3.75 | 3.31 | 0.413 | 0.425 | 0.443 | 0.473 | 14 |
| 15 | 3.75 | 2.6517 | 4.05 | 4.00 | 3.56 | 0.413 | 0.245 | 0.443 | 0.474 | 15 |
| 16 | 4.00 | 2.8284 | 4.30 | 4.25 | 3.81 | 0.413 | 0.425 | 0.444 | 0.474 | 16 |
| 17 | 4.25 | 3.0052 | 4.55 | 4.50 | 4.06 | 0.413 | 0.426 | 0.444 | 0.475 | 17 |
| 18 | 4.50 | 3.1820 | 4.80 | 4.75 | 4.31 | 0.413 | 0.426 | 0.444 | 0.475 | 18 |
| 19 | 4.75 | 3.3588 | 5.05 | 5.00 | 4.56 | 0.414 | 0.426 | 0.445 | 0.476 | 19 |
| 20 | 5.00 | 3.5355 | 5.30 | 5.25 | 4.81 | 0.414 | 0.426 | 0.445 | 0.476 | 20 |
| 21 | 5.25 | 3.7123 | 5.55 | 5.50 | 5.06 | 0.414 | 0.426 | 0.445 | 0.477 | 21 |
| 22 | 5.50 | 3.8891 | 5.80 | 5.75 | 5.31 | 0.414 | 0.427 | 0.446 | 0.477 | 22 |
| 23 | 5.75 | 4.0659 | 6.05 | 6.00 | 5.56 | 0.414 | 0.427 | 0.446 | 0.478 | 23 |
| 24 | 6.00 | 4.2426 | 6.30 | 6.25 | 5.81 | 0.414 | 0.427 | 0.446 | 0.478 | 24 |
| 25 | 6.25 | 4.4194 | 6.55 | 6.50 | 6.06 | 0.414 | 0.427 | 0.447 | 0.479 | 25 |
| 26 | 6.50 | 4.5962 | 6.80 | 6.75 | 6.30 | 0.414 | 0.427 | 0.447 | 0.479 | 26 |
| 27 | 6.75 | 4.7730 | 7.05 | 7.00 | 6.55 | 0.414 | 0.428 | 0.447 | 0.480 | 27 |
| 28 | 7.00 | 4.9497 | 7.30 | 7.25 | 6.80 | 0.415 | 0.428 | 0.447 | 0.480 | 28 |
| 29 | 7.25 | 5.1265 | 7.55 | 7.50 | 7.05 | 0.415 | 0.428 | 0.448 | 0.481 | 29 |
| 30 | 7.50 | 5.3033 | 7.80 | 7.75 | 7.30 | 0.415 | 0.428 | 0.448 | 0.481 | 30 |
| 31 | 7.75 | 5.4801 | 8.05 | 8.00 | 7.55 | 0.415 | 0.428 | 0.448 | 0.481 | 31 |
| 32 | 8.00 | 5.6569 | 8.30 | 8.25 | 7.80 | 0.415 | 0.428 | 0.448 | 0.482 | 32 |
| 33 | 8.25 | 5.8336 | 8.55 | 8.50 | 8.05 | 0.415 | 0.428 | 0.449 | 0.482 | 33 |
| 34 | 8.50 | 6.0104 | 8.80 | 8.75 | 8.30 | 0.415 | 0.429 | 0.449 | 0.483 | 34 |
| 35 | 8.75 | 6.1872 | 9.05 | 9.00 | 8.55 | 0.415 | 0.429 | 0.449 | 0.483 | 35 |
| 36 | 9.00 | 6.3640 | 9.30 | 9.25 | 8.80 | 0.415 | 0.429 | 0.449 | 0.483 | 36 |
| 37 | 9.25 | 6.5407 | 9.55 | 9.50 | 9.05 | 0.415 | 0.429 | 0.450 | 0.484 | 37 |
| 38 | 9.50 | 6.7175 | 9.80 | 9.75 | 9.30 | 0.416 | 0.429 | 0.450 | 0.484 | 38 |
| 39 | 9.75 | 6.8943 | 10.05 | 10.00 | 9.55 | 0.416 | 0.429 | 0.450 | 0.484 | 39 |
| 40 | 10.00 | 7.0711 | 10.30 | 10.25 | 9.80 | 0.416 | 0.429 | 0.450 | 0.485 | 40 |
| 41 | 10.25 | 7.2478 | 10.55 | 10.50 | 10.05 | 0.416 | 0.430 | 0.450 | 0.485 | 41 |
| 42 | 10.50 | 7.4246 | 10.80 | 10.75 | 10.30 | 0.416 | 0.430 | 0.451 | 0.485 | 42 |
| 43 | 10.75 | 7.6014 | 11.05 | 11.00 | 10.55 | 0.416 | 0.430 | 0.451 | 0.486 | 43 |
| 44 | 11.00 | 7.7782 | 11.30 | 11.25 | 10.80 | 0.416 | 0.430 | 0.451 | 0.486 | 44 |
| 45 | 11.25 | 7.9550 | 11.55 | 11.50 | 11.05 | 0.416 | 0.430 | 0.451 | 0.486 | 45 |
| 46 | 11.50 | 8.1317 | 11.80 | 11.75 | 11.30 | 0.416 | 0.430 | 0.451 | 0.487 | 46 |
| 47 | 11.75 | 8.3085 | 12.05 | 12.00 | 11.55 | 0.416 | 0.430 | 0.452 | 0.487 | 47 |
| 48 | 12.00 | 8.4853 | 12.30 | 12.25 | 11.80 | 0.416 | 0.430 | 0.452 | 0.487 | 48 |
| 49 | 12.25 | 8.6621 | 12.55 | 12.50 | 12.05 | 0.416 | 0.431 | 0.452 | 0.487 | 49 |
| 50 | 12.50 | 8.8388 | 12.80 | 12.75 | 12.30 | 0.416 | 0.431 | 0.452 | 0.488 | 50 |
| 51 | 12.75 | 9.0156 | 13.05 | 13.00 | 12.55 | 0.417 | 0.431 | 0.452 | 0.488 | 51 |
| 52 | 13.00 | 9.1924 | 13.30 | 13.25 | 12.80 | 0.417 | 0.431 | 0.452 | 0.488 | 52 |
| 53 | 13.25 | 9.3692 | 13.55 | 13.50 | 13.05 | 0.417 | 0.431 | 0.453 | 0.489 | 53 |
| 54 | 13.50 | 9.5459 | 13.80 | 13.75 | 13.30 | 0.417 | 0.431 | 0.453 | 0.489 | 54 |
| 55 | 13.75 | 9.7227 | 14.05 | 14.00 | 13.55 | 0.417 | 0.431 | 0.453 | 0.489 | 55 |

**表 7.4-80　45°内花键**

模数 $m=0.5$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=0.785$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_a$ 圆齿根 | 渐开线终止圆直径 $D_{F\min}$ | 小径 $D_{ri}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{\max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ 4H | 5H | 6H | 7H | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 5.00 | 3.5355 | 5.60 | 5.50 | 4.63 | 0.810 | 0.824 | 0.846 | 0.883 | 10 |
| 11 | 5.50 | 3.8891 | 6.10 | 6.00 | 5.12 | 0.810 | 0.825 | 0.847 | 0.884 | 11 |
| 12 | 6.00 | 4.2426 | 6.60 | 6.50 | 5.62 | 0.810 | 0.825 | 0.848 | 0.885 | 12 |
| 13 | 6.50 | 4.5962 | 7.10 | 7.00 | 6.12 | 0.810 | 0.826 | 0.848 | 0.886 | 13 |
| 14 | 7.00 | 4.9497 | 7.60 | 7.50 | 6.62 | 0.811 | 0.826 | 0.849 | 0.887 | 14 |
| 15 | 7.50 | 5.3033 | 8.10 | 8.00 | 7.12 | 0.811 | 0.826 | 0.849 | 0.887 | 15 |
| 16 | 8.00 | 5.6569 | 8.60 | 8.50 | 7.62 | 0.811 | 0.827 | 0.850 | 0.888 | 16 |
| 17 | 8.50 | 6.0104 | 9.10 | 9.00 | 8.12 | 0.811 | 0.827 | 0.850 | 0.889 | 17 |
| 18 | 9.00 | 6.3640 | 9.60 | 9.50 | 8.61 | 0.811 | 0.827 | 0.851 | 0.890 | 18 |
| 19 | 9.50 | 6.7175 | 10.10 | 10.00 | 9.11 | 0.812 | 0.827 | 0.851 | 0.890 | 19 |
| 20 | 10.00 | 7.0711 | 10.60 | 10.50 | 9.61 | 0.812 | 0.828 | 0.851 | 0.891 | 20 |
| 21 | 10.50 | 7.4246 | 11.10 | 11.00 | 10.11 | 0.812 | 0.828 | 0.852 | 0.892 | 21 |
| 22 | 11.00 | 7.7782 | 11.60 | 11.50 | 10.61 | 0.812 | 0.828 | 0.852 | 0.892 | 22 |
| 23 | 11.50 | 8.1317 | 12.10 | 12.00 | 11.11 | 0.812 | 0.828 | 0.853 | 0.893 | 23 |
| 24 | 12.00 | 8.4853 | 12.60 | 12.50 | 11.61 | 0.812 | 0.829 | 0.853 | 0.894 | 24 |
| 25 | 12.50 | 8.8388 | 13.10 | 13.00 | 12.11 | 0.813 | 0.829 | 0.853 | 0.894 | 25 |
| 26 | 13.00 | 9.1924 | 13.60 | 13.50 | 12.61 | 0.813 | 0.829 | 0.854 | 0.895 | 26 |
| 27 | 13.50 | 9.5459 | 14.10 | 14.00 | 13.11 | 0.813 | 0.829 | 0.854 | 0.895 | 27 |
| 28 | 14.00 | 9.8995 | 14.60 | 14.50 | 13.61 | 0.813 | 0.830 | 0.854 | 0.896 | 28 |
| 29 | 14.50 | 10.2530 | 15.10 | 15.00 | 14.11 | 0.813 | 0.830 | 0.855 | 0.896 | 29 |
| 30 | 15.00 | 10.6066 | 15.60 | 15.50 | 14.61 | 0.813 | 0.830 | 0.855 | 0.897 | 30 |
| 31 | 15.50 | 10.9602 | 16.10 | 16.00 | 15.11 | 0.813 | 0.830 | 0.855 | 0.897 | 31 |
| 32 | 16.00 | 11.3137 | 16.60 | 16.50 | 15.61 | 0.814 | 0.830 | 0.856 | 0.898 | 32 |
| 33 | 16.50 | 11.6673 | 17.10 | 17.00 | 16.11 | 0.814 | 0.831 | 0.856 | 0.898 | 33 |
| 34 | 17.00 | 12.0208 | 17.60 | 17.50 | 16.61 | 0.814 | 0.831 | 0.856 | 0.899 | 34 |
| 35 | 17.50 | 12.3744 | 18.10 | 18.00 | 17.11 | 0.814 | 0.831 | 0.857 | 0.899 | 35 |
| 36 | 18.00 | 12.7279 | 18.60 | 18.50 | 17.61 | 0.814 | 0.831 | 0.857 | 0.900 | 36 |
| 37 | 18.50 | 13.0815 | 19.10 | 19.00 | 18.11 | 0.814 | 0.831 | 0.857 | 0.900 | 37 |
| 38 | 19.00 | 13.4350 | 19.60 | 19.50 | 18.61 | 0.814 | 0.832 | 0.857 | 0.901 | 38 |
| 39 | 19.50 | 13.7886 | 20.10 | 20.00 | 19.11 | 0.814 | 0.832 | 0.858 | 0.901 | 39 |
| 40 | 20.00 | 14.1421 | 20.60 | 20.50 | 19.61 | 0.814 | 0.832 | 0.858 | 0.902 | 40 |
| 41 | 20.50 | 14.4957 | 21.10 | 21.00 | 20.11 | 0.815 | 0.832 | 0.858 | 0.902 | 41 |
| 42 | 21.00 | 14.8492 | 21.60 | 21.50 | 20.61 | 0.815 | 0.832 | 0.859 | 0.902 | 42 |
| 43 | 21.50 | 15.2028 | 22.10 | 22.00 | 21.11 | 0.815 | 0.832 | 0.859 | 0.903 | 43 |
| 44 | 22.00 | 15.5563 | 22.60 | 22.50 | 21.61 | 0.815 | 0.833 | 0.859 | 0.903 | 44 |
| 45 | 22.50 | 15.9099 | 23.10 | 23.00 | 22.11 | 0.815 | 0.833 | 0.859 | 0.904 | 45 |
| 46 | 23.00 | 16.2635 | 23.60 | 23.50 | 22.61 | 0.815 | 0.833 | 0.860 | 0.904 | 46 |
| 47 | 23.50 | 16.6170 | 24.10 | 24.00 | 23.11 | 0.815 | 0.833 | 0.860 | 0.904 | 47 |
| 48 | 24.00 | 16.9706 | 24.60 | 24.50 | 23.61 | 0.815 | 0.833 | 0.860 | 0.905 | 48 |
| 49 | 24.50 | 17.3241 | 25.10 | 25.00 | 24.11 | 0.815 | 0.833 | 0.860 | 0.905 | 49 |
| 50 | 25.00 | 17.6777 | 25.60 | 25.50 | 24.61 | 0.815 | 0.833 | 0.860 | 0.906 | 50 |
| 51 | 25.50 | 18.0312 | 26.10 | 26.00 | 25.10 | 0.816 | 0.834 | 0.861 | 0.906 | 51 |
| 52 | 26.00 | 18.3848 | 26.60 | 26.50 | 25.60 | 0.816 | 0.834 | 0.861 | 0.906 | 52 |
| 53 | 26.50 | 18.7383 | 27.10 | 27.00 | 26.10 | 0.816 | 0.834 | 0.861 | 0.907 | 53 |
| 54 | 27.00 | 19.0919 | 27.60 | 27.50 | 26.60 | 0.816 | 0.834 | 0.861 | 0.907 | 54 |
| 55 | 27.50 | 19.4454 | 28.10 | 28.00 | 27.10 | 0.816 | 0.834 | 0.862 | 0.907 | 55 |

**表 7.4-81　45°内花键**

模数 $m=0.75$　作用齿槽宽最小值 $E_{Vmin}=1.178$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_e$ 圆齿根 | 渐开线终止圆直径 $D_{Fmin1}$ | 小径 $D_{ii}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{max}=E_{Vmin}+(T+\lambda)$ 4H | 5H | 6H | 7H | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 7.50 | 5.3033 | 8.40 | 8.25 | 6.94 | 1.206 | 1.223 | 1.248 | 1.290 | 10 |
| 11 | 8.25 | 5.8336 | 9.15 | 9.00 | 7.69 | 1.206 | 1.223 | 1.249 | 1.291 | 11 |
| 12 | 9.00 | 6.3640 | 9.90 | 9.75 | 8.43 | 1.207 | 1.224 | 1.249 | 1.292 | 12 |
| 13 | 9.75 | 6.8943 | 10.65 | 10.50 | 9.18 | 1.207 | 1.224 | 1.250 | 1.298 | 13 |
| 14 | 10.50 | 7.4246 | 11.40 | 11.25 | 9.93 | 1.207 | 1.225 | 1.251 | 1.294 | 14 |
| 15 | 11.25 | 7.9550 | 12.15 | 12.00 | 10.68 | 1.207 | 1.225 | 1.251 | 1.295 | 15 |
| 16 | 12.00 | 8.4853 | 12.90 | 12.75 | 11.42 | 1.208 | 1.225 | 1.252 | 1.296 | 16 |
| 17 | 12.75 | 9.0156 | 13.65 | 13.50 | 12.17 | 1.208 | 1.226 | 1.252 | 1.297 | 17 |
| 18 | 13.50 | 9.5459 | 14.40 | 14.25 | 12.92 | 1.208 | 1.226 | 1.253 | 1.298 | 18 |
| 19 | 14.25 | 10.0763 | 15.15 | 15.00 | 13.67 | 1.208 | 1.226 | 1.253 | 1.298 | 19 |
| 20 | 15.00 | 10.6066 | 15.90 | 15.75 | 14.42 | 1.208 | 1.227 | 1.254 | 1.299 | 20 |
| 21 | 15.75 | 11.1369 | 16.65 | 16.50 | 15.17 | 1.209 | 1.227 | 1.254 | 1.300 | 21 |
| 22 | 16.50 | 11.6673 | 17.40 | 17.25 | 15.92 | 1.209 | 1.227 | 1.255 | 1.301 | 22 |
| 23 | 17.25 | 12.1976 | 18.15 | 18.00 | 16.67 | 1.209 | 1.227 | 1.255 | 1.301 | 23 |
| 24 | 18.00 | 12.7279 | 18.90 | 18.75 | 17.42 | 1.209 | 1.228 | 1.256 | 1.302 | 24 |
| 25 | 18.75 | 13.2583 | 19.65 | 19.50 | 18.17 | 1.209 | 1.228 | 1.256 | 1.303 | 25 |
| 26 | 19.50 | 13.7886 | 20.40 | 20.25 | 18.91 | 1.209 | 1.228 | 1.256 | 1.304 | 26 |
| 27 | 20.25 | 14.3189 | 21.15 | 21.00 | 19.66 | 1.210 | 1.229 | 1.257 | 1.304 | 17 |
| 28 | 21.00 | 14.8492 | 21.90 | 21.75 | 20.41 | 1.210 | 1.229 | 1.257 | 1.305 | 28 |
| 29 | 21.75 | 15.3796 | 22.65 | 22.50 | 21.16 | 1.210 | 1.229 | 1.258 | 1.305 | 29 |
| 30 | 22.50 | 15.9099 | 23.40 | 23.25 | 21.91 | 1.210 | 1.229 | 1.258 | 1.306 | 30 |
| 31 | 23.25 | 16.4402 | 24.15 | 24.00 | 22.66 | 1.210 | 1.229 | 1.258 | 1.307 | 31 |
| 32 | 24.00 | 16.9706 | 24.90 | 24.75 | 23.41 | 1.210 | 1.230 | 1.259 | 1.307 | 32 |
| 33 | 24.75 | 17.5009 | 25.65 | 25.50 | 24.16 | 1.211 | 1.230 | 1.259 | 1.308 | 33 |
| 34 | 25.50 | 18.0312 | 26.40 | 26.25 | 24.91 | 1.211 | 1.230 | 1.259 | 1.308 | 34 |
| 35 | 26.25 | 18.5616 | 27.15 | 27.00 | 25.66 | 1.211 | 1.230 | 1.260 | 1.309 | 35 |
| 36 | 27.00 | 19.0919 | 27.90 | 27.75 | 26.41 | 1.211 | 1.231 | 1.260 | 1.309 | 36 |
| 37 | 27.75 | 19.6222 | 28.65 | 28.50 | 27.16 | 1.211 | 1.231 | 1.260 | 1.310 | 37 |
| 38 | 28.50 | 20.1525 | 29.40 | 29.25 | 27.91 | 1.211 | 1.231 | 1.261 | 1.310 | 38 |
| 39 | 29.25 | 20.6829 | 30.15 | 30.00 | 28.66 | 1.211 | 1.231 | 1.261 | 1.311 | 39 |
| 40 | 30.00 | 21.2132 | 30.90 | 30.75 | 29.41 | 1.211 | 1.231 | 1.261 | 1.311 | 40 |
| 41 | 30.75 | 21.7435 | 31.65 | 31.50 | 30.16 | 1.212 | 1.232 | 1.262 | 1.312 | 41 |
| 42 | 31.50 | 22.2739 | 32.40 | 32.25 | 30.91 | 1.212 | 1.232 | 1.262 | 1.312 | 42 |
| 43 | 32.25 | 22.8042 | 33.15 | 33.00 | 31.66 | 1.212 | 1.232 | 1.262 | 1.313 | 43 |
| 44 | 33.00 | 23.3345 | 33.90 | 33.75 | 32.41 | 1.212 | 1.232 | 1.263 | 1.313 | 44 |
| 45 | 33.75 | 23.8649 | 34.65 | 34.50 | 33.16 | 1.212 | 1.232 | 1.263 | 1.314 | 45 |
| 46 | 34.50 | 24.3952 | 35.40 | 35.25 | 33.91 | 1.212 | 1.233 | 1.263 | 1.314 | 46 |
| 47 | 35.25 | 24.9255 | 36.15 | 36.00 | 34.66 | 1.212 | 1.233 | 1.263 | 1.315 | 47 |
| 48 | 36.00 | 25.4558 | 36.90 | 36.75 | 35.41 | 1.212 | 1.233 | 1.264 | 1.315 | 48 |
| 49 | 36.75 | 25.9862 | 37.65 | 37.50 | 36.16 | 1.212 | 1.233 | 1.264 | 1.316 | 49 |
| 50 | 37.50 | 26.5165 | 38.40 | 38.25 | 36.91 | 1.213 | 1.233 | 1.264 | 1.316 | 50 |
| 51 | 38.25 | 27.0468 | 39.15 | 39.00 | 37.66 | 1.213 | 1.233 | 1.265 | 1.316 | 51 |
| 52 | 39.00 | 27.5772 | 39.90 | 39.75 | 38.41 | 1.213 | 1.234 | 1.265 | 1.317 | 52 |
| 53 | 39.75 | 28.1075 | 40.65 | 40.50 | 39.16 | 1.213 | 1.234 | 1.265 | 1.317 | 53 |
| 54 | 40.50 | 28.6378 | 41.40 | 41.25 | 39.91 | 1.213 | 1.234 | 1.265 | 1.318 | 54 |
| 55 | 41.25 | 29.1682 | 42.15 | 42.00 | 40.66 | 1.213 | 1.234 | 1.266 | 1.318 | 55 |

**表 7.4-82　45°内花键**

模数 $m=1$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=1.571$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_e$ 圆齿根 | 渐开线终止圆直径 $D_{F\min 1}$ | 小径 $D_{ri}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{\max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ | | | | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 4H | 5H | 6H | 7H | |
| 10 | 10.00 | 7.0711 | 11.20 | 11.00 | 9.26 | 1.602 | 1.620 | 1.648 | 1.694 | 10 |
| 11 | 11.00 | 7.7782 | 12.20 | 12.00 | 10.25 | 1.602 | 1.621 | 1.649 | 1.695 | 11 |
| 12 | 12.00 | 8.4853 | 13.20 | 13.00 | 11.25 | 1.602 | 1.621 | 1.649 | 1.696 | 12 |
| 13 | 13.00 | 9.1924 | 14.20 | 14.00 | 12.24 | 1.602 | 1.621 | 1.650 | 1.698 | 13 |
| 14 | 14.00 | 9.8995 | 15.20 | 15.00 | 13.24 | 1.603 | 1.622 | 1.651 | 1.699 | 14 |
| 15 | 15.00 | 10.6066 | 16.20 | 16.00 | 14.24 | 1.603 | 1.622 | 1.651 | 1.700 | 15 |
| 16 | 16.00 | 11.3137 | 17.20 | 17.00 | 15.23 | 1.603 | 1.623 | 1.652 | 1.701 | 16 |
| 17 | 17.00 | 12.0208 | 18.20 | 18.00 | 16.23 | 1.604 | 1.623 | 1.653 | 1.702 | 17 |
| 18 | 18.00 | 12.7279 | 19.20 | 19.00 | 17.23 | 1.604 | 1.624 | 1.653 | 1.703 | 18 |
| 19 | 19.00 | 13.4350 | 20.20 | 20.00 | 18.23 | 1.604 | 1.624 | 1.654 | 1.703 | 19 |
| 20 | 20.00 | 14.1421 | 21.20 | 21.00 | 19.23 | 1.604 | 1.624 | 1.654 | 1.704 | 20 |
| 21 | 21.00 | 14.8492 | 22.20 | 22.00 | 20.22 | 1.604 | 1.625 | 1.655 | 1.705 | 21 |
| 22 | 22.00 | 15.5563 | 23.20 | 23.00 | 21.22 | 1.605 | 1.625 | 1.655 | 1.706 | 22 |
| 23 | 23.00 | 16.2635 | 24.20 | 24.00 | 22.22 | 1.605 | 1.625 | 1.656 | 1.707 | 23 |
| 24 | 24.00 | 16.9706 | 25.20 | 25.00 | 23.22 | 1.605 | 1.626 | 1.656 | 1.708 | 24 |
| 25 | 25.00 | 17.6777 | 26.20 | 26.00 | 24.22 | 1.605 | 1.626 | 1.657 | 1.708 | 25 |
| 26 | 26.00 | 18.3848 | 27.20 | 27.00 | 25.22 | 1.605 | 1.626 | 1.657 | 1.709 | 26 |
| 27 | 27.00 | 19.0919 | 28.20 | 28.00 | 26.22 | 1.606 | 1.626 | 1.658 | 1.710 | 27 |
| 28 | 28.00 | 19.7990 | 29.20 | 29.00 | 27.22 | 1.606 | 1.627 | 1.658 | 1.710 | 28 |
| 29 | 29.00 | 20.5061 | 30.20 | 30.00 | 28.22 | 1.606 | 1.627 | 1.659 | 1.711 | 29 |
| 30 | 30.00 | 21.2132 | 31.20 | 31.00 | 29.22 | 1.606 | 1.627 | 1.659 | 1.712 | 30 |
| 31 | 31.00 | 21.9203 | 32.20 | 32.00 | 30.22 | 1.606 | 1.627 | 1.659 | 1.712 | 31 |
| 32 | 32.00 | 22.6274 | 33.20 | 33.00 | 31.22 | 1.606 | 1.628 | 1.660 | 1.713 | 32 |
| 33 | 33.00 | 23.3345 | 34.20 | 34.00 | 32.22 | 1.607 | 1.628 | 1.660 | 1.714 | 33 |
| 34 | 34.00 | 24.0416 | 35.20 | 35.00 | 33.22 | 1.607 | 1.628 | 1.661 | 1.714 | 34 |
| 35 | 35.00 | 24.7487 | 36.20 | 36.00 | 34.21 | 1.607 | 1.628 | 1.661 | 1.715 | 35 |
| 36 | 36.00 | 25.4558 | 37.20 | 37.00 | 35.21 | 1.607 | 1.629 | 1.661 | 1.716 | 36 |
| 37 | 37.00 | 26.1629 | 38.20 | 38.00 | 36.21 | 1.607 | 1.629 | 1.662 | 1.716 | 37 |
| 38 | 38.00 | 26.8701 | 39.20 | 39.00 | 37.21 | 1.607 | 1.629 | 1.662 | 1.717 | 38 |
| 39 | 39.00 | 27.5772 | 40.20 | 40.00 | 38.21 | 1.607 | 1.629 | 1.662 | 1.717 | 39 |
| 40 | 40.00 | 28.2843 | 41.20 | 41.00 | 39.21 | 1.608 | 1.630 | 1.663 | 1.718 | 40 |
| 41 | 41.00 | 28.9914 | 42.20 | 42.00 | 40.21 | 1.608 | 1.630 | 1.663 | 1.718 | 41 |
| 42 | 42.00 | 29.6985 | 43.20 | 43.00 | 41.21 | 1.608 | 1.630 | 1.663 | 1.719 | 42 |
| 43 | 43.00 | 30.4056 | 44.20 | 44.00 | 42.21 | 1.608 | 1.630 | 1.664 | 1.719 | 43 |
| 44 | 44.00 | 31.1127 | 45.20 | 45.00 | 43.21 | 1.608 | 1.630 | 1.664 | 1.720 | 44 |
| 45 | 45.00 | 31.8198 | 46.20 | 46.00 | 44.21 | 1.608 | 1.631 | 1.664 | 1.720 | 45 |
| 46 | 46.00 | 32.5269 | 47.20 | 47.00 | 45.21 | 1.608 | 1.631 | 1.665 | 1.721 | 46 |
| 47 | 47.00 | 33.2340 | 48.20 | 48.00 | 46.21 | 1.608 | 1.631 | 1.665 | 1.721 | 47 |
| 48 | 48.00 | 33.9411 | 49.20 | 49.00 | 47.21 | 1.609 | 1.631 | 1.665 | 1.722 | 48 |
| 49 | 49.00 | 34.6482 | 50.20 | 50.00 | 48.21 | 1.609 | 1.631 | 1.666 | 1.722 | 49 |
| 50 | 50.00 | 35.3553 | 51.20 | 51.00 | 49.21 | 1.609 | 1.632 | 1.666 | 1.723 | 50 |
| 51 | 51.00 | 36.0624 | 52.20 | 52.00 | 50.21 | 1.609 | 1.632 | 1.666 | 1.723 | 51 |
| 52 | 52.00 | 36.7696 | 53.20 | 53.00 | 51.21 | 1.609 | 1.632 | 1.666 | 1.724 | 52 |
| 53 | 53.00 | 37.4767 | 54.20 | 54.00 | 52.21 | 1.609 | 1.632 | 1.667 | 1.724 | 53 |
| 54 | 54.00 | 38.1838 | 55.20 | 55.00 | 53.21 | 1.609 | 1.632 | 1.667 | 1.725 | 54 |
| 55 | 55.00 | 38.8909 | 56.20 | 56.00 | 54.21 | 1.609 | 1.633 | 1.667 | 1.725 | 55 |

**表 7.4-83　45°内花键**

模数 $m=1.25$　作用齿槽宽最小值 $E_{Vmin}=1.963$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_M$ 圆齿根 | 渐开线终止圆直径 $D_{Fmax}$ | 小径 $D_{ii}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{max}=E_{Vmin}+(T+\lambda)$ | | | | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 4H | 5H | 6H | 7H | |
| 10 | 12.50 | 8.8388 | 14.00 | 13.75 | 11.57 | 1.997 | 2.017 | 2.046 | 2.096 | 10 |
| 11 | 13.75 | 9.7227 | 15.25 | 15.00 | 12.81 | 1.997 | 2.017 | 2.047 | 2.098 | 11 |
| 12 | 15.00 | 10.6066 | 16.50 | 16.25 | 14.06 | 1.997 | 2.018 | 2.048 | 2.099 | 12 |
| 13 | 16.25 | 11.4905 | 17.75 | 17.50 | 15.30 | 1.998 | 2.018 | 2.049 | 2.100 | 13 |
| 14 | 17.50 | 12.3744 | 19.00 | 18.75 | 16.55 | 1.998 | 2.019 | 2.050 | 2.101 | 14 |
| 15 | 18.75 | 13.2583 | 20.25 | 20.00 | 17.79 | 1.998 | 2.019 | 2.050 | 2.102 | 15 |
| 16 | 20.00 | 14.1421 | 21.50 | 21.25 | 19.04 | 1.999 | 2.020 | 2.051 | 2.104 | 16 |
| 17 | 21.25 | 15.0260 | 22.75 | 22.50 | 20.29 | 1.999 | 2.020 | 2.052 | 2.105 | 17 |
| 18 | 22.50 | 15.9099 | 24.00 | 23.75 | 21.54 | 1.999 | 2.020 | 2.052 | 2.106 | 18 |
| 19 | 23.75 | 16.7938 | 25.25 | 25.00 | 22.78 | 1.999 | 2.021 | 2.053 | 2.107 | 19 |
| 20 | 25.00 | 17.6777 | 26.50 | 26.25 | 24.03 | 2.000 | 2.021 | 2.054 | 2.108 | 20 |
| 21 | 26.25 | 18.5616 | 27.75 | 27.50 | 25.28 | 2.000 | 2.021 | 2.054 | 2.108 | 21 |
| 22 | 27.50 | 19.4454 | 29.00 | 28.75 | 26.53 | 2.000 | 2.022 | 2.055 | 2.109 | 22 |
| 23 | 28.75 | 20.3293 | 30.25 | 30.00 | 27.78 | 2.000 | 2.022 | 2.055 | 2.110 | 23 |
| 24 | 30.00 | 21.2132 | 31.50 | 31.25 | 29.03 | 2.000 | 2.023 | 2.056 | 2.111 | 24 |
| 25 | 31.25 | 22.0971 | 32.75 | 32.50 | 30.28 | 2.001 | 2.023 | 2.056 | 2.112 | 25 |
| 26 | 32.50 | 22.9810 | 34.00 | 33.75 | 31.52 | 2.001 | 2.023 | 2.057 | 2.113 | 26 |
| 27 | 33.75 | 23.8649 | 35.25 | 35.00 | 32.77 | 2.001 | 2.023 | 2.057 | 2.113 | 27 |
| 28 | 35.00 | 24.7487 | 36.50 | 36.25 | 34.02 | 2.001 | 2.024 | 2.058 | 2.114 | 28 |
| 29 | 36.25 | 25.6326 | 37.75 | 37.50 | 35.27 | 2.001 | 2.024 | 2.058 | 2.115 | 29 |
| 30 | 37.50 | 26.5165 | 39.00 | 38.75 | 36.52 | 2.002 | 2.024 | 2.059 | 2.116 | 30 |
| 31 | 38.75 | 27.4004 | 40.25 | 40.00 | 37.77 | 2.002 | 2.025 | 2.059 | 2.116 | 31 |
| 32 | 40.00 | 28.2843 | 41.50 | 41.25 | 39.02 | 2.002 | 2.025 | 2.059 | 2.117 | 32 |
| 33 | 41.25 | 29.1682 | 42.75 | 42.50 | 40.27 | 2.002 | 2.025 | 2.060 | 2.118 | 33 |
| 34 | 42.50 | 30.0520 | 44.00 | 43.75 | 41.52 | 2.002 | 2.025 | 2.060 | 2.118 | 34 |
| 35 | 43.75 | 30.9359 | 45.25 | 45.00 | 42.77 | 2.002 | 2.026 | 2.061 | 2.119 | 35 |
| 36 | 45.00 | 31.8198 | 46.50 | 46.25 | 44.02 | 2.003 | 2.026 | 2.061 | 2.120 | 36 |
| 37 | 46.25 | 32.7037 | 47.75 | 47.50 | 45.27 | 2.003 | 2.026 | 2.062 | 2.120 | 37 |
| 38 | 47.50 | 33.5876 | 49.00 | 48.75 | 46.52 | 2.003 | 2.026 | 2.062 | 2.121 | 38 |
| 39 | 48.75 | 34.4715 | 50.25 | 50.00 | 47.77 | 2.003 | 2.027 | 2.062 | 2.122 | 39 |
| 40 | 50.00 | 35.3553 | 51.50 | 51.25 | 49.02 | 2.003 | 2.027 | 2.063 | 2.122 | 40 |
| 41 | 51.25 | 36.2392 | 52.75 | 52.50 | 50.27 | 2.003 | 2.027 | 2.063 | 2.123 | 41 |
| 42 | 52.50 | 37.1231 | 54.00 | 53.75 | 51.52 | 2.003 | 2.027 | 2.063 | 2.123 | 42 |
| 43 | 53.75 | 38.0070 | 55.25 | 55.00 | 52.76 | 2.004 | 2.028 | 2.064 | 2.124 | 43 |
| 44 | 55.00 | 38.8909 | 56.50 | 56.25 | 54.01 | 2.004 | 2.028 | 2.064 | 2.125 | 44 |
| 45 | 56.25 | 39.7748 | 57.75 | 57.50 | 55.26 | 2.004 | 2.028 | 2.064 | 2.125 | 45 |
| 46 | 57.50 | 40.6586 | 59.00 | 58.75 | 56.51 | 2.004 | 2.028 | 2.065 | 2.126 | 46 |
| 47 | 58.75 | 41.5425 | 60.25 | 60.00 | 57.76 | 2.004 | 2.029 | 2.065 | 2.126 | 47 |
| 48 | 60.00 | 42.4264 | 61.50 | 61.25 | 59.01 | 2.004 | 2.029 | 2.066 | 2.127 | 48 |
| 49 | 61.25 | 43.3103 | 62.75 | 62.50 | 60.26 | 2.004 | 2.029 | 2.066 | 2.127 | 49 |
| 50 | 62.50 | 44.1942 | 64.00 | 63.75 | 61.51 | 2.005 | 2.029 | 2.066 | 2.128 | 50 |
| 51 | 63.75 | 45.0781 | 65.25 | 65.00 | 62.76 | 2.005 | 2.029 | 2.067 | 2.128 | 51 |
| 52 | 65.00 | 45.9619 | 66.50 | 66.25 | 64.01 | 2.005 | 2.030 | 2.067 | 2.129 | 52 |
| 53 | 66.25 | 46.8458 | 67.75 | 67.50 | 65.26 | 2.005 | 2.030 | 2.067 | 2.129 | 53 |
| 54 | 67.50 | 47.7297 | 69.00 | 68.75 | 66.51 | 2.005 | 2.030 | 2.067 | 2.130 | 54 |
| 55 | 68.75 | 48.6136 | 70.25 | 70.00 | 67.76 | 2.005 | 2.030 | 2.068 | 2.130 | 55 |

**表 7.4-84　45°内花键**

模数 $m=1.5$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=2.356$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_a$ 圆齿根 | 渐开线终止圆直径 $D_{F\min}$ | 小径 $D_{it}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{\max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ | | | | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 4H | 5H | 6H | 7H | |
| 10 | 15.00 | 10.6066 | 16.80 | 16.50 | 13.88 | 2.391 | 2.413 | 2.444 | 2.497 | 10 |
| 11 | 16.50 | 11.6673 | 18.30 | 18.00 | 15.37 | 2.392 | 2.413 | 2.445 | 2.499 | 11 |
| 12 | 18.00 | 12.7279 | 19.80 | 19.50 | 16.87 | 2.392 | 2.414 | 2.446 | 2.500 | 12 |
| 13 | 19.50 | 13.7886 | 21.30 | 21.00 | 18.36 | 2.393 | 2.414 | 2.447 | 2.502 | 13 |
| 14 | 21.00 | 14.8492 | 22.80 | 22.50 | 19.86 | 2.393 | 2.415 | 2.448 | 2.503 | 14 |
| 15 | 22.50 | 15.9099 | 24.30 | 24.00 | 21.35 | 2.393 | 2.415 | 2.449 | 2.504 | 15 |
| 16 | 24.00 | 16.9706 | 25.80 | 25.50 | 22.85 | 2.393 | 2.416 | 2.449 | 2.505 | 16 |
| 17 | 25.50 | 18.0312 | 27.30 | 27.00 | 24.35 | 2.394 | 2.416 | 2.450 | 2.506 | 17 |
| 18 | 27.00 | 19.0919 | 28.80 | 28.50 | 25.84 | 2.394 | 2.417 | 2.451 | 2.507 | 18 |
| 19 | 28.50 | 20.1525 | 30.30 | 30.00 | 27.34 | 2.394 | 2.417 | 2.451 | 2.508 | 19 |
| 20 | 30.00 | 21.2132 | 31.80 | 31.50 | 28.84 | 2.395 | 2.417 | 2.452 | 2.509 | 20 |
| 21 | 31.50 | 22.2739 | 33.30 | 33.00 | 30.34 | 2.395 | 2.418 | 2.453 | 2.510 | 21 |
| 22 | 33.00 | 23.3345 | 34.80 | 34.50 | 31.84 | 2.395 | 2.418 | 2.453 | 2.511 | 22 |
| 23 | 34.50 | 24.3952 | 36.30 | 36.00 | 33.33 | 2.395 | 2.419 | 2.454 | 2.512 | 23 |
| 24 | 36.00 | 25.4558 | 37.80 | 37.50 | 34.83 | 2.395 | 2.419 | 2.454 | 2.513 | 24 |
| 25 | 37.50 | 26.5165 | 39.30 | 39.00 | 35.33 | 2.396 | 2.419 | 2.455 | 2.514 | 25 |
| 26 | 39.00 | 27.5772 | 40.80 | 40.50 | 37.83 | 2.396 | 2.420 | 2.455 | 2.515 | 26 |
| 27 | 40.50 | 28.6378 | 42.30 | 42.00 | 39.33 | 2.396 | 2.420 | 2.456 | 2.516 | 27 |
| 28 | 42.00 | 29.6985 | 43.80 | 43.50 | 40.83 | 2.396 | 2.420 | 2.456 | 2.517 | 28 |
| 29 | 43.50 | 30.7591 | 45.30 | 45.00 | 42.33 | 2.396 | 2.421 | 2.457 | 2.517 | 29 |
| 30 | 45.00 | 31.8198 | 46.80 | 46.50 | 43.83 | 2.397 | 2.421 | 2.457 | 2.518 | 30 |
| 31 | 46.50 | 32.8805 | 48.30 | 48.00 | 45.32 | 2.397 | 2.421 | 2.458 | 2.519 | 31 |
| 32 | 48.00 | 33.9411 | 49.80 | 49.50 | 46.82 | 2.397 | 2.422 | 2.458 | 2.520 | 32 |
| 33 | 49.50 | 35.0018 | 51.30 | 51.00 | 48.32 | 2.397 | 2.422 | 2.459 | 2.520 | 33 |
| 34 | 51.00 | 36.0624 | 52.80 | 52.50 | 49.82 | 2.397 | 2.422 | 2.459 | 2.521 | 34 |
| 35 | 52.50 | 37.1231 | 54.30 | 54.00 | 51.32 | 2.398 | 2.422 | 2.460 | 2.522 | 35 |
| 36 | 54.00 | 38.1838 | 55.80 | 55.50 | 52.82 | 2.398 | 2.423 | 2.460 | 2.522 | 36 |
| 37 | 55.50 | 39.2444 | 57.30 | 57.00 | 54.32 | 2.398 | 2.423 | 2.461 | 2.523 | 37 |
| 38 | 57.00 | 40.3051 | 58.80 | 58.50 | 55.82 | 2.398 | 2.423 | 2.461 | 2.524 | 38 |
| 39 | 58.50 | 41.3657 | 60.30 | 60.00 | 57.32 | 2.398 | 2.424 | 2.461 | 2.524 | 39 |
| 40 | 60.00 | 42.4264 | 61.80 | 61.50 | 58.82 | 2.398 | 2.424 | 2.462 | 2.525 | 40 |
| 41 | 61.50 | 43.4871 | 63.30 | 63.00 | 60.32 | 2.399 | 2.424 | 2.462 | 2.526 | 41 |
| 42 | 63.00 | 44.5477 | 64.80 | 64.50 | 61.82 | 2.399 | 2.424 | 2.463 | 2.526 | 42 |
| 43 | 64.50 | 45.6084 | 66.30 | 66.00 | 63.32 | 2.399 | 2.425 | 2.463 | 2.527 | 43 |
| 44 | 66.00 | 46.6690 | 67.80 | 67.50 | 64.82 | 2.399 | 2.425 | 2.463 | 2.528 | 44 |
| 45 | 67.50 | 47.7297 | 69.30 | 69.00 | 66.32 | 2.399 | 2.425 | 2.464 | 2.528 | 45 |
| 46 | 69.00 | 48.7904 | 70.80 | 70.50 | 67.82 | 2.399 | 2.425 | 2.464 | 2.529 | 46 |
| 47 | 70.50 | 49.8510 | 72.30 | 72.00 | 69.32 | 2.400 | 2.425 | 2.464 | 2.529 | 47 |
| 48 | 72.00 | 50.9117 | 73.80 | 73.50 | 70.82 | 2.400 | 2.426 | 2.465 | 2.530 | 48 |
| 49 | 73.50 | 51.9723 | 75.30 | 75.00 | 72.32 | 2.400 | 2.426 | 2.465 | 2.531 | 49 |
| 50 | 75.00 | 53.0330 | 76.80 | 76.50 | 73.82 | 2.400 | 2.426 | 2.466 | 2.531 | 50 |
| 51 | 76.50 | 54.0937 | 78.30 | 78.00 | 75.31 | 2.400 | 2.426 | 2.466 | 2.532 | 51 |
| 52 | 78.00 | 55.1543 | 79.80 | 79.50 | 76.81 | 2.400 | 2.427 | 2.466 | 2.532 | 52 |
| 53 | 79.50 | 56.2150 | 81.30 | 81.00 | 78.31 | 2.400 | 2.427 | 2.467 | 2.533 | 53 |
| 54 | 81.00 | 57.2756 | 82.80 | 82.50 | 79.81 | 2.400 | 2.427 | 2.467 | 2.533 | 54 |
| 55 | 82.50 | 58.3363 | 84.30 | 84.00 | 81.31 | 2.401 | 2.427 | 2.467 | 2.534 | 55 |

**表 7.4-85　45°内花键**

模数 $m=1.75$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=2.749$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ei}$ 圆齿根 | 渐开线终止圆直径 $D_{Fimin}$ | 小径 $D_{ii}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ 4H | 5H | 6H | 7H | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 17.50 | 12.3744 | 19.60 | 19.25 | 16.20 | 2.786 | 2.808 | 2.842 | 2.898 | 10 |
| 11 | 19.25 | 13.6118 | 21.35 | 21.00 | 17.94 | 2.786 | 2.809 | 2.843 | 2.899 | 11 |
| 12 | 21.00 | 14.8492 | 23.10 | 22.75 | 19.68 | 2.787 | 2.810 | 2.844 | 2.901 | 12 |
| 13 | 22.75 | 16.0867 | 24.85 | 24.50 | 21.42 | 2.787 | 2.810 | 2.845 | 2.902 | 13 |
| 14 | 24.50 | 17.3241 | 26.60 | 26.25 | 23.17 | 2.788 | 2.811 | 2.845 | 2.903 | 14 |
| 15 | 26.25 | 18.5616 | 28.35 | 28.00 | 24.91 | 2.788 | 2.811 | 2.846 | 2.905 | 15 |
| 16 | 28.00 | 19.7990 | 30.10 | 29.75 | 26.66 | 2.788 | 2.812 | 2.847 | 2.906 | 16 |
| 17 | 29.75 | 21.0364 | 31.85 | 31.50 | 28.40 | 2.788 | 2.812 | 2.848 | 2.907 | 17 |
| 18 | 31.50 | 22.2739 | 33.60 | 33.25 | 30.15 | 2.789 | 2.813 | 2.848 | 2.908 | 18 |
| 19 | 33.25 | 23.5113 | 35.35 | 35.00 | 31.90 | 2.789 | 2.813 | 2.849 | 2.909 | 19 |
| 20 | 35.00 | 24.7487 | 37.10 | 36.75 | 33.65 | 2.789 | 2.813 | 2.850 | 2.910 | 20 |
| 21 | 36.75 | 25.9862 | 38.85 | 38.50 | 35.39 | 2.790 | 2.814 | 2.850 | 2.911 | 21 |
| 22 | 38.50 | 27.2236 | 40.60 | 40.25 | 37.14 | 2.790 | 2.814 | 2.851 | 2.912 | 22 |
| 23 | 40.25 | 28.4610 | 42.35 | 42.00 | 38.89 | 2.790 | 2.815 | 2.852 | 2.913 | 23 |
| 24 | 42.00 | 29.6985 | 44.10 | 43.75 | 40.64 | 2.790 | 2.815 | 2.852 | 2.914 | 24 |
| 25 | 43.75 | 30.9359 | 45.85 | 45.50 | 42.39 | 2.790 | 2.815 | 2.853 | 2.915 | 25 |
| 26 | 45.50 | 32.1734 | 47.60 | 47.25 | 44.13 | 2.791 | 2.816 | 2.853 | 2.916 | 26 |
| 27 | 47.25 | 33.4108 | 49.35 | 49.00 | 45.88 | 2.791 | 2.816 | 2.854 | 2.917 | 27 |
| 28 | 49.00 | 34.6482 | 51.10 | 50.75 | 47.63 | 2.791 | 2.816 | 2.855 | 2.918 | 28 |
| 29 | 50.75 | 35.8857 | 52.85 | 52.50 | 49.38 | 2.791 | 2.817 | 2.855 | 2.919 | 29 |
| 30 | 52.50 | 37.1231 | 54.60 | 54.25 | 51.13 | 2.792 | 2.817 | 2.856 | 2.920 | 30 |
| 31 | 54.25 | 38.3605 | 56.35 | 56.00 | 52.88 | 2.792 | 2.817 | 2.856 | 2.920 | 31 |
| 32 | 56.00 | 39.5980 | 58.10 | 57.75 | 54.63 | 2.792 | 2.818 | 2.857 | 2.921 | 32 |
| 33 | 57.75 | 40.8354 | 59.85 | 59.50 | 56.38 | 2.792 | 2.818 | 2.857 | 2.922 | 33 |
| 34 | 59.50 | 42.0729 | 61.60 | 61.25 | 58.13 | 2.792 | 2.818 | 2.858 | 2.923 | 34 |
| 35 | 61.25 | 43.3103 | 63.35 | 63.00 | 59.88 | 2.793 | 2.819 | 2.858 | 2.923 | 35 |
| 36 | 63.00 | 44.5477 | 65.10 | 64.75 | 61.62 | 2.793 | 2.819 | 2.858 | 2.924 | 36 |
| 37 | 64.75 | 45.7852 | 66.85 | 66.50 | 63.37 | 2.793 | 2.819 | 2.859 | 2.925 | 37 |
| 38 | 66.50 | 47.0226 | 68.60 | 68.25 | 65.12 | 2.793 | 2.820 | 2.859 | 2.926 | 38 |
| 39 | 68.25 | 48.2600 | 70.35 | 70.00 | 66.87 | 2.793 | 2.820 | 2.860 | 2.926 | 39 |
| 40 | 70.00 | 49.4975 | 72.10 | 71.75 | 68.62 | 2.793 | 2.820 | 2.860 | 2.927 | 40 |
| 41 | 71.75 | 50.7349 | 73.85 | 73.50 | 70.37 | 2.794 | 2.820 | 2.861 | 2.928 | 41 |
| 42 | 73.50 | 51.9723 | 75.60 | 75.25 | 72.12 | 2.794 | 2.821 | 2.861 | 2.928 | 42 |
| 43 | 75.25 | 53.2098 | 77.35 | 77.00 | 73.87 | 2.794 | 2.821 | 2.861 | 2.929 | 43 |
| 44 | 77.00 | 54.4472 | 79.10 | 78.75 | 75.62 | 2.794 | 2.821 | 2.862 | 2.930 | 44 |
| 45 | 78.75 | 55.6847 | 80.85 | 80.50 | 77.37 | 2.794 | 2.821 | 2.862 | 2.930 | 45 |
| 46 | 80.50 | 56.9221 | 82.60 | 82.25 | 79.12 | 2.794 | 2.822 | 2.863 | 2.931 | 46 |
| 47 | 82.25 | 58.1595 | 84.35 | 84.00 | 80.87 | 2.795 | 2.822 | 2.863 | 2.932 | 47 |
| 48 | 84.00 | 59.3970 | 86.10 | 85.75 | 82.62 | 2.795 | 2.822 | 2.863 | 2.932 | 48 |
| 49 | 85.75 | 60.6344 | 87.85 | 87.50 | 84.37 | 2.795 | 2.822 | 2.864 | 2.933 | 49 |
| 50 | 87.50 | 61.8718 | 89.60 | 89.25 | 86.12 | 2.795 | 2.823 | 2.864 | 2.933 | 50 |
| 51 | 89.25 | 63.1093 | 61.35 | 91.00 | 87.87 | 2.795 | 2.823 | 2.865 | 2.934 | 51 |
| 52 | 91.00 | 64.3467 | 93.10 | 92.75 | 89.62 | 2.795 | 2.823 | 2.865 | 2.935 | 52 |
| 53 | 92.75 | 65.5842 | 94.85 | 94.50 | 91.37 | 2.795 | 2.823 | 2.865 | 2.935 | 53 |
| 54 | 94.50 | 66.8216 | 96.60 | 96.25 | 93.12 | 2.796 | 2.824 | 2.866 | 2.936 | 54 |
| 55 | 96.25 | 68.0590 | 98.35 | 98.00 | 94.87 | 2.796 | 2.824 | 2.866 | 2.936 | 55 |

**表 7.4-86　45°内花键**

模数 $m=2$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=3.142$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_e$ 圆齿根 | 渐开线终止圆直径 $D_{Fe\min}$ | 小径 $D_{if}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ 4H | 5H | 6H | 7H | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 20.00 | 14.1421 | 22.40 | 22.00 | 18.51 | 3.180 | 3.204 | 3.239 | 3.297 | 10 |
| 11 | 22.00 | 15.5563 | 24.40 | 24.00 | 20.50 | 3.181 | 3.204 | 3.240 | 3.299 | 11 |
| 12 | 24.00 | 16.9706 | 26.40 | 26.00 | 22.49 | 3.181 | 3.205 | 3.241 | 3.300 | 12 |
| 13 | 26.00 | 18.3848 | 28.40 | 28.00 | 24.48 | 3.182 | 3.206 | 3.242 | 3.302 | 13 |
| 14 | 28.00 | 19.7990 | 30.40 | 30.00 | 26.48 | 3.182 | 3.206 | 3.243 | 3.303 | 14 |
| 15 | 30.00 | 21.2132 | 32.40 | 32.00 | 28.47 | 3.182 | 3.207 | 3.243 | 3.305 | 15 |
| 16 | 32.00 | 22.6274 | 34.40 | 34.00 | 30.47 | 3.183 | 3.207 | 3.244 | 3.306 | 16 |
| 17 | 34.00 | 24.0416 | 36.40 | 36.00 | 32.46 | 3.183 | 3.208 | 3.245 | 3.307 | 17 |
| 18 | 36.00 | 25.4558 | 38.40 | 38.00 | 34.46 | 3.183 | 3.208 | 3.246 | 3.308 | 18 |
| 19 | 38.00 | 26.8701 | 40.40 | 40.00 | 36.46 | 3.184 | 3.209 | 3.247 | 3.309 | 19 |
| 20 | 40.00 | 28.2843 | 42.40 | 42.00 | 38.45 | 3.184 | 3.209 | 3.247 | 3.311 | 20 |
| 21 | 42.00 | 29.6985 | 44.40 | 44.00 | 40.45 | 3.184 | 3.210 | 3.248 | 3.312 | 21 |
| 22 | 44.00 | 31.1127 | 46.40 | 46.00 | 42.45 | 3.184 | 3.210 | 3.249 | 3.313 | 22 |
| 23 | 46.00 | 32.5269 | 48.40 | 48.00 | 44.45 | 3.185 | 3.210 | 3.249 | 3.314 | 23 |
| 24 | 48.00 | 33.9411 | 50.40 | 50.00 | 46.44 | 3.185 | 3.211 | 3.250 | 3.315 | 24 |
| 25 | 50.00 | 35.3553 | 52.40 | 52.00 | 48.44 | 3.185 | 3.211 | 3.250 | 3.316 | 25 |
| 26 | 52.00 | 36.7696 | 54.40 | 54.00 | 50.44 | 3.185 | 3.212 | 3.251 | 3.317 | 26 |
| 27 | 54.00 | 38.1838 | 56.40 | 56.00 | 52.44 | 3.186 | 3.212 | 3.252 | 3.318 | 27 |
| 28 | 56.00 | 39.5980 | 58.40 | 58.00 | 54.44 | 3.186 | 3.212 | 3.252 | 3.319 | 28 |
| 29 | 58.00 | 41.0122 | 60.40 | 60.00 | 56.44 | 3.186 | 3.213 | 3.253 | 3.319 | 29 |
| 30 | 60.00 | 42.4264 | 62.40 | 62.00 | 58.43 | 3.186 | 3.213 | 3.253 | 3.320 | 30 |
| 31 | 62.00 | 43.8406 | 64.40 | 64.00 | 60.43 | 3.186 | 3.213 | 3.254 | 3.321 | 31 |
| 32 | 64.00 | 45.2548 | 66.40 | 66.00 | 62.43 | 3.187 | 3.214 | 3.254 | 3.322 | 32 |
| 33 | 66.00 | 46.6690 | 68.40 | 68.00 | 64.43 | 3.187 | 3.214 | 3.255 | 3.323 | 33 |
| 34 | 68.00 | 48.0833 | 70.40 | 70.00 | 66.43 | 3.187 | 3.214 | 3.255 | 3.324 | 34 |
| 35 | 70.00 | 49.4975 | 72.40 | 72.00 | 68.43 | 3.187 | 3.215 | 3.256 | 3.324 | 35 |
| 36 | 72.00 | 50.9117 | 74.40 | 74.00 | 70.43 | 3.187 | 3.215 | 3.256 | 3.325 | 36 |
| 37 | 74.00 | 52.3259 | 76.40 | 76.00 | 72.43 | 3.188 | 3.215 | 3.257 | 3.326 | 37 |
| 38 | 76.00 | 53.7401 | 78.40 | 78.00 | 74.43 | 3.188 | 3.216 | 3.257 | 3.327 | 38 |
| 39 | 78.00 | 55.1543 | 80.40 | 80.00 | 76.43 | 3.188 | 3.216 | 3.258 | 3.327 | 39 |
| 40 | 80.00 | 56.5685 | 82.40 | 82.00 | 78.43 | 3.188 | 3.216 | 3.258 | 3.328 | 40 |
| 41 | 82.00 | 57.9828 | 84.40 | 84.00 | 80.42 | 3.188 | 3.217 | 3.259 | 3.329 | 41 |
| 42 | 84.00 | 59.3970 | 86.40 | 86.00 | 82.42 | 3.189 | 3.217 | 3.259 | 3.330 | 42 |
| 43 | 86.00 | 60.8112 | 88.40 | 88.00 | 84.42 | 3.189 | 3.217 | 3.260 | 3.330 | 43 |
| 44 | 88.00 | 62.2254 | 90.40 | 90.00 | 86.42 | 3.189 | 3.217 | 3.260 | 3.331 | 44 |
| 45 | 90.00 | 63.6396 | 92.40 | 92.00 | 88.42 | 3.189 | 3.218 | 3.260 | 3.332 | 45 |
| 46 | 92.00 | 65.0538 | 94.40 | 94.00 | 90.42 | 3.189 | 3.218 | 3.261 | 3.332 | 46 |
| 47 | 94.00 | 66.4680 | 96.40 | 96.00 | 92.42 | 3.189 | 3.218 | 3.261 | 3.333 | 47 |
| 48 | 96.00 | 67.8822 | 98.40 | 98.00 | 94.42 | 3.190 | 3.218 | 3.262 | 3.334 | 48 |
| 49 | 98.00 | 69.2965 | 100.40 | 100.00 | 96.42 | 3.190 | 3.219 | 3.262 | 3.334 | 49 |
| 50 | 100.00 | 70.7107 | 102.40 | 102.00 | 98.42 | 3.190 | 3.219 | 3.262 | 3.335 | 50 |
| 51 | 102.00 | 72.1249 | 104.40 | 104.40 | 100.42 | 3.190 | 3.219 | 3.263 | 3.336 | 51 |
| 52 | 104.00 | 73.5391 | 106.40 | 106.40 | 102.42 | 3.190 | 3.219 | 3.263 | 3.336 | 52 |
| 53 | 106.00 | 74.9533 | 108.40 | 108.40 | 104.42 | 3.190 | 3.220 | 3.264 | 3.337 | 53 |
| 54 | 108.00 | 76.3675 | 110.40 | 110.40 | 106.42 | 3.191 | 3.220 | 3.264 | 3.337 | 54 |
| 55 | 110.00 | 77.7817 | 112.40 | 112.40 | 108.42 | 3.191 | 3.220 | 3.264 | 3.338 | 55 |

**表 7.4-87　45°内花键**

模数 $m=2.5$　作用齿槽宽最小值 $E_{V\min}=3.927$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_e$ 圆齿根 | 渐开线终止圆直径 $D_{Fi\min}$ | 小径 $D_{ri}$ | 实际齿槽宽最大值 $E_{\max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ | | | | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 4H | 5H | 6H | 7H | |
| 10 | 25.00 | 17.6777 | 28.00 | 27.50 | 23.14 | 3.969 | 3.994 | 4.032 | 4.095 | 10 |
| 11 | 27.50 | 19.4454 | 30.50 | 30.00 | 25.62 | 3.969 | 3.995 | 4.033 | 4.097 | 11 |
| 12 | 30.00 | 21.2132 | 33.00 | 32.50 | 28.11 | 3.970 | 3.995 | 4.034 | 4.098 | 12 |
| 13 | 32.50 | 22.9810 | 35.50 | 35.00 | 30.60 | 3.970 | 3.996 | 4.035 | 4.100 | 13 |
| 14 | 35.00 | 24.7487 | 38.00 | 37.50 | 33.10 | 3.971 | 3.997 | 4.036 | 4.101 | 14 |
| 15 | 37.50 | 26.5165 | 40.50 | 40.00 | 35.59 | 3.971 | 3.997 | 4.037 | 4.103 | 15 |
| 16 | 40.00 | 28.2843 | 43.00 | 42.50 | 38.08 | 3.971 | 3.998 | 4.038 | 4.104 | 16 |
| 17 | 42.50 | 30.0520 | 45.50 | 45.00 | 40.58 | 3.972 | 3.998 | 4.039 | 4.106 | 17 |
| 18 | 45.00 | 31.8198 | 48.00 | 47.50 | 43.07 | 3.972 | 3.999 | 4.039 | 4.107 | 18 |
| 19 | 47.50 | 33.5876 | 50.50 | 50.00 | 45.57 | 3.972 | 3.999 | 4.040 | 4.108 | 19 |
| 20 | 50.00 | 35.3553 | 53.00 | 52.50 | 48.07 | 3.973 | 4.000 | 4.041 | 4.109 | 20 |
| 21 | 52.50 | 37.1231 | 55.50 | 55.00 | 50.56 | 3.973 | 4.000 | 4.042 | 4.111 | 21 |
| 22 | 55.00 | 38.8909 | 58.00 | 57.50 | 53.06 | 3.973 | 4.001 | 4.042 | 4.112 | 22 |
| 23 | 57.50 | 40.6586 | 60.50 | 60.00 | 55.56 | 3.973 | 4.001 | 4.043 | 4.113 | 23 |
| 24 | 60.00 | 42.4264 | 63.00 | 62.50 | 58.05 | 3.974 | 4.002 | 4.044 | 4.114 | 24 |
| 25 | 62.50 | 44.1942 | 65.50 | 65.00 | 60.55 | 3.974 | 4.002 | 4.044 | 4.115 | 25 |
| 26 | 65.00 | 45.9619 | 68.00 | 67.50 | 63.05 | 3.974 | 4.003 | 4.045 | 4.116 | 26 |
| 27 | 67.50 | 47.7297 | 70.50 | 70.00 | 65.55 | 3.975 | 4.003 | 4.046 | 4.117 | 27 |
| 28 | 70.00 | 49.4975 | 73.00 | 72.50 | 68.05 | 3.975 | 4.003 | 4.046 | 4.118 | 28 |
| 29 | 72.50 | 51.2652 | 75.50 | 75.00 | 70.54 | 3.975 | 4.004 | 4.047 | 4.119 | 29 |
| 30 | 75.00 | 53.0330 | 78.00 | 77.50 | 73.04 | 3.975 | 4.004 | 4.048 | 4.120 | 30 |
| 31 | 77.50 | 54.8008 | 80.50 | 80.00 | 75.54 | 3.975 | 4.005 | 4.048 | 4.121 | 31 |
| 32 | 80.00 | 56.5685 | 83.00 | 82.50 | 78.04 | 3.976 | 4.005 | 4.049 | 4.122 | 32 |
| 33 | 82.50 | 58.3363 | 85.50 | 85.00 | 80.54 | 3.976 | 4.005 | 4.049 | 4.123 | 33 |
| 34 | 85.00 | 60.1041 | 88.00 | 87.50 | 83.04 | 3.976 | 4.006 | 4.050 | 4.124 | 34 |
| 35 | 87.50 | 61.8718 | 90.50 | 90.00 | 85.54 | 3.976 | 4.006 | 4.050 | 4.124 | 35 |
| 36 | 90.00 | 63.6396 | 93.00 | 92.50 | 88.04 | 3.977 | 4.006 | 4.051 | 4.125 | 36 |
| 37 | 92.50 | 65.4074 | 95.50 | 95.00 | 90.53 | 3.977 | 4.007 | 4.051 | 4.126 | 37 |
| 38 | 95.00 | 67.1751 | 98.00 | 97.50 | 93.03 | 3.977 | 4.007 | 4.052 | 4.127 | 38 |
| 39 | 97.50 | 68.9429 | 100.50 | 100.00 | 95.53 | 3.977 | 4.007 | 4.052 | 4.128 | 39 |
| 40 | 100.00 | 70.7107 | 103.00 | 102.50 | 98.03 | 3.977 | 4.008 | 4.053 | 4.129 | 40 |
| 41 | 102.50 | 72.4784 | 105.50 | 105.00 | 100.53 | 3.978 | 4.008 | 4.053 | 4.129 | 41 |
| 42 | 105.00 | 74.2462 | 108.00 | 107.50 | 103.03 | 3.978 | 4.008 | 4.054 | 4.130 | 42 |
| 43 | 107.50 | 76.0140 | 110.50 | 110.00 | 105.53 | 3.978 | 4.009 | 4.054 | 4.131 | 43 |
| 44 | 110.00 | 77.7817 | 113.00 | 112.50 | 108.03 | 3.978 | 4.009 | 4.055 | 4.132 | 44 |
| 45 | 112.50 | 79.5495 | 115.50 | 115.00 | 110.53 | 3.978 | 4.009 | 4.055 | 4.132 | 45 |
| 46 | 115.00 | 81.3173 | 118.00 | 117.50 | 113.03 | 3.979 | 4.009 | 4.056 | 4.133 | 46 |
| 47 | 117.50 | 83.0850 | 120.50 | 120.00 | 115.53 | 3.979 | 4.010 | 4.056 | 4.134 | 47 |
| 48 | 120.00 | 84.8528 | 123.00 | 122.50 | 118.03 | 3.979 | 4.010 | 4.057 | 4.135 | 48 |
| 49 | 122.50 | 86.6206 | 125.50 | 125.00 | 120.53 | 3.979 | 4.010 | 4.057 | 4.135 | 49 |
| 50 | 125.00 | 88.3883 | 128.00 | 127.50 | 123.03 | 3.979 | 4.011 | 4.058 | 4.136 | 50 |
| 51 | 127.50 | 90.1561 | 130.50 | 130.00 | 125.52 | 3.979 | 4.011 | 4.058 | 4.137 | 51 |
| 52 | 130.00 | 91.9239 | 133.00 | 132.50 | 128.02 | 3.980 | 4.011 | 4.058 | 4.137 | 52 |
| 53 | 132.50 | 93.6916 | 135.50 | 135.00 | 130.52 | 3.980 | 4.011 | 4.059 | 4.138 | 53 |
| 54 | 135.00 | 95.4594 | 138.00 | 137.50 | 133.02 | 3.980 | 4.012 | 4.059 | 4.139 | 54 |
| 55 | 137.50 | 97.2272 | 140.50 | 140.00 | 135.52 | 3.980 | 4.012 | 4.060 | 4.139 | 55 |

**表 7.4-88　45°外花键**

模数 $m=0.25$　作用齿厚最大值 $S_{v\max}=0.393$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ev}$ | 渐开线起始圆直径 $D_{F\max}$ | 小径 $D_{ie}$ 圆齿根 | 实际齿厚最小值 $S_{\min}=S_{v\max}-(T+\lambda)$ | | | | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 4H | 5H | 6H | 7H | |
| 10 | 2.50 | 1.7678 | 2.70 | 2.26 | 2.20 | 0.373 | 0.362 | 0.344 | 0.315 | 10 |
| 11 | 2.75 | 1.9445 | 2.95 | 2.51 | 2.45 | 0.373 | 0.361 | 0.344 | 0.315 | 11 |
| 12 | 3.00 | 2.1213 | 3.20 | 2.76 | 2.70 | 0.373 | 0.361 | 0.343 | 0.314 | 12 |
| 13 | 3.25 | 2.2981 | 3.45 | 3.01 | 2.95 | 0.373 | 0.361 | 0.343 | 0.313 | 13 |
| 14 | 3.50 | 2.4749 | 3.70 | 3.26 | 3.20 | 0.373 | 0.361 | 0.343 | 0.312 | 14 |
| 15 | 3.75 | 2.6517 | 3.95 | 3.51 | 3.45 | 0.372 | 0.360 | 0.342 | 0.312 | 15 |
| 16 | 4.00 | 2.8284 | 4.20 | 3.76 | 3.70 | 0.372 | 0.360 | 0.342 | 0.311 | 16 |
| 17 | 4.25 | 3.0052 | 4.45 | 4.01 | 3.95 | 0.372 | 0.360 | 0.341 | 0.311 | 17 |
| 18 | 4.50 | 3.1820 | 4.70 | 4.26 | 4.20 | 0.372 | 0.360 | 0.341 | 0.310 | 18 |
| 19 | 4.75 | 3.3588 | 4.95 | 4.51 | 4.45 | 0.372 | 0.359 | 0.341 | 0.309 | 19 |
| 20 | 5.00 | 3.5355 | 5.20 | 4.76 | 4.70 | 0.372 | 0.359 | 0.340 | 0.309 | 20 |
| 21 | 5.25 | 3.7123 | 5.45 | 5.01 | 4.95 | 0.372 | 0.359 | 0.340 | 0.308 | 21 |
| 22 | 5.50 | 3.8891 | 5.70 | 5.26 | 5.20 | 0.372 | 0.359 | 0.340 | 0.308 | 22 |
| 23 | 5.75 | 4.0659 | 5.95 | 5.51 | 5.45 | 0.371 | 0.359 | 0.339 | 0.307 | 23 |
| 24 | 6.00 | 4.2426 | 6.20 | 5.76 | 5.70 | 0.371 | 0.358 | 0.339 | 0.307 | 24 |
| 25 | 6.25 | 4.4194 | 6.45 | 6.01 | 5.95 | 0.371 | 0.358 | 0.339 | 0.307 | 25 |
| 26 | 6.50 | 4.5962 | 6.70 | 6.25 | 6.20 | 0.371 | 0.358 | 0.339 | 0.306 | 26 |
| 27 | 6.75 | 4.7730 | 6.95 | 6.50 | 6.45 | 0.371 | 0.358 | 0.338 | 0.306 | 27 |
| 28 | 7.00 | 4.9497 | 7.20 | 6.75 | 6.70 | 0.371 | 0.358 | 0.338 | 0.305 | 28 |
| 29 | 7.25 | 5.1265 | 7.45 | 7.00 | 6.95 | 0.371 | 0.358 | 0.338 | 0.305 | 29 |
| 30 | 7.50 | 5.3033 | 7.70 | 7.25 | 7.20 | 0.371 | 0.357 | 0.338 | 0.304 | 30 |
| 31 | 7.75 | 5.4801 | 7.95 | 7.50 | 7.45 | 0.371 | 0.357 | 0.337 | 0.304 | 31 |
| 32 | 8.00 | 5.6569 | 8.20 | 7.75 | 7.70 | 0.370 | 0.357 | 0.337 | 0.304 | 32 |
| 33 | 8.25 | 5.8336 | 8.45 | 8.00 | 7.95 | 0.370 | 0.357 | 0.337 | 0.303 | 33 |
| 34 | 8.50 | 6.0104 | 8.70 | 8.25 | 8.20 | 0.370 | 0.357 | 0.337 | 0.303 | 34 |
| 35 | 8.75 | 6.1872 | 8.95 | 8.50 | 8.45 | 0.370 | 0.357 | 0.336 | 0.302 | 35 |
| 36 | 9.00 | 6.3640 | 9.20 | 8.75 | 8.70 | 0.370 | 0.356 | 0.336 | 0.302 | 36 |
| 37 | 9.25 | 6.5407 | 9.45 | 9.00 | 8.95 | 0.370 | 0.356 | 0.336 | 0.302 | 37 |
| 38 | 9.50 | 6.7175 | 9.70 | 9.25 | 9.20 | 0.370 | 0.356 | 0.336 | 0.301 | 38 |
| 39 | 9.75 | 6.8943 | 9.95 | 9.50 | 9.45 | 0.370 | 0.356 | 0.335 | 0.301 | 39 |
| 40 | 10.00 | 7.0711 | 10.20 | 9.75 | 9.70 | 0.370 | 0.356 | 0.335 | 0.301 | 40 |
| 41 | 10.25 | 7.2478 | 10.45 | 10.00 | 9.95 | 0.370 | 0.356 | 0.335 | 0.300 | 41 |
| 42 | 10.50 | 7.4246 | 10.70 | 10.25 | 10.20 | 0.370 | 0.356 | 0.335 | 0.300 | 42 |
| 43 | 10.75 | 7.6014 | 10.95 | 10.50 | 10.45 | 0.369 | 0.356 | 0.335 | 0.300 | 43 |
| 44 | 11.00 | 7.7782 | 11.20 | 10.75 | 10.70 | 0.369 | 0.355 | 0.334 | 0.299 | 44 |
| 45 | 11.25 | 7.9550 | 11.45 | 11.00 | 10.95 | 0.369 | 0.355 | 0.334 | 0.299 | 45 |
| 46 | 11.50 | 8.1317 | 11.70 | 11.25 | 11.20 | 0.369 | 0.355 | 0.334 | 0.299 | 46 |
| 47 | 11.75 | 8.3085 | 11.95 | 11.50 | 11.45 | 0.369 | 0.355 | 0.334 | 0.299 | 47 |
| 48 | 12.00 | 8.4853 | 12.20 | 11.75 | 11.70 | 0.369 | 0.355 | 0.334 | 0.298 | 48 |
| 49 | 12.25 | 8.6621 | 12.45 | 12.00 | 11.95 | 0.369 | 0.355 | 0.333 | 0.298 | 49 |
| 50 | 12.50 | 8.8388 | 12.70 | 12.25 | 12.20 | 0.369 | 0.355 | 0.333 | 0.298 | 50 |
| 51 | 12.75 | 9.0156 | 12.95 | 12.50 | 12.45 | 0.369 | 0.355 | 0.333 | 0.297 | 51 |
| 52 | 13.00 | 9.1924 | 13.20 | 12.75 | 12.70 | 0.369 | 0.354 | 0.333 | 0.297 | 52 |
| 53 | 13.25 | 9.3692 | 13.45 | 13.00 | 12.95 | 0.369 | 0.354 | 0.333 | 0.297 | 53 |
| 54 | 13.50 | 9.5459 | 13.70 | 13.25 | 13.20 | 0.369 | 0.354 | 0.333 | 0.297 | 54 |
| 55 | 13.75 | 9.7227 | 13.95 | 13.50 | 13.45 | 0.369 | 0.354 | 0.332 | 0.296 | 55 |

**表 7.4-89　45°外花键**

模数 $m=0.5$　作用齿厚最大值 $S_{Vmax}=0.785$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ee}$ | 渐开线起始圆直径 $D_{Femax}$ | 小径 $D_{ie}$ 圆齿根 | 实际齿厚最小值 $S_{min}=S_{Vmax}-(T+\lambda)$ | | | | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 4H | 5H | 6H | 7H | |
| 10 | 5.00 | 3.5355 | 5.40 | 4.53 | 4.40 | 0.761 | 0.746 | 0.724 | 0.688 | 10 |
| 11 | 5.50 | 3.8891 | 5.90 | 5.02 | 4.90 | 0.761 | 0.746 | 0.724 | 0.687 | 11 |
| 12 | 6.00 | 4.2426 | 6.40 | 5.52 | 5.40 | 0.761 | 0.746 | 0.723 | 0.686 | 12 |
| 13 | 6.50 | 4.5962 | 6.90 | 6.02 | 5.90 | 0.760 | 0.745 | 0.723 | 0.685 | 13 |
| 14 | 7.00 | 4.9497 | 7.40 | 6.52 | 6.40 | 0.760 | 0.745 | 0.722 | 0.684 | 14 |
| 15 | 7.50 | 5.3033 | 7.90 | 7.02 | 6.90 | 0.760 | 0.745 | 0.722 | 0.683 | 15 |
| 16 | 8.00 | 5.6569 | 8.40 | 7.52 | 7.40 | 0.760 | 0.744 | 0.721 | 0.683 | 16 |
| 17 | 8.50 | 6.0104 | 8.90 | 8.02 | 7.90 | 0.759 | 0.744 | 0.721 | 0.682 | 17 |
| 18 | 9.00 | 6.3640 | 9.40 | 8.51 | 8.40 | 0.759 | 0.744 | 0.720 | 0.681 | 18 |
| 19 | 9.50 | 6.7175 | 9.90 | 9.01 | 8.90 | 0.759 | 0.743 | 0.720 | 0.680 | 19 |
| 20 | 10.00 | 7.0711 | 10.40 | 9.51 | 9.40 | 0.759 | 0.743 | 0.719 | 0.680 | 20 |
| 21 | 10.50 | 7.4246 | 10.90 | 10.01 | 9.90 | 0.759 | 0.743 | 0.719 | 0.679 | 21 |
| 22 | 11.00 | 7.7782 | 11.40 | 10.51 | 10.40 | 0.759 | 0.743 | 0.719 | 0.678 | 22 |
| 23 | 11.50 | 8.1317 | 11.90 | 11.01 | 10.90 | 0.758 | 0.742 | 0.718 | 0.678 | 23 |
| 24 | 12.00 | 8.4853 | 12.40 | 11.51 | 11.40 | 0.758 | 0.742 | 0.718 | 0.677 | 24 |
| 25 | 12.50 | 8.8388 | 12.90 | 12.01 | 11.90 | 0.758 | 0.742 | 0.717 | 0.677 | 25 |
| 26 | 13.00 | 9.1924 | 13.40 | 12.51 | 12.40 | 0.758 | 0.742 | 0.717 | 0.676 | 26 |
| 27 | 13.50 | 9.5459 | 13.90 | 13.01 | 12.90 | 0.758 | 0.741 | 0.717 | 0.675 | 27 |
| 28 | 14.00 | 9.8995 | 14.40 | 13.51 | 13.40 | 0.758 | 0.741 | 0.716 | 0.675 | 28 |
| 29 | 14.50 | 10.2530 | 14.90 | 14.01 | 13.90 | 0.758 | 0.741 | 0.716 | 0.674 | 29 |
| 30 | 15.00 | 10.6066 | 15.40 | 14.51 | 14.40 | 0.758 | 0.741 | 0.716 | 0.674 | 30 |
| 31 | 15.50 | 10.9602 | 15.90 | 15.01 | 14.90 | 0.757 | 0.741 | 0.715 | 0.673 | 31 |
| 32 | 16.00 | 11.3137 | 16.40 | 15.51 | 15.40 | 0.757 | 0.740 | 0.715 | 0.673 | 32 |
| 33 | 16.50 | 11.6673 | 16.90 | 16.01 | 15.90 | 0.757 | 0.740 | 0.715 | 0.672 | 33 |
| 34 | 17.00 | 12.0208 | 17.40 | 16.51 | 16.40 | 0.757 | 0.740 | 0.714 | 0.672 | 34 |
| 35 | 17.50 | 12.3744 | 17.90 | 17.01 | 16.90 | 0.757 | 0.740 | 0.714 | 0.671 | 35 |
| 36 | 18.00 | 12.7279 | 18.40 | 17.51 | 17.40 | 0.757 | 0.740 | 0.714 | 0.671 | 36 |
| 37 | 18.50 | 13.0815 | 18.90 | 18.01 | 17.90 | 0.757 | 0.739 | 0.714 | 0.671 | 37 |
| 38 | 19.00 | 13.4350 | 19.40 | 18.51 | 18.40 | 0.757 | 0.739 | 0.713 | 0.670 | 38 |
| 39 | 19.50 | 13.7886 | 19.90 | 19.01 | 18.90 | 0.756 | 0.739 | 0.713 | 0.670 | 39 |
| 40 | 20.00 | 14.1421 | 20.40 | 19.51 | 19.40 | 0.756 | 0.739 | 0.713 | 0.669 | 40 |
| 41 | 20.50 | 14.4957 | 20.90 | 20.01 | 19.90 | 0.756 | 0.739 | 0.713 | 0.669 | 41 |
| 42 | 21.00 | 14.8492 | 21.40 | 20.51 | 20.40 | 0.756 | 0.739 | 0.712 | 0.668 | 42 |
| 43 | 21.50 | 15.2028 | 21.90 | 21.01 | 20.90 | 0.756 | 0.738 | 0.712 | 0.668 | 43 |
| 44 | 22.00 | 15.5563 | 22.40 | 21.51 | 21.40 | 0.756 | 0.738 | 0.712 | 0.668 | 44 |
| 45 | 22.50 | 15.9099 | 22.90 | 22.01 | 21.90 | 0.756 | 0.738 | 0.712 | 0.667 | 45 |
| 46 | 23.00 | 16.2635 | 23.40 | 22.51 | 22.40 | 0.756 | 0.738 | 0.711 | 0.667 | 46 |
| 47 | 23.50 | 16.6170 | 23.90 | 23.01 | 22.90 | 0.756 | 0.738 | 0.711 | 0.666 | 47 |
| 48 | 24.00 | 16.9706 | 24.40 | 23.51 | 23.40 | 0.756 | 0.738 | 0.711 | 0.666 | 48 |
| 49 | 24.50 | 17.3241 | 24.90 | 24.01 | 23.90 | 0.755 | 0.737 | 0.711 | 0.666 | 49 |
| 50 | 25.00 | 17.6777 | 25.40 | 24.51 | 24.40 | 0.755 | 0.737 | 0.710 | 0.665 | 50 |
| 51 | 25.50 | 18.0312 | 25.90 | 25.00 | 24.90 | 0.755 | 0.737 | 0.710 | 0.665 | 51 |
| 52 | 26.00 | 18.3848 | 26.40 | 25.50 | 25.40 | 0.755 | 0.737 | 0.710 | 0.665 | 52 |
| 53 | 26.50 | 18.7383 | 26.90 | 26.00 | 25.90 | 0.755 | 0.737 | 0.710 | 0.664 | 53 |
| 54 | 27.00 | 19.0919 | 27.40 | 26.50 | 26.40 | 0.755 | 0.737 | 0.709 | 0.664 | 54 |
| 55 | 27.50 | 19.4454 | 27.90 | 27.00 | 26.90 | 0.755 | 0.737 | 0.709 | 0.663 | 55 |

**表 7.4-90　45°外花键**

模数 $m=0.75$　作用齿厚最大值 $S_{V\max}=1.178$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_a$ | 渐开线起始圆直径 $D_{F\max}$ | 小径 $D_{ie}$ 圆齿根 | 实际齿厚最小值 $S_{\min}=S_{V\max}-(T+\lambda)$ | | | | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 4H | 5H | 6H | 7H | |
| 10 | 7.50 | 5.3033 | 8.10 | 6.79 | 6.60 | 1.150 | 1.133 | 1.108 | 1.066 | 10 |
| 11 | 8.25 | 5.8336 | 8.85 | 7.54 | 7.35 | 1.150 | 1.133 | 1.108 | 1.065 | 11 |
| 12 | 9.00 | 6.3640 | 9.60 | 8.28 | 8.10 | 1.150 | 1.132 | 1.107 | 1.064 | 12 |
| 13 | 9.75 | 6.8943 | 10.35 | 9.03 | 8.85 | 1.149 | 1.132 | 1.106 | 1.063 | 13 |
| 14 | 10.50 | 7.4246 | 11.10 | 9.78 | 9.60 | 1.149 | 1.132 | 1.106 | 1.062 | 14 |
| 15 | 11.25 | 7.9550 | 11.85 | 10.53 | 10.35 | 1.149 | 1.131 | 1.105 | 1.061 | 15 |
| 16 | 12.00 | 8.4853 | 12.60 | 11.27 | 11.10 | 1.149 | 1.131 | 1.104 | 1.060 | 16 |
| 17 | 12.75 | 9.0156 | 13.35 | 12.02 | 11.85 | 1.148 | 1.131 | 1.104 | 1.059 | 17 |
| 18 | 13.50 | 9.5459 | 14.10 | 12.77 | 12.60 | 1.148 | 1.130 | 1.103 | 1.059 | 18 |
| 19 | 14.25 | 10.0763 | 14.85 | 13.52 | 13.35 | 1.148 | 1.130 | 1.103 | 1.058 | 19 |
| 20 | 15.00 | 10.6066 | 15.60 | 14.27 | 14.10 | 1.148 | 1.130 | 1.102 | 1.057 | 20 |
| 21 | 15.75 | 11.1369 | 16.35 | 15.02 | 14.85 | 1.148 | 1.129 | 1.102 | 1.056 | 21 |
| 22 | 16.50 | 11.6673 | 17.10 | 15.77 | 15.60 | 1.147 | 1.129 | 1.101 | 1.055 | 22 |
| 23 | 17.25 | 12.1976 | 17.85 | 16.52 | 16.35 | 1.147 | 1.129 | 1.101 | 1.055 | 23 |
| 24 | 18.00 | 12.7279 | 18.60 | 17.27 | 17.10 | 1.147 | 1.128 | 1.101 | 1.054 | 24 |
| 25 | 18.75 | 13.2583 | 19.35 | 18.02 | 17.85 | 1.147 | 1.128 | 1.100 | 1.053 | 25 |
| 26 | 19.50 | 13.7886 | 20.10 | 18.76 | 18.60 | 1.147 | 1.128 | 1.100 | 1.053 | 26 |
| 27 | 20.25 | 14.3189 | 20.85 | 19.51 | 19.35 | 1.147 | 1.128 | 1.099 | 1.052 | 27 |
| 28 | 21.00 | 14.8492 | 21.60 | 20.26 | 20.10 | 1.146 | 1.127 | 1.099 | 1.051 | 28 |
| 29 | 21.75 | 15.3796 | 22.35 | 21.01 | 20.85 | 1.146 | 1.127 | 1.099 | 1.051 | 29 |
| 30 | 22.50 | 15.9099 | 23.10 | 21.76 | 21.60 | 1.146 | 1.127 | 1.098 | 1.050 | 30 |
| 31 | 23.25 | 16.4402 | 23.85 | 22.51 | 22.35 | 1.146 | 1.127 | 1.098 | 1.050 | 31 |
| 32 | 24.00 | 16.9706 | 24.60 | 23.26 | 23.10 | 1.146 | 1.126 | 1.097 | 1.049 | 32 |
| 33 | 24.75 | 17.5009 | 25.35 | 24.01 | 23.85 | 1.146 | 1.126 | 1.097 | 1.048 | 33 |
| 34 | 25.50 | 18.0312 | 26.10 | 24.76 | 24.60 | 1.146 | 1.126 | 1.097 | 1.048 | 34 |
| 35 | 26.25 | 18.5616 | 26.85 | 25.51 | 25.35 | 1.145 | 1.126 | 1.096 | 1.047 | 35 |
| 36 | 27.00 | 19.0919 | 27.60 | 26.26 | 26.10 | 1.145 | 1.126 | 1.096 | 1.047 | 36 |
| 37 | 27.75 | 19.6222 | 28.35 | 27.01 | 26.85 | 1.145 | 1.125 | 1.096 | 1.046 | 37 |
| 38 | 28.50 | 20.1525 | 29.10 | 27.76 | 27.60 | 1.145 | 1.125 | 1.095 | 1.046 | 38 |
| 39 | 29.25 | 20.6829 | 29.85 | 28.51 | 28.35 | 1.145 | 1.125 | 1.095 | 1.045 | 39 |
| 40 | 30.00 | 21.2132 | 30.60 | 29.26 | 29.10 | 1.145 | 1.125 | 1.095 | 1.045 | 40 |
| 41 | 30.75 | 21.7435 | 31.35 | 30.01 | 29.85 | 1.145 | 1.125 | 1.094 | 1.044 | 41 |
| 42 | 31.50 | 22.2739 | 32.10 | 30.76 | 30.60 | 1.145 | 1.124 | 1.094 | 1.044 | 42 |
| 43 | 32.25 | 22.8042 | 32.85 | 31.51 | 31.35 | 1.144 | 1.124 | 1.094 | 1.043 | 43 |
| 44 | 33.00 | 23.3345 | 33.60 | 32.26 | 32.10 | 1.144 | 1.124 | 1.094 | 1.043 | 44 |
| 45 | 33.75 | 23.8649 | 34.35 | 33.01 | 32.85 | 1.144 | 1.124 | 1.093 | 1.042 | 45 |
| 46 | 34.50 | 24.3952 | 35.10 | 33.76 | 33.60 | 1.144 | 1.124 | 1.093 | 1.042 | 46 |
| 47 | 35.25 | 24.9255 | 35.85 | 34.51 | 34.35 | 1.144 | 1.123 | 1.093 | 1.042 | 47 |
| 48 | 36.00 | 25.4558 | 36.60 | 35.26 | 35.10 | 1.144 | 1.123 | 1.092 | 1.041 | 48 |
| 49 | 36.75 | 25.9862 | 37.35 | 36.01 | 35.85 | 1.144 | 1.123 | 1.092 | 1.041 | 49 |
| 50 | 37.50 | 26.5165 | 38.10 | 36.76 | 36.60 | 1.144 | 1.123 | 1.092 | 1.040 | 50 |
| 51 | 38.25 | 27.0468 | 38.85 | 37.51 | 37.35 | 1.144 | 1.123 | 1.092 | 1.040 | 51 |
| 52 | 39.00 | 27.5772 | 39.60 | 38.26 | 38.10 | 1.143 | 1.123 | 1.091 | 1.039 | 52 |
| 53 | 39.75 | 28.1075 | 40.35 | 39.01 | 38.85 | 1.143 | 1.122 | 1.091 | 1.039 | 53 |
| 54 | 40.50 | 28.6378 | 41.10 | 39.76 | 39.60 | 1.143 | 1.122 | 1.091 | 1.039 | 51 |
| 55 | 41.25 | 29.1682 | 41.85 | 40.51 | 40.35 | 1.143 | 1.122 | 1.091 | 1.038 | 55 |

**表 7.4-91　45°外花键**

模数 $m=1$　作用齿厚最大值 $S_{V\max}=1.571$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ae}$ | 渐开线起始圆直径 $D_{Fe\max}$ | 小径 $D_{ie}$ 圆齿根 | 实际齿厚最小值 $S_{\min}=S_{V\max}-(T+\lambda)$ | | | | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 4H | 5H | 6H | 7H | |
| 10 | 10.00 | 7.0711 | 10.80 | 9.06 | 8.80 | 1.540 | 1.522 | 1.494 | 1.448 | 10 |
| 11 | 11.00 | 7.7782 | 11.80 | 10.05 | 9.80 | 1.540 | 1.521 | 1.493 | 1.446 | 11 |
| 12 | 12.00 | 8.4853 | 12.80 | 11.05 | 10.80 | 1.539 | 1.521 | 1.492 | 1.445 | 12 |
| 13 | 13.00 | 9.1924 | 13.80 | 12.04 | 11.80 | 1.539 | 1.520 | 1.492 | 1.444 | 13 |
| 14 | 14.00 | 9.8995 | 14.80 | 13.04 | 12.80 | 1.539 | 1.520 | 1.491 | 1.443 | 14 |
| 15 | 15.00 | 10.6066 | 15.80 | 14.04 | 13.80 | 1.539 | 1.519 | 1.490 | 1.442 | 15 |
| 16 | 16.00 | 11.3137 | 16.80 | 15.03 | 14.80 | 1.538 | 1.519 | 1.490 | 1.441 | 16 |
| 17 | 17.00 | 12.0208 | 17.80 | 16.03 | 15.80 | 1.538 | 1.518 | 1.489 | 1.440 | 17 |
| 18 | 18.00 | 12.7279 | 18.80 | 17.03 | 16.80 | 1.538 | 1.518 | 1.488 | 1.439 | 18 |
| 19 | 19.00 | 13.4350 | 19.80 | 18.03 | 17.80 | 1.538 | 1.518 | 1.488 | 1.438 | 19 |
| 20 | 20.00 | 14.1421 | 20.80 | 19.03 | 18.80 | 1.537 | 1.517 | 1.487 | 1.437 | 20 |
| 21 | 21.00 | 14.8492 | 21.80 | 20.02 | 19.80 | 1.537 | 1.517 | 1.487 | 1.436 | 21 |
| 22 | 22.00 | 15.5563 | 22.80 | 21.02 | 20.80 | 1.537 | 1.517 | 1.486 | 1.436 | 22 |
| 23 | 23.00 | 16.2635 | 23.80 | 22.02 | 21.80 | 1.537 | 1.516 | 1.486 | 1.435 | 23 |
| 24 | 24.00 | 16.9706 | 24.80 | 23.02 | 22.80 | 1.537 | 1.516 | 1.845 | 1.434 | 24 |
| 25 | 25.00 | 17.6777 | 25.80 | 24.02 | 23.80 | 1.536 | 1.516 | 1.485 | 1.433 | 25 |
| 26 | 26.00 | 18.3848 | 26.80 | 25.02 | 24.80 | 1.536 | 1.515 | 1.484 | 1.433 | 26 |
| 27 | 27.00 | 19.0919 | 27.80 | 26.02 | 25.80 | 1.536 | 1.515 | 1.484 | 1.432 | 27 |
| 28 | 28.00 | 19.7990 | 28.80 | 27.02 | 26.80 | 1.536 | 1.515 | 1.484 | 1.431 | 28 |
| 29 | 29.00 | 20.5061 | 29.80 | 28.02 | 27.80 | 1.536 | 1.515 | 1.483 | 1.430 | 29 |
| 30 | 30.00 | 21.2132 | 30.80 | 29.02 | 28.80 | 1.536 | 1.514 | 1.483 | 1.430 | 30 |
| 31 | 31.00 | 21.9203 | 31.80 | 30.02 | 29.80 | 1.535 | 1.514 | 1.482 | 1.429 | 31 |
| 32 | 32.00 | 22.6274 | 32.80 | 31.02 | 30.80 | 1.535 | 1.514 | 1.482 | 1.429 | 32 |
| 33 | 33.00 | 23.3345 | 33.80 | 32.02 | 31.80 | 1.535 | 1.514 | 1.481 | 1.428 | 33 |
| 34 | 34.00 | 24.0416 | 34.80 | 33.02 | 32.80 | 1.535 | 1.513 | 1.481 | 1.427 | 34 |
| 35 | 35.00 | 24.7487 | 35.80 | 34.01 | 33.80 | 1.535 | 1.513 | 1.481 | 1.427 | 35 |
| 36 | 36.00 | 25.4558 | 36.80 | 35.01 | 34.80 | 1.535 | 1.513 | 1.480 | 1.426 | 36 |
| 37 | 37.00 | 26.1629 | 37.80 | 36.01 | 35.80 | 1.534 | 1.513 | 1.480 | 1.425 | 37 |
| 38 | 38.00 | 26.8701 | 38.80 | 37.01 | 36.80 | 1.534 | 1.512 | 1.480 | 1.425 | 38 |
| 39 | 39.00 | 27.5772 | 39.80 | 38.01 | 37.80 | 1.534 | 1.512 | 1.479 | 1.424 | 39 |
| 40 | 40.00 | 28.2843 | 40.80 | 39.01 | 38.80 | 1.534 | 1.512 | 1.479 | 1.424 | 40 |
| 41 | 41.00 | 28.9914 | 41.80 | 40.01 | 39.80 | 1.534 | 1.512 | 1.479 | 1.423 | 41 |
| 42 | 42.00 | 29.6985 | 42.80 | 41.01 | 40.80 | 1.534 | 1.512 | 1.478 | 1.423 | 42 |
| 43 | 43.00 | 30.4056 | 43.80 | 42.01 | 41.80 | 1.534 | 1.511 | 1.478 | 1.422 | 43 |
| 44 | 44.00 | 31.1127 | 44.80 | 43.01 | 42.80 | 1.534 | 1.511 | 1.478 | 1.422 | 44 |
| 45 | 45.00 | 31.8198 | 45.80 | 44.01 | 43.80 | 1.533 | 1.511 | 1.477 | 1.421 | 45 |
| 46 | 46.00 | 32.5269 | 46.80 | 45.01 | 44.80 | 1.533 | 1.511 | 1.477 | 1.421 | 46 |
| 47 | 47.00 | 33.2340 | 47.80 | 46.01 | 45.80 | 1.533 | 1.511 | 1.477 | 1.420 | 47 |
| 48 | 48.00 | 33.9411 | 48.80 | 47.01 | 46.80 | 1.533 | 1.510 | 1.476 | 1.420 | 48 |
| 49 | 49.00 | 34.6482 | 49.80 | 48.01 | 47.80 | 1.533 | 1.510 | 1.476 | 1.419 | 49 |
| 50 | 50.00 | 35.3553 | 50.80 | 49.01 | 48.80 | 1.533 | 1.510 | 1.476 | 1.419 | 50 |
| 51 | 51.00 | 36.0624 | 51.80 | 50.01 | 49.80 | 1.533 | 1.510 | 1.475 | 1.418 | 51 |
| 52 | 52.00 | 36.7696 | 52.80 | 51.01 | 50.80 | 1.533 | 1.510 | 1.475 | 1.418 | 52 |
| 53 | 53.00 | 37.4767 | 53.80 | 52.01 | 51.80 | 1.532 | 1.509 | 1.475 | 1.417 | 53 |
| 54 | 54.00 | 38.1838 | 54.80 | 53.01 | 52.80 | 1.532 | 1.509 | 1.475 | 1.417 | 54 |
| 55 | 55.00 | 38.8909 | 55.80 | 54.01 | 53.80 | 1.532 | 1.509 | 1.474 | 1.416 | 55 |

**表 7.4-92　45°外花键**

模数 $m=1.25$　作用齿厚最大值 $S_{V\max}=1.963$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ae}$ | 渐开线起始圆直径 $D_{F\max}$ | 小径 $D_{ie}$ 圆齿根 | 实际齿厚最小值 $S_{\min}=S_{V\max}-(T+\lambda)$ 4H | 5H | 6H | 7H | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 12.50 | 8.8388 | 13.50 | 11.32 | 11.00 | 1.930 | 1.910 | 1.881 | 1.831 | 10 |
| 11 | 13.75 | 9.7227 | 14.75 | 12.56 | 12.25 | 1.930 | 1.910 | 1.880 | 1.829 | 11 |
| 12 | 15.00 | 10.6066 | 16.00 | 13.81 | 13.50 | 1.930 | 1.909 | 1.879 | 1.828 | 12 |
| 13 | 16.25 | 11.4905 | 17.25 | 15.05 | 14.75 | 1.929 | 1.909 | 1.878 | 1.827 | 13 |
| 14 | 17.50 | 12.3744 | 18.50 | 16.30 | 16.00 | 1.929 | 1.908 | 1.877 | 1.826 | 14 |
| 15 | 18.75 | 13.2583 | 19.75 | 17.54 | 17.25 | 1.929 | 1.908 | 1.877 | 1.825 | 15 |
| 16 | 20.00 | 14.1421 | 21.00 | 18.79 | 18.50 | 1.928 | 1.907 | 1.876 | 1.823 | 16 |
| 17 | 21.25 | 15.0260 | 22.25 | 20.04 | 19.75 | 1.928 | 1.907 | 1.875 | 1.822 | 17 |
| 18 | 22.50 | 15.9099 | 23.50 | 21.29 | 21.00 | 1.928 | 1.907 | 1.875 | 1.821 | 18 |
| 19 | 23.75 | 16.7938 | 24.75 | 22.53 | 22.25 | 1.928 | 1.906 | 1.874 | 1.820 | 19 |
| 20 | 25.00 | 17.6777 | 26.00 | 23.78 | 23.50 | 1.927 | 1.906 | 1.873 | 1.819 | 20 |
| 21 | 26.25 | 18.5616 | 27.25 | 25.03 | 24.75 | 1.927 | 1.906 | 1.873 | 1.819 | 21 |
| 22 | 27.50 | 19.4454 | 28.50 | 26.28 | 26.00 | 1.927 | 1.905 | 1.872 | 1.818 | 22 |
| 23 | 28.75 | 20.3293 | 29.75 | 27.53 | 27.25 | 1.927 | 1.905 | 1.872 | 1.817 | 23 |
| 24 | 30.00 | 21.2132 | 31.00 | 28.78 | 28.50 | 1.927 | 1.904 | 1.871 | 1.816 | 24 |
| 25 | 31.25 | 22.0971 | 32.25 | 30.03 | 29.75 | 1.926 | 1.904 | 1.871 | 1.815 | 25 |
| 26 | 32.50 | 22.9810 | 33.50 | 31.27 | 31.00 | 1.926 | 1.904 | 1.870 | 1.814 | 26 |
| 27 | 33.75 | 23.8649 | 34.75 | 32.52 | 32.25 | 1.926 | 1.904 | 1.870 | 1.814 | 27 |
| 28 | 35.00 | 24.7487 | 36.00 | 33.77 | 33.50 | 1.926 | 1.903 | 1.869 | 1.813 | 28 |
| 29 | 36.25 | 25.6326 | 37.25 | 35.02 | 34.75 | 1.926 | 1.903 | 1.869 | 1.812 | 29 |
| 30 | 37.50 | 26.5165 | 38.50 | 36.27 | 36.00 | 1.925 | 1.903 | 1.868 | 1.811 | 30 |
| 31 | 38.75 | 27.4004 | 39.75 | 37.52 | 37.25 | 1.925 | 1.902 | 1.868 | 1.811 | 31 |
| 32 | 40.00 | 28.2843 | 41.00 | 38.77 | 38.50 | 1.925 | 1.902 | 1.868 | 1.810 | 32 |
| 33 | 41.25 | 29.1682 | 42.25 | 40.02 | 39.75 | 1.925 | 1.902 | 1.867 | 1.809 | 33 |
| 34 | 42.50 | 30.0520 | 43.50 | 41.27 | 41.00 | 1.925 | 1.902 | 1.867 | 1.809 | 34 |
| 35 | 43.75 | 30.9359 | 44.75 | 42.52 | 42.25 | 1.925 | 1.901 | 1.866 | 1.808 | 35 |
| 36 | 45.00 | 31.8198 | 46.00 | 43.77 | 43.50 | 1.924 | 1.901 | 1.866 | 1.807 | 36 |
| 37 | 46.25 | 32.7037 | 47.25 | 45.02 | 44.75 | 1.924 | 1.901 | 1.865 | 1.807 | 37 |
| 38 | 47.50 | 33.5876 | 48.50 | 46.27 | 46.00 | 1.924 | 1.901 | 1.865 | 1.806 | 38 |
| 39 | 48.75 | 34.4715 | 49.75 | 47.52 | 47.25 | 1.924 | 1.900 | 1.865 | 1.805 | 39 |
| 40 | 50.00 | 35.3553 | 51.00 | 48.77 | 48.50 | 1.924 | 1.900 | 1.864 | 1.805 | 40 |
| 41 | 51.25 | 36.2392 | 52.25 | 50.02 | 49.75 | 1.924 | 1.900 | 1.864 | 1.804 | 41 |
| 42 | 52.50 | 37.1231 | 53.50 | 51.27 | 51.00 | 1.924 | 1.900 | 1.864 | 1.804 | 42 |
| 43 | 53.75 | 38.0070 | 54.75 | 52.51 | 52.25 | 1.923 | 1.899 | 1.863 | 1.803 | 43 |
| 44 | 55.00 | 38.8909 | 56.00 | 53.76 | 53.50 | 1.923 | 1.899 | 1.863 | 1.802 | 44 |
| 45 | 56.25 | 39.7748 | 57.25 | 55.01 | 54.75 | 1.923 | 1.899 | 1.863 | 1.802 | 45 |
| 46 | 57.50 | 40.6586 | 58.50 | 56.26 | 56.00 | 1.923 | 1.899 | 1.862 | 1.801 | 46 |
| 47 | 58.75 | 41.5425 | 59.75 | 57.51 | 57.25 | 1.923 | 1.898 | 1.862 | 1.801 | 47 |
| 48 | 60.00 | 42.4264 | 61.00 | 58.76 | 58.50 | 1.923 | 1.898 | 1.861 | 1.800 | 48 |
| 49 | 61.25 | 43.3103 | 62.25 | 60.01 | 59.75 | 1.923 | 1.898 | 1.861 | 1.800 | 49 |
| 50 | 62.50 | 44.1942 | 63.50 | 61.26 | 61.00 | 1.922 | 1.898 | 1.861 | 1.799 | 50 |
| 51 | 63.75 | 45.0781 | 64.75 | 62.51 | 62.25 | 1.922 | 1.898 | 1.860 | 1.799 | 51 |
| 52 | 65.00 | 45.9619 | 66.00 | 63.76 | 63.50 | 1.922 | 1.897 | 1.860 | 1.798 | 52 |
| 53 | 66.25 | 46.8458 | 67.25 | 65.01 | 64.75 | 1.922 | 1.897 | 1.860 | 1.798 | 53 |
| 54 | 67.50 | 47.7297 | 68.50 | 66.26 | 66.00 | 1.922 | 1.897 | 1.860 | 1.797 | 54 |
| 55 | 68.75 | 48.6136 | 69.75 | 67.51 | 67.25 | 1.922 | 1.897 | 1.859 | 1.797 | 55 |

**表 7.4-93　45°外花键**

模数 $m=1.5$　作用齿厚最大值 $S_{Vmax}=2.356$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{te}$ | 渐开线起始圆直径 $D_{Femax}$ | 小径 $D_{ie}$ 圆齿根 | 实际齿厚最小值 $S_{min}=S_{Vmax}-(T+\lambda)$ | | | | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 4H | 5H | 6H | 7H | |
| 10 | 15.00 | 10.6066 | 16.20 | 13.58 | 13.20 | 2.321 | 2.300 | 2.268 | 2.215 | 10 |
| 11 | 16.50 | 11.6673 | 17.70 | 15.07 | 14.70 | 2.321 | 2.299 | 2.267 | 2.214 | 11 |
| 12 | 18.00 | 12.7279 | 19.20 | 16.57 | 16.20 | 2.320 | 2.299 | 2.266 | 2.212 | 12 |
| 13 | 19.50 | 13.7886 | 20.70 | 18.06 | 17.70 | 2.320 | 2.298 | 2.265 | 2.211 | 13 |
| 14 | 21.00 | 14.8492 | 22.20 | 19.56 | 19.20 | 2.320 | 2.298 | 2.265 | 2.210 | 14 |
| 15 | 22.50 | 15.9099 | 23.70 | 21.05 | 20.70 | 2.319 | 2.297 | 2.264 | 2.208 | 15 |
| 16 | 24.00 | 16.9706 | 25.20 | 22.55 | 22.20 | 2.319 | 2.297 | 2.263 | 2.207 | 16 |
| 17 | 25.50 | 18.0312 | 26.70 | 24.05 | 23.70 | 2.319 | 2.296 | 2.262 | 2.206 | 17 |
| 18 | 27.00 | 19.0919 | 28.20 | 25.54 | 25.20 | 2.318 | 2.296 | 2.262 | 2.205 | 18 |
| 19 | 28.50 | 20.1525 | 29.70 | 27.04 | 26.70 | 2.318 | 2.295 | 2.261 | 2.204 | 19 |
| 20 | 30.00 | 21.2132 | 31.20 | 28.54 | 28.20 | 2.318 | 2.295 | 2.260 | 2.203 | 20 |
| 21 | 31.50 | 22.2739 | 32.70 | 30.04 | 29.70 | 2.318 | 2.295 | 2.260 | 2.202 | 21 |
| 22 | 33.00 | 23.3345 | 34.20 | 31.54 | 31.20 | 2.317 | 2.294 | 2.259 | 2.201 | 22 |
| 23 | 34.50 | 24.3952 | 35.70 | 33.03 | 32.70 | 2.317 | 2.294 | 2.259 | 2.200 | 23 |
| 24 | 36.00 | 25.4558 | 37.20 | 34.53 | 34.20 | 2.317 | 2.293 | 2.258 | 2.199 | 24 |
| 25 | 37.50 | 26.5165 | 38.70 | 36.03 | 35.70 | 2.317 | 2.293 | 2.258 | 2.198 | 25 |
| 26 | 39.00 | 27.5772 | 40.20 | 37.53 | 37.20 | 2.317 | 2.293 | 2.257 | 2.198 | 26 |
| 27 | 40.50 | 28.6378 | 41.70 | 39.03 | 38.70 | 2.316 | 2.292 | 2.256 | 2.197 | 27 |
| 28 | 42.00 | 29.6985 | 43.20 | 40.53 | 40.20 | 2.316 | 2.292 | 2.256 | 2.196 | 28 |
| 29 | 43.50 | 30.7591 | 44.70 | 42.03 | 41.70 | 2.316 | 2.292 | 2.255 | 2.195 | 29 |
| 30 | 45.00 | 31.8198 | 46.20 | 43.53 | 43.20 | 2.316 | 2.291 | 2.255 | 2.194 | 30 |
| 31 | 46.50 | 32.8805 | 47.70 | 45.02 | 44.70 | 2.316 | 2.291 | 2.255 | 2.194 | 31 |
| 32 | 48.00 | 33.9411 | 49.20 | 46.52 | 46.20 | 2.315 | 2.291 | 2.254 | 2.193 | 32 |
| 33 | 49.50 | 35.0018 | 50.70 | 48.02 | 47.70 | 2.315 | 2.291 | 2.254 | 2.192 | 33 |
| 34 | 51.00 | 36.0624 | 52.20 | 49.52 | 49.20 | 2.315 | 2.290 | 2.253 | 2.191 | 34 |
| 35 | 52.50 | 37.1231 | 53.70 | 51.02 | 50.70 | 2.315 | 2.290 | 2.253 | 2.191 | 35 |
| 36 | 54.00 | 38.1838 | 55.20 | 52.52 | 52.20 | 2.315 | 2.290 | 2.252 | 2.190 | 36 |
| 37 | 55.50 | 39.2444 | 56.70 | 54.02 | 53.70 | 2.314 | 2.289 | 2.252 | 2.189 | 37 |
| 38 | 57.00 | 40.3051 | 58.20 | 55.52 | 55.20 | 2.314 | 2.289 | 2.251 | 2.189 | 38 |
| 39 | 58.50 | 41.3657 | 59.70 | 57.02 | 56.70 | 2.314 | 2.289 | 2.251 | 2.188 | 39 |
| 40 | 60.00 | 42.4264 | 61.20 | 58.52 | 58.20 | 2.314 | 2.289 | 2.251 | 2.187 | 40 |
| 41 | 61.50 | 43.4871 | 62.70 | 60.02 | 59.70 | 2.314 | 2.288 | 2.250 | 2.187 | 41 |
| 42 | 63.00 | 44.5477 | 64.20 | 61.52 | 61.20 | 2.314 | 2.288 | 2.250 | 2.186 | 42 |
| 43 | 64.50 | 45.6084 | 65.70 | 63.02 | 62.70 | 2.313 | 2.288 | 2.249 | 2.185 | 43 |
| 44 | 66.00 | 46.6690 | 67.20 | 64.52 | 64.20 | 2.313 | 2.288 | 2.249 | 2.185 | 44 |
| 45 | 67.50 | 47.7297 | 68.70 | 66.02 | 65.70 | 2.313 | 2.287 | 2.249 | 2.184 | 45 |
| 46 | 69.00 | 48.7904 | 70.20 | 67.52 | 67.20 | 2.313 | 2.287 | 2.248 | 2.184 | 46 |
| 47 | 70.50 | 49.8510 | 71.70 | 69.02 | 68.70 | 2.313 | 2.287 | 2.248 | 2.183 | 47 |
| 48 | 72.00 | 50.9117 | 73.20 | 70.52 | 70.20 | 2.313 | 2.287 | 2.248 | 2.182 | 48 |
| 49 | 73.50 | 51.9723 | 74.70 | 72.02 | 71.70 | 2.313 | 2.286 | 2.247 | 2.182 | 49 |
| 50 | 75.00 | 53.0330 | 76.20 | 73.52 | 73.20 | 2.312 | 2.286 | 2.247 | 2.181 | 50 |
| 51 | 76.50 | 54.0937 | 77.70 | 75.01 | 74.70 | 2.312 | 2.286 | 2.246 | 2.181 | 51 |
| 52 | 78.00 | 55.1543 | 79.20 | 76.51 | 76.20 | 2.312 | 2.286 | 2.246 | 2.180 | 52 |
| 53 | 79.50 | 56.2150 | 80.70 | 78.01 | 77.70 | 2.312 | 2.286 | 2.246 | 2.180 | 53 |
| 54 | 81.00 | 57.2756 | 82.20 | 79.51 | 79.20 | 2.312 | 2.285 | 2.245 | 2.179 | 54 |
| 55 | 82.50 | 58.3363 | 83.70 | 81.01 | 80.70 | 2.312 | 2.285 | 2.245 | 2.178 | 55 |

**表 7.4-94　45°外花键**

模数 $m=1.75$　作用齿厚最大值 $S_{v\max}=2.749$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ee}$ | 渐开线起始圆直径 $D_{Fe\max}$ | 小径 $D_{ie}$ 圆齿根 | 实际齿厚最小值 $S_{v\min}=S_{v\max}-(T+\lambda)$ 4H | 5H | 6H | 7H | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 17.50 | 12.3744 | 18.90 | 15.85 | 15.40 | 2.712 | 2.689 | 2.656 | 2.600 | 10 |
| 11 | 19.25 | 13.6118 | 20.65 | 17.59 | 17.15 | 2.711 | 2.689 | 2.655 | 2.599 | 11 |
| 12 | 21.00 | 14.8492 | 22.40 | 19.33 | 18.90 | 2.711 | 2.688 | 2.654 | 2.597 | 12 |
| 13 | 22.75 | 16.0867 | 24.15 | 21.07 | 20.65 | 2.711 | 2.688 | 2.653 | 2.596 | 13 |
| 14 | 24.50 | 17.3241 | 25.90 | 22.82 | 22.40 | 2.710 | 2.687 | 2.652 | 2.594 | 14 |
| 15 | 26.25 | 18.5616 | 27.65 | 24.56 | 24.15 | 2.710 | 2.687 | 2.652 | 2.593 | 15 |
| 16 | 28.00 | 19.7990 | 29.40 | 26.31 | 25.90 | 2.710 | 2.686 | 2.651 | 2.592 | 16 |
| 17 | 29.75 | 21.0364 | 31.15 | 28.05 | 27.65 | 2.709 | 2.686 | 2.650 | 2.591 | 17 |
| 18 | 31.50 | 22.2739 | 32.90 | 29.80 | 29.40 | 2.709 | 2.685 | 2.649 | 2.590 | 18 |
| 19 | 33.25 | 23.5113 | 34.65 | 31.55 | 31.15 | 2.709 | 2.685 | 2.649 | 2.588 | 19 |
| 20 | 35.00 | 24.7487 | 36.40 | 33.30 | 32.90 | 2.709 | 2.684 | 2.648 | 2.587 | 20 |
| 21 | 36.75 | 25.9862 | 38.15 | 35.04 | 34.65 | 2.708 | 2.684 | 2.647 | 2.586 | 21 |
| 22 | 38.50 | 27.2236 | 39.90 | 36.79 | 36.40 | 2.708 | 2.683 | 2.647 | 2.585 | 22 |
| 23 | 40.25 | 28.4610 | 41.65 | 38.54 | 38.15 | 2.708 | 2.683 | 2.646 | 2.584 | 23 |
| 24 | 42.00 | 29.6985 | 43.40 | 40.29 | 39.90 | 2.708 | 2.683 | 2.645 | 2.583 | 24 |
| 25 | 43.75 | 30.9359 | 45.15 | 42.04 | 41.65 | 2.707 | 2.682 | 2.645 | 2.583 | 25 |
| 26 | 45.50 | 32.1734 | 46.90 | 43.78 | 43.40 | 2.707 | 2.682 | 2.644 | 2.582 | 26 |
| 27 | 47.25 | 33.4108 | 48.65 | 45.53 | 45.15 | 2.707 | 2.682 | 2.644 | 2.581 | 27 |
| 28 | 49.00 | 34.6482 | 50.40 | 47.28 | 46.90 | 2.707 | 2.681 | 2.643 | 2.580 | 28 |
| 29 | 50.75 | 35.8857 | 52.15 | 49.03 | 48.65 | 2.706 | 2.681 | 2.643 | 2.579 | 29 |
| 30 | 52.50 | 37.1231 | 53.90 | 50.78 | 50.40 | 2.706 | 2.681 | 2.642 | 2.578 | 30 |
| 31 | 54.25 | 38.3605 | 55.65 | 52.53 | 52.15 | 2.706 | 2.680 | 2.642 | 2.577 | 31 |
| 32 | 56.00 | 39.5980 | 57.40 | 54.28 | 53.90 | 2.706 | 2.680 | 2.641 | 2.577 | 32 |
| 33 | 57.75 | 40.8354 | 59.15 | 56.03 | 55.65 | 2.706 | 2.680 | 2.641 | 2.576 | 33 |
| 34 | 59.50 | 42.0729 | 60.90 | 57.78 | 57.40 | 2.705 | 2.679 | 2.640 | 2.575 | 34 |
| 35 | 61.25 | 43.3103 | 62.65 | 59.53 | 59.15 | 2.705 | 2.679 | 2.640 | 2.574 | 35 |
| 36 | 63.00 | 44.5477 | 64.40 | 61.27 | 60.90 | 2.705 | 2.679 | 2.639 | 2.574 | 36 |
| 37 | 64.75 | 45.7852 | 66.15 | 63.02 | 62.65 | 2.705 | 2.678 | 2.639 | 2.573 | 37 |
| 38 | 66.50 | 47.0226 | 67.90 | 64.77 | 64.40 | 2.705 | 2.678 | 2.638 | 2.572 | 38 |
| 39 | 68.25 | 48.2600 | 69.65 | 66.52 | 66.15 | 2.705 | 2.678 | 2.638 | 2.571 | 39 |
| 40 | 70.00 | 49.4975 | 71.40 | 68.27 | 67.90 | 2.704 | 2.678 | 2.638 | 2.571 | 40 |
| 41 | 71.75 | 50.7349 | 73.15 | 70.02 | 69.65 | 2.704 | 2.677 | 2.637 | 2.570 | 41 |
| 42 | 73.50 | 51.9723 | 74.90 | 71.77 | 71.40 | 2.704 | 2.677 | 2.637 | 2.569 | 42 |
| 43 | 75.25 | 53.2098 | 76.65 | 73.52 | 73.15 | 2.704 | 2.677 | 2.636 | 2.569 | 43 |
| 44 | 77.00 | 54.4472 | 78.40 | 75.27 | 74.90 | 2.704 | 2.677 | 2.636 | 2.568 | 44 |
| 45 | 78.75 | 55.6847 | 80.15 | 77.02 | 76.65 | 2.704 | 2.676 | 2.635 | 2.567 | 45 |
| 46 | 80.50 | 56.9221 | 81.90 | 78.77 | 78.40 | 2.703 | 2.676 | 2.635 | 2.567 | 46 |
| 47 | 82.25 | 58.1595 | 83.65 | 80.52 | 80.15 | 2.703 | 2.676 | 2.635 | 2.566 | 47 |
| 48 | 84.00 | 59.3970 | 85.40 | 82.27 | 81.90 | 2.703 | 2.676 | 2.634 | 2.566 | 48 |
| 49 | 85.75 | 60.6344 | 87.15 | 84.02 | 83.65 | 2.703 | 2.675 | 2.634 | 2.565 | 49 |
| 50 | 87.50 | 61.8718 | 88.90 | 85.77 | 85.40 | 2.703 | 2.675 | 2.634 | 2.564 | 50 |
| 51 | 89.25 | 63.1093 | 90.65 | 87.52 | 87.15 | 2.703 | 2.675 | 2.633 | 2.564 | 51 |
| 52 | 91.00 | 64.3467 | 92.40 | 89.27 | 88.90 | 2.702 | 2.675 | 2.633 | 2.563 | 52 |
| 53 | 92.75 | 65.5842 | 94.15 | 91.02 | 90.65 | 2.702 | 2.674 | 2.632 | 2.563 | 53 |
| 54 | 94.50 | 66.8216 | 95.90 | 92.77 | 92.40 | 2.702 | 2.674 | 2.632 | 2.562 | 54 |
| 55 | 96.25 | 68.0590 | 97.65 | 94.52 | 94.15 | 2.702 | 2.674 | 2.632 | 2.561 | 55 |

**表 7.4-95　45°外花键**

模数 $m=2$　作用齿厚最大值 $S_{V\max}=3.142$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ae}$ | 渐开线起始圆直径 $D_{F\min}$ | 小径 $D_{ie}$ 圆齿根 | 实际齿厚最小值 $S_{\min}=S_{V\max}-(T+\lambda)$ 4H | 5H | 6H | 7H | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 20.00 | 14.1421 | 21.60 | 18.11 | 17.60 | 3.103 | 3.079 | 3.044 | 2.986 | 10 |
| 11 | 22.00 | 15.5563 | 23.60 | 20.10 | 19.60 | 3.102 | 3.079 | 3.043 | 2.984 | 11 |
| 12 | 24.00 | 16.9706 | 25.60 | 22.09 | 21.60 | 3.102 | 3.078 | 3.042 | 2.983 | 12 |
| 13 | 26.00 | 18.3848 | 27.60 | 24.08 | 23.60 | 3.102 | 3.078 | 3.041 | 2.981 | 13 |
| 14 | 28.00 | 19.7990 | 29.60 | 26.08 | 25.60 | 3.101 | 3.077 | 3.041 | 2.980 | 14 |
| 15 | 30.00 | 21.2132 | 31.60 | 28.07 | 27.60 | 3.101 | 3.076 | 3.040 | 2.979 | 15 |
| 16 | 32.00 | 22.6274 | 33.60 | 30.07 | 29.60 | 3.101 | 3.076 | 3.039 | 2.977 | 16 |
| 17 | 34.00 | 24.0416 | 35.60 | 32.06 | 31.60 | 3.100 | 3.075 | 3.038 | 2.976 | 17 |
| 18 | 36.00 | 25.4558 | 37.60 | 34.06 | 33.60 | 3.100 | 3.075 | 3.037 | 2.975 | 18 |
| 19 | 38.00 | 26.8701 | 39.60 | 36.06 | 35.60 | 3.100 | 3.074 | 3.037 | 2.974 | 19 |
| 20 | 40.00 | 28.2843 | 41.60 | 38.05 | 37.60 | 3.099 | 3.074 | 3.036 | 2.973 | 20 |
| 21 | 42.00 | 29.6985 | 43.60 | 40.05 | 39.60 | 3.099 | 3.074 | 3.035 | 2.972 | 21 |
| 22 | 44.00 | 31.1127 | 45.60 | 42.05 | 41.60 | 3.099 | 3.073 | 3.035 | 2.970 | 22 |
| 23 | 46.00 | 32.5269 | 47.60 | 44.05 | 43.60 | 3.099 | 3.073 | 3.034 | 2.969 | 23 |
| 24 | 48.00 | 33.9411 | 49.60 | 46.04 | 45.60 | 3.098 | 3.072 | 3.033 | 2.968 | 24 |
| 25 | 50.00 | 35.3553 | 51.60 | 48.04 | 47.60 | 3.098 | 3.072 | 3.033 | 2.967 | 25 |
| 26 | 52.00 | 36.7696 | 53.60 | 50.04 | 49.60 | 3.098 | 3.072 | 3.032 | 2.967 | 26 |
| 27 | 54.00 | 38.1838 | 55.60 | 52.04 | 51.60 | 3.098 | 3.071 | 3.032 | 2.966 | 27 |
| 28 | 56.00 | 39.5980 | 57.60 | 54.04 | 53.60 | 3.097 | 3.071 | 3.031 | 2.965 | 28 |
| 29 | 58.00 | 41.0122 | 59.60 | 56.04 | 55.60 | 3.097 | 3.070 | 3.030 | 2.964 | 29 |
| 30 | 60.00 | 42.4264 | 61.60 | 58.03 | 57.60 | 3.097 | 3.070 | 3.030 | 2.963 | 30 |
| 31 | 62.00 | 43.8406 | 63.60 | 60.03 | 59.60 | 3.097 | 3.070 | 3.029 | 2.962 | 31 |
| 32 | 64.00 | 45.2548 | 65.60 | 62.03 | 61.60 | 3.096 | 3.069 | 3.029 | 2.961 | 32 |
| 33 | 66.00 | 46.6690 | 67.60 | 64.03 | 63.60 | 3.096 | 3.069 | 3.028 | 2.960 | 33 |
| 34 | 68.00 | 48.0833 | 69.60 | 66.03 | 65.60 | 3.096 | 3.069 | 3.028 | 2.960 | 34 |
| 35 | 70.00 | 49.4975 | 71.60 | 68.03 | 67.60 | 3.096 | 3.068 | 3.027 | 2.959 | 35 |
| 36 | 72.00 | 50.9117 | 73.60 | 70.03 | 69.60 | 3.096 | 3.068 | 3.027 | 2.958 | 36 |
| 37 | 74.00 | 52.3259 | 75.60 | 72.03 | 71.60 | 3.096 | 3.068 | 3.026 | 2.957 | 37 |
| 38 | 76.00 | 53.7401 | 77.60 | 74.03 | 73.60 | 3.095 | 3.068 | 3.026 | 2.957 | 38 |
| 39 | 78.00 | 55.1543 | 79.60 | 76.03 | 75.60 | 3.095 | 3.067 | 3.025 | 2.956 | 39 |
| 40 | 80.00 | 56.5685 | 81.60 | 78.03 | 77.60 | 3.095 | 3.067 | 3.025 | 2.955 | 40 |
| 41 | 82.00 | 57.9828 | 83.60 | 80.02 | 79.60 | 3.095 | 3.067 | 3.025 | 2.954 | 41 |
| 42 | 84.00 | 59.3970 | 85.60 | 82.02 | 81.60 | 3.095 | 3.066 | 3.024 | 2.954 | 42 |
| 43 | 86.00 | 60.8112 | 87.60 | 84.02 | 83.60 | 3.094 | 3.066 | 3.024 | 2.953 | 43 |
| 44 | 88.00 | 62.2254 | 89.60 | 86.02 | 85.60 | 3.094 | 3.066 | 3.023 | 2.952 | 44 |
| 45 | 90.00 | 63.6396 | 91.60 | 88.02 | 87.60 | 3.094 | 3.066 | 3.023 | 2.952 | 45 |
| 46 | 92.00 | 65.0538 | 93.60 | 90.02 | 89.60 | 3.094 | 3.065 | 3.022 | 2.951 | 46 |
| 47 | 94.00 | 66.4680 | 95.60 | 92.02 | 91.60 | 3.094 | 3.065 | 3.022 | 2.950 | 47 |
| 48 | 96.00 | 67.8822 | 97.60 | 94.02 | 93.60 | 3.094 | 3.065 | 3.022 | 2.950 | 48 |
| 49 | 98.00 | 69.2965 | 99.60 | 96.02 | 95.60 | 3.093 | 3.065 | 3.021 | 2.949 | 49 |
| 50 | 100.00 | 70.7107 | 101.60 | 98.02 | 97.60 | 3.093 | 3.064 | 3.021 | 2.948 | 50 |
| 51 | 102.00 | 72.1249 | 103.60 | 100.02 | 99.60 | 3.093 | 3.064 | 3.020 | 2.948 | 51 |
| 52 | 104.00 | 73.5391 | 105.60 | 102.02 | 101.60 | 3.093 | 3.064 | 3.020 | 2.947 | 52 |
| 53 | 106.00 | 74.9533 | 107.60 | 104.02 | 103.60 | 3.093 | 3.064 | 3.020 | 2.946 | 53 |
| 54 | 108.00 | 76.3675 | 109.60 | 106.02 | 105.60 | 3.093 | 3.063 | 3.019 | 2.946 | 54 |
| 55 | 110.00 | 77.7817 | 111.60 | 108.02 | 107.60 | 3.092 | 3.063 | 3.019 | 2.945 | 55 |

**表 7.4-96　45°外花键**

模数 $m=2.5$　作用齿厚最大值 $S_{V\max}=3.927$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 大径 $D_{ae}$ | 渐开线起始圆直径 $D_{F\max}$ | 小径 $D_{ie}$ 圆齿根 | 实际齿厚最小值 $S_{\min}=S_{V\max}-(T+\lambda)$ | | | | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 4H | 5H | 6H | 7H | |
| 10 | 25.00 | 17.6777 | 27.00 | 22.64 | 22.00 | 3.885 | 3.860 | 3.822 | 3.759 | 10 |
| 11 | 27.50 | 19.4454 | 29.50 | 25.12 | 24.50 | 3.885 | 3.859 | 3.821 | 3.757 | 11 |
| 12 | 30.00 | 21.2132 | 32.00 | 27.61 | 27.00 | 3.884 | 3.858 | 3.820 | 3.756 | 12 |
| 13 | 32.50 | 22.9810 | 34.50 | 30.10 | 29.50 | 3.884 | 3.858 | 3.819 | 3.754 | 13 |
| 14 | 35.00 | 24.7487 | 37.00 | 32.60 | 32.00 | 3.883 | 3.857 | 3.818 | 3.753 | 14 |
| 15 | 37.50 | 26.5165 | 39.50 | 35.09 | 34.50 | 3.883 | 3.857 | 3.817 | 3.751 | 15 |
| 16 | 40.00 | 28.2843 | 42.00 | 37.58 | 37.00 | 3.883 | 3.856 | 3.816 | 3.750 | 16 |
| 17 | 42.50 | 30.0520 | 44.50 | 40.08 | 39.50 | 3.882 | 3.856 | 3.815 | 3.748 | 17 |
| 18 | 45.00 | 31.8198 | 47.00 | 42.57 | 42.00 | 3.882 | 3.855 | 3.815 | 3.747 | 18 |
| 19 | 47.50 | 33.5876 | 49.50 | 45.07 | 44.50 | 3.822 | 3.855 | 3.814 | 3.746 | 19 |
| 20 | 50.00 | 35.3553 | 52.00 | 47.57 | 47.00 | 3.881 | 3.854 | 3.813 | 3.745 | 20 |
| 21 | 52.50 | 37.1231 | 54.50 | 50.06 | 49.50 | 3.881 | 3.854 | 3.812 | 3.743 | 21 |
| 22 | 55.00 | 38.8909 | 57.00 | 52.56 | 52.00 | 3.881 | 3.853 | 3.812 | 3.742 | 22 |
| 23 | 57.50 | 40.6586 | 59.50 | 55.06 | 54.50 | 3.881 | 3.853 | 3.811 | 3.741 | 23 |
| 24 | 60.00 | 42.4264 | 62.00 | 57.55 | 57.00 | 3.880 | 3.852 | 3.810 | 3.740 | 24 |
| 25 | 62.50 | 44.1942 | 64.50 | 60.05 | 59.50 | 3.880 | 3.852 | 3.809 | 3.739 | 25 |
| 26 | 65.00 | 45.9619 | 67.00 | 62.55 | 62.00 | 3.880 | 3.851 | 3.809 | 3.738 | 26 |
| 27 | 67.50 | 47.7297 | 69.50 | 65.05 | 64.50 | 3.879 | 3.851 | 3.808 | 3.737 | 27 |
| 28 | 70.00 | 49.4975 | 72.00 | 67.55 | 67.00 | 3.879 | 3.851 | 3.808 | 3.736 | 28 |
| 29 | 72.50 | 51.2652 | 74.50 | 70.04 | 69.50 | 3.879 | 3.850 | 3.807 | 3.735 | 29 |
| 30 | 75.00 | 53.0330 | 77.00 | 72.54 | 72.00 | 3.879 | 3.850 | 3.806 | 3.734 | 30 |
| 31 | 77.50 | 54.8008 | 79.50 | 75.04 | 74.50 | 3.879 | 3.849 | 3.806 | 3.733 | 31 |
| 32 | 80.00 | 56.5685 | 82.00 | 77.54 | 77.00 | 3.878 | 3.849 | 3.805 | 3.732 | 32 |
| 33 | 82.50 | 58.3363 | 84.50 | 80.04 | 79.50 | 3.878 | 3.849 | 3.805 | 3.731 | 33 |
| 34 | 85.00 | 60.1041 | 87.00 | 82.54 | 82.00 | 3.878 | 3.848 | 3.804 | 3.730 | 34 |
| 35 | 87.50 | 61.8718 | 89.50 | 85.04 | 84.50 | 3.878 | 3.848 | 3.804 | 3.730 | 35 |
| 36 | 90.00 | 63.6396 | 92.00 | 87.54 | 87.00 | 3.877 | 3.848 | 3.803 | 3.729 | 36 |
| 37 | 92.50 | 65.4074 | 94.50 | 90.03 | 89.50 | 3.877 | 3.847 | 3.803 | 3.728 | 37 |
| 38 | 95.00 | 67.1751 | 97.00 | 92.53 | 92.00 | 3.877 | 3.847 | 3.802 | 3.727 | 38 |
| 39 | 97.50 | 68.9429 | 99.50 | 95.03 | 94.50 | 3.877 | 3.847 | 3.801 | 3.726 | 39 |
| 40 | 100.00 | 70.7107 | 102.00 | 97.53 | 97.00 | 3.877 | 3.846 | 3.801 | 3.725 | 40 |
| 41 | 102.50 | 72.4784 | 104.50 | 100.03 | 99.50 | 3.876 | 3.846 | 3.801 | 3.725 | 41 |
| 42 | 105.00 | 74.2462 | 107.00 | 102.53 | 102.00 | 3.876 | 3.846 | 3.800 | 3.724 | 42 |
| 43 | 107.50 | 76.0140 | 109.50 | 105.03 | 104.50 | 3.876 | 3.845 | 3.800 | 3.723 | 43 |
| 44 | 110.00 | 77.7817 | 112.00 | 107.53 | 107.00 | 3.876 | 3.845 | 3.799 | 3.722 | 44 |
| 45 | 112.50 | 79.5495 | 114.50 | 110.03 | 109.50 | 3.876 | 3.845 | 3.799 | 3.722 | 45 |
| 46 | 115.00 | 81.3173 | 117.00 | 112.53 | 112.00 | 3.875 | 3.845 | 3.798 | 3.721 | 46 |
| 47 | 117.50 | 83.0850 | 119.50 | 115.03 | 114.50 | 3.875 | 3.844 | 3.798 | 3.720 | 47 |
| 48 | 120.00 | 84.8528 | 122.00 | 117.53 | 117.00 | 3.875 | 3.844 | 3.797 | 3.719 | 48 |
| 49 | 122.50 | 86.6206 | 124.50 | 120.03 | 119.50 | 3.875 | 3.844 | 3.797 | 3.719 | 49 |
| 50 | 125.00 | 88.3883 | 127.00 | 122.53 | 122.00 | 3.875 | 3.843 | 3.796 | 3.718 | 50 |
| 51 | 127.50 | 90.1561 | 129.50 | 125.02 | 124.50 | 3.875 | 3.843 | 3.796 | 3.717 | 51 |
| 52 | 130.00 | 91.9239 | 132.00 | 127.52 | 127.00 | 3.874 | 3.843 | 3.795 | 3.717 | 52 |
| 53 | 132.50 | 93.6916 | 134.50 | 130.02 | 129.50 | 3.874 | 3.843 | 3.795 | 3.716 | 53 |
| 54 | 135.00 | 95.4594 | 137.00 | 132.52 | 132.00 | 3.874 | 3.842 | 3.795 | 3.715 | 54 |
| 55 | 137.50 | 97.2272 | 139.50 | 135.02 | 134.50 | 3.874 | 3.842 | 3.794 | 3.715 | 55 |

## 2.3　使用说明

GB/T 3478.2～GB/T 3478.4 -95 中列出了模数 0.5～10、齿数 10～100、公差等级为 4、5、6 和 7 级花键的尺寸表。为了节省篇幅，这里只列出了模数 0.5～5、齿数 10～55 的花键尺寸表。以及模数 0.25～2.5、齿数 10～100、公差等级为 4、5、6 和 7 级的(GB/T 3478.2～GB/T 3478.3)

(1) 当花键齿数超过表列数值时，花键各尺寸可按表 7.4-3、表 7.4-9 和表 7.4-10 所列的公式计算也可查找标准原本。

(2)渐开线起始圆直径最大值，为设计综合花键通端量规所必须给出的值，30°标准压力角的各种公差等级各种配合类别的 $D_{Femax}$ 值可按公式计算，也可查表 7.4-97～表 7.4-107。

**表 7.4-97　30° 压力角外花键**

模数 $m=0.5$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 渐开线起始圆直径 $D_{Femax}$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | d | e | f | 4js | 5js | 6js | 7js | 4k | 5k | 6k | 7k |
| 10 | 4.49 | 4.50 | 4.51 | 4.53 | 4.54 | 4.55 | 4.57 | 4.55 | 4.56 | 4.59 | 4.63 |
| 11 | 4.98 | 4.99 | 5.00 | 5.02 | 5.03 | 5.04 | 5.06 | 5.04 | 5.05 | 5.08 | 5.12 |
| 12 | 5.47 | 5.48 | 5.49 | 5.51 | 5.52 | 3.54 | 5.56 | 5.53 | 5.55 | 5.57 | 5.62 |
| 13 | 5.94 | 5.96 | 5.98 | 6.01 | 6.01 | 6.03 | 6.05 | 6.02 | 6.04 | 6.07 | 6.12 |
| 14 | 6.44 | 6.45 | 6.47 | 6.50 | 6.51 | 6.52 | 6.55 | 6.52 | 6.53 | 6.56 | 6.62 |
| 15 | 6.93 | 6.95 | 6.96 | 6.99 | 7.00 | 7.03 | 7.04 | 7.01 | 7.03 | 7.06 | 7.11 |
| 16 | 7.42 | 7.44 | 7.46 | 7.49 | 7.50 | 7.52 | 7.54 | 7.51 | 7.53 | 7.56 | 7.61 |
| 17 | 7.92 | 7.94 | 7.95 | 7.99 | 8.00 | 8.01 | 8.04 | 8.00 | 8.02 | 8.06 | 8.11 |
| 18 | 8.41 | 8.43 | 8.45 | 8.48 | 8.49 | 8.51 | 8.54 | 8.50 | 8.52 | 8.55 | 8.61 |
| 19 | 8.91 | 8.93 | 8.94 | 8.98 | 8.99 | 9.01 | 9.03 | 9.00 | 9.02 | 9.05 | 9.11 |
| 20 | 9.40 | 9.42 | 9.44 | 9.48 | 9.49 | 9.50 | 9.53 | 9.49 | 9.52 | 9.55 | 9.61 |
| 21 | 9.89 | 9.91 | 9.93 | 9.97 | 9.98 | 10.00 | 10.03 | 9.99 | 10.02 | 10.05 | 10.11 |
| 22 | 10.38 | 10.41 | 10.43 | 10.47 | 10.48 | 10.50 | 10.53 | 10.49 | 10.51 | 10.55 | 10.61 |
| 23 | 10.88 | 10.90 | 10.93 | 10.97 | 10.98 | 11.00 | 11.03 | 10.99 | 11.01 | 11.05 | 11.11 |
| 24 | 11.38 | 11.40 | 11.42 | 11.47 | 11.48 | 11.50 | 11.53 | 11.49 | 11.51 | 11.55 | 11.61 |
| 25 | 11.87 | 11.90 | 11.92 | 11.97 | 11.98 | 12.00 | 12.03 | 11.99 | 12.01 | 12.05 | 12.11 |
| 26 | 12.37 | 12.40 | 12.42 | 12.46 | 12.48 | 12.49 | 12.53 | 12.48 | 12.51 | 12.55 | 12.61 |
| 27 | 12.87 | 12.89 | 12.92 | 12.96 | 12.97 | 12.99 | 13.02 | 12.98 | 13.01 | 13.05 | 13.11 |
| 28 | 13.37 | 13.39 | 13.42 | 13.46 | 13.47 | 13.49 | 13.52 | 13.48 | 13.51 | 13.55 | 13.61 |
| 29 | 13.86 | 13.89 | 13.91 | 13.96 | 13.97 | 13.99 | 14.02 | 13.98 | 14.01 | 14.04 | 14.11 |
| 30 | 14.36 | 14.39 | 14.41 | 14.46 | 14.47 | 14.49 | 14.52 | 14.48 | 14.51 | 14.54 | 14.61 |
| 31 | 14.86 | 14.89 | 14.91 | 14.96 | 14.97 | 14.99 | 15.02 | 14.98 | 15.00 | 15.04 | 15.11 |
| 32 | 15.36 | 15.39 | 15.41 | 15.46 | 15.47 | 15.49 | 15.52 | 15.48 | 15.50 | 15.54 | 15.61 |
| 33 | 15.86 | 15.89 | 15.91 | 15.96 | 15.97 | 15.99 | 16.02 | 15.98 | 16.00 | 16.04 | 16.11 |
| 34 | 16.36 | 16.38 | 16.41 | 16.45 | 16.47 | 16.49 | 16.52 | 16.48 | 16.50 | 16.54 | 16.61 |
| 35 | 16.86 | 16.88 | 16.91 | 16.95 | 16.97 | 16.99 | 17.02 | 16.98 | 17.00 | 17.04 | 17.11 |
| 36 | 17.35 | 17.38 | 17.41 | 17.45 | 17.47 | 17.49 | 17.52 | 17.48 | 17.50 | 17.54 | 17.61 |
| 37 | 17.83 | 17.87 | 17.90 | 17.95 | 17.97 | 17.99 | 18.02 | 17.98 | 18.00 | 18.04 | 18.11 |
| 38 | 18.33 | 18.37 | 18.40 | 18.45 | 18.47 | 18.49 | 18.52 | 18.47 | 18.50 | 18.54 | 18.61 |
| 39 | 18.83 | 18.87 | 18.90 | 18.95 | 18.96 | 18.99 | 19.02 | 18.97 | 19.00 | 19.04 | 19.11 |
| 40 | 19.33 | 19.37 | 19.40 | 19.45 | 19.46 | 19.49 | 19.52 | 19.47 | 19.50 | 19.54 | 19.61 |
| 41 | 19.83 | 19.86 | 19.90 | 19.95 | 19.96 | 19.98 | 20.02 | 19.97 | 20.00 | 20.04 | 20.11 |
| 42 | 20.32 | 20.36 | 20.40 | 20.45 | 20.46 | 20.48 | 20.52 | 20.47 | 20.50 | 20.54 | 20.61 |
| 43 | 20.82 | 20.86 | 20.89 | 20.95 | 20.96 | 20.98 | 21.02 | 20.97 | 21.00 | 21.04 | 21.11 |
| 44 | 21.32 | 21.36 | 21.39 | 21.45 | 21.46 | 21.48 | 21.52 | 21.47 | 21.50 | 21.54 | 21.62 |
| 45 | 21.82 | 21.86 | 21.89 | 21.95 | 21.96 | 21.98 | 22.02 | 21.97 | 22.00 | 22.04 | 22.12 |
| 46 | 22.32 | 22.36 | 22.39 | 22.45 | 22.46 | 22.48 | 22.52 | 22.47 | 22.50 | 22.54 | 22.62 |
| 47 | 22.82 | 22.86 | 22.89 | 22.95 | 22.96 | 22.98 | 23.02 | 42.97 | 23.00 | 23.04 | 23.12 |
| 48 | 23.32 | 23.36 | 23.39 | 23.45 | 23.46 | 23.48 | 23.52 | 23.47 | 23.50 | 23.54 | 23.62 |
| 49 | 23.82 | 23.86 | 23.89 | 23.95 | 23.96 | 23.98 | 24.02 | 23.97 | 24.00 | 24.04 | 24.12 |
| 50 | 24.32 | 24.36 | 24.39 | 24.45 | 24.46 | 24.48 | 24.52 | 24.47 | 24.50 | 24.54 | 24.62 |
| 51 | 24.82 | 24.86 | 24.89 | 24.95 | 24.96 | 21.98 | 25.02 | 24.97 | 25.00 | 25.04 | 25.12 |
| 52 | 25.32 | 25.36 | 25.39 | 25.45 | 25.46 | 25.48 | 25.52 | 25.47 | 25.50 | 25.54 | 25.62 |
| 53 | 25.82 | 25.86 | 25.89 | 25.95 | 25.96 | 25.98 | 26.02 | 25.97 | 26.00 | 26.04 | 26.12 |
| 54 | 26.32 | 26.36 | 26.39 | 26.45 | 26.46 | 26.48 | 26.52 | 26.47 | 26.50 | 26.54 | 26.62 |
| 55 | 26.82 | 26.86 | 26.89 | 26.95 | 26.96 | 26.98 | 27.02 | 26.97 | 27.00 | 27.04 | 27.12 |

## 表 7.4-98 30°压力角外花键

模数 $m=0.75$ (mm)

| 齿数 $Z$ | 渐开线起始圆直径 $D_{Fmax}$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | d | e | f | 4js | 5js | 6js | 7js | 4k | 5k | 6k | 7k |
| 10 | 6.74 | 6.76 | 6.77 | 6.80 | 6.80 | 6.82 | 6.84 | 6.81 | 6.83 | 6.86 | 6.90 |
| 11 | 7.47 | 7.49 | 7.50 | 7.53 | 7.54 | 7.55 | 7.58 | 7.54 | 7.56 | 7.59 | 7.64 |
| 12 | 8.20 | 8.22 | 8.23 | 8.26 | 8.27 | 8.29 | 8.32 | 8.28 | 8.30 | 8.33 | 8.39 |
| 13 | 8.94 | 8.96 | 8.97 | 9.10 | 9.01 | 9.03 | 9.06 | 9.02 | 9.04 | 9.07 | 9.13 |
| 14 | 9.67 | 9.69 | 9.71 | 9.74 | 9.75 | 9.77 | 9.80 | 9.76 | 9.78 | 9.82 | 9.88 |
| 15 | 10.40 | 10.43 | 10.45 | 10.49 | 10.50 | 10.51 | 10.54 | 10.50 | 10.53 | 10.56 | 10.62 |
| 16 | 11.15 | 11.17 | 11.19 | 11.23 | 11.24 | 11.26 | 11.29 | 11.25 | 11.27 | 11.31 | 11.37 |
| 17 | 11.89 | 11.91 | 11.93 | 11.97 | 11.98 | 12.00 | 12.03 | 11.99 | 12.02 | 12.05 | 12.12 |
| 18 | 12.63 | 12.65 | 12.67 | 12.72 | 12.73 | 12.75 | 12.78 | 12.74 | 12.76 | 12.80 | 12.86 |
| 19 | 13.37 | 13.40 | 13.42 | 13.46 | 13.47 | 13.49 | 13.52 | 13.48 | 13.51 | 13.55 | 13.61 |
| 20 | 14.12 | 14.14 | 14.16 | 14.21 | 14.22 | 14.24 | 14.27 | 14.23 | 14.25 | 14.29 | 14.36 |
| 21 | 14.85 | 14.89 | 14.91 | 14.95 | 14.97 | 14.99 | 15.02 | 14.97 | 15.00 | 15.04 | 15.11 |
| 22 | 15.61 | 15.63 | 15.65 | 15.70 | 15.71 | 15.73 | 15.77 | 15.72 | 15.75 | 15.79 | 15.86 |
| 23 | 16.35 | 16.38 | 16.40 | 16.45 | 16.46 | 16.48 | 16.51 | 16.47 | 16.50 | 16.54 | 16.61 |
| 24 | 17.10 | 17.12 | 17.15 | 17.19 | 17.21 | 17.23 | 17.26 | 17.22 | 17.24 | 17.29 | 17.36 |
| 25 | 17.82 | 17.86 | 17.89 | 17.94 | 17.95 | 17.98 | 18.01 | 17.96 | 17.99 | 18.03 | 18.10 |
| 26 | 18.57 | 18.61 | 18.64 | 18.69 | 18.70 | 18.72 | 18.76 | 18.71 | 18.74 | 18.78 | 18.85 |
| 27 | 19.32 | 19.35 | 19.38 | 19.44 | 19.45 | 19.47 | 19.51 | 19.46 | 19.49 | 19.53 | 19.60 |
| 28 | 20.06 | 20.10 | 20.13 | 20.18 | 20.20 | 20.22 | 20.26 | 20.21 | 20.24 | 20.28 | 20.35 |
| 29 | 20.81 | 20.85 | 20.88 | 20.93 | 20.95 | 20.97 | 21.00 | 20.96 | 20.99 | 21.03 | 21.10 |
| 30 | 21.56 | 21.60 | 21.63 | 21.68 | 21.70 | 21.72 | 21.75 | 21.70 | 21.73 | 21.78 | 21.85 |
| 31 | 22.31 | 22.34 | 22.37 | 22.43 | 22.44 | 22.47 | 22.50 | 22.45 | 22.48 | 22.53 | 22.60 |
| 32 | 23.50 | 23.09 | 23.12 | 23.18 | 23.19 | 23.21 | 23.25 | 23.20 | 23.23 | 23.28 | 23.35 |
| 33 | 23.80 | 23.84 | 23.87 | 23.93 | 23.94 | 23.96 | 24.00 | 23.95 | 23.98 | 24.03 | 24.10 |
| 34 | 24.55 | 24.59 | 24.62 | 24.67 | 24.69 | 24.71 | 24.75 | 24.70 | 24.73 | 34.78 | 24.85 |
| 35 | 25.30 | 25.34 | 25.37 | 25.42 | 25.44 | 25.46 | 25.50 | 25.45 | 25.48 | 25.53 | 25.60 |
| 36 | 26.05 | 26.08 | 26.12 | 26.17 | 26.19 | 26.21 | 26.25 | 26.20 | 26.23 | 26.27 | 26.35 |
| 37 | 26.79 | 26.83 | 26.86 | 26.92 | 26.94 | 26.96 | 27.00 | 26.95 | 26.98 | 27.02 | 27.10 |
| 38 | 27.54 | 27.58 | 27.61 | 27.67 | 27.69 | 27.71 | 27.75 | 27.70 | 27.73 | 27.77 | 27.85 |
| 39 | 28.29 | 28.33 | 28.36 | 28.42 | 28.43 | 28.46 | 28.50 | 28.44 | 28.48 | 28.52 | 28.60 |
| 40 | 29.04 | 29.08 | 29.11 | 29.17 | 29.18 | 29.21 | 29.25 | 29.19 | 29.23 | 29.27 | 29.35 |
| 41 | 29.77 | 29.81 | 29.85 | 29.92 | 29.93 | 29.96 | 30.00 | 29.94 | 29.98 | 30.02 | 30.10 |
| 42 | 30.51 | 30.56 | 30.60 | 30.67 | 30.68 | 30.71 | 30.75 | 30.69 | 30.72 | 30.77 | 30.85 |
| 43 | 31.26 | 31.31 | 31.35 | 31.42 | 31.43 | 31.46 | 31.50 | 31.44 | 31.47 | 31.52 | 31.60 |
| 44 | 32.01 | 32.06 | 32.10 | 32.16 | 32.18 | 32.21 | 32.25 | 32.19 | 32.22 | 32.27 | 32.35 |
| 45 | 32.76 | 32.81 | 32.85 | 32.91 | 32.93 | 32.95 | 33.00 | 32.94 | 32.97 | 33.02 | 33.11 |
| 46 | 33.51 | 33.56 | 33.60 | 33.66 | 33.68 | 33.70 | 33.75 | 33.69 | 33.72 | 33.77 | 33.86 |
| 47 | 34.26 | 34.31 | 34.35 | 34.41 | 34.43 | 34.45 | 34.49 | 34.44 | 34.47 | 34.52 | 34.61 |
| 48 | 35.01 | 35.06 | 35.09 | 35.16 | 35.18 | 35.20 | 35.24 | 35.19 | 35.22 | 35.27 | 35.36 |
| 49 | 35.76 | 35.80 | 35.84 | 35.91 | 35.93 | 35.95 | 35.99 | 35.94 | 35.97 | 36.02 | 36.11 |
| 50 | 36.51 | 36.55 | 36.59 | 36.66 | 36.68 | 36.70 | 36.74 | 36.69 | 36.72 | 36.77 | 36.86 |
| 51 | 35.25 | 37.30 | 37.34 | 37.41 | 37.43 | 37.45 | 37.49 | 37.44 | 37.47 | 37.52 | 37.61 |
| 52 | 38.00 | 38.05 | 38.09 | 38.16 | 38.13 | 38.20 | 38.24 | 38.19 | 38.22 | 38.27 | 38.36 |
| 53 | 38.75 | 38.80 | 38.84 | 38.91 | 38.93 | 38.95 | 38.99 | 38.94 | 38.97 | 39.02 | 39.11 |
| 54 | 39.50 | 39.55 | 39.59 | 39.66 | 39.68 | 39.70 | 39.74 | 39.69 | 49.72 | 39.77 | 39.86 |
| 55 | 40.25 | 40.30 | 40.34 | 40.41 | 40.43 | 40.45 | 40.49 | 40.44 | 40.47 | 40.52 | 40.61 |

## 表 7.4-99　30°压力角外花键

模数 $m=1$　　(mm)

| 齿数 Z | 渐开线起始圆直径 $D_{Femax}$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | d | e | f | 4js | 5js | 6js | 7js | 4k | 5k | 6k | 7k |
| 10 | 9.00 | 9.02 | 9.03 | 9.06 | 9.11 | 9.08 | 9.11 | 9.07 | 9.09 | 9.12 | 9.17 |
| 11 | 9.97 | 9.68 | 10.00 | 10.03 | 10.04 | 10.06 | 10.09 | 10.05 | 10.07 | 10.10 | 10.16 |
| 12 | 10.94 | 10.96 | 10.98 | 11.02 | 11.03 | 11.04 | 11.07 | 11.03 | 11.06 | 11.09 | 11.15 |
| 13 | 11.92 | 11.94 | 11.96 | 12.00 | 12.01 | 12.03 | 12.06 | 12.02 | 12.04 | 12.08 | 12.14 |
| 14 | 12.91 | 12.93 | 12.95 | 12.99 | 13.00 | 13.02 | 13.05 | 13.01 | 13.03 | 13.07 | 13.13 |
| 15 | 13.89 | 13.92 | 13.94 | 13.98 | 13.99 | 14.01 | 14.04 | 14.00 | 14.02 | 14.06 | 14.12 |
| 16 | 14.88 | 14.90 | 14.92 | 14.97 | 14.98 | 15.00 | 15.03 | 14.99 | 15.01 | 15.05 | 15.12 |
| 17 | 15.87 | 15.89 | 15.91 | 15.96 | 15.97 | 15.99 | 16.02 | 15.98 | 16.01 | 16.05 | 16.12 |
| 18 | 16.86 | 16.89 | 16.91 | 16.95 | 16.96 | 16.98 | 17.02 | 16.97 | 17.00 | 17.04 | 17.11 |
| 19 | 17.83 | 17.87 | 17.89 | 17.94 | 17.96 | 17.98 | 18.01 | 17.97 | 17.99 | 18.04 | 18.11 |
| 20 | 18.83 | 18.86 | 18.89 | 18.94 | 18.95 | 18.97 | 19.01 | 18.96 | 18.99 | 19.03 | 19.11 |
| 21 | 19.82 | 19.85 | 19.88 | 19.93 | 19.95 | 19.97 | 20.00 | 19.96 | 19.99 | 20.03 | 20.10 |
| 22 | 20.81 | 20.85 | 20.88 | 20.93 | 20.94 | 20.96 | 21.00 | 20.95 | 20.98 | 21.03 | 21.10 |
| 23 | 21.81 | 21.84 | 21.87 | 21.92 | 21.94 | 21.96 | 22.00 | 21.95 | 21.98 | 22.02 | 22.10 |
| 24 | 22.80 | 22.84 | 22.87 | 22.92 | 22.93 | 22.96 | 22.99 | 22.94 | 22.97 | 23.02 | 23.10 |
| 25 | 23.80 | 23.83 | 23.86 | 23.92 | 23.93 | 23.95 | 23.99 | 23.94 | 23.97 | 24.02 | 24.10 |
| 26 | 24.79 | 24.83 | 24.86 | 24.91 | 24.93 | 24.95 | 24.99 | 24.94 | 24.97 | 25.02 | 25.09 |
| 27 | 25.79 | 25.82 | 25.85 | 25.91 | 25.92 | 25.95 | 25.99 | 25.94 | 25.97 | 26.01 | 26.09 |
| 28 | 26.78 | 26.82 | 26.85 | 26.91 | 26.92 | 26.95 | 26.99 | 26.93 | 26.96 | 27.01 | 27.09 |
| 29 | 27.78 | 27.82 | 27.85 | 27.90 | 27.92 | 27.94 | 27.98 | 27.93 | 27.96 | 28.01 | 28.09 |
| 30 | 28.78 | 28.81 | 28.84 | 28.90 | 28.92 | 28.94 | 28.98 | 28.93 | 28.96 | 29.01 | 29.09 |
| 31 | 29.75 | 29.80 | 29.83 | 29.90 | 29.92 | 29.94 | 29.98 | 29.93 | 29.96 | 30.01 | 30.09 |
| 32 | 30.75 | 30.79 | 30.83 | 30.90 | 30.91 | 30.94 | 30.98 | 30.92 | 30.96 | 31.01 | 31.09 |
| 33 | 31.75 | 31.79 | 31.83 | 31.90 | 31.91 | 31.94 | 31.98 | 31.92 | 31.96 | 32.01 | 32.09 |
| 34 | 32.74 | 32.79 | 32.83 | 32.89 | 32.91 | 32.94 | 32.98 | 32.92 | 32.95 | 33.01 | 33.09 |
| 35 | 33.74 | 33.79 | 33.83 | 33.89 | 33.91 | 33.93 | 33.98 | 33.92 | 33.95 | 34.00 | 34.09 |
| 36 | 34.74 | 34.78 | 34.82 | 34.89 | 34.91 | 34.93 | 34.97 | 34.92 | 34.95 | 35.00 | 35.09 |
| 37 | 35.74 | 35.78 | 35.82 | 35.89 | 35.91 | 35.93 | 35.97 | 35.92 | 35.95 | 36.00 | 36.09 |
| 38 | 36.73 | 36.78 | 36.82 | 36.89 | 36.90 | 36.93 | 36.97 | 36.92 | 36.95 | 37.00 | 37.09 |
| 39 | 37.73 | 37.78 | 37.82 | 37.89 | 37.90 | 37.93 | 37.97 | 37.91 | 37.95 | 38.00 | 38.09 |
| 40 | 38.73 | 38.78 | 38.82 | 38.88 | 38.90 | 38.93 | 38.97 | 38.91 | 38.95 | 39.00 | 39.09 |
| 41 | 39.73 | 39.78 | 39.81 | 39.88 | 39.90 | 39.93 | 39.97 | 39.91 | 39.95 | 40.00 | 40.09 |
| 42 | 40.73 | 40.77 | 40.81 | 40.88 | 40.90 | 40.93 | 40.97 | 40.91 | 40.95 | 41.00 | 41.09 |
| 43 | 41.73 | 41.77 | 41.81 | 41.88 | 41.90 | 41.93 | 41.97 | 41.91 | 41.95 | 42.00 | 42.09 |
| 44 | 42.72 | 42.77 | 42.81 | 42.88 | 42.90 | 42.92 | 42.97 | 42.91 | 42.95 | 43.00 | 43.09 |
| 45 | 43.72 | 43.77 | 43.81 | 43.88 | 43.90 | 43.92 | 43.97 | 43.91 | 43.95 | 44.00 | 44.09 |
| 46 | 44.72 | 44.77 | 44.81 | 44.88 | 44.90 | 44.92 | 44.97 | 44.91 | 44.94 | 45.00 | 45.09 |
| 47 | 45.72 | 45.77 | 45.81 | 45.88 | 45.90 | 45.92 | 45.97 | 45.91 | 45.94 | 46.00 | 46.09 |
| 48 | 46.72 | 46.77 | 46.81 | 46.88 | 46.89 | 46.92 | 46.97 | 46.91 | 46.94 | 47.00 | 47.09 |
| 49 | 47.72 | 47.77 | 47.81 | 47.88 | 47.89 | 47.92 | 47.97 | 47.91 | 47.94 | 48.00 | 48.09 |
| 50 | 48.72 | 48.76 | 48.80 | 48.87 | 48.89 | 48.92 | 48.97 | 48.91 | 48.94 | 49.00 | 49.09 |
| 51 | 49.68 | 49.75 | 49.80 | 49.87 | 49.89 | 49.92 | 49.97 | 49.90 | 49.94 | 50.00 | 50.09 |
| 52 | 50.68 | 50.75 | 50.79 | 50.87 | 50.89 | 50.92 | 50.97 | 50.90 | 50.94 | 51.00 | 51.09 |
| 53 | 51.68 | 51.75 | 51.79 | 51.87 | 51.89 | 51.92 | 51.97 | 51.90 | 51.94 | 52.00 | 52.09 |
| 54 | 52.68 | 52.74 | 52.79 | 52.87 | 52.89 | 52.92 | 52.97 | 52.90 | 52.94 | 53.00 | 53.09 |
| 55 | 53.68 | 53.74 | 53.79 | 53.87 | 53.89 | 53.92 | 53.97 | 53.90 | 53.94 | 54.00 | 54.09 |

## 表 7.4-100　30°压力角外花键

模数 $m=1.25$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 渐开线起始圆直径 $D_{Fmax}$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | d | e | f | 4js | 5js | 6js | 7js | 4k | 5k | 6k | 7k |
| 10 | 11.25 | 11.27 | 11.29 | 11.32 | 11.33 | 11.34 | 11.37 | 11.34 | 11.36 | 11.39 | 11.44 |
| 11 | 12.47 | 12.49 | 12.51 | 12.54 | 12.55 | 12.57 | 12.60 | 12.56 | 12.58 | 12.62 | 12.67 |
| 12 | 13.69 | 13.71 | 13.73 | 13.77 | 13.78 | 13.80 | 13.83 | 13.79 | 13.81 | 13.85 | 13.91 |
| 13 | 14.92 | 14.94 | 14.96 | 15.00 | 15.01 | 15.03 | 15.06 | 15.02 | 15.04 | 15.08 | 15.15 |
| 14 | 16.15 | 16.17 | 16.19 | 16.23 | 16.24 | 16.26 | 16.30 | 16.25 | 16.28 | 16.32 | 16.39 |
| 15 | 17.36 | 17.39 | 17.42 | 17.47 | 17.48 | 17.50 | 17.53 | 17.49 | 17.52 | 17.56 | 17.63 |
| 16 | 18.60 | 18.63 | 18.66 | 18.70 | 18.72 | 18.74 | 18.77 | 18.73 | 18.76 | 18.80 | 18.87 |
| 17 | 19.84 | 19.87 | 19.89 | 19.94 | 19.96 | 19.98 | 20.02 | 19.97 | 20.00 | 20.04 | 20.71 |
| 18 | 21.07 | 21.11 | 21.13 | 21.18 | 21.20 | 12.22 | 21.26 | 21.21 | 21.24 | 21.28 | 21.36 |
| 19 | 22.31 | 22.35 | 22.37 | 22.43 | 22.44 | 22.46 | 22.50 | 22.45 | 22.48 | 22.53 | 22.60 |
| 20 | 23.55 | 23.59 | 23.62 | 23.67 | 23.68 | 23.71 | 23.74 | 23.69 | 23.72 | 23.77 | 23.85 |
| 21 | 24.80 | 24.83 | 24.86 | 24.91 | 24.93 | 24.95 | 24.99 | 24.94 | 24.97 | 25.02 | 25.09 |
| 22 | 26.04 | 26.07 | 26.10 | 26.16 | 26.17 | 26.19 | 26.23 | 26.18 | 26.21 | 26.26 | 26.34 |
| 23 | 27.28 | 27.32 | 27.34 | 27.40 | 27.42 | 27.44 | 27.48 | 27.43 | 27.46 | 27.51 | 27.59 |
| 24 | 28.52 | 28.56 | 28.59 | 28.65 | 28.66 | 28.69 | 28.73 | 28.67 | 28.70 | 28.75 | 28.84 |
| 25 | 29.75 | 29.79 | 29.83 | 29.89 | 29.91 | 29.93 | 29.97 | 29.92 | 29.95 | 30.00 | 30.08 |
| 26 | 30.99 | 31.04 | 31.07 | 31.14 | 31.15 | 31.18 | 31.22 | 31.16 | 31.20 | 31.25 | 31.33 |
| 27 | 32.24 | 32.28 | 32.32 | 32.38 | 32.40 | 32.42 | 32.47 | 32.41 | 32.44 | 32.50 | 32.58 |
| 28 | 33.48 | 33.53 | 33.56 | 33.63 | 33.65 | 33.67 | 33.71 | 33.66 | 33.69 | 33.74 | 33.83 |
| 29 | 34.73 | 34.77 | 34.81 | 34.88 | 34.89 | 34.92 | 34.96 | 34.90 | 34.94 | 34.99 | 35.08 |
| 30 | 35.97 | 36.02 | 36.06 | 36.12 | 36.14 | 36.17 | 36.21 | 36.15 | 36.19 | 36.24 | 36.33 |
| 31 | 37.22 | 37.26 | 37.30 | 37.37 | 37.39 | 37.61 | 37.46 | 37.40 | 37.43 | 37.49 | 37.58 |
| 32 | 38.47 | 38.51 | 38.55 | 38.62 | 38.63 | 38.66 | 38.71 | 38.65 | 38.68 | 38.74 | 38.82 |
| 33 | 39.71 | 39.76 | 39.80 | 39.86 | 39.88 | 39.91 | 39.95 | 39.89 | 39.93 | 39.98 | 40.07 |
| 34 | 40.96 | 41.01 | 41.04 | 41.11 | 41.13 | 41.16 | 41.20 | 41.14 | 41.18 | 41.23 | 41.32 |
| 35 | 42.21 | 42.25 | 42.29 | 42.36 | 42.38 | 42.41 | 42.45 | 42.39 | 42.43 | 42.48 | 42.57 |
| 36 | 44.45 | 43.50 | 43.54 | 43.61 | 43.63 | 43.65 | 43.70 | 43.64 | 43.67 | 43.73 | 43.82 |
| 37 | 44.70 | 44.75 | 44.79 | 44.86 | 44.87 | 44.90 | 44.95 | 44.89 | 44.92 | 44.98 | 45.07 |
| 38 | 45.95 | 46.00 | 46.03 | 46.10 | 46.12 | 46.15 | 46.20 | 46.13 | 46.17 | 46.23 | 46.32 |
| 39 | 47.20 | 47.24 | 47.28 | 47.35 | 47.37 | 47.40 | 47.45 | 47.38 | 47.42 | 47.48 | 47.57 |
| 40 | 48.44 | 48.49 | 48.53 | 48.60 | 48.62 | 48.65 | 48.69 | 48.63 | 48.67 | 48.73 | 48.82 |
| 41 | 49.66 | 49.72 | 49.77 | 49.85 | 49.87 | 49.90 | 49.94 | 49.88 | 49.92 | 49.98 | 50.07 |
| 42 | 50.91 | 50.97 | 51.02 | 51.10 | 51.12 | 51.15 | 51.19 | 51.13 | 51.17 | 51.22 | 51.32 |
| 43 | 52.16 | 52.22 | 52.27 | 52.35 | 52.37 | 52.39 | 52.44 | 52.38 | 52.42 | 52.47 | 52.57 |
| 44 | 53.41 | 53.47 | 53.52 | 53.59 | 53.61 | 53.64 | 53.69 | 53.63 | 53.67 | 53.72 | 53.82 |
| 45 | 54.65 | 54.72 | 54.76 | 54.84 | 54.86 | 54.89 | 54.94 | 54.88 | 54.91 | 54.97 | 55.07 |
| 46 | 55.90 | 55.97 | 56.01 | 56.09 | 56.11 | 56.14 | 56.19 | 56.12 | 56.16 | 57.22 | 56.32 |
| 47 | 57.15 | 57.21 | 57.26 | 57.34 | 57.36 | 57.39 | 57.44 | 57.37 | 57.41 | 56.47 | 57.57 |
| 48 | 58.40 | 58.46 | 58.51 | 58.59 | 58.61 | 58.64 | 58.69 | 58.62 | 58.66 | 58.72 | 58.82 |
| 49 | 59.65 | 59.71 | 59.76 | 59.84 | 59.86 | 59.89 | 59.94 | 59.87 | 59.91 | 59.97 | 60.07 |
| 50 | 60.90 | 60.96 | 61.01 | 61.09 | 61.11 | 61.14 | 61.19 | 61.12 | 61.16 | 61.22 | 61.32 |
| 51 | 62.14 | 62.21 | 62.26 | 62.34 | 62.36 | 62.39 | 62.44 | 62.37 | 62.41 | 62.47 | 62.57 |
| 52 | 63.39 | 63.46 | 63.50 | 63.59 | 63.61 | 63.64 | 63.69 | 63.62 | 63.66 | 63.72 | 63.82 |
| 53 | 64.64 | 64.71 | 64.75 | 64.84 | 64.86 | 64.89 | 64.94 | 64.87 | 62.91 | 64.97 | 65.07 |
| 54 | 65.89 | 65.95 | 66.00 | 66.08 | 66.10 | 66.14 | 66.19 | 66.12 | 66.16 | 66.22 | 66.32 |
| 55 | 67.14 | 67.20 | 67.25 | 67.33 | 67.35 | 67.38 | 67.44 | 67.37 | 67.41 | 67.47 | 67.57 |

**表 7.4-101　30°压力角外花键**

模数 $m=1.5$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 渐开线起始圆直径 $D_{Fzmax}$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | d | e | f | 4js | 5js | 6js | 7js | 4k | 5k | 6k | 7k |
| 10 | 13.51 | 13.53 | 13.55 | 13.58 | 13.59 | 13.61 | 13.64 | 13.60 | 13.62 | 13.65 | 13.71 |
| 11 | 14.97 | 14.99 | 15.01 | 15.05 | 15.06 | 15.08 | 15.11 | 15.07 | 15.09 | 15.13 | 15.19 |
| 12 | 16.44 | 16.46 | 16.48 | 16.52 | 16.53 | 16.55 | 16.58 | 16.54 | 16.56 | 16.60 | 16.67 |
| 13 | 17.90 | 17.93 | 17.95 | 17.99 | 18.01 | 18.03 | 18.06 | 18.02 | 18.04 | 18.08 | 18.15 |
| 14 | 19.37 | 19.40 | 19.43 | 19.47 | 19.49 | 19.51 | 19.54 | 19.50 | 19.52 | 19.57 | 19.64 |
| 15 | 20.85 | 20.88 | 20.91 | 20.96 | 20.97 | 20.99 | 21.03 | 20.98 | 21.01 | 21.05 | 21.13 |
| 16 | 22.33 | 22.37 | 22.39 | 22.44 | 22.46 | 22.48 | 22.52 | 22.47 | 22.50 | 22.54 | 22.62 |
| 17 | 23.82 | 23.85 | 23.88 | 23.93 | 23.94 | 23.97 | 24.00 | 23.95 | 23.98 | 24.03 | 24.11 |
| 18 | 25.31 | 25.34 | 25.37 | 25.42 | 25.43 | 25.46 | 25.50 | 25.44 | 25.47 | 25.52 | 25.60 |
| 19 | 26.79 | 26.83 | 26.85 | 26.91 | 26.92 | 26.95 | 26.98 | 26.93 | 26.97 | 27.01 | 27.09 |
| 20 | 28.28 | 28.32 | 28.34 | 28.40 | 28.41 | 28.44 | 28.48 | 28.43 | 28.46 | 28.51 | 28.59 |
| 21 | 29.75 | 29.79 | 29.83 | 29.89 | 29.91 | 29.93 | 29.97 | 29.92 | 29.95 | 30.00 | 30.08 |
| 22 | 31.24 | 31.28 | 31.32 | 31.38 | 31.40 | 31.42 | 31.47 | 31.41 | 31.44 | 31.50 | 31.58 |
| 23 | 32.73 | 32.78 | 32.81 | 32.88 | 32.89 | 32.92 | 32.96 | 32.90 | 32.94 | 32.99 | 33.08 |
| 24 | 34.23 | 34.27 | 34.31 | 34.37 | 34.39 | 34.41 | 34.46 | 34.40 | 34.43 | 34.49 | 34.57 |
| 25 | 35.72 | 35.76 | 35.80 | 35.86 | 35.88 | 35.91 | 35.95 | 35.89 | 35.93 | 35.98 | 36.07 |
| 26 | 37.21 | 37.26 | 37.29 | 37.36 | 37.38 | 37.40 | 37.45 | 37.39 | 37.42 | 37.48 | 37.57 |
| 27 | 38.71 | 38.75 | 38.79 | 38.86 | 38.87 | 38.90 | 38.94 | 38.88 | 38.92 | 38.97 | 39.07 |
| 28 | 40.20 | 40.25 | 40.28 | 40.35 | 40.37 | 40.40 | 40.44 | 40.38 | 40.42 | 40.47 | 40.56 |
| 29 | 41.70 | 41.74 | 41.78 | 41.85 | 41.86 | 41.89 | 41.94 | 41.88 | 41.91 | 41.97 | 42.06 |
| 30 | 43.19 | 43.24 | 43.27 | 43.34 | 43.36 | 43.39 | 43.44 | 43.37 | 43.41 | 43.47 | 43.56 |
| 31 | 44.69 | 44.73 | 44.77 | 44.84 | 44.86 | 44.89 | 44.93 | 44.87 | 44.91 | 44.96 | 45.06 |
| 32 | 46.18 | 46.23 | 26.27 | 46.34 | 46.36 | 46.38 | 46.43 | 46.37 | 46.41 | 46.46 | 46.56 |
| 33 | 47.68 | 47.73 | 47.76 | 47.83 | 47.85 | 47.88 | 47.93 | 47.86 | 47.90 | 47.96 | 48.06 |
| 34 | 49.15 | 49.21 | 49.25 | 49.93 | 49.35 | 49.38 | 49.43 | 49.36 | 49.40 | 49.46 | 49.56 |
| 35 | 50.64 | 50.70 | 50.75 | 50.83 | 50.85 | 50.88 | 50.92 | 50.86 | 50.90 | 50.96 | 51.05 |
| 36 | 52.14 | 52.20 | 52.25 | 52.33 | 52.34 | 52.37 | 52.42 | 52.36 | 52.40 | 52.46 | 52.55 |
| 37 | 53.64 | 53.70 | 53.74 | 53.82 | 53.84 | 53.87 | 53.92 | 53.86 | 53.89 | 53.95 | 54.05 |
| 38 | 55.13 | 55.19 | 55.24 | 55.32 | 55.34 | 55.37 | 55.42 | 55.35 | 55.39 | 55.45 | 55.55 |
| 39 | 56.63 | 56.69 | 56.74 | 56.82 | 56.84 | 56.87 | 56.92 | 56.85 | 56.89 | 56.95 | 57.05 |
| 40 | 58.13 | 58.19 | 58.24 | 58.32 | 58.34 | 58.37 | 58.42 | 58.35 | 58.39 | 58.45 | 58.55 |
| 41 | 59.62 | 59.69 | 59.73 | 59.81 | 59.83 | 59.87 | 59.92 | 59.85 | 59.89 | 59.95 | 60.05 |
| 42 | 61.12 | 61.19 | 61.23 | 61.31 | 61.33 | 61.36 | 61.41 | 61.35 | 61.39 | 61.45 | 61.55 |
| 43 | 62.62 | 62.68 | 62.73 | 62.81 | 62.83 | 62.86 | 62.91 | 62.85 | 62.89 | 62.95 | 63.05 |
| 44 | 64.12 | 64.18 | 64.23 | 64.31 | 64.33 | 64.36 | 64.41 | 64.34 | 64.38 | 64.45 | 64.55 |
| 45 | 65.62 | 65.68 | 65.73 | 65.81 | 65.83 | 65.86 | 65.91 | 65.84 | 65.88 | 65.95 | 66.05 |
| 46 | 67.11 | 67.18 | 67.22 | 67.31 | 67.33 | 67.36 | 67.41 | 67.34 | 67.38 | 67.44 | 67.55 |
| 47 | 68.61 | 68.68 | 68.72 | 68.81 | 68.83 | 68.86 | 68.91 | 68.84 | 68.88 | 78.94 | 69.05 |
| 48 | 70.11 | 70.17 | 70.22 | 70.30 | 70.32 | 70.36 | 70.41 | 70.34 | 70.38 | 70.44 | 70.55 |
| 49 | 71.61 | 71.67 | 71.72 | 71.80 | 71.82 | 71.86 | 71.91 | 71.84 | 71.88 | 71.94 | 72.05 |
| 50 | 73.11 | 73.17 | 73.22 | 73.30 | 73.32 | 73.35 | 73.41 | 73.34 | 73.38 | 73.44 | 73.55 |
| 51 | 74.61 | 44.67 | 74.72 | 74.80 | 74.82 | 74.85 | 74.91 | 74.84 | 74.88 | 74.94 | 75.05 |
| 52 | 76.10 | 76.17 | 76.22 | 76.30 | 76.32 | 76.35 | 76.41 | 76.33 | 76.38 | 76.44 | 76.55 |
| 53 | 77.60 | 77.67 | 77.71 | 77.80 | 77.82 | 77.85 | 77.91 | 77.83 | 77.88 | 77.94 | 78.05 |
| 54 | 79.07 | 79.15 | 79.20 | 79.30 | 79.32 | 79.35 | 79.40 | 79.33 | 79.38 | 79.44 | 79.55 |
| 55 | 80.57 | 80.64 | 80.70 | 80.80 | 80.82 | 80.85 | 80.90 | 80.83 | 80.88 | 80.94 | 81.05 |

**表 7.4-102 30°压力角外花键**

模数 $m=1.75$ (mm)

| 齿数 $Z$ | 渐开线起始圆直径 $D_{Fmin}$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | d | e | f | 4js | 5js | 6js | 7js | 4k | 5k | 6k | 7k |
| 10 | 15.77 | 15.79 | 15.81 | 15.84 | 15.85 | 15.87 | 15.90 | 15.86 | 15.88 | 15.92 | 15.98 |
| 11 | 17.46 | 17.49 | 17.51 | 17.55 | 17.56 | 17.58 | 17.61 | 17.57 | 17.60 | 17.63 | 17.70 |
| 12 | 19.17 | 19.20 | 19.22 | 19.27 | 29.28 | 19.30 | 19.33 | 19.29 | 19.32 | 19.36 | 19.43 |
| 13 | 20.89 | 20.92 | 20.94 | 20.99 | 21.00 | 21.03 | 21.06 | 21.01 | 21.04 | 21.08 | 21.16 |
| 14 | 22.61 | 22.64 | 22.67 | 22.72 | 22.73 | 22.75 | 22.79 | 22.74 | 22.77 | 22.81 | 22.89 |
| 15 | 24.34 | 24.37 | 24.40 | 24.45 | 24.46 | 24.48 | 24.52 | 24.47 | 24.50 | 24.55 | 24.62 |
| 16 | 26.07 | 26.10 | 26.13 | 26.18 | 26.20 | 26.22 | 26.26 | 26.21 | 26.24 | 26.28 | 26.36 |
| 17 | 27.80 | 27.84 | 27.86 | 27.91 | 27.93 | 27.95 | 27.99 | 27.94 | 27.97 | 28.02 | 28.10 |
| 18 | 29.52 | 29.56 | 29.59 | 29.65 | 29.67 | 29.69 | 29.73 | 29.68 | 29.71 | 29.76 | 29.84 |
| 19 | 31.25 | 31.29 | 31.33 | 31.39 | 31.41 | 31.43 | 31.47 | 31.42 | 31.45 | 31.50 | 31.59 |
| 20 | 32.99 | 33.03 | 33.07 | 33.13 | 33.15 | 33.17 | 33.21 | 33.16 | 33.19 | 33.24 | 33.33 |
| 21 | 34.73 | 34.77 | 34.81 | 34.87 | 34.89 | 34.91 | 34.96 | 34.90 | 34.93 | 34.99 | 35.07 |
| 22 | 36.47 | 36.51 | 36.55 | 36.61 | 36.63 | 36.65 | 36.70 | 36.64 | 36.68 | 36.73 | 36.82 |
| 23 | 38.21 | 38.25 | 38.29 | 38.35 | 38.37 | 38.40 | 38.44 | 38.38 | 38.42 | 38.47 | 38.56 |
| 24 | 39.95 | 39.99 | 40.03 | 40.10 | 40.11 | 40.14 | 40.19 | 40.13 | 40.16 | 40.22 | 40.31 |
| 25 | 41.69 | 41.74 | 41.77 | 41.84 | 41.86 | 41.89 | 41.93 | 41.87 | 41.91 | 41.96 | 42.06 |
| 26 | 43.43 | 43.48 | 43.52 | 43.58 | 43.60 | 43.63 | 43.68 | 43.61 | 43.65 | 43.71 | 43.80 |
| 27 | 45.18 | 45.22 | 45.26 | 45.33 | 45.35 | 45.37 | 45.42 | 45.36 | 45.40 | 45.45 | 45.55 |
| 28 | 46.92 | 46.97 | 47.00 | 47.07 | 47.09 | 47.12 | 47.17 | 47.10 | 47.14 | 47.20 | 47.30 |
| 29 | 48.64 | 48.70 | 48.74 | 48.82 | 48.84 | 48.87 | 48.91 | 48.85 | 48.89 | 48.95 | 49.04 |
| 30 | 50.38 | 50.44 | 50.49 | 50.56 | 50.58 | 50.61 | 50.66 | 50.60 | 50.63 | 50.69 | 50.79 |
| 31 | 52.13 | 52.19 | 52.23 | 52.31 | 52.33 | 52.36 | 52.41 | 52.34 | 52.38 | 52.44 | 52.54 |
| 32 | 53.87 | 53.93 | 53.98 | 54.06 | 54.08 | 54.11 | 54.15 | 54.09 | 54.13 | 54.19 | 54.29 |
| 33 | 55.62 | 55.68 | 55.72 | 55.80 | 55.82 | 55.85 | 55.90 | 55.84 | 55.88 | 55.94 | 56.04 |
| 34 | 57.36 | 57.42 | 57.47 | 57.55 | 57.57 | 57.60 | 57.65 | 57.58 | 57.62 | 57.68 | 57.79 |
| 35 | 59.11 | 59.17 | 59.22 | 59.30 | 59.32 | 59.35 | 59.40 | 59.33 | 59.37 | 59.43 | 59.53 |
| 36 | 60.85 | 60.92 | 60.96 | 61.04 | 61.06 | 61.09 | 61.15 | 61.08 | 61.12 | 61.18 | 61.28 |
| 37 | 62.60 | 62.66 | 62.71 | 62.79 | 62.81 | 62.84 | 62.89 | 62.82 | 62.87 | 62.93 | 63.03 |
| 38 | 64.35 | 64.41 | 64.46 | 64.54 | 64.56 | 64.59 | 64.64 | 64.57 | 64.61 | 64.68 | 64.78 |
| 39 | 66.09 | 66.16 | 66.20 | 66.28 | 66.31 | 66.34 | 66.39 | 66.32 | 66.36 | 67.42 | 66.53 |
| 40 | 67.84 | 67.90 | 67.95 | 68.03 | 68.05 | 66.08 | 68.14 | 66.07 | 68.11 | 68.17 | 68.28 |
| 41 | 69.59 | 69.65 | 69.70 | 69.78 | 69.80 | 69.83 | 69.89 | 69.82 | 69.86 | 69.92 | 70.03 |
| 42 | 71.34 | 71.40 | 71.45 | 71.53 | 71.55 | 71.58 | 71.63 | 71.56 | 71.61 | 71.67 | 71.78 |
| 43 | 73.08 | 73.15 | 73.19 | 73.28 | 73.30 | 73.33 | 73.38 | 73.31 | 73.35 | 73.42 | 73.53 |
| 44 | 74.83 | 74.89 | 74.94 | 75.02 | 75.05 | 75.08 | 75.13 | 75.06 | 75.10 | 75.17 | 75.28 |
| 45 | 76.58 | 76.64 | 76.69 | 76.77 | 76.79 | 76.83 | 76.88 | 76.81 | 76.85 | 76.92 | 77.03 |
| 46 | 78.29 | 78.37 | 78.43 | 78.52 | 78.54 | 78.58 | 78.63 | 78.56 | 78.60 | 78.67 | 78.78 |
| 47 | 80.04 | 80.12 | 80.18 | 80.29 | 80.29 | 80.32 | 80.38 | 80.31 | 80.35 | 80.42 | 80.53 |
| 48 | 81.79 | 81.87 | 81.92 | 82.02 | 82.04 | 82.07 | 82.13 | 82.05 | 82.10 | 83.16 | 82.28 |
| 49 | 83.54 | 83.61 | 83.67 | 83.77 | 83.79 | 83.82 | 83.88 | 83.80 | 83.85 | 82.91 | 84.03 |
| 50 | 85.29 | 85.36 | 85.42 | 85.51 | 85.54 | 85.57 | 85.63 | 85.55 | 85.60 | 85.66 | 85.78 |
| 51 | 87.03 | 87.11 | 87.17 | 87.26 | 87.29 | 87.32 | 87.38 | 87.30 | 87.35 | 87.41 | 87.53 |
| 52 | 88.78 | 88.86 | 88.92 | 89.01 | 89.03 | 89.07 | 89.12 | 89.05 | 89.09 | 89.16 | 89.28 |
| 53 | 90.53 | 90.61 | 90.67 | 90.76 | 90.78 | 90.82 | 90.87 | 90.80 | 90.84 | 90.91 | 91.03 |
| 54 | 92.28 | 92.36 | 92.41 | 92.51 | 92.53 | 92.57 | 92.62 | 92.55 | 92.59 | 92.66 | 92.78 |
| 55 | 94.03 | 94.10 | 94.16 | 94.26 | 94.28 | 94.32 | 94.37 | 94.30 | 94.34 | 94.41 | 94.53 |

**表 7.4-103　30°压力角外花键**

模数 $m=2$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 渐开线起始圆直径 $D_{Fe\max}$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | d | e | f | 4js | 5js | 6js | 7js | 4k | 5k | 6k | 7k |
| 10 | 18.02 | 18.04 | 18.06 | 18.10 | 18.12 | 18.13 | 18.16 | 18.12 | 18.15 | 18.18 | 18.25 |
| 11 | 19.97 | 19.99 | 20.01 | 20.06 | 20.07 | 20.09 | 20.12 | 20.08 | 20.10 | 20.14 | 28.21 |
| 12 | 21.92 | 21.95 | 21.97 | 22.02 | 22.03 | 22.05 | 22.09 | 22.04 | 22.07 | 22.11 | 22.18 |
| 13 | 23.89 | 23.92 | 23.94 | 23.99 | 24.00 | 24.02 | 24.06 | 24.01 | 24.04 | 24.08 | 24.16 |
| 14 | 25.86 | 25.89 | 25.91 | 25.96 | 25.98 | 26.00 | 26.04 | 25.99 | 26.02 | 26.06 | 26.14 |
| 15 | 27.83 | 27.86 | 27.89 | 27.94 | 27.95 | 27.98 | 28.02 | 27.96 | 27.99 | 28.04 | 28.12 |
| 16 | 29.79 | 29.83 | 29.86 | 29.92 | 29.93 | 29.96 | 30.00 | 29.94 | 29.98 | 30.03 | 30.11 |
| 17 | 31.77 | 31.81 | 31.84 | 31.90 | 31.92 | 31.94 | 31.98 | 31.93 | 31.96 | 32.01 | 32.10 |
| 18 | 33.75 | 33.79 | 33.82 | 33.88 | 33.90 | 33.93 | 33.97 | 33.91 | 33.95 | 34.00 | 34.09 |
| 19 | 35.73 | 35.77 | 35.81 | 35.87 | 35.89 | 35.91 | 35.96 | 35.90 | 35.93 | 35.99 | 36.08 |
| 20 | 37.72 | 37.76 | 37.79 | 37.86 | 37.88 | 37.90 | 37.95 | 37.89 | 37.92 | 38.98 | 38.07 |
| 21 | 39.71 | 39.75 | 39.78 | 39.85 | 39.87 | 39.89 | 39.94 | 39.88 | 39.91 | 39.97 | 40.06 |
| 22 | 41.69 | 41.74 | 41.77 | 41.84 | 41.86 | 41.88 | 41.93 | 41.87 | 41.91 | 41.96 | 42.05 |
| 23 | 43.68 | 43.73 | 43.76 | 43.83 | 43.85 | 43.88 | 43.92 | 43.86 | 42.90 | 43.95 | 44.05 |
| 24 | 45.67 | 45.72 | 45.75 | 45.82 | 45.84 | 45.87 | 45.92 | 45.85 | 45.89 | 45.95 | 46.04 |
| 25 | 47.66 | 47.71 | 47.74 | 47.81 | 47.83 | 47.86 | 47.91 | 47.85 | 47.88 | 47.94 | 48.04 |
| 26 | 49.63 | 49.69 | 49.73 | 49.81 | 49.83 | 49.85 | 49.90 | 49.84 | 49.88 | 49.94 | 50.04 |
| 27 | 51.62 | 51.68 | 51.72 | 51.80 | 51.82 | 51.85 | 51.90 | 51.83 | 51.87 | 51.93 | 52.03 |
| 28 | 53.61 | 53.67 | 53.52 | 53.79 | 53.81 | 53.84 | 53.89 | 53.83 | 53.87 | 53.93 | 54.03 |
| 29 | 55.61 | 55.67 | 55.71 | 55.79 | 55.81 | 55.84 | 55.89 | 55.82 | 55.86 | 55.92 | 56.03 |
| 30 | 57.60 | 57.66 | 57.70 | 57.78 | 57.80 | 57.83 | 57.89 | 57.82 | 57.86 | 57.92 | 58.02 |
| 31 | 59.59 | 59.65 | 59.70 | 59.78 | 59.80 | 59.83 | 59.88 | 59.81 | 59.85 | 59.92 | 60.02 |
| 32 | 61.59 | 61.65 | 61.69 | 61.77 | 61.80 | 61.83 | 61.88 | 61.81 | 61.85 | 61.91 | 62.02 |
| 33 | 63.58 | 63.64 | 63.69 | 63.77 | 63.79 | 63.82 | 63.88 | 63.81 | 63.85 | 63.91 | 64.02 |
| 34 | 65.58 | 65.64 | 65.69 | 65.77 | 65.79 | 65.82 | 65.87 | 65.80 | 65.84 | 65.91 | 66.01 |
| 35 | 67.57 | 67.64 | 67.68 | 67.76 | 67.78 | 67.82 | 67.87 | 67.80 | 67.84 | 67.91 | 68.01 |
| 36 | 69.57 | 69.63 | 69.68 | 69.76 | 69.78 | 69.81 | 69.87 | 69.80 | 69.84 | 69.90 | 70.01 |
| 37 | 71.57 | 71.63 | 71.67 | 71.76 | 71.78 | 71.81 | 71.86 | 71.79 | 71.84 | 71.90 | 72.01 |
| 38 | 73.56 | 73.62 | 73.67 | 73.75 | 73.78 | 73.81 | 73.86 | 73.79 | 73.83 | 73.90 | 74.01 |
| 39 | 75.56 | 75.62 | 75.67 | 75.75 | 75.77 | 75.81 | 75.86 | 75.79 | 75.83 | 75.90 | 76.01 |
| 40 | 77.55 | 77.62 | 77.66 | 77.75 | 77.77 | 77.80 | 77.86 | 77.78 | 77.83 | 77.90 | 78.01 |
| 41 | 79.52 | 79.60 | 79.65 | 79.75 | 79.77 | 79.80 | 79.86 | 79.78 | 79.83 | 79.89 | 80.01 |
| 42 | 81.52 | 81.59 | 81.65 | 81.74 | 81.77 | 81.80 | 81.85 | 81.78 | 81.82 | 81.89 | 82.00 |
| 43 | 83.51 | 83.59 | 83.65 | 83.64 | 83.76 | 83.80 | 83.85 | 83.78 | 83.82 | 83.89 | 84.00 |
| 44 | 85.51 | 85.59 | 85.64 | 85.74 | 85.76 | 85.79 | 85.85 | 85.78 | 85.82 | 85.89 | 86.00 |
| 45 | 87.51 | 87.58 | 87.64 | 87.74 | 87.76 | 87.79 | 87.85 | 87.77 | 87.82 | 87.89 | 88.00 |
| 46 | 89.51 | 89.58 | 89.64 | 89.73 | 89.76 | 89.79 | 89.85 | 89.77 | 89.82 | 89.89 | 90.00 |
| 47 | 91.50 | 91.58 | 91.64 | 91.73 | 91.76 | 91.79 | 91.85 | 91.77 | 91.82 | 91.89 | 92.00 |
| 48 | 93.50 | 93.58 | 93.63 | 93.73 | 93.75 | 93.79 | 93.85 | 93.77 | 93.82 | 93.88 | 94.00 |
| 49 | 95.50 | 95.58 | 95.63 | 95.73 | 95.75 | 95.79 | 95.85 | 95.77 | 95.81 | 95.88 | 96.00 |
| 50 | 97.50 | 97.57 | 97.63 | 97.73 | 97.75 | 97.79 | 97.84 | 97.77 | 97.81 | 97.88 | 98.00 |
| 51 | 99.49 | 99.57 | 99.63 | 99.73 | 99.75 | 99.78 | 99.84 | 99.76 | 99.81 | 99.88 | 100.00 |
| 52 | 101.49 | 101.57 | 101.63 | 101.72 | 101.75 | 101.78 | 101.84 | 101.76 | 101.81 | 101.88 | 102.00 |
| 53 | 103.49 | 103.57 | 103.63 | 103.72 | 103.75 | 103.78 | 103.84 | 103.76 | 103.81 | 103.88 | 104.00 |
| 54 | 105.49 | 105.57 | 105.62 | 105.72 | 105.75 | 105.78 | 105.84 | 105.76 | 105.81 | 105.88 | 106.00 |
| 55 | 107.49 | 107.57 | 107.62 | 107.72 | 107.74 | 107.78 | 107.84 | 107.76 | 107.81 | 107.88 | 108.00 |

**表 7.4-104　30°压力角外花键**

模数 $m=2.5$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 渐开线起始圆直径 $D_{F\min}$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | d | e | f | 4js | 5js | 6js | 7js | 4k | 5k | 6k | 7k |
| 10 | 22.54 | 22.57 | 22.59 | 22.63 | 22.64 | 22.66 | 22.69 | 22.65 | 22.67 | 22.71 | 22.78 |
| 11 | 24.98 | 25.00 | 25.02 | 25.07 | 25.08 | 25.10 | 25.14 | 25.09 | 25.12 | 25.16 | 25.23 |
| 12 | 27.42 | 27.45 | 27.47 | 27.52 | 37.53 | 27.56 | 27.59 | 27.54 | 27.57 | 27.62 | 27.70 |
| 13 | 29.86 | 29.90 | 22.92 | 29.98 | 30.90 | 30.02 | 30.06 | 30.01 | 30.04 | 30.08 | 30.16 |
| 14 | 32.32 | 32.35 | 32.39 | 32.45 | 32.46 | 32.49 | 32.53 | 32.47 | 32.51 | 32.56 | 32.64 |
| 15 | 34.79 | 34.83 | 34.86 | 34.92 | 34.93 | 34.96 | 35.00 | 34.95 | 34.98 | 35.03 | 35.12 |
| 16 | 37.26 | 37.30 | 37.33 | 37.39 | 37.41 | 37.44 | 37.48 | 37.42 | 37.46 | 37.51 | 37.60 |
| 17 | 39.74 | 39.77 | 39.81 | 39.87 | 39.89 | 39.91 | 39.96 | 39.90 | 39.94 | 39.99 | 40.08 |
| 18 | 42.21 | 42.25 | 42.29 | 49.35 | 42.37 | 42.40 | 42.44 | 42.38 | 42.42 | 42.47 | 42.57 |
| 19 | 44.69 | 42.73 | 44.77 | 44.83 | 44.85 | 44.88 | 44.93 | 44.86 | 44.90 | 44.96 | 45.05 |
| 20 | 47.18 | 44.22 | 47.25 | 47.32 | 47.34 | 47.37 | 47.41 | 47.35 | 47.39 | 47.45 | 47.54 |
| 21 | 49.63 | 49.69 | 49.73 | 49.80 | 49.82 | 49.85 | 49.70 | 49.84 | 49.88 | 49.94 | 50.03 |
| 22 | 52.12 | 52.17 | 52.22 | 52.29 | 52.31 | 52.34 | 52.39 | 52.33 | 52.36 | 52.42 | 52.53 |
| 23 | 54.60 | 54.66 | 54.70 | 54.78 | 54.80 | 54.83 | 54.88 | 54.81 | 54.85 | 54.92 | 55.02 |
| 24 | 57.09 | 57.15 | 57.19 | 57.27 | 57.29 | 57.32 | 57.37 | 57.30 | 57.35 | 57.41 | 57.51 |
| 25 | 59.58 | 59.64 | 59.68 | 59.76 | 59.78 | 59.81 | 59.86 | 59.80 | 59.84 | 59.90 | 60.00 |
| 26 | 62.07 | 62.13 | 62.17 | 62.25 | 62.27 | 62.30 | 62.36 | 62.29 | 62.33 | 62.39 | 62.50 |
| 27 | 64.56 | 64.62 | 64.66 | 64.74 | 64.77 | 64.80 | 64.85 | 64.78 | 64.82 | 64.89 | 64.99 |
| 28 | 67.05 | 67.11 | 67.16 | 67.24 | 67.26 | 67.29 | 67.34 | 67.27 | 67.32 | 67.38 | 67.49 |
| 29 | 69.54 | 69.60 | 69.65 | 69.73 | 69.75 | 69.78 | 69.84 | 69.77 | 69.81 | 69.88 | 69.99 |
| 30 | 72.04 | 72.10 | 72.14 | 72.22 | 72.25 | 72.28 | 72.33 | 72.26 | 72.30 | 72.37 | 74.48 |
| 31 | 74.53 | 74.59 | 74.64 | 74.72 | 74.54 | 74.77 | 74.83 | 74.75 | 74.80 | 74.87 | 74.98 |
| 32 | 77.02 | 77.08 | 77.13 | 77.21 | 77.23 | 77.27 | 77.32 | 77.25 | 77.29 | 77.36 | 77.48 |
| 33 | 79.49 | 79.56 | 79.61 | 79.71 | 79.73 | 79.76 | 79.82 | 79.74 | 79.79 | 79.86 | 79.97 |
| 34 | 81.98 | 82.05 | 82.11 | 82.20 | 82.23 | 82.26 | 82.32 | 82.24 | 82.29 | 82.35 | 82.47 |
| 35 | 84.48 | 84.55 | 84.60 | 84.70 | 84.72 | 84.76 | 84.81 | 84.74 | 84.78 | 84.85 | 84.97 |
| 36 | 86.97 | 87.04 | 87.10 | 87.19 | 87.22 | 87.25 | 87.31 | 87.23 | 87.28 | 87.35 | 87.46 |
| 37 | 89.46 | 89.54 | 89.59 | 89.69 | 89.71 | 89.75 | 89.81 | 89.73 | 89.78 | 89.85 | 89.96 |
| 38 | 91.96 | 92.03 | 92.09 | 92.19 | 92.21 | 92.24 | 92.30 | 92.22 | 92.27 | 92.34 | 92.46 |
| 39 | 94.46 | 94.53 | 94.59 | 94.68 | 94.71 | 94.74 | 94.80 | 94.72 | 94.77 | 94.84 | 94.96 |
| 40 | 96.95 | 97.03 | 97.08 | 97.18 | 97.20 | 97.74 | 97.30 | 97.22 | 97.27 | 97.34 | 97.46 |
| 41 | 99.45 | 99.52 | 99.58 | 99.68 | 99.70 | 99.74 | 99.80 | 99.72 | 99.76 | 99.84 | 99.96 |
| 42 | 101.94 | 102.02 | 102.08 | 102.17 | 102.20 | 102.23 | 102.29 | 102.21 | 102.26 | 102.33 | 102.45 |
| 43 | 104.44 | 104.52 | 104.57 | 104.67 | 104.69 | 104.73 | 104.79 | 104.71 | 104.76 | 104.83 | 104.95 |
| 44 | 106.94 | 107.01 | 107.07 | 107.17 | 107.19 | 107.23 | 107.29 | 107.21 | 107.26 | 107.33 | 107.45 |
| 45 | 109.43 | 109.51 | 109.57 | 109.66 | 109.69 | 109.73 | 109.79 | 109.70 | 109.75 | 109.83 | 109.95 |
| 46 | 111.93 | 112.01 | 112.06 | 112.16 | 112.19 | 112.22 | 112.29 | 112.20 | 112.25 | 112.33 | 112.45 |
| 47 | 114.43 | 114.50 | 114.56 | 114.66 | 114.68 | 114.72 | 114.78 | 114.70 | 114.75 | 114.82 | 114.95 |
| 48 | 116.92 | 117.00 | 117.06 | 117.16 | 117.18 | 117.22 | 117.28 | 117.20 | 117.25 | 117.32 | 117.45 |
| 49 | 119.38 | 119.48 | 119.54 | 119.65 | 119.68 | 119.72 | 119.78 | 119.70 | 119.75 | 119.82 | 119.95 |
| 50 | 121.88 | 121.97 | 122.04 | 122.15 | 122.18 | 122.22 | 122.28 | 122.19 | 122.25 | 122.32 | 122.45 |
| 51 | 124.38 | 124.47 | 124.54 | 124.65 | 124.68 | 124.71 | 124.78 | 124.69 | 124.74 | 124.82 | 124.95 |
| 52 | 126.87 | 126.97 | 127.04 | 127.15 | 127.17 | 127.21 | 127.28 | 127.19 | 127.24 | 127.32 | 127.45 |
| 53 | 129.37 | 129.47 | 129.54 | 129.65 | 129.67 | 129.71 | 129.77 | 129.69 | 129.74 | 129.82 | 129.95 |
| 54 | 131.87 | 131.96 | 132.03 | 132.14 | 132.17 | 132.21 | 132.27 | 132.19 | 132.24 | 132.32 | 132.45 |
| 55 | 134.37 | 134.46 | 134.53 | 134.64 | 134.67 | 134.71 | 134.77 | 134.69 | 134.74 | 134.82 | 134.95 |

**表 7.4-105　30°压力角外花键**

模数 $m=3$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 渐开线起始圆直径 $D_{Femax}$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | d | e | f | 4js | 5js | 6js | 7js | 4k | 5k | 6k | 7k |
| 10 | 27.06 | 27.09 | 27.11 | 27.15 | 27.16 | 27.18 | 27.22 | 27.17 | 27.20 | 27.24 | 27.31 |
| 11 | 29.97 | 30.00 | 30.03 | 30.08 | 30.09 | 30.11 | 30.15 | 30.10 | 30.13 | 30.18 | 30.25 |
| 12 | 32.90 | 32.94 | 32.97 | 33.02 | 33.04 | 33.06 | 33.10 | 33.05 | 33.08 | 33.13 | 33.21 |
| 13 | 35.85 | 35.89 | 35.82 | 35.97 | 35.99 | 36.01 | 36.06 | 36.00 | 36.03 | 36.08 | 36.17 |
| 14 | 38.81 | 38.84 | 38.87 | 38.93 | 38.95 | 38.97 | 38.02 | 38.96 | 38.99 | 39.05 | 39.14 |
| 15 | 41.77 | 41.80 | 41.84 | 41.90 | 41.91 | 41.94 | 41.99 | 21.93 | 31.96 | 42.02 | 42.11 |
| 16 | 44.73 | 44.77 | 44.80 | 44.87 | 14.88 | 44.91 | 44.96 | 44.90 | 44.93 | 44.99 | 45.08 |
| 17 | 47.68 | 47.73 | 47.77 | 47.84 | 47.86 | 47.89 | 47.94 | 47.87 | 47.91 | 47.97 | 48.06 |
| 18 | 50.65 | 50.78 | 50.74 | 50.82 | 50.84 | 50.87 | 50.91 | 50.85 | 50.89 | 50.95 | 51.05 |
| 19 | 53.63 | 53.68 | 53.72 | 53.80 | 53.82 | 53.85 | 53.90 | 53.83 | 53.87 | 53.93 | 54.03 |
| 20 | 56.61 | 56.66 | 56.70 | 56.78 | 56.80 | 56.83 | 56.88 | 56.81 | 56.85 | 56.91 | 57.02 |
| 21 | 59.59 | 59.64 | 59.68 | 59.76 | 59.78 | 59.81 | 59.87 | 59.80 | 59.84 | 59.90 | 60.01 |
| 22 | 62.57 | 62.63 | 62.67 | 62.75 | 62.77 | 62.80 | 62.85 | 62.78 | 62.82 | 62.89 | 62.99 |
| 23 | 65.55 | 65.61 | 65.65 | 65.73 | 65.75 | 65.79 | 65.84 | 65.77 | 65.81 | 65.88 | 65.98 |
| 24 | 68.54 | 68.60 | 68.64 | 68.72 | 68.74 | 68.77 | 68.83 | 68.76 | 68.80 | 68.87 | 68.98 |
| 25 | 71.53 | 71.58 | 71.63 | 71.71 | 71.73 | 71.76 | 71.82 | 71.73 | 71.79 | 71.86 | 71.97 |
| 26 | 74.51 | 74.57 | 74.62 | 74.70 | 74.72 | 74.75 | 74.81 | 74.74 | 74.78 | 74.85 | 71.96 |
| 27 | 77.47 | 77.54 | 77.60 | 77.69 | 77.71 | 77.75 | 74.80 | 77.73 | 77.77 | 77.84 | 77.95 |
| 28 | 80.46 | 80.53 | 80.59 | 80.68 | 80.70 | 80.74 | 80.79 | 80.72 | 80.76 | 80.83 | 80.95 |
| 29 | 83.45 | 83.52 | 83.58 | 83.67 | 83.69 | 83.73 | 83.79 | 83.71 | 83.76 | 83.83 | 83.94 |
| 30 | 86.44 | 86.52 | 86.57 | 86.66 | 86.69 | 86.72 | 86.78 | 86.70 | 86.75 | 86.82 | 86.94 |
| 31 | 89.44 | 89.51 | 89.56 | 89.66 | 89.68 | 99.72 | 89.77 | 89.70 | 89.74 | 89.81 | 89.93 |
| 32 | 92.43 | 92.50 | 92.56 | 92.65 | 92.67 | 92.71 | 92.77 | 92.69 | 92.74 | 92.81 | 92.93 |
| 33 | 95.42 | 95.49 | 95.55 | 95.64 | 95.67 | 95.70 | 95.76 | 95.68 | 95.73 | 95.80 | 95.93 |
| 34 | 98.41 | 98.49 | 98.54 | 98.64 | 98.66 | 98.70 | 98.76 | 98.68 | 98.73 | 98.80 | 98.92 |
| 35 | 101.41 | 101.48 | 101.54 | 101.63 | 101.66 | 101.69 | 101.75 | 101.67 | 101.72 | 101.80 | 101.92 |
| 36 | 104.40 | 104.47 | 104.53 | 104.63 | 104.65 | 104.69 | 104.75 | 104.67 | 104.72 | 104.79 | 104.92 |
| 37 | 107.39 | 107.47 | 107.52 | 107.62 | 107.65 | 107.68 | 107.75 | 107.66 | 107.71 | 107.79 | 107.91 |
| 38 | 110.39 | 110.46 | 110.52 | 110.62 | 110.64 | 110.68 | 110.74 | 110.66 | 110.71 | 110.78 | 110.91 |
| 39 | 113.38 | 113.46 | 113.52 | 113.61 | 113.64 | 113.68 | 113.74 | 113.66 | 113.71 | 113.78 | 113.91 |
| 40 | 116.38 | 116.45 | 116.51 | 116.61 | 116.63 | 116.67 | 116.74 | 116.65 | 116.70 | 116.78 | 116.91 |
| 41 | 119.34 | 119.43 | 119.50 | 119.61 | 119.63 | 119.67 | 119.73 | 119.65 | 119.70 | 119.78 | 119.90 |
| 42 | 122.33 | 122.42 | 122.49 | 122.60 | 122.63 | 122.67 | 122.73 | 122.64 | 122.70 | 122.77 | 122.90 |
| 43 | 125.33 | 125.42 | 125.49 | 125.60 | 125.62 | 125.66 | 125.73 | 125.64 | 125.69 | 125.77 | 125.90 |
| 44 | 128.32 | 128.42 | 128.48 | 128.59 | 128.62 | 128.66 | 128.72 | 128.64 | 128.69 | 128.77 | 128.90 |
| 45 | 131.32 | 131.41 | 131.48 | 131.59 | 131.62 | 131.66 | 131.72 | 131.63 | 131.69 | 131.77 | 131.90 |
| 46 | 134.31 | 134.41 | 134.48 | 134.59 | 134.61 | 134.65 | 134.72 | 132.63 | 134.68 | 134.76 | 134.90 |
| 47 | 137.31 | 137.41 | 137.47 | 137.59 | 137.61 | 137.65 | 137.72 | 137.61 | 137.68 | 137.76 | 137.90 |
| 48 | 140.31 | 140.40 | 140.47 | 140.58 | 140.61 | 140.65 | 140.72 | 140.63 | 140.68 | 140.76 | 140.89 |
| 49 | 143.30 | 143.40 | 143.47 | 143.58 | 143.60 | 143.65 | 143.71 | 143.62 | 143.68 | 143.76 | 143.89 |
| 50 | 146.30 | 146.40 | 146.46 | 146.58 | 146.60 | 146.64 | 146.71 | 146.62 | 146.68 | 146.76 | 146.89 |
| 51 | 149.30 | 149.39 | 149.46 | 149.58 | 149.60 | 149.64 | 149.71 | 149.62 | 149.67 | 149.76 | 149.89 |
| 52 | 152.30 | 152.39 | 152.46 | 152.57 | 152.60 | 152.64 | 152.51 | 152.62 | 152.67 | 152.75 | 152.89 |
| 53 | 155.29 | 155.39 | 155.46 | 155.57 | 155.60 | 155.64 | 155.71 | 155.62 | 155.67 | 155.75 | 155.89 |
| 54 | 158.29 | 158.39 | 158.45 | 158.57 | 158.60 | 158.64 | 158.71 | 158.61 | 158.67 | 158.75 | 158.89 |
| 55 | 161.29 | 161.38 | 161.45 | 161.57 | 161.59 | 161.64 | 161.70 | 166.61 | 161.67 | 161.75 | 161.89 |

## 表 7.4-106 30°压力角外花键

模数 $m=4$ (mm)

| 齿数 $Z$ | 渐开线起始圆直径 $D_{Fmax}$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | d | e | f | 4js | 5js | 6js | 7js | 4k | 5k | 6k | 7k |
| 10 | 36.09 | 36.12 | 36.14 | 36.19 | 36.21 | 36.23 | 36.27 | 36.22 | 36.25 | 36.29 | 36.37 |
| 11 | 39.99 | 40.02 | 40.05 | 40.10 | 40.11 | 40.14 | 40.18 | 40.13 | 40.16 | 40.21 | 40.29 |
| 12 | 43.90 | 43.94 | 43.96 | 44.02 | 44.04 | 44.06 | 44.11 | 44.05 | 44.08 | 44.14 | 44.23 |
| 13 | 47.81 | 47.86 | 47.89 | 47.96 | 47.97 | 48.00 | 48.05 | 47.99 | 48.02 | 48.08 | 48.17 |
| 14 | 51.75 | 51.80 | 51.83 | 51.90 | 51.92 | 51.95 | 52.00 | 51.93 | 51.97 | 52.03 | 52.13 |
| 15 | 55.70 | 55.75 | 55.78 | 55.86 | 55.88 | 55.90 | 55.95 | 55.89 | 55.93 | 55.99 | 56.09 |
| 16 | 59.65 | 59.79 | 59.74 | 59.81 | 59.84 | 59.87 | 59.92 | 59.85 | 59.89 | 59.95 | 60.06 |
| 17 | 63.61 | 63.67 | 63.70 | 63.78 | 63.80 | 63.83 | 63.83 | 63.81 | 63.86 | 63.92 | 64.03 |
| 18 | 67.58 | 67.63 | 67.67 | 67.75 | 67.77 | 67.80 | 67.86 | 67.78 | 67.83 | 67.89 | 68.00 |
| 19 | 71.55 | 71.60 | 71.64 | 71.72 | 71.74 | 71.78 | 71.83 | 71.76 | 71.80 | 71.87 | 71.98 |
| 20 | 75.52 | 75.57 | 75.62 | 75.70 | 75.72 | 75.75 | 75.81 | 75.73 | 75.78 | 75.85 | 75.96 |
| 21 | 79.47 | 79.53 | 79.58 | 79.67 | 79.70 | 79.73 | 79.79 | 79.71 | 79.76 | 79.85 | 79.94 |
| 22 | 83.44 | 83.51 | 83.56 | 83.65 | 83.68 | 83.71 | 83.77 | 83.69 | 83.74 | 83.81 | 83.93 |
| 23 | 87.42 | 87.49 | 87.54 | 87.63 | 87.66 | 87.69 | 87.75 | 87.67 | 87.72 | 87.79 | 87.91 |
| 24 | 91.40 | 91.47 | 91.53 | 91.62 | 91.64 | 91.68 | 91.74 | 91.66 | 91.71 | 91.78 | 91.90 |
| 25 | 95.39 | 95.46 | 95.51 | 95.60 | 95.63 | 95.66 | 95.73 | 95.64 | 95.69 | 95.77 | 95.89 |
| 26 | 99.37 | 99.44 | 99.49 | 99.59 | 99.61 | 99.65 | 99.71 | 99.63 | 99.68 | 99.75 | 99.88 |
| 27 | 103.36 | 103.43 | 103.48 | 103.58 | 103.60 | 103.64 | 103.70 | 103.62 | 103.67 | 103.74 | 103.87 |
| 28 | 107.34 | 107.41 | 107.47 | 107.56 | 107.59 | 107.63 | 107.69 | 107.61 | 107.66 | 107.73 | 107.86 |
| 29 | 111.33 | 111.40 | 111.46 | 111.55 | 111.58 | 111.62 | 111.68 | 111.60 | 111.65 | 111.72 | 111.85 |
| 30 | 115.32 | 115.39 | 115.45 | 115.54 | 115.57 | 115.61 | 115.67 | 115.59 | 115.64 | 115.72 | 115.85 |
| 31 | 119.27 | 119.36 | 119.42 | 119.53 | 119.56 | 119.60 | 119.66 | 119.58 | 119.63 | 119.71 | 119.84 |
| 32 | 123.26 | 123.35 | 123.41 | 123.52 | 123.55 | 123.59 | 123.66 | 123.59 | 123.62 | 123.72 | 123.83 |
| 33 | 127.25 | 127.34 | 127.41 | 127.52 | 127.54 | 127.58 | 127.65 | 127.56 | 127.61 | 127.69 | 127.83 |
| 34 | 131.24 | 131.33 | 131.40 | 131.51 | 131.53 | 131.57 | 131.64 | 131.55 | 131.61 | 131.69 | 131.82 |
| 35 | 135.23 | 135.32 | 135.39 | 135.50 | 135.53 | 135.57 | 135.64 | 135.55 | 135.60 | 135.68 | 135.82 |
| 36 | 139.22 | 139.32 | 139.38 | 139.49 | 139.52 | 139.56 | 139.63 | 139.54 | 139.59 | 139.68 | 139.81 |
| 37 | 143.22 | 143.31 | 143.37 | 143.49 | 143.51 | 143.56 | 143.62 | 143.53 | 143.59 | 143.67 | 143.81 |
| 38 | 147.21 | 147.30 | 147.37 | 147.48 | 147.51 | 147.55 | 147.62 | 147.53 | 147.58 | 147.67 | 147.80 |
| 39 | 151.20 | 151.30 | 151.36 | 151.47 | 151.50 | 151.54 | 151.61 | 151.52 | 151.58 | 151.66 | 151.80 |
| 40 | 155.20 | 155.29 | 155.36 | 155.47 | 155.50 | 155.54 | 155.61 | 155.52 | 155.57 | 155.66 | 155.80 |
| 41 | 159.19 | 159.28 | 159.35 | 159.46 | 159.49 | 159.53 | 159.61 | 159.51 | 159.57 | 159.65 | 159.79 |
| 42 | 163.18 | 163.28 | 163.34 | 163.46 | 163.49 | 163.53 | 163.60 | 163.51 | 163.56 | 163.65 | 163.79 |
| 43 | 167.18 | 167.27 | 167.34 | 167.45 | 167.48 | 167.53 | 167.60 | 167.50 | 167.56 | 167.65 | 167.79 |
| 44 | 171.17 | 171.27 | 171.33 | 171.45 | 171.48 | 171.52 | 171.59 | 171.50 | 171.56 | 171.64 | 171.79 |
| 45 | 175.17 | 175.26 | 175.33 | 175.45 | 175.47 | 175.52 | 175.59 | 175.49 | 175.55 | 175.64 | 175.78 |
| 46 | 179.12 | 179.23 | 179.31 | 179.44 | 179.47 | 179.51 | 179.59 | 179.49 | 179.55 | 179.64 | 179.78 |
| 47 | 183.12 | 183.23 | 183.31 | 183.44 | 183.47 | 183.51 | 183.58 | 183.49 | 183.54 | 183.63 | 183.78 |
| 48 | 187.11 | 187.23 | 187.30 | 187.43 | 187.46 | 187.51 | 187.58 | 187.48 | 187.54 | 187.63 | 187.78 |
| 49 | 191.11 | 191.22 | 191.30 | 191.43 | 191.46 | 191.50 | 191.58 | 191.48 | 191.54 | 191.63 | 191.78 |
| 50 | 195.11 | 195.22 | 195.30 | 195.43 | 195.46 | 195.50 | 195.58 | 195.48 | 195.54 | 195.63 | 195.77 |
| 51 | 199.10 | 199.21 | 199.29 | 199.42 | 199.45 | 199.50 | 199.57 | 199.47 | 199.53 | 199.62 | 199.77 |
| 52 | 203.10 | 203.21 | 203.29 | 203.42 | 203.45 | 203.50 | 203.57 | 203.47 | 203.53 | 203.62 | 203.77 |
| 53 | 207.09 | 207.21 | 207.29 | 207.42 | 207.45 | 207.49 | 207.57 | 207.47 | 207.53 | 207.62 | 207.77 |
| 54 | 211.09 | 211.20 | 211.28 | 211.41 | 211.44 | 211.49 | 211.56 | 211.46 | 211.53 | 211.62 | 211.77 |
| 55 | 215.09 | 215.20 | 215.28 | 215.41 | 211.44 | 215.49 | 215.56 | 215.46 | 215.52 | 215.61 | 215.77 |

**表 7.4-107　30°压力角外花键**

模数 $m=5$　　(mm)

| 齿数 $Z$ | 渐开线起始圆直径 $D_{Fe\max}$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | d | e | f | 4js | 5js | 6js | 7js | 4k | 5k | 6k | 7k |
| 10 | 54.13 | 45.16 | 54.19 | 45.24 | 45.25 | 45.28 | 45.32 | 45.26 | 45.30 | 45.35 | 45.43 |
| 11 | 49.98 | 50.03 | 50.06 | 50.12 | 50.14 | 50.16 | 50.21 | 50.15 | 50.18 | 50.24 | 50.33 |
| 12 | 54.88 | 54.92 | 54.96 | 55.02 | 55.04 | 55.07 | 55.12 | 55.05 | 55.09 | 55.15 | 55.24 |
| 13 | 59.79 | 39.84 | 59.87 | 59.94 | 59.96 | 59.99 | 60.04 | 59.97 | 60.01 | 60.07 | 60.17 |
| 14 | 64.52 | 64.76 | 64.80 | 64.87 | 64.89 | 64.92 | 64.98 | 64.91 | 64.95 | 65.01 | 65.11 |
| 15 | 69.65 | 69.70 | 69.74 | 69.81 | 69.83 | 69.97 | 69.92 | 69.85 | 69.89 | 69.96 | 70.06 |
| 16 | 74.60 | 74.65 | 74.69 | 74.76 | 74.78 | 74.82 | 74.87 | 74.80 | 74.84 | 74.91 | 75.02 |
| 17 | 79.52 | 79.59 | 79.63 | 79.72 | 79.74 | 79.77 | 79.83 | 79.76 | 79.80 | 79.87 | 79.98 |
| 18 | 84.48 | 84.54 | 84.59 | 84.68 | 84.70 | 84.74 | 84.80 | 84.72 | 84.76 | 84.83 | 84.95 |
| 19 | 99.44 | 89.51 | 89.56 | 89.64 | 89.67 | 89.70 | 89.76 | 89.68 | 89.73 | 89.80 | 89.92 |
| 20 | 94.41 | 94.47 | 94.52 | 94.61 | 94.64 | 94.67 | 94.73 | 94.65 | 94.78 | 94.78 | 94.90 |
| 21 | 99.38 | 99.44 | 99.49 | 99.59 | 99.61 | 99.65 | 99.71 | 99.63 | 99.68 | 99.75 | 99.88 |
| 22 | 104.35 | 104.42 | 104.47 | 104.56 | 104.59 | 104.62 | 104.69 | 104.60 | 104.65 | 104.73 | 104.86 |
| 23 | 109.32 | 109.39 | 108.44 | 109.54 | 109.56 | 109.60 | 109.67 | 109.58 | 109.63 | 109.71 | 109.84 |
| 24 | 114.30 | 114.37 | 114.42 | 114.52 | 114.54 | 114.58 | 114.65 | 114.56 | 114.61 | 114.69 | 114.82 |
| 25 | 119.24 | 119.33 | 119.39 | 119.50 | 119.52 | 119.56 | 119.63 | 119.54 | 119.59 | 119.67 | 119.81 |
| 26 | 124.22 | 124.31 | 124.37 | 124.48 | 124.51 | 124.55 | 124.61 | 124.52 | 124.58 | 124.66 | 124.79 |
| 27 | 129.20 | 129.29 | 129.45 | 129.46 | 129.49 | 129.53 | 129.60 | 129.51 | 129.56 | 129.64 | 129.78 |
| 28 | 134.19 | 134.28 | 134.14 | 134.45 | 134.48 | 134.52 | 134.58 | 134.49 | 134.55 | 134.63 | 134.77 |
| 29 | 139.17 | 139.26 | 139.32 | 139.43 | 139.46 | 139.50 | 139.57 | 139.48 | 139.54 | 139.62 | 139.56 |
| 30 | 144.16 | 144.25 | 144.31 | 144.42 | 144.45 | 144.48 | 144.56 | 144.47 | 144.52 | 149.61 | 144.75 |
| 31 | 149.14 | 149.23 | 149.30 | 149.41 | 149.44 | 149.48 | 149.55 | 149.46 | 149.51 | 149.60 | 149.74 |
| 32 | 154.13 | 154.22 | 154.28 | 154.40 | 154.43 | 154.47 | 154.54 | 154.45 | 154.50 | 154.59 | 154.73 |
| 33 | 159.12 | 159.21 | 159.27 | 159.39 | 159.42 | 159.46 | 159.53 | 159.44 | 159.49 | 159.58 | 159.72 |
| 34 | 164.11 | 164.20 | 164.26 | 164.38 | 164.11 | 164.45 | 164.52 | 164.43 | 164.48 | 164.57 | 164.72 |
| 35 | 169.10 | 169.19 | 169.25 | 169.37 | 169.20 | 169.44 | 169.51 | 169.42 | 166.48 | 169.56 | 169.71 |
| 36 | 174.09 | 174.18 | 174.24 | 174.36 | 174.39 | 174.43 | 174.51 | 174.41 | 174.47 | 174.56 | 174.70 |
| 37 | 179.04 | 179.15 | 179.22 | 179.35 | 179.38 | 179.43 | 179.50 | 179.40 | 179.46 | 179.55 | 179.69 |
| 38 | 184.03 | 184.14 | 184.22 | 184.34 | 184.37 | 184.42 | 184.49 | 184.39 | 184.45 | 184.54 | 184.69 |
| 39 | 189.02 | 189.13 | 189.21 | 189.34 | 189.37 | 189.41 | 189.49 | 189.39 | 189.45 | 189.54 | 189.69 |
| 40 | 194.01 | 194.12 | 194.20 | 194.33 | 194.36 | 194.40 | 174.48 | 194.38 | 194.44 | 194.53 | 194.68 |
| 41 | 199.00 | 199.11 | 199.19 | 199.32 | 199.35 | 199.40 | 199.48 | 199.37 | 199.43 | 199.53 | 199.68 |
| 42 | 204.00 | 204.11 | 204.19 | 204.32 | 204.35 | 204.39 | 204.47 | 204.37 | 204.43 | 204.52 | 204.68 |
| 43 | 208.99 | 209.10 | 209.38 | 209.31 | 209.34 | 209.39 | 209.46 | 209.36 | 209.42 | 209.52 | 209.67 |
| 44 | 213.98 | 214.09 | 214.17 | 214.30 | 214.34 | 214.38 | 214.46 | 214.36 | 214.42 | 214.51 | 214.67 |
| 45 | 218.98 | 219.09 | 219.17 | 219.30 | 219.33 | 219.38 | 219.46 | 219.35 | 219.41 | 219.51 | 219.67 |
| 46 | 223.97 | 224.08 | 224.16 | 224.29 | 224.32 | 224.37 | 224.45 | 224.35 | 224.31 | 224.50 | 224.66 |
| 47 | 228.91 | 229.08 | 229.16 | 229.29 | 229.32 | 229.37 | 229.45 | 229.34 | 229.40 | 229.50 | 229.66 |
| 48 | 233.96 | 234.07 | 234.15 | 234.28 | 234.32 | 234.36 | 234.44 | 234.34 | 234.40 | 234.50 | 234.66 |
| 49 | 238.95 | 239.07 | 239.15 | 239.28 | 239.31 | 239.36 | 239.44 | 239.33 | 239.40 | 239.49 | 239.65 |
| 50 | 243.95 | 244.06 | 244.41 | 244.27 | 244.31 | 244.36 | 244.44 | 244.33 | 244.39 | 244.49 | 244.45 |
| 51 | 248.91 | 249.04 | 249.13 | 249.27 | 249.30 | 249.35 | 249.23 | 249.32 | 249.39 | 249.49 | 249.65 |
| 52 | 253.91 | 254.04 | 254.12 | 254.27 | 254.30 | 254.35 | 254.43 | 254.32 | 254.39 | 254.48 | 254.65 |
| 53 | 258.90 | 259.03 | 259.11 | 259.26 | 259.30 | 259.34 | 259.43 | 259.32 | 259.38 | 259.48 | 259.65 |
| 54 | 263.90 | 264.03 | 264.11 | 264.26 | 264.29 | 264.34 | 264.42 | 264.32 | 264.38 | 264.48 | 264.64 |
| 55 | 268.89 | 269.02 | 269.11 | 269.29 | 269.29 | 269.34 | 269.42 | 269.31 | 269.38 | 269.48 | 269.64 |

## 2.4　尺寸表应用举例

**例 1**

花键副：INT/EXT $25Z\times1m\times30P/R\times5H/6e$ GB/T 3478.1—95

内花键：选用基本方法内花键各尺寸可查表 7.4-37 得知：模数 1、齿数 25 的花键各尺寸如下：分度圆直径 $D=25$、基圆直径 $D_b=21.6506$、大径 $D_{ei}=26.50$、渐开线终止圆直径最小值 $D_{Fimin}=26.20$、小径 $D_{ii}=24.09$、作用齿槽宽最小值 $E_{Vmin}=1.571$、5H 的实际齿槽宽最大值 $E_{max}=1.626$。齿根圆弧最小值 $R_{imin}$ 查表 7.4-30 30°压力角平齿根为 0.2mm。为提供生产，应给出大径和小径的公差，大径的公差从 IT12、IT13 和 IT14 中任选，现选 IT12，故大径尺寸及极限偏差为 $D_{ei}=26.50^{+0.21}_{0}$。小径公差查表 7.4-29，故小径的极限偏差为 $D_{ii}=24.09^{+0.13}_{0}$。

当选用方法 A 或方法 B 时，应给出 $E_{Vmax}$，按照公式：

$$E_{Vmax}=E_{max}-\lambda$$

$\lambda$ 值查表 7.4-14，5H 值为 22μm。

$$E_{Vmax}=E_{max}-\lambda=1.626-0.022=1.604\text{mm}$$

当选用单项检验法时，应给出 $E_{min}$、$F_p$、$f_f$、$F_\beta$；$E_{min}$ 按下式计算：

$$E_{min}=E_{Vmin}+\lambda=1.571+0.022=1.593\text{mm}$$

$F_p$ 公差查表 7.4-14 为 0.031mm；$f_f$ 的公差查表 7.4-14 为 0.019mm；$F_\beta$ 的公差查表 7.4-26 为 0.009mm。

INT $25Z\times1m\times30P\times5H$ GB/T 3478.1—95 采用各种检验方法时，其参数表如下：

**选用基本方法：**

内花键参数表　mm

| | | |
|---|---|---|
| 齿数 | $Z$ | 25 |
| 模数 | $m$ | 1 |
| 压力角 | $\alpha_D$ | 30° |
| 公差等级及基本偏差 | 5H | 5H GB/T 3478.1—95 |
| 大径 | $D_{ei}$ | $26.50^{+0.21}$ |
| 渐开线终止圆直径 | $D_{Fimin}$ | 26.20 |
| 小径 | $D_{ii}$ | $24.09^{+0.13}$ |
| 作用齿槽宽最小值 | $E_{Vmin}$ | 1.571 |
| 实际齿槽宽最大值 | $E_{max}$ | 1.626 |
| 作用齿槽宽最大值 | $E_{Vmax}$ | 1.604 |
| 齿根圆弧半径最小值 | $R_{imin}$ | 0.2 |

**选用方法 A**

内花键参数表　mm

| | | |
|---|---|---|
| 齿数 | $Z$ | 25 |
| 模数 | $m$ | 1 |
| 压力角 | $\alpha_D$ | 30° |
| 公差等级及基本偏差 | 5H | 5H GB/T 3478.1—95 |
| 大径 | $D_{ei}$ | $26.50^{+0.21}$ |
| 渐开线终止圆直径 | $D_{Fimin}$ | 26.20 |
| 小径 | $D_{ii}$ | $24.09^{+0.13}$ |
| 作用齿槽宽最小值 | $E_{Vmin}$ | 1.571 |
| 实际齿槽宽最大值 | $E_{max}$ | 1.626 |
| 作用齿槽宽最大值 | $E_{Vmax}$ | 1.604 |
| 齿根圆弧半径最小值 | $R_{imin}$ | 0.2 |

**选用方法 B 时：**

内花键参数表　mm

| | | |
|---|---|---|
| 齿数 | $Z$ | 25 |
| 模数 | $m$ | 1 |
| 压力角 | $\alpha_D$ | 30° |
| 公差等级及基本偏差 | 5H | 5H GB/T 3478.1—95 |
| 大径 | $D_{ei}$ | $26.50^{-0.21}$ |
| 渐开线终止圆直径最小值 | $D_{Fimin}$ | 26.20 |
| 小径 | $D_{ii}$ | $24.09^{-0.13}$ |
| 作用齿槽宽最小值 | $E_{Vmin}$ | 1.571 |
| 作用齿槽宽最大值 | $E_{Vmax}$ | 1.604 |
| 实际齿槽宽最大值（工艺保证） | $E_{max}$ | (1.626) |
| 齿根圆弧半径最小值 | $R_{imin}$ | 0.2 |

**选用单项检验法时：**

内花键参数表　mm

| | | |
|---|---|---|
| 齿数 | $Z$ | 25 |
| 模数 | $m$ | 1 |
| 基圆直径 | $D_b$ | 21.650635 |
| 压力角 | $\alpha_D$ | 30° |
| 公差等级及基本偏差 | 5H | 5H GB/T 3478.1—95 |
| 大径 | $D_{ei}$ | $26.5^{+0.21}$ |

（续）

| 内花键参数表 | | mm |
|---|---|---|
| 渐开线终止圆直径最小值 | $D_{Fe\min}$ | 26.20 |
| 小径 | $D_{ir}$ | $24.09^{+0.13}$ |
| 实际齿槽宽最小值 | $E_{\min}$ | 1.593 |
| 实际齿槽宽最大值 | $E_{\max}$ | 1.626 |
| 齿距累距公差 | $F_p$ | 0.031 |
| 齿形公差 | $f_f$ | 0.019 |
| 齿向公差 | $F_\beta$ | 0.009 |
| 齿根圆弧半径最小值 | $R_{r\min}$ | 0.2 |

当所选择的检验方法还不能满足产品要求时，允许同时选用其它检验方法中的项目，并列入参数表中。

外花键：选用基本方法基本偏差为 h 外花键各尺寸查表 7.4-48 得知模数 1、齿数 25 的花键各尺寸如下：分度圆直径 $D=25$、基圆直径 $D_b=21.6506$、大径 $D_{ee}=26$、小径 $D_{ie}=23.20$、基本齿厚 $S=1.571$、实际齿厚最小值当基本偏差为 h 时为 1.485、齿根圆弧半径最小值 $R_{r\min}=0.4$mm（查表 7.4-30）。为提供生产，应给出大径和小径的公差、外花键大径和小径的上偏差 $es_V/\tan\alpha_D$ 查表 7.4-28 为 −0.035、外花键大径的公差查表 7.4-29 为 IT11（0.130mm）、故外花键的大径极限偏差为 $26^{-0.035}_{-0.165}$，外花键小径公差由 IT12、IT13 和 IT14 中任选，现选 IT12，故外花键小径的极限偏差为 $23.20^{-0.035}_{-0.245}$。

由于外花键的基本偏差为 $f$，公差等级为 6 级，因此应对作用齿厚最大值 $S_{V\max}$ 进行计算，对实际齿厚最小值 $S_{\min}$ 以及渐开线起始圆直径最大值 $D_{Fe\max}$ 重新按表 7.4-3 中的公式进行计算，也可以查表。

$S_{V\max}=S+es_V$。

$es_V$ 查表 7.4-27 为 −0.020

$S_{V\max}=S+es_V=1.571-0.020=1.551$mm。

$S_{\min}=S_{V\max}-(T+\lambda)$

$(T+\lambda)$ 值可查表 7.4-14 6 级为 86。

$S_{\min}=1.551-0.086=1.465$mm

也可以在表 7.4-48 查出 h 基本偏差的 $S_{\min}$ 值直接减去 $es_V$ 值如：

$S_{\min}=S_{V\min(h)}-es_V=1.486-0.020=1.465$mm

渐开线起始圆直径最大值可查表 7.4-99。

$D_{Fe\max}=23.86$mm。

当选用方法 A 或方法 B 时，应给出作用齿厚最小值 $S_{V\min}$，按照公式：

$S_{V\min}=S_{\min}+\lambda$

$\lambda$ 值查表 7.4-14，6 级为 0.033mm。

$S_{V\min}=1.465+0.033=1.498$mm

当选用单项检验法时，应给出 $S_{\max}$、$F_p$、$f_f$、$F_\beta$。$S_{\max}$ 按下式计算：

$S_{\max}=S_{V\max}-\lambda=1.551-0.033=1.518$mm

$F_p$ 公差查表 7.4-14 为 0.044mm；$f_f$ 的公差查表为 0.030mm，$F_\beta$ 的公差查表 7.4-26 为 0.011mm。

EXT $25Z\times1m\times30R\times6f$　GB/T 3478.1—95 采用各种检验方法时，其参数表如下：

**选用基本方法**

**外花键参数表**　（mm）

| | | |
|---|---|---|
| 齿数 | $Z$ | 25 |
| 模数 | $m$ | 1 |
| 压力角 | 30° | 30° |
| 公差等级及基本偏差 | 6f | 6f GB/T 3478.1—95 |
| 大径 | $D_{ee}$ | $26^{-0.035}_{-0.165}$ |
| 渐开线起始圆直径 | $D_{Fe\max}$ | 23.86 |
| 小径 | $D_{ie}$ | $23.20^{-0.035}_{-0.245}$ |
| 作用齿厚最大值 | $S_{V\max}$ | 1.551 |
| 实际齿厚最小值 | $S_{\min}$ | 1.465 |
| 齿根圆弧半径最小值 | $R_{r\min}$ | 0.4 |

**选用方法 A：**

**外花键参数表**　（mm）

| | | |
|---|---|---|
| 齿数 | $Z$ | 25 |
| 模数 | $m$ | 1 |
| 压力角 | $\alpha_D$ | 30° |
| 公差等级及基本偏差 | 6f | 6f GB/T 3478.1—95 |
| 大径 | $D_{ee}$ | $26^{-0.035}_{-0.165}$ |
| 渐开线起始圆直径 | $D_{Fe\max}$ | 23.86 |
| 小径 | $D_{ie}$ | $23.20^{-0.035}_{-0.245}$ |
| 作用齿厚最大值 | $S_{V\max}$ | 1.551 |
| 作用齿厚最小值 | $S_{V\min}$ | 1.498 |
| 实际齿厚最小值 | $S_{\min}$ | 1.465 |
| 齿根圆弧半径最小值 | $R_{r\min}$ | 0.4 |

**选用方法 B：**

**外花键参数表**　(mm)

| | | |
|---|---|---|
| 齿数 | $Z$ | 25 |
| 模数 | $m$ | 1 |
| 压力角 | $\alpha_D$ | 30° |
| 公差等级及基本偏差 | 6f | 6f GB/T 3478.1—95 |
| 大径 | $D_e$ | $26^{-0.035}_{-0.185}$ |
| 渐开线起始圆直径 | $D_{Femax}$ | 23.86 |
| 小径 | $D_{ie}$ | $23.20^{-0.035}_{-0.235}$ |
| 作用齿厚最大值 | $S_{Vmax}$ | 1.551 |
| 作用齿厚最小值 | $S_{Vmin}$ | 1.498 |
| 实际齿厚最小值（工艺保证） | ($S_{min}$) | (1.465) |
| 齿根圆弧半径最小值 | $R_e$ | 0.4 |

**选用单项检验法**

**外花键参数表**　(mm)

| | | |
|---|---|---|
| 齿数 | $Z$ | 25 |
| 模数 | $m$ | 1 |
| 压力角 | $\alpha_D$ | 30° |
| 基圆直径 | $D_b$ | 21.650635 |
| 公差等级及基本偏差 | 6f | 6f GB/T 3478.1—95 |
| 大径 | $D_{te}$ | $26^{-0.035}_{-0.185}$ |
| 渐开线起始圆直径 | $D_{Femax}$ | 23.86 |
| 小径 | $D_{ie}$ | $23.20^{-0.035}_{-0.235}$ |
| 实际齿厚最大值 | $S_{max}$ | 1.518 |
| 实际齿厚最小值 | $S_{min}$ | 1.465 |
| 周节累积公差 | $F_p$ | 0.044 |
| 齿形公差 | $f_f$ | 0.030 |
| 齿向公差 | $F_\beta$ | 0.011 |
| 齿根圆弧半径最小值 | $R_e$ | 0.4 |

当所选择的检验方法还不能满足产品要求时，允许同时选用其它检验方法中的项目，并列入参数表中。

**例 2**

花键副：INT/EXT 24Z×2.5$m$×30P/R×5H/6e GB/T 3478.1—95

内花键：选用基本方法检验时，查表 7.4-42 得：

$D=60$

$D_b=51.9615$

$D_{ie}=63.75^{+0.3}_{0}$（公差选用 IT12）

$D_{Fimin}=63$

$D_{ri}=57.74^{+0.3}_{0}$（极限偏差查表 7.4-29）

$E_{Vmin}=3.927$

$E_{max}=4.002$

$R_{imin}=0.5$（查表 7.4-30）

选用方法 A 或 B 时：

$E_{Vmax}=E_{max}-\lambda=4.002-0.030=3.972$（$\lambda$ 值查表 7.4-19）。

选用单项检验法时：

$E_{min}=E_{Vmin}+\lambda=3.927-0.030=3.957$

$F_p=0.043$、$f_f=0.024$（$F_p$、$f_f$ 的值查表 7.4-19）

$F_\beta=0.010$（公差值查表 7.4-26）

外花键：选用基本方法时，查表 7.4-53 得：

$D=60$

$D_b=51.9615$

$D_{te}=62.5^{-0.104}_{-0.404}$（上偏差查表 7.4-28，公差查表 7.4-29）

$D_{re}=55.5^{-0.104}_{-0.404}$（上偏差查表 7.4 28，公差选 IT12）

$D_{Femax}=57.15$（按公式算或查表 7.4-104）

$S_{Vmax}=S+es_V=3.927-0.060=3.867$

（$es_V$ 查表 7.4-27）

$S_{min}=S_{Vmax}-(T+\lambda)=3.867-0.117=3.750$

〔$(T+\lambda)$ 可查表 7.4-19〕

或 $S_{min}=3.810-0.060=3.750$

（3.810 为 5h 时的 $S_{min}$；0.060 为 e 时的 $es_V$ 值）

$R_{emin}=1$（查表 7.4-30）

当采用方法 A 或 B 时，计算 $S_{Vmin}$ 值

$S_{Vmin}=S_{min}+\lambda=3.750+0.044=3.794$

（$\lambda$ 值查表 7.4-19）

当采用单项检验法时，计算 $S_{max}$ 值：

$S_{max}=S_{Vmax}-\lambda=3.867-0.044=3.823$

$F_p=0.061$、$f_f=0.038$（$F_p$、$f_f$ 公差值查表 7.4-19）

$F_\beta=0.013$（$F_\beta$ 值查表 7.4-26）

## 3　棒间距、跨棒距和公法线平均长度的计算（GB/T 3478.6～GB/T 3478.8—95）

### 3.1　内花键量棒测量尺寸的计算公式

（1）量棒直径 $D_R$ 的计算，见图 7.4-8。

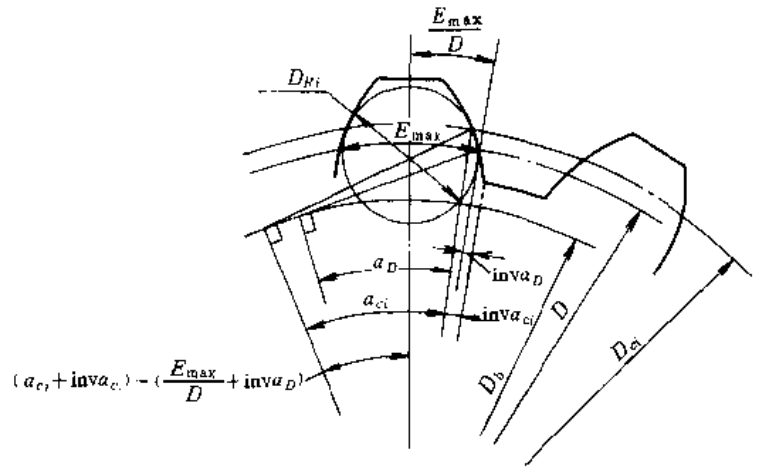



图 7.4-8

$$D'_{Ri}=D_b\left[\tan\alpha_{ci}-\tan\left(\alpha_{ci}-\frac{E_{max}}{D}+inv\alpha_{ci}-inv\alpha_D\right)\right]$$

式中：$\alpha_{ci}$——内花键与量棒接触点上的压力角，以弧度表示，$\alpha_{ci}=\cos^{-1}\frac{D_b}{D_{ci}}$；

$D_{ci}$——内花键与量棒接触点处直径；$D_{ci}=\frac{D_{emax}+D_{imin}}{2}$；

$D_{emax}$——外花键大径最大值；

$D_{imin}$——内花键小径最小值；

$E_{max}$——实际齿槽宽最大值，按公差等级为7级取值；

$inv\alpha_{ci}=\tan\alpha_{ci}-\alpha_{ci}$；

$inv30°=0.0537515$；

$inv37.5°=0.1128285$；

$inv45°=0.2146018$。

量棒直径应按GB 321《优先数和优先数系》中的R40选取，若$D'_{Ri}$不为R40系列数值时，应最接近$D'_{Ri}$的大值。

(2) 棒间距$M_{Ri}$的计算见图7.4-9。

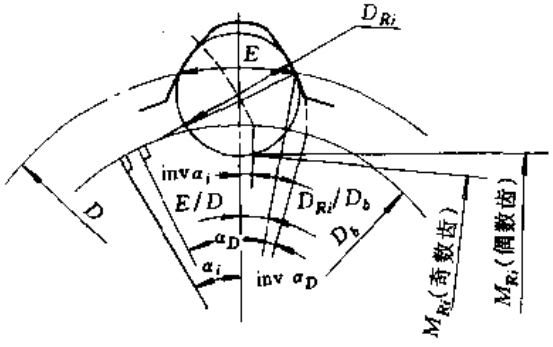



图 7.4-9

偶数齿：$M_{Rimax}=\frac{D_b}{\cos\alpha_{imax}}-D_{Ri}$

$M_{Rimin}=\frac{D_b}{\cos\alpha_{imin}}-D_{Ri}$

奇数齿：$M_{Rimax}=\frac{D_b}{\cos\alpha_{imax}}\cdot\cos\frac{90°}{Z}-D_{Ri}$

$M_{Rimin}=\frac{D_b}{\cos\alpha_{imin}}\cdot\cos\frac{90°}{Z}-D_{Ri}$

式中：$M_{Rimax}$——内花键棒间距的最大值；

$M_{Rimin}$——内花键棒间距的最小值；

$\alpha_{imax}$——当$E$为$E_{max}$时，内花键量棒中心圆上的压力角；

$inv\alpha_{imax}=\frac{E_{max}}{D}+inv\alpha_D-\frac{D_{Ri}}{D_b}$

$\alpha_{imin}$——当$E$为$E_{min}$时，内花键量棒中心圆上的压力角；

$inv\alpha_{imin}=\frac{E_{min}}{D}+inv\alpha_D-\frac{D_{Ri}}{D_b}$

$D_{Ri}$——内花键用量棒直径。

## 3.2 外花键量棒测量尺寸的计算公式

(1) 量棒直径$D_{Re}$的计算见图7.4-10。

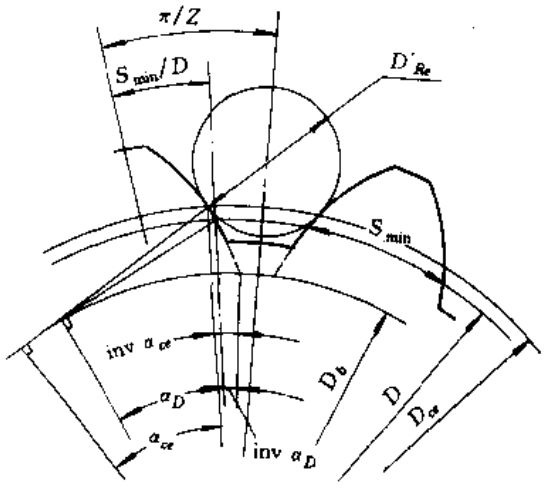



图 7.4-10

$$D'_{Re}=D_b\left[\tan\left(\alpha_{ce}+inv\alpha_{ce}+\frac{\pi}{Z}-\frac{S_{min}}{D}-inv\alpha_D\right)-\tan\alpha_{ce}\right]$$

式中：$D'_{Re}$——量棒的计算直径；

$\alpha_{ce}$——外花键与量棒接触点上的压力角，以弧度表示，$\alpha_{ce}=\cos^{-1}\frac{D_b}{D_{ce}}$；

$D_{ce}$——外花键与量棒接触点处的直径；

$$D_{ce}=\frac{D_{emax}+D_{imin}}{2}$$

$S_{min}$——实际齿厚最小值，按公差等级为 7 级和基本偏差为 h 取值；

$\text{inv}\alpha_{ce}$——$\tan\alpha_{ce}-\alpha_{ce}$。

量棒直径 $D_{Re}$ 应按 GB 321《优先数和优先数系》R40 选取，若 $D'_{Re}$ 不为 R40 系列值时，应最接近 $D'_{Re}$ 较大的值。

(2) 跨棒距 $M_{Re}$ 的计算见图 7.4-11。

偶数齿：$M_{Remin}=\frac{D_b}{\cos\alpha_{emin}}+D_{Re}$

$$M_{Remax}=\frac{D_b}{\cos\alpha_{emax}}+D_{Re}$$

奇数齿：$M_{Remin}=\frac{D_b}{\cos\alpha_{emin}}\cdot\cos\frac{90^\circ}{Z}+D_{Re}$

$$M_{Remax}=\frac{D_b}{\cos\alpha_{emax}}\cdot\cos\frac{90^\circ}{Z}+D_{Re}$$

式中 $M_{Remin}$——外花键跨棒距的最小值；

$M_{Remax}$——外花键跨棒距的最大值；

$\alpha_{emin}$——当 $S$ 为 $S_{min}$ 时，外花键量棒中心圆上的压力角；

$\text{inv}\alpha_{emin}=\frac{D_{Re}}{D_b}+\text{inv}\alpha_D+\frac{S_{min}}{D}-\frac{\pi}{Z}$；

$\alpha_{emax}$——当 $S$ 为 $S_{max}$ 时，外花键量棒中心圆上的压力角；

$\text{inv}\alpha_{emax}=\frac{D_{Re}}{D_b}+\text{inv}\alpha_D+\frac{S_{max}}{D}-\frac{\pi}{Z}$

$D_{Re}$——外花键用量棒直径。

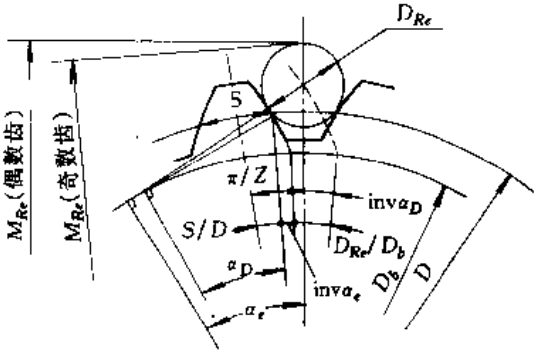



图 7.4-11

3.3　外花键公法线平均长度 $W$ 极限值的计算见图 7.4-12。

$$W_{min}=\cos\alpha_D\left[(K-0.5)\pi m+D\cdot\text{inv}\alpha_D+es_V-(T-\lambda)\right]$$

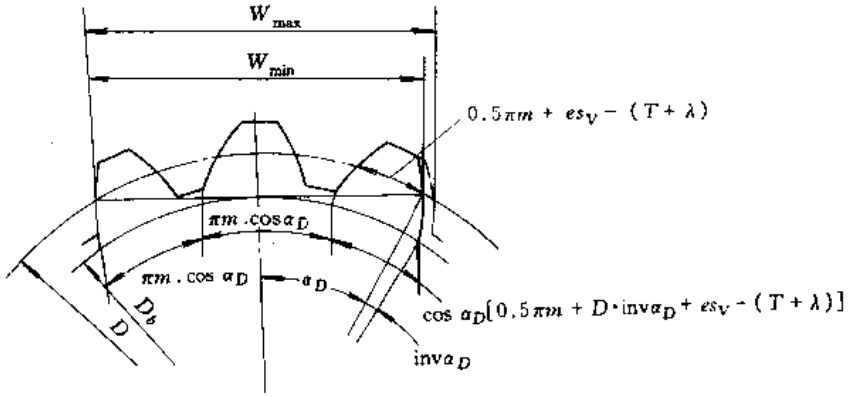



图 7.4-12

$$W_{max}=W_{min}+T\cdot\cos\alpha_D$$

式中：$W_{min}$——外花键公法线平均长度最小值；

$W_{max}$——外花键公法线平均长度最大值；

$K$——跨齿数，$K=\frac{Z\cdot\alpha_D}{180^\circ}+0.5$（四舍五入取整数）；

$T$——加工公差。

3.4　45°压力角渐开线花键，内花键为直线齿形时量棒尺寸的计算公式如下

(1) 量棒直径 $D_{Re}$ 的计算见图 7.4-13。

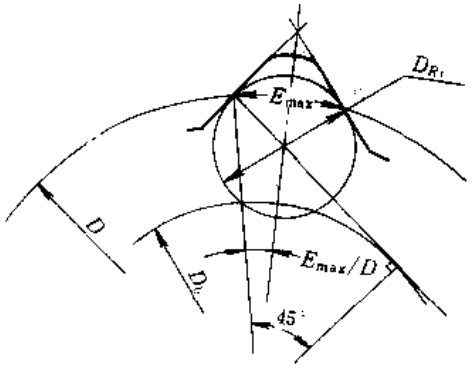



图 7.4-13

$$D'_{Ri}=D\cdot\left\{\sin\alpha_D-\cos\alpha_D\cdot\tan\left|\alpha_D-\frac{E_{max}}{D}\right|\right\}$$

$$=D\cdot\left\{\sin45°-\cos45°\cdot\tan\left|45°-\frac{E_{max}}{D}\right|\right\}$$

（2）棒间距 $M_{Ri}$ 的计算见图 7.4-14。

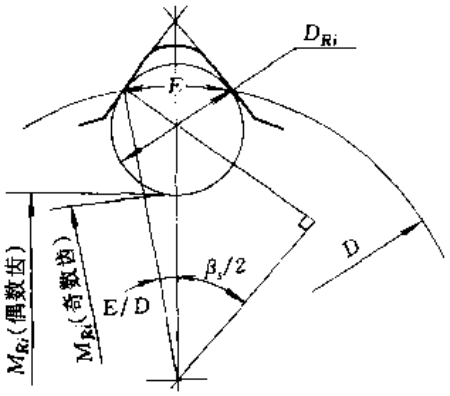



图 7.4-14

偶数齿：$$M_{Rimax}=\frac{D\cdot\sin\left(\frac{\beta_s}{2}+\frac{E_{max}}{D}\right)-D_{Ri}}{\sin\frac{\beta_s}{2}}-D_{Ri}$$

$$M_{Rimin}=\frac{D\cdot\sin\left(\frac{\beta_s}{2}+\frac{E_{min}}{D}\right)-D_{Ri}}{\sin\frac{\beta_s}{2}}-D_{Ri}$$

奇数齿：$$M_{Rimax}=\frac{D\cdot\sin\left(\frac{\beta_s}{2}+\frac{E_{max}}{D}\right)-D_{Ri}}{\sin\frac{\beta_s}{2}}\cdot\cos\frac{90°}{Z}-D_{Ri}$$

$$M_{Rimin}=\frac{D\cdot\sin\left(\frac{\beta_s}{2}+\frac{E_{min}}{D}\right)-D_{Ri}}{\sin\frac{\beta_s}{2}}\cdot\cos\frac{90°}{Z}-D_{Ri}$$

式中　$\beta_s$——齿槽角，$\beta_s=90°-\frac{180°}{Z}$

## 4　量棒直径

量棒直径见表 7.4-108。量棒直径的公差遵守包容原则。

**表 7.4-108　量棒直径**（摘自 GB/T 3478.9—95）

| 量棒直径 | 极限偏差 | 量棒直径 | 极限偏差 |
|---|---|---|---|
| 0.56 | ±0.001 | 0.90 | ±0.001 |
| 0.60 | | 0.95 | |
| 0.63 | | 1.00 | |
| 0.67 | | 1.06 | |
| 0.71 | | 1.12 | |
| 0.75 | | 1.18 | |
| 0.80 | | 1.25 | |
| 0.85 | | 1.32 | |

（续）

| 量棒直径 | 极限偏差 | 量棒直径 | 极限偏差 |
|---|---|---|---|
| 1.40 | ±0.001 | 6.00 | ±0.001 |
| 1.50 | | 6.30 | |
| 1.60 | | 6.70 | |
| 1.70 | | 7.10 | |
| 1.80 | | 7.50 | |
| 1.90 | | 8.00 | |
| 2.00 | | 8.50 | |
| 2.12 | | 9.00 | |
| 2.24 | | 10.00 | |
| 2.36 | | 10.60 | |
| 2.50 | | 11.20 | |
| 2.65 | | 11.80 | |
| 2.80 | | 12.50 | |
| 3.00 | | 13.20 | |
| 3.15 | | 14.00 | |
| 3.35 | | 15.00 | |
| 3.55 | | 16.00 | |
| 3.75 | | 17.00 | |
| 4.00 | | 18.00 | |
| 4.25 | | 19.00 | |
| 4.50 | | 20.00 | |
| 4.75 | | 21.20 | |
| 5.00 | | 22.40 | |
| 5.30 | | 23.60 | |
| 5.60 | | 25.00 | |

## 5　GB/T 3478—95 的特点及采用国际标准的程度

（1）95 年国标的特点

GB/T 3478.1—95～GB/T 3478.9—95 所规定的渐开线花键具有结构合理、层次分明、理论严谨、概念清楚、工艺性好、适用范围广等特点，具有一定的先进性。与 GB 3478.1—83～GB 3478.2—83 相比较，有以下特点。

1）使渐开线花键标准体系更加完善、合理，标准之间更加协调、配套，有利于标准的贯彻。

83 年标准只规定渐开线花键的模数、基准齿形、公差以及 30°压力角和 45°压力角渐开线花键的尺寸表。95 年标准不仅修订了有关模数、基本齿廓、公差和尺寸表等方面的内容，还增加了检验方法、棒间距、跨棒距和公法线平均长度、量棒型式尺寸等方面的标准。使标准体系完整，标准之间协调、配套，有利于标准的实施。

2）扩大了适用范围、可满足各行业的需要

在标准中调整了模数（删去模数 3.5）、增加了

37.5°压力角，扩大了45°压力角的常用齿数范围和齿侧配合类别，适用范围广，可满足各行业的需要。

3）有利于少切削、无切削工艺的开发

83年标准颁发后，经过7～8年的生产实践，以及国外引进产品中已应用37.5°压力角花键，冷挤压和冷轧工艺在部分工厂中已应用。采用这种工艺所加工出的花键强度高、生产效率高。若加以推广，可节省大量的加工机床和原材料，是较先进的工艺方法。在95年标准中，及时增加了37.5°压力角花键，有利于采用少切削、无切削工艺，有利于花键的设计、生产和指导。

4）标准数值与公式并列，有利于实现计算机设计

渐开线花键的参数、尺寸多、计算公式也多，在设计花键时，计算比较麻烦。标准中不仅给出常用规格的尺寸和公差值，便于设计人员查表进行设计，而且还给出各公差的计算公式，有利于对非常用规格进行设计。当数值修约时，修约言语准确，便于计算机设计，为先进的设计手段提供基础。

（2）GB/T 3478.1—95采用ISO 4156的说明

GB/T 3478共九个标准，等效采用ISO4156—81《圆柱直齿渐开线花键—米制模数—齿侧配合—总论、尺寸和检验》和ISO 4156—81/Amdl—92《圆柱直齿渐开线花键—米制模数—齿侧配合—总论、尺寸和检验的补充件1：第三部分："检验"》其采用情况见表7.4-109。

**表 7.4-109**

| 国 标 号 | 标 准 名 称 | 等效采用的部份 |
|---|---|---|
| GB/T 3478.1 | 圆柱直齿渐开线花键 模数基本齿廓公差 | ISO 4156—81 第一部分：总论 |
| GB/T 3478.2 | 圆柱直齿渐开线花键 30°压力角尺寸表 | ISO 4156—81 第二部分：尺寸 |
| GB/T 3478.3 | 圆柱直齿渐开线花键 37.5°压力角尺寸表 | |
| GB/T 3478.4 | 圆柱直齿渐开线花键 45°压力角尺寸表 | |
| GB/T 3478.5 | 圆柱直齿渐开线花键 检验方法 | ISO 4156—81/Amd 1—92 补充件1第三部分：检验 |
| GB/T 3478.6 | 圆柱直齿渐开线花键 30°压力角M值和W值 | |
| GB/T 3478.7 | 圆柱直齿渐开线花键 37.5°压力角M值和W值 | |
| GB/T 3478.8 | 圆柱直齿渐开线花键 45°压力角M值和W值 | |
| GB/T 3478.9 | 圆柱直齿渐开线花键 量棒 | |

上述几个标准与ISO 4156在互换配套方面完全一致，为与我国标准协调统一，在标准编写和表达方式与ISO不完全相同，并根据生产情况，增加了一些内容。在这里重点叙述一下GB/T 3478.1—95与ISO 4156—81第一部分：总论的差异内容：

1）花键齿数：ISO 4156规定从6～100；GB/T 3478.1常用齿数从10～100，并允许向两头延伸。

2）表7.4-3中大径和小径的表示方法：ISO 4156规定花键的各尺寸用极限尺寸方法表示；而我国标准为与我国的公差体制一致，故大径和小径用基本尺寸和极限偏差的方法表示。

3）内花键大径$D_a$和外花键小径$D_a$的公差值：ISO 4156对$D_a$和$D_a$的公差值按$(T+\lambda)/2\tan\alpha_D$公式计算，其中$(T+\lambda)$按7级精度取值，未与标准公差联系。考虑到这两个尺寸均系非配合尺寸，应按IT12、IT13和IT14标准公差选用更为合理。

4）增加的内容：

①内花键采用直线齿形的条件和要求

对45°压力角花键，当直线齿形与渐开线齿形差值不超过0.04mm时，允许用直线齿形代替渐开线齿形，有利于花键拉刀制造。这是在美国标准ANSIB92.1—70《渐开线花键及其检验》，日本标准JISB 1602—62《渐开线花键》及我国原标准中都有规定，实践证明：这种齿形经济性好并具有足够的可靠性。

②检验方法中增加单项检验法

对于直径大于180mm的花键、不具备综合量规和单件或小批生产，以及工艺质量分析等场合，必须采用单项检验法。为此，给出了单项检验法，并在表7.4-11至表7.4-25中增加齿距累积公差$F_p$、齿形公差$f_f$和表7.4-26齿向公差$F_\beta$的公差值（按ISO 4156规定的公式计算）。

## 6 有关国家渐开线花键标准概况

渐开线花键标准是渐开线花键在机械工业中的广泛应用的基础上发展起来，大体上可划分为无标准阶段、形成标准阶段和标准统一阶段。

无标准阶段：在19世纪末20世纪初的机械传动中，矩形花键占有极其重要的位置，随着机械工业的发展，尤其是汽车、拖拉机、航空工业的发展，大功率发动机和重载传动机构的出现，矩形花键在强度和性能上已不能适应，因而出现了齿数相同的内、外短齿齿轮（双模数齿轮）、采用大压力角（22.5°、30°等）的短齿

齿轮等联结形式，主要在齿高、压力角以及公差等级等与齿轮差异越来越明显，逐渐成为一种独立的构件联结形式——渐开线花键联结。但尚未形成标准。

形成标准阶段：约在40年代初期，在某些国家（如美国）或行业（如前苏联航空、汽车工业）编制了渐开线花键联结的尺寸系列和公差方面的标准。80年代前后至60年代初，几个工业比较发达的国家均编制了内容比较全面的国家标准（如美国、英国、法国、日本、德国、前苏联等），从这些国家的发展看，这些国家标准对本国机械工业发展起到了积极的作用。但各国之间很不统一。如尺寸系列有按"模数—齿数"排列，有按"模数—直径"排列，压力角有20°、30°、45°等，有的采用模数制，有的采用径节制等。

标准统一阶段：50年代，国际标准化组织ISO/TC 32"花键和细齿"技术委员会由法国和比利时提出了国际标准草案，力图统一各国标准。据有关资料介绍，该草案是以法国标准NF—E22—141—55《渐开线花键》为基础，压力角为20°、移位齿形、尺寸系列按"模数—直径"排列。可能由于技术上的分岐，该草案未被通过。

1978年，法国又重新起草了《圆柱直齿渐开线花键—米制模数—齿侧配合—概论、尺寸和检验》，该草案于1981年5月1日颁布出版。它是国际间合作的产物，对渐开线花键的设计、制造和使用将起到积极的作用。

## 6.1　国际标准

国际标准ISO 4156—81《圆柱直齿渐开线花键—米制模数—齿侧配合—总论、尺寸和检验》。标准共分为三部分：第一部分：总论；第二部分：尺寸；第三部分：检验的编号为：ISO 4156—81/And1　92《圆柱直齿渐开线花键—米制模数—齿侧配合—总论、尺寸和检验的补充件1：第三部分：检验》。

（1）ISO 4156　81具有以下特点

1）花键参数、公差等级、配合类别比较齐全，只采用齿侧配合一种形式；

2）齿形规定了齿形裕度$C_F$，可避免齿根处的非渐开线部分干涉，齿形设计合理；

3）为指导花键设计和检验，提出了齿槽宽和齿厚的四个极限尺寸概念，以及相应的四个侧隙尺寸和不同的控制方法；

4）根据细齿（或称锯齿）花键与渐开线花键的共同特点，将其合并并规定为压力角为45°的渐开线花键。

（2）压力角、模数和尺寸系列

ISO 4156规定在分度圆上的压力角有30°、37.5°和45°三种。模数共有15种，30°和37.5°压力角适用0.5～10mm的14种模数，45°压力角适用0.25～2.5mm共9种模数，尺寸系列按"模数—齿数"排列，齿数从6～100并列出表格，尺寸系列齐全，可满足使用要求。

（3）齿侧配合类别

ISO 4156只规定齿侧配合一种配合方式，即齿的侧面接触，大径和小径处有间隙，齿侧起驱动和与配对花键定中心作用，标准规定了六种齿侧配合：即H/k、H/js、H/h、H/f、H/e和H/d。ISO 4156采用基孔制，即用改变外花键作用齿厚上偏差的方法来实现不同的配合。

（4）基本齿廓及其用途

ISO 4156规定了30°平齿根、30°圆齿根、37.5°圆齿根和45°圆齿根四种基准齿形。基本齿廓是一具有无限大直径、无误差的理想花键在其法向剖面的齿形，基本齿廓为确定渐开线花键标准齿形尺寸的基础。

30°平齿根——用于壁厚较薄，不能用圆齿根的筒形零件。该齿形所用的刀齿较短，拉刀全长也较短，比较经济。

30°圆齿根——由于可减少应力集中，可承受较大的负荷和较大的疲劳强度。

37.5°圆齿根——其压力角和齿形参数恰好是30°和45°花键的中间值，常用于冷成形工艺制作的联轴器的外花键，特别是在45°花键不能满足性能需要以及轴材料硬度超过30°花键冷成形刀具所允许的硬度极限的场合使用。

45°圆齿根——用于壁较厚足以防止破裂的机件上，只传递转矩的场合（在载荷作用下无滑动），该齿形适用于冷成形。

所有压力角的花键，基本齿廓上沿半径方向上的齿形裕度$C_F$数值为0.1m。齿形裕度$C_F$使外花键大圆和内花键小圆相对于分度圆的偏心得到补偿，使内、外花键保证在齿形起、止圆之内接触。

四种基本齿廓与GB/T 3478.1—95相同。

（5）公差等级

各种压力角的花键其齿槽宽和齿厚的总公差（$T+\lambda$）为加工公差$T$和综合公差$\lambda$之和，规定了4、5、6和7级四个公差等级。

（6）公差值

总公差（$T+\lambda$）的公差值选自ISO/R 286中的公差单位进行组合计算得出，它与分度圆直径和模数（齿槽宽和齿厚）有关，其计算公式与GB/T 3478.1—95相同。

综合公差 $\lambda$ 为补偿花键总分度误差，总齿形误差和总齿向误差对配合的作用侧隙的影响。ISO 4156 给出综合公差 $\lambda$ 的数值，按下式计算：

$$\lambda=0.6\sqrt{(\text{总分度公差})^2+(\text{总齿形公差})^2+(\text{总齿向公差})^2}$$

总分度误差用齿距累积误差 $\Delta F_p$ 表示，它会导致作用侧隙减少、或作用过盈增大；总齿形误差 $f_f$ 使接触面积减少，正的齿形误差可减少作用侧隙，影响配合，负的齿形误差不影响作用侧隙。花键的齿形误差，在齿廓中间部份三分之一的位置，其外花键正齿形误差和内花键负齿形误差不应超过总齿形公差值的三分之一；齿向误差 $F_\beta$ 造成侧隙变化，减少作用侧隙。

(7) 作用尺寸和实际尺寸

在 ISO 4156 中明确规定了花键齿槽宽和齿厚的作用尺寸和实际尺寸，以及它们的作用。

(8) 检验方法

ISO 4156 标准中规定了标准方法，替换方法 A 和替换方法 B。

(9) 图纸参数

在花键零件图上用统一的规格表示完整的参数是重要的。按 ISO 4156 推荐的尺寸可避免许多误解。表中所用×的数目表示一般采用的小点数后的位数见图 7.4-15 表 7.4-110。

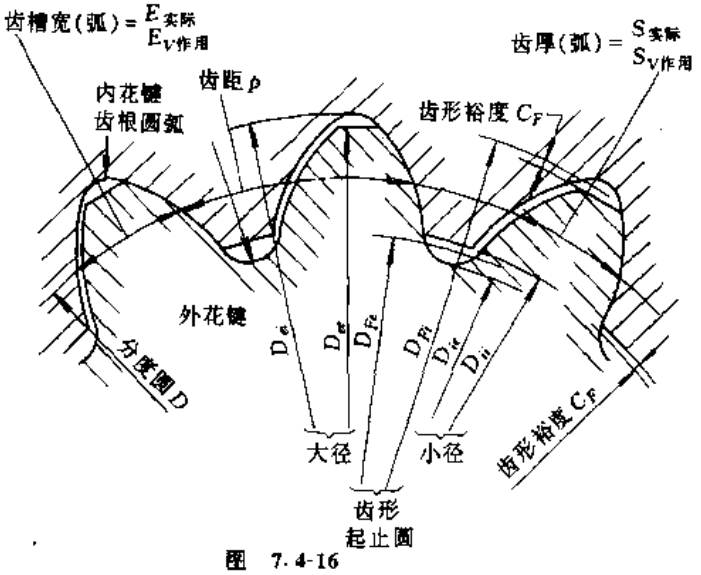



图 7.4-16

表 7.4-110 参数表

| 内花键 | | | 外花键 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 齿数 | $Z$ | … | 齿数 | $Z$ | … |
| 模数 | $m$ | … | 模数 | $m$ | … |
| 压力角 | $\alpha_D$ | 30° | 压力角 | $\alpha_D$ | 30° |
| 基圆直径 | $D_b$ | ××．××××①基准 | 基圆直径 | $D_b$ | ××．××××①基准 |
| 分度圆直径 | $D$ | ××．××××①基准 | 分度圆直径 | $D$ | ××．××××①基准 |
| 大径 | $D_{ai}$ | ××．××max | 大径 | $D_{ae}$ | ××．××公差 |
| 渐开线终止圆直径 | $D_{Fi}$ | ××．××min | 渐开线起始圆直径 | $D_{Fe}$ | ××．××max |
| 小径 | $D_{ii}$ | ××．××公差 | 小径 | $D_{ie}$ | ××．××min |
| 基节 | $p_b$ | ××．×××× | 基节 | $p_b$ | ××．×××× |
| 弧齿槽宽 | | | 弧齿厚 | | |
| 实际最大值 | $E_{max}$ | ××．××× | 作用最大值 | $S_{Vmax}$ | ××．××× |
| 实际最小值 | $E_{min}$ | ××．××× | 作用最小值 | $S_{Vmin}$ | ××．××× |
| 作用最大值 | $E_{Vmax}$ | ××．××× | 实际最大值 | $S_{max}$ | ××．××× |

（续）

| 内花键 | | | 外花键 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 作用最小值 | $E_{Vmin}$ | | 实际最小值 | $S_{min}$ | ××.××× |
| 棒间距 | $M_{Ri}$ | ××.×××−<br>××.××× | 跨棒距 | $M_{Re}$ | ××.×××−<br>××.××× |
| 量棒直径 | $D_{Ri}$ | ××.××× | 量棒直径 | $D_{Re}$ | ××.××× |
| 齿根圆角半径 | | | 齿根圆角半径 | | |

① 不测量或该值测量困难，该值用以确定需要控制的诸参数。

（10）尺寸表

ISO 4156 第二部分用表格形式分别列出压力角为 30°、37.5°和 45°、齿数从 6～100 的各种模数、4、5、6 和 7 级、配合类别为 H/h、采用标准方法检验的内、外花键的尺寸表。

## 6.2　美国标准

美国的渐开线花键是在齿轮使用经验的基础上演变而来。早在 30 年代，在航空工业上参照齿轮的使用经验，应用了压力角为 20°、齿高为齿轮齿高一半的渐开线花键。

1939 年颁发了第一个渐开线花键标准，后修订为 ASA B5.15—1946。该标准对平齿根花键规定了大径、小径和键侧三种配合形式；对圆齿根花键只规定齿侧配合一种。对齿侧配合花键规定了滑动、固定和压入三种配合类别。

据介绍：美国 Vinco 公司的 Albert. S. Bleam 工程师首先提出花键作用尺寸的概念，而后在 1950 年发布的美国标准 ASA B5.15—1950 也提出了齿槽宽和齿厚的作用尺寸和实际尺寸概念同时制订了 ASA B5.26—1950《渐开线细齿花键》和 ASA B5.31—1953《渐开线花键　量规和测量》。

1960 年美国标准学会将上述三个标准合并为一个标准，即 ASA B5.15—1960《渐开线花键、细齿和检验》。1970 年美国汽车工程师协会及美国标准学会将 ASA B5.15 修订为美国国家标准 ANS B92.1—1970《渐开线花键及其检验》。

ANS B92.1—1970 将 60 年标准的一种公差等级（相当于 ANS B92.1—70 的 5 级）扩大为四种公差等级，即 4、5、6 和 7 级。压力角规定了 30°、37.5°和 45°三种。对 30°压力角规定了平齿根和圆齿根以及大径配合（仅适用 5 级）和齿侧配合二种型式；对 37.5°和 45°压力角，仅规定圆齿根和齿侧配合一种型式。

ANS B92.1—1970 标准中，对 45°压力角花键，除规定内、外花键齿形为渐开线外，还允许内花键制成直线代替渐开线。

ANS B92.1—1970 规定了三种检验方法：标准方法、替换方法 A 和替换方法 B，以及设计量规用的公式及公差。

ANS B92.1 为英寸制标准，为推进米制化，1980 年颁发了 ANS B92.2M—1980《渐开线花键及其检验米制》，该标准与 ISO 4156 大体上是一致的，只是对 45°压力角规定了允许用直线代替渐开线，其齿侧配合共规定了 H/h、H/e、H/f 和 H/d 四种。

## 6.3　英国标准

英国标准 BS 3550—1963《渐开线花键》仅规定 30°压力角，其基本内容与美国标准 ASA B5.15—60 一致。

为推进米制化，英国于 1981 年颁发了 BS 6186—81，该标准内容与 ISO 4156 大体一致。

## 6.4　法国标准

法国的渐开线花键标准有三个：

NF—E22—141—1955《渐开线花键》；

NF—E22—144—1978《压力角为 30°、37.5°和 45°渐开线花键—齿侧配合—概论和尺寸》；

NF—E22—145—1979《压力角为 30°、37.5°和 45°的渐开线花键—齿侧配合—测量数值》。

NF—E22—141—55 采用 20°压力角，尺寸系列按“模数—直径”排列。齿形有移位，有齿侧和大径配合两种配合型式，公差等级只有一种，齿侧配合类别有四种（自由、滑动、固定和压入）。

NF—E22—144—1978 标准规定了压力角为 30°、37.5°和 45°三种，其内容与 ISO 4156 一致。

NF—E22—145—1979 标准规定了各种模数、配合类别为 H/h、4、5、6 和 7 级的内、外花键的棒间距、跨棒距和公法线平均长度的极限尺寸。

**表 7.4-111　有关国家渐开线花键对照表**

| 标准号 | 基本参数 | | 术语 | 代号 | 齿形 | | | 尺寸系列 | | | 公差等级 | 配合 | | | | 作用尺寸概念 | 公差 | | 标志 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 模数 | 压力角 | | | 基本齿廓 | 移位 | 不移位 | 排列形式 | 齿数范围 | 直径范围 | | 配合面 | | | 齿侧配合类别 | | 总公差 | 单项公差 | |
| | | | | | | | | | | | | 大径 | 小径 | 齿侧 | | | | | |
| ISO 4156 | 0.5～10 | 30°、37.5° | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | 模—齿 | 6～100 | 3～1000 | 4、5、6、7 | | | ✓ | H/k、H/js、H/h、H/e、H/f、H/d | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 0.25～2.5 | 45 | | | | | | | | 1.5～520 | | | | | | | | | |
| GB/T 3478.1 | 0.5～10 | 30°、37.5° | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | 模—齿 | 10～100 | 5～1000 | 4、5、6、7 | | | ✓ | H/k、H/js、H/h、H/e、H/f、H/d | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 0.25～2.5 | 45° | | | | | | | | 2.5～520 | | | | | | | | | |
| ANS B92.2M | 0.5～10 | 30°、37.5° | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | 模—齿 | 6～100 | 3～1000 | 4、5、6、7 | | | ✓ | H/h、H/e、H/f、H/d | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 0.25～2.5 | 45° | | | | | | | | 1.5～520 | | | | | | | | | |
| NF—E22—144 | 0.5～10 | 30°、37.5° | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | 模—齿 | 6～100 | 3～1000 | 4、5、6、7 | | | ✓ | H/k、H/js、H/h、H/e、H/f、H/d | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 0.25～2.5 | 45° | | | | | | | | 1.5～520 | | | | | | | | | |
| NF—E22—141 | 0.5～10 | 20° | | ✓ | ✓ | ✓ | | 模—直 | 6～38 | | 1 | | | ✓ | | | ✓ | | ✓ |
| JIS D 2001 | 0.5～10 | 20° | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | 模—齿 | 6～40 | 4～420 | 1 | ✓ | | ✓ | | | ✓ | | ✓ |
| JIS B 1602 | 0.5～2.5 | 45° | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | 模—齿 | 10～60 | 5.5～152 | 1 | | | ✓ | 1种 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| CTC9B | 0.5～10 | 30° | | ✓ | | ✓ | | 模—直 | 6～82 | 4～50 | | | | | 10种 | | ✓ | | ✓ |
| DIN 5480 | 0.5～10 | 30° | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | 模—直 | | | | | | | | | ✓ | | ✓ |
| **英寸制标准** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANS B92.1—70 | 2.5/5～128/256 | 30° | ✓ | ✓ | | | ✓ | 径—齿 | 6～60 | | 4、5、6、7 | ✓限5级 | | ✓ | 2种 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 2.5/5～128/256 | 37.5° | | | | ✓ | | | 6～60 | | | | | ✓ | 1种 | | | | |
| | 10/20～128/256 | 45° | | | | ✓ | | | 6～100 | | | | | ✓ | 1种 | | | | |
| BS 3500 | 2.5/5～128/256 | 30° | | | | | ✓ | 径—齿 | 6～60 | | 1 | | | ✓ | 2种 | ✓ | ✓ | ✓ | |

**表 7.4-112 有关国家渐开线花键模数对照表**

| 标准号 | 压力角 | 模数 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.25 | 0.5 | 0.6 | 0.75 | 0.8 | 1 | 1.25 | 1.5 | 1.667 | 1.75 | 2 | 2.5 | 3 | 3.5 | 3.75 | 4 | 4.5 | 5 | 6 | 7.5 | 8 | 10 |
| ISO 4156 | 30°、37.5° | | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | 45° | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | |
| GB 3478.1 | 30°、37.5° | | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 45° | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | |
| ANS B92.2M | 30°、37.5° | | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | 45° | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | |
| NF—E22—144 | 30°、37.5° | | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | 45° | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | |
| NF—E22—141 | 20° Ⅰ | | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ | | | | | | ✓ | | | | ✓ |
| | 20° Ⅱ | | | | ✓ | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | ✓ | | |
| JIS D2001 | 20° Ⅰ | | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ | | | | | | ✓ | | | | ✓ |
| | 20° Ⅱ | | | | ✓ | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | ✓ | | |
| | 20° Ⅲ | | | | | | | | ✓ | | | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | | ✓ | | | |
| JIS B1602 | 45° | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | |
| CTCЭB 269 | 30° Ⅰ | | ✓ | | | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | | ✓ | | | | | ✓ | | | ✓ | |
| | 30° Ⅱ | | | ✓ | | | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | | (✓) | | ✓ | | | ✓ | | | ✓ |
| DIN 5480 | 30° Ⅰ | | ✓ | | | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | | ✓ | | | | | ✓ | | | ✓ | |
| | 30° Ⅱ | | | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | | | ✓ | | | ✓ |

注：1. Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ分别为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ系列；

2. 括号内的数值尽量不用。

### 6.5　日本标准

日本关于渐开线花键共有两个标准

JIS D2001—1959《汽车用渐开线花键》；

JIS B1602—1961《渐开线细齿》。

JIS D2001—1959 是由汽车技术委员会制订的，压力角为 20°，该标准基本上与法国标准 NF—E22—141 一致，但增加了一些内容，如增加了一些模数值，以满足生产需要。

JIS B1602—1961 其压力角为 45°，移位距为 0.1m，齿形为渐开线，同时允许内花键为直线代替渐开线，只规定一种齿侧配合，一种公差等级：H10/j10，当需要其他配合时，可自行设计。

### 6.6　德国标准

德国于 1959 年颁发了 DIN 5480 标准，该标准的尺寸系列按“模数—直径”排列，压力角为 30°，齿形有移位，花键工作高度为 0.9m，定心方式有齿侧定心和大径定心。以后又经过 56 年和 74 年 86 年 12 次修订，修订后的标准共有 14 个，它们是：

DIN 5480 T1—86《渐开线花键联结　概论》

DIN 5480 T3—86《渐开线花键联结　公称尺寸　测量参数　模数 0.6、0.8、1》

DIN 5480 T4—86《渐开线花键联结　公称尺寸　测量参数　模数 1.25》

DIN 5480 T5—86《渐开线花键联结　公称尺寸　测量参数　模数 1.5》

DIN 5480 T6—86《渐开线花键联结　公称尺寸　测量参数　模数 2》

DIN 5480 T7—86《渐开线花键联结　公称尺寸　测量参数　模数 2.5》

DIN 5480 T8—86《渐开线花键联结　公称尺寸　测量参数　模数 3》

DIN 5480 T9—86《渐开线花键联结　公称尺寸　测量参数 4》

DIN 5480 T10—86《渐开线花键联结　公称尺寸　测量参数 5》

DIN 5480 T11—86《渐开线花键联结　公称尺寸　测量参数 6》

DIN 5480 T12—86《渐开线花键联结　公称尺寸　测量参数 8》

DIN 5480 T13—86《渐开线花键联结　公称尺寸　测量参数 10》

DIN 5480 T14—86《渐开线花键联结　齿侧配合　公差》

DIN 5480 T16—86《渐开线花键联结　滚刀插齿刀和拉削刀具》

修订后的德国标准，其工作高度为 0.9m 三种定心方式：齿侧、大径和小径定心，公差等级较多，其公差数值是以齿轮齿厚公差的 60%作为综合公差，齿轮齿厚公差作为加工公差，两者之和为花键的总公差。

### 6.7　经互会标准

1976 年前苏联国家标准委员会为经互会提出了四个标准：

СТСЭВ 259—1976《齿形角为 30°的渐开线花键联结　公差》；

СТСЭВ 268—1976《齿形角为 30°的渐开线花键联结　原始齿廓和齿形》；

СТСЭВ 269—1976《齿形角为 30°的渐开线花键联结　公称直径　模数和齿数》；

СТСЭВ 517—1977《齿形角为 30°的渐开线花键联结　公称尺寸和测量数值》。

这批标准的尺寸系列按“模数—直径”排列，压力角 30°其工作齿高为 0.9m，有平齿根和圆齿根两种，定心方式有齿形和大径定心两种，允许用小径定心，公差等级共 5 级，齿侧配合类别有 10 种。为便于花键的测量，在标准中给出了跨棒距和棒间距的测量数值。经互会标准与德国标准是同一类型的标准。

有关国家的渐开线花键对照表见表 7.4-111，各国渐开线花键模数对照表见表 7.4-112。

## 7　圆锥直齿渐开线花键

圆锥直齿渐开线花键规定内花键齿形为直线、外花键齿形为 45°标准压力角渐开线、模数由 0.5～1.5 和锥度 1∶15 的圆锥直齿渐开线花键。

### 7.1　术语定义和代号

花键的术语定义和代号按 GB/T 3478.1 的规定。

圆锥花键专用的术语定义和代号按表 7.4-113 规定。

**表 7.4-113　圆锥花键专用术语、代号和定义**

| 术　语 | 代　号 | 定　义 |
|---|---|---|
| 基面 | | 规定的与圆锥花键轴线垂直的截面。截面上的花键参数、尺寸及公差应符合 GB/T 3478.1 的规定。基面的位置在外花键小端并与内花键的基面重合 |

（续）

| 术　语 | 代　号 | 定　义 |
|---|---|---|
| 素线 | | 圆锥表面与通过花键轴线截平面的交线 |
| 内花键齿槽角 | $\beta$ | 内花键齿槽上两相邻齿侧的夹角 |
| 内、外花键小径素线斜角 | $\theta$ | 内、外花键小径素线与花键轴线的夹角 |

## 7.2　计算公式

花键基面上尺寸的计算公式按表 7.4-114，有关尺寸见图 7.4-16、图 7.4-17。

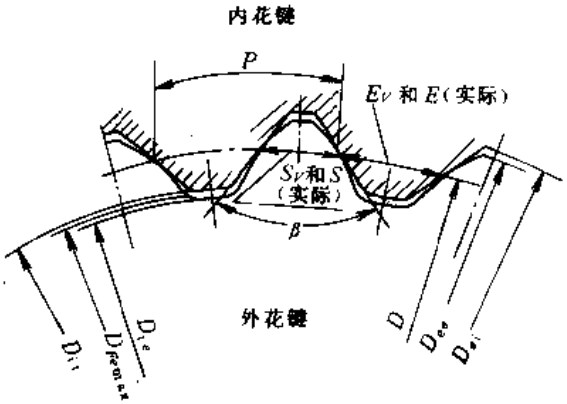



图 7.4-16

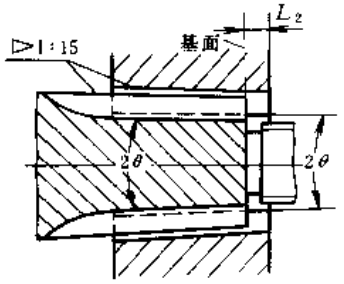



图 7.4-17

表 7.4-114　花键基面上尺寸的计算公式

| 项　目 | 代　号 | 公式或说明 |
|---|---|---|
| 模数 | $m$ | |
| 齿数 | $Z$ | |
| 标准压力角 | $\alpha_D$ | $\alpha_D=45°$ |
| 分度圆直径 | $D$ | $m\cdot Z$ |
| 基圆直径 | $D_b$ | $m\cdot Z\cdot\cos\alpha_D$ |
| 周节 | $p$ | $\pi\cdot m$ |
| 内花键大径基本尺寸 | $D_{ei}$ | $m\ (Z+1.2)$ |
| 内花键大径上偏差 | | 0 |

（续）

| 项　目 | 代　号 | 公式或说明 |
|---|---|---|
| 内花键大径公差 | | 从 IT12、IT13 和 IT14 中选取① |
| 内花键小径基本尺寸 | $D_{ii}$ | $D_{Femax}+2C_F$② |
| 内花键小径极限偏差 | | 见表 7.4-119～表 7.4-123 |
| 基本齿槽宽 | $E$ | $0.5\pi m$ |

| 术　语 | 代　号 | 公式或说明 |
|---|---|---|
| 作用齿槽宽最小值 | $E_{Vmin}$ | $0.5\pi m$ |
| 实际齿槽宽最大值 | $E_{max}$ | $E_{Vmin}+(T+\lambda)$ |
| 实际齿槽宽最小值 | $E_{min}$ | $E_{Vmin}+\lambda$ |
| 作用齿槽宽最大值 | $E_{Vmax}$ | $E_{max}-\lambda$ |
| 外花键作用齿厚上偏差 | $esv$ | 取 $esv=+\ ((T+\lambda)$（按基本偏差 k） |
| 外花键大径基本尺寸 | $D_e$ | $m\ (Z+0.8)$ |
| 外花键大径极限偏差 | | 见表 7.4-119～表 7.4-123 |
| 外花键渐开线起始圆直径最大值 | $D_{Femax}$ | $2\sqrt{(0.5D_b)^2+\left(0.5D_b\sin\alpha_D-\dfrac{0.5m-\dfrac{0.5esv}{\tan\alpha_D}}{\sin\alpha_D}\right)^2}$ |
| 外花键小径基本尺寸 | $D_{ie}$ | $m\ (Z-1.2)$ |
| 外花键小径上偏差 | | $+\ (T+\lambda)\ /\tan45°$ |
| 外花键小径公差 | | 从IT12、IT13 和 IT14 中选取 |
| 基本齿厚 | $S$ | $0.5\pi m$ |
| 作用齿厚最大值 | $S_{Vmax}$ | $S+esv$ |
| 实际齿厚最小值 | $S_{min}$ | $S_{Vmax}-\ (T+\lambda)$ |
| 实际齿厚最大值 | $S_{max}$ | $S_{Vmax}-\lambda$ |
| 作用齿厚最小值 | $S_{Vmin}$ | $S_{min}+\lambda$ |
| 齿形裕度 | $C_F$ | $0.1m$ |
| 内花键齿槽角 | $\beta$ | $90°-\dfrac{360°E}{D\pi}$ |
| 内、外花键小径素线斜角 | $\theta$ | $\tan^{-1}\dfrac{Z-1.2}{30\ (Z+0.8)}$ |

注：1. IT 是标准公差，数值见 GB 1800—79《公差与配合总论　标准公差与基本偏差》。

2. 计算 $D_{ii}$ 时，其中 $D_{Femax}$ 公式中的 $sev$ 取 0。

## 7.3　花键基面上的尺寸系列

花键基面上的尺寸系列见表 7.4-115。

**表 7.4-115　在基面上的尺寸系列表** mm

| $m$ | 0.5 | 0.75 | 1 | 1.25 | 1.5 |
|---|---|---|---|---|---|
| $Z$ | $D_{ee}$ | | | | |
| 32 | 16.4 | 24.6 | 32.8 | 41.0 | 49.2 |
| 34 | 17.4 | 26.1 | 34.8 | 43.5 | 52.2 |
| 36 | 18.4 | 27.6 | 36.8 | 46.0 | 55.2 |
| 38 | 19.4 | 29.1 | 38.8 | 48.5 | 58.2 |
| 40 | 20.4 | 30.6 | 40.8 | 51.0 | 61.2 |
| 44 | 22.4 | 33.6 | 44.8 | 56.0 | 67.2 |
| 48 | — | 36.6 | 48.8 | 61.0 | 73.2 |
| 52 | — | — | — | 66.0 | 79.2 |

## 7.4　公差等级与配合

JB 2486—84 采用 GB/T 3478.1 中的 6.7 级公差，选用 6H/6k 和 7H/7k 配合类别。

齿槽宽、齿厚公差带分布见图 7.4-18。

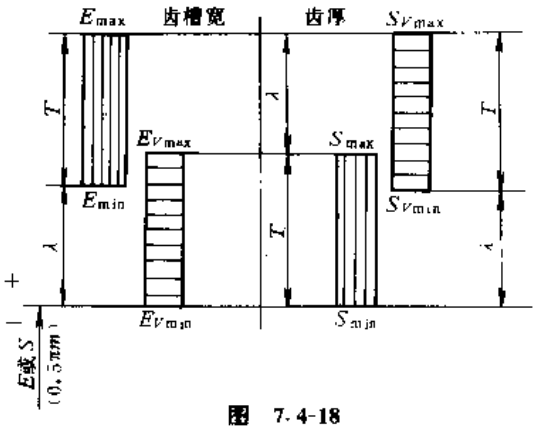



**图　7.4-18**

$T$—加工公差　$\lambda$—综合公差

## 7.5　检验方法

(1) 圆锥直齿渐开线花键的齿槽宽和齿厚一般用综合检验法进行检验。

(2)内花键用锥形全齿塞规检验，塞规大端制有台阶（图 7.4-19），台阶高度 h 按作用齿槽宽最大值与作用齿槽宽最小值的差值（$E_{Vmax}-E_{Vmin}$）计算。当塞规伸入内花键时，内花键大端面应在台阶高度范围内。

(3)外花键用锥形全齿环规检验，环规内花键小端制有台阶（图 7.4-20），台阶高度 $h$ 按作用齿厚最大值与作用齿厚最小值的差值（$S_{Vmax}-S_{Vmin}$）计算。当环规套在外花键上时，外花键小端面应在台阶高度范围内。环规齿形可制成直线。

## 7.6　公差值

总公差（$T+\lambda$）、综合公差 $\lambda$，齿距累积公差 $F_p$ 和齿形公差 $f_f$（6 级公差见表 7.4-116，7 级公差见表 7.4-117，齿向公差见表 7.4-118。）

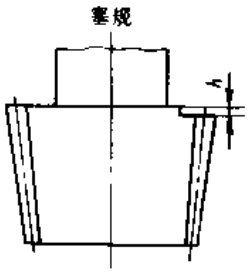



**图　7.4-19**

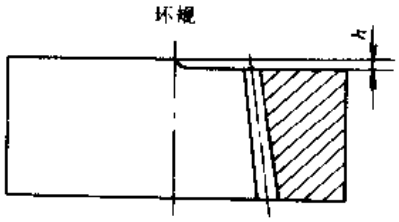



**图　7.4-20**

**表 7.4-116　6 级的（$T+\lambda$）、$\lambda$、$F_p$、$f_f$ 的公差值**

| $m$ / 公差 / $Z$ | 0.5 | | | | 0.75 | | | | 1 | | | | 1.25 | | | | 1.5 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ |
| | (μm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | 70 | 29 | 38 | 28 | 81 | 32 | 43 | 29 | 89 | 35 | 48 | 31 | 96 | 37 | 52 | 32 | 102 | 40 | 56 | 33 |
| 34 | 71 | 29 | 38 | 28 | 81 | 32 | 44 | 29 | 90 | 35 | 49 | 31 | 97 | 38 | 53 | 32 | 103 | 41 | 57 | 34 |
| 36 | 72 | 29 | 39 | 28 | 82 | 33 | 45 | 29 | 91 | 36 | 50 | 31 | 98 | 39 | 55 | 32 | 104 | 41 | 59 | 34 |
| 38 | 72 | 30 | 40 | 28 | 83 | 33 | 46 | 29 | 91 | 37 | 51 | 31 | 98 | 39 | 56 | 32 | 105 | 42 | 60 | 34 |
| 40 | 73 | 30 | 41 | 28 | 83 | 34 | 47 | 30 | 92 | 37 | 52 | 31 | 99 | 40 | 57 | 32 | 106 | 43 | 61 | 34 |
| 44 | 74 | 31 | 42 | 28 | 85 | 35 | 48 | 30 | 93 | 38 | 54 | 31 | 101 | 41 | 59 | 33 | 107 | 44 | 63 | 34 |
| 48 | 75 | 32 | 43 | 28 | 86 | 36 | 50 | 30 | 95 | 39 | 56 | 31 | 102 | 42 | 61 | 33 | 109 | 45 | 66 | 35 |
| 52 | 76 | 32 | 44 | 28 | 87 | 37 | 52 | 30 | 96 | 40 | 58 | 32 | 103 | 44 | 63 | 33 | 110 | 47 | 68 | 36 |

**表 7.4-117　7级的 $(T-\lambda)$、$\lambda$、$F_p$、$f_f$ 的公差值**

| $m$ | 0.5 | | | | 0.75 | | | | 1 | | | | 1.25 | | | | 1.5 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $Z$ 公差 | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ | $T+\lambda$ | $\lambda$ | $F_p$ | $f_f$ |
| | (μm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | 113 | 43 | 54 | 44 | 129 | 47 | 62 | 47 | 142 | 52 | 68 | 49 | 154 | 55 | 74 | 51 | 164 | 50 | 80 | 53 |
| 34 | 114 | 43 | 55 | 44 | 130 | 48 | 63 | 47 | 144 | 52 | 70 | 49 | 155 | 56 | 76 | 51 | 165 | 60 | 82 | 53 |
| 36 | 114 | 44 | 56 | 45 | 131 | 49 | 64 | 47 | 145 | 53 | 71 | 49 | 156 | 57 | 78 | 51 | 166 | 61 | 83 | 54 |
| 38 | 115 | 44 | 57 | 45 | 132 | 49 | 66 | 47 | 146 | 54 | 73 | 49 | 158 | 58 | 79 | 52 | 168 | 62 | 85 | 54 |
| 40 | 116 | 45 | 58 | 45 | 133 | 50 | 67 | 47 | 147 | 55 | 74 | 49 | 159 | 59 | 81 | 52 | 169 | 63 | 87 | 54 |
| 44 | 118 | 46 | 60 | 45 | 135 | 51 | 69 | 47 | 149 | 56 | 77 | 50 | 161 | 61 | 84 | 52 | 172 | 65 | 90 | 55 |
| 48 | 119 | 47 | 62 | 45 | 137 | 53 | 71 | 48 | 151 | 58 | 80 | 50 | 163 | 62 | 87 | 53 | 174 | 66 | 94 | 55 |
| 52 | 121 | 48 | 63 | 45 | 139 | 54 | 74 | 48 | 153 | 59 | 82 | 50 | 165 | 64 | 90 | 53 | 176 | 68 | 97 | 56 |

**表 7.4-118　$F_\beta$ 的公差值**

| 花键长度 (mm) | | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 70 | 80 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 公差值 (μm) | 6级 | 11 | 12 | 13 | 13 | 14 | 14 | 15 | 15 | 16 | 16 | 17 | 17 |
| | 7级 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 23 | 24 | 25 | 25 | 27 | 28 |

## 7.7　尺寸表

尺寸表见表 7.4-122 至表 7.4-126，，内、外花键小径素线角 $\theta$ 见表 7.4-119。

**表 7.4-119　齿槽角 $\beta$ 值和内、外花键小径素线斜角 $\theta$ 值**

| 齿数 | 内花键齿槽角 $\beta$ | 内、外花键小径素线斜角 $\theta$ |
|---|---|---|
| 32 | 84°22′3″ | 1°47′34″ |
| 34 | 84°42′21″ | 1°47′58″ |
| 36 | 85° | 1°48′20″ |
| 38 | 85°15′47″ | 1°48′39″ |
| 40 | 85°30′ | 1°48′56″ |
| 44 | 85°54′33″ | 1°49′26″ |
| 48 | 86°15′ | 1°49′51″ |
| 52 | 86°32′18″ | 1°50′13″ |

## 7.8　参数标注

在零件图中，应给出制造花键所需的全部参数、尺寸和公差，列出参数表（见表 7.4-120 和表 7.4-121），必要时可画出齿形图。参数表中的项目可按需要增减。

**表 7.4-120　内花键参数表**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 模数 | $m$ | 实际齿槽宽最大值 | $E_{max}$ |
| 齿数 | $Z$ | 作用齿槽宽最小值 | $E_{Vmin}$ |
| 齿槽角 | $\beta$ | 实际齿槽宽最小值 | $E_{min}$ |
| 分度圆直径 | $D$ | 作用齿槽宽最大值 | $E_{Vmax}$ |
| 公差等级和配合类别 | | 标准号 | |
| 大径 | $D_{ei}$ | 配对花键图号 | |
| 小径 | $D_{ri}$ | | |

**表 7.4-121　外花键参数表**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 模数 | $m$ | 作用齿厚最大值 | $S_{Vmax}$ |
| 齿数 | $Z$ | 实际齿厚最小值 | $S_{min}$ |
| 标准压力角 | $\alpha_D$ | 作用齿厚最小值 | $S_{Vmin}$ |
| 分度圆直径 | $D$ | 实际齿厚最大值 | $S_{max}$ |
| 公差等级和配合类别 | | 渐开线起始圆直径最大值 | $D_{Femax}$ |
| 大径 | $D_{te}$ | 标准号 | |
| 小径 | $D_{re}$ | 配对花键图号 | |

## 7.9　有关说明

(1) 圆锥直齿渐开线花键多用于花键齿面无侧隙又需便于拆卸的传动联结中。如汽车、拖拉机以及工程机械中的转向操纵系统和其他机构的联结。由于锥形渐开线花键齿侧的间隙和过盈量可自由调整，便于拆卸，具有一定的优点。但应用时应注意内、外花键小端面处不能在同一平面上，内花键小径必须小于外花键小径，便于调整。

**表 7.4-122　$m=0.5$　$E=S=E_{Vmin}=S_{min}=0.5\pi m=0.785$**　（mm）

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 内花键 大径 $D_{ei}$ | 内花键 小径 $D_{ii}$ 基本尺寸 | 内花键 小径 $D_{ii}$ 极限偏差 | 内花键 实际齿槽宽最大值 $E_{max}=E_{Vmin}+(T+\lambda)$ 6H | 内花键 实际齿槽宽最大值 $E_{max}=E_{Vmin}+(T+\lambda)$ 7H | 内花键 实际齿槽宽最小值 $E_{min}=E_{Vmin}+\lambda$ 6H | 内花键 实际齿槽宽最小值 $E_{min}=E_{Vmin}+\lambda$ 7H | 内花键 作用齿槽宽最大值 $E_{Vmax}=E_{Vmin}+T$ 6H | 内花键 作用齿槽宽最大值 $E_{Vmax}=E_{Vmin}+T$ 7H | 内花键 基面至小端面距离 $L_2$（参考） | 外花键 大径 $D_{ee}$ 基本尺寸 | 外花键 大径 $D_{ee}$ 极限偏差 | 外花键 小径 $D_{ie}$ | 外花键 作用齿厚最大值 $S_{Vmax}=S+e_{SV}$ 6K | 外花键 作用齿厚最大值 $S_{Vmax}=S+e_{SV}$ 7K | 外花键 作用齿厚最小值 $S_{Vmin}=S_{Vmax}-T$ 6K | 外花键 作用齿厚最小值 $S_{Vmin}=S_{Vmax}-T$ 7K | 外花键 实际齿厚最大值 $S_{max}=S_{Vmax}-\lambda$ 6K | 外花键 实际齿厚最大值 $S_{max}=S_{Vmax}-\lambda$ 7K | 渐开线起始圆直径最大值 $D_{Femax}$ | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | 16.0 | 11.31 | 16.60 | 15.61 | $^{+0.070}_{0}$ | 0.855 | 0.898 | 0.814 | 0.828 | 0.826 | 0.855 | 3 | 16.40 | $^{0}_{-0.070}$ | 15.40 | 0.855 | 0.898 | 0.814 | 0.828 | 0.826 | 0.855 | 15.51 | 32 |
| 34 | 17.0 | 12.02 | 17.60 | 16.61 | | 0.856 | 0.899 | 0.814 | 0.828 | 0.827 | 0.856 | 3 | 17.40 | | 16.40 | 0.856 | 0.899 | 0.814 | 0.828 | 0.827 | 0.856 | 16.51 | 34 |
| 36 | 18.0 | 12.73 | 18.60 | 17.61 | | 0.857 | 0.899 | 0.814 | 0.829 | 0.828 | 0.856 | 3 | 18.40 | | 17.40 | 0.857 | 0.899 | 0.814 | 0.829 | 0.828 | 0.856 | 17.51 | 36 |
| 38 | 19.0 | 13.44 | 19.60 | 18.61 | $^{+0.084}_{0}$ | 0.857 | 0.900 | 0.815 | 0.829 | 0.828 | 0.856 | 4 | 19.40 | $^{0}_{-0.084}$ | 18.40 | 0.857 | 0.900 | 0.815 | 0.829 | 0.828 | 0.856 | 18.51 | 38 |
| 40 | 20.0 | 14.14 | 20.60 | 19.61 | | 0.858 | 0.901 | 0.815 | 0.830 | 0.828 | 0.856 | 4 | 20.40 | | 19.40 | 0.858 | 0.901 | 0.815 | 0.830 | 0.828 | 0.856 | 19.51 | 40 |
| 44 | 22.0 | 15.56 | 22.60 | 21.61 | | 0.859 | 0.903 | 0.816 | 0.831 | 0.828 | 0.857 | 4 | 22.40 | | 21.40 | 0.859 | 0.903 | 0.816 | 0.831 | 0.828 | 0.857 | 21.51 | 44 |

**表 7.4-123　$m=0.75$　$E=S=E_{Vmin}=S_{min}=0.5\pi m=1.178$**　（mm）

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 内花键 大径 $D_{ei}$ | 内花键 小径 $D_{ii}$ 基本尺寸 | 内花键 小径 $D_{ii}$ 极限偏差 | 内花键 实际齿槽宽最大值 $E_{max}=E_{Vmin}+(T+\lambda)$ 6H | 内花键 实际齿槽宽最大值 $E_{max}=E_{Vmin}+(T+\lambda)$ 7H | 内花键 实际齿槽宽最小值 $E_{min}=E_{Vmin}+\lambda$ 6H | 内花键 实际齿槽宽最小值 $E_{min}=E_{Vmin}+\lambda$ 7H | 内花键 作用齿槽宽最大值 $E_{Vmax}=E_{Vmin}+T$ 6H | 内花键 作用齿槽宽最大值 $E_{Vmax}=E_{Vmin}+T$ 7H | 内花键 基面至小端面距离 $L_2$（参考） | 外花键 大径 $D_{ee}$ 基本尺寸 | 外花键 大径 $D_{ee}$ 极限偏差 | 外花键 小径 $D_{ie}$ | 外花键 作用齿厚最大值 $S_{Vmax}=S+e_{SV}$ 6K | 外花键 作用齿厚最大值 $S_{Vmax}=S+e_{SV}$ 7K | 外花键 作用齿厚最小值 $S_{Vmin}=S_{Vmax}-T$ 6K | 外花键 作用齿厚最小值 $S_{Vmin}=S_{Vmax}-T$ 7K | 外花键 实际齿厚最大值 $S_{max}=S_{Vmax}-\lambda$ 6K | 外花键 实际齿厚最大值 $S_{max}=S_{Vmax}-\lambda$ 7K | 渐开线起始圆直径最大值 $D_{Femax}$ | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | 24.0 | 16.97 | 24.90 | 23.41 | $^{+0.084}_{0}$ | 1.259 | 1.307 | 1.210 | 1.225 | 1.227 | 1.260 | 4 | 24.60 | $^{0}_{-0.084}$ | 23.10 | 1.259 | 1.307 | 1.210 | 1.225 | 1.227 | 1.260 | 23.26 | 32 |
| 34 | 25.5 | 18.03 | 26.40 | 24.91 | | 1.259 | 1.308 | 1.210 | 1.226 | 1.227 | 1.260 | 4 | 26.10 | | 24.60 | 1.259 | 1.308 | 1.210 | 1.226 | 1.227 | 1.260 | 24.76 | 34 |
| 36 | 27.0 | 19.09 | 27.90 | 26.41 | | 1.260 | 1.309 | 1.211 | 1.227 | 1.227 | 1.260 | 4 | 27.60 | | 26.10 | 1.260 | 1.309 | 1.211 | 1.227 | 1.227 | 1.260 | 26.26 | 36 |
| 38 | 28.5 | 20.15 | 29.40 | 27.91 | | 1.261 | 1.310 | 1.211 | 1.227 | 1.228 | 1.261 | 5 | 29.10 | | 27.60 | 1.261 | 1.310 | 1.211 | 1.227 | 1.228 | 1.261 | 27.76 | 38 |
| 40 | 30.0 | 21.21 | 30.90 | 29.41 | | 1.261 | 1.311 | 1.212 | 1.228 | 1.228 | 1.261 | 5 | 30.60 | | 29.10 | 1.261 | 1.311 | 1.212 | 1.228 | 1.228 | 1.261 | 29.26 | 40 |
| 44 | 33.0 | 23.33 | 33.90 | 32.41 | $^{-0.100}_{0}$ | 1.263 | 1.313 | 1.213 | 1.229 | 1.228 | 1.262 | 5 | 33.60 | $^{0}_{-0.100}$ | 32.10 | 1.263 | 1.313 | 1.213 | 1.229 | 1.228 | 1.262 | 32.26 | 44 |
| 48 | 36.0 | 25.46 | 36.90 | 35.41 | | 1.264 | 1.315 | 1.214 | 1.231 | 1.228 | 1.262 | 5 | 36.60 | | 35.10 | 1.264 | 1.315 | 1.214 | 1.231 | 1.228 | 1.262 | 35.26 | 48 |

**表 7.4-124　$m=1$　$E=S=E_{V\min}=S_{\min}=0.5\pi m=1.571$**

(mm)

| 齿数 Z | 分度圆直径 D | 基圆直径 $D_b$ | 内花键 大径 $D_{ei}$ | 内花键 小径 $D_{ii}$ 基本尺寸 | 内花键 小径 $D_{ii}$ 极限偏差 | 实际齿槽宽最大值 $E_{\max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ 6H | 实际齿槽宽最大值 7H | 实际齿槽宽最小值 $E_{\min}=E_{V\min}+\lambda$ 6H | 实际齿槽宽最小值 7H | 作用齿槽宽最大值 $E_{V\max}=E_{V\min}+T$ 6H | 作用齿槽宽最大值 7H | 基面至小端面距离 $L_2$（参考） | 外花键 大径 $D_{ee}$ 基本尺寸 | 外花键 大径 $D_{ee}$ 极限偏差 | 小径 $D_{ie}$ | 作用齿厚最大值 $S_{V\max}=S+e_{sV}$ 6K | 作用齿厚最大值 7K | 作用齿厚最小值 $S_{V\min}=S_{V\max}-T$ 6K | 作用齿厚最小值 7K | 实际齿厚最大值 $S_{\max}=S_{V\max}-\lambda$ 6K | 实际齿厚最大值 7K | 渐开线起始圆直径最大值 $D_{F\max}$ | 齿数 Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | 32.0 | 22.63 | 33.20 | 31.22 | $^{+0.160}_{0}$ | 1.660 | 1.713 | 1.606 | 1.623 | 1.625 | 1.661 | 5 | 32.80 | $^{0}_{0.160}$ | 30.80 | 1.660 | 1.713 | 1.606 | 1.623 | 1.625 | 1.661 | 31.02 | 32 |
| 34 | 34.0 | 24.04 | 35.20 | 33.22 | | 1.661 | 1.715 | 1.606 | 1.623 | 1.626 | 1.663 | 5 | 34.80 | | 32.80 | 1.661 | 1.715 | 1.606 | 1.623 | 1.626 | 1.663 | 33.02 | 34 |
| 36 | 36.0 | 25.46 | 37.20 | 35.21 | | 1.662 | 1.716 | 1.607 | 1.624 | 1.626 | 1.663 | 5 | 36.80 | | 34.80 | 1.662 | 1.716 | 1.607 | 1.624 | 1.626 | 1.663 | 35.01 | 36 |
| 38 | 38.0 | 26.87 | 39.20 | 37.21 | | 1.662 | 1.717 | 1.608 | 1.625 | 1.626 | 1.663 | 6 | 38.80 | | 36.80 | 1.662 | 1.717 | 1.608 | 1.625 | 1.626 | 1.663 | 37.01 | 38 |
| 40 | 40.0 | 28.28 | 41.20 | 39.21 | | 1.663 | 1.718 | 1.608 | 1.626 | 1.626 | 1.663 | 6 | 40.80 | | 38.80 | 1.663 | 1.718 | 1.608 | 1.626 | 1.626 | 1.663 | 39.01 | 40 |
| 44 | 44.0 | 31.11 | 45.20 | 43.21 | | 1.664 | 1.720 | 1.609 | 1.627 | 1.626 | 1.664 | 6 | 44.80 | | 42.80 | 1.664 | 1.720 | 1.609 | 1.627 | 1.626 | 1.664 | 43.01 | 44 |
| 48 | 48.0 | 33.94 | 49.20 | 47.21 | | 1.665 | 1.722 | 1.610 | 1.629 | 1.626 | 1.664 | 6 | 48.80 | | 46.80 | 1.665 | 1.722 | 1.610 | 1.629 | 1.626 | 1.664 | 47.01 | 48 |

**表 7.4-125　$m=1.25$　$E=S=E_{V\min}=S_{\min}=0.5\pi m=1.963$**

(mm)

| 齿数 Z | 分度圆直径 D | 基圆直径 $D_b$ | 内花键 大径 $D_{ei}$ | 内花键 小径 $D_{ii}$ 基本尺寸 | 内花键 小径 $D_{ii}$ 极限偏差 | 实际齿槽宽最大值 $E_{\max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ 6H | 实际齿槽宽最大值 7H | 实际齿槽宽最小值 $E_{\min}=E_{V\min}+\lambda$ 6H | 实际齿槽宽最小值 7H | 作用齿槽宽最大值 $E_{V\max}=E_{V\min}+T$ 6H | 作用齿槽宽最大值 7H | 基面至小端面距离 $L_2$（参考） | 外花键 大径 $D_{ee}$ 基本尺寸 | 外花键 大径 $D_{ee}$ 极限偏差 | 小径 $D_{ie}$ | 作用齿厚最大值 $S_{V\max}=S+e_{sV}$ 6K | 作用齿厚最大值 7K | 作用齿厚最小值 $S_{V\min}=S_{V\max}-T$ 6K | 作用齿厚最小值 7K | 实际齿厚最大值 $S_{\max}=S_{V\max}-\lambda$ 6K | 实际齿厚最大值 7K | 渐开线起始圆直径最大值 $D_{F\max}$ | 齿数 Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | 40.0 | 28.28 | 41.50 | 39.02 | $^{+0.160}_{0}$ | 2.059 | 2.117 | 2.000 | 2.018 | 2.022 | 2.062 | 6 | 41.00 | $^{0}_{-0.160}$ | 38.50 | 2.059 | 2.117 | 2.000 | 2.018 | 2.022 | 2.062 | 38.77 | 32 |
| 34 | 42.5 | 30.05 | 44.00 | 41.52 | | 2.060 | 2.118 | 2.001 | 2.019 | 2.022 | 2.062 | 6 | 43.50 | | 41.00 | 2.060 | 2.118 | 2.001 | 2.019 | 2.022 | 2.062 | 41.27 | 34 |
| 36 | 45.0 | 31.82 | 46.50 | 44.02 | | 2.061 | 2.119 | 2.002 | 2.020 | 2.022 | 2.062 | 6 | 46.00 | | 43.50 | 2.061 | 2.119 | 2.002 | 2.020 | 2.022 | 2.062 | 43.77 | 36 |
| 38 | 47.5 | 33.59 | 49.00 | 46.52 | | 2.061 | 2.121 | 2.002 | 2.021 | 2.022 | 2.063 | 6 | 48.50 | | 46.00 | 2.061 | 2.121 | 2.002 | 2.021 | 2.022 | 2.063 | 46.27 | 38 |
| 40 | 50.0 | 35.36 | 51.50 | 49.02 | | 2.062 | 2.122 | 2.003 | 2.022 | 2.022 | 2.063 | 6 | 51.00 | $^{0}_{-0.190}$ | 48.50 | 2.062 | 2.122 | 2.003 | 2.022 | 2.022 | 2.063 | 48.77 | 40 |
| 44 | 55.0 | 38.89 | 56.50 | 54.01 | $^{+0.190}_{0}$ | 2.064 | 2.124 | 2.004 | 0.024 | 2.023 | 2.063 | 6 | 56.00 | | 53.50 | 2.064 | 2.124 | 2.004 | 2.024 | 2.023 | 2.063 | 53.76 | 44 |
| 48 | 60.0 | 42.43 | 61.50 | 59.01 | | 2.065 | 2.126 | 2.005 | 0.025 | 2.023 | 2.064 | 6 | 61.00 | | 58.50 | 2.065 | 2.126 | 2.005 | 2.025 | 2.023 | 2.064 | 58.76 | 48 |
| 52 | 65.0 | 45.96 | 66.50 | 64.01 | | 2.066 | 2.128 | 2.007 | 0.027 | 2.023 | 2.064 | 6 | 66.00 | | 63.50 | 2.066 | 2.128 | 2.007 | 2.027 | 2.023 | 2.064 | 63.76 | 52 |

表 7.4-126　$m=1.5$　$E=S=E_{V\min}=S_{\min}=0.5\pi m-2.356$　(mm)

| 齿数 $Z$ | 分度圆直径 $D$ | 基圆直径 $D_b$ | 内花键 大径 $D_{ei}$ | 内花键 小径 $D_{ii}$ 基本尺寸 | 内花键 小径 $D_{ii}$ 极限偏差 | 内花键 实际齿槽宽最大值 $E_{\max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ 6H | 内花键 实际齿槽宽最大值 $E_{\max}=E_{V\min}+(T+\lambda)$ 7H | 内花键 实际齿槽宽最小值 $E_{\min}=E_{V\min}+\lambda$ 6H | 内花键 实际齿槽宽最小值 $E_{\min}=E_{V\min}+\lambda$ 7H | 内花键 作用齿槽宽最大值 $E_{V\max}=E_{V\min}+T$ 6H | 内花键 作用齿槽宽最大值 $E_{V\max}=E_{V\min}+T$ 7H | 内花键 基面至小端面距离 $L_2$（参考） | 外花键 大径 $D_e$ 基本尺寸 | 外花键 大径 $D_e$ 极限偏差 | 外花键 小径 $D_{ie}$ | 外花键 作用齿厚最大值 $S_{V\max}=S+e_{sv}$ 6K | 外花键 作用齿厚最大值 $S_{V\max}=S+e_{sv}$ 7K | 外花键 作用齿厚最小值 $S_{V\min}=S_{V\max}-T$ 6K | 外花键 作用齿厚最小值 $S_{V\min}=S_{V\max}-T$ 7K | 外花键 实际齿厚最大值 $S_{\max}=S_{V\max}-\lambda$ 6K | 外花键 实际齿厚最大值 $S_{\max}=S_{V\max}-\lambda$ 7K | 渐开线起始圆直径最大值 $D_{Fe\max}$ | 齿数 $Z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | 48.0 | 33.94 | 49.80 | 46.82 | $^{+0.160}_{0}$ | 2.458 | 2.520 | 2.396 | 2.415 | 2.418 | 2.461 | 6 | 49.20 | $^{0}_{-0.160}$ | 46.20 | 2.458 | 2.520 | 2.396 | 2.415 | 2.418 | 2.461 | 46.52 | 32 |
| 34 | 51.0 | 36.06 | 52.80 | 49.82 | | 2.459 | 2.521 | 2.397 | 2.416 | 2.418 | 2.461 | 6 | 52.20 | | 49.20 | 2.459 | 2.521 | 2.397 | 2.416 | 2.418 | 2.461 | 49.52 | 34 |
| 36 | 54.0 | 38.18 | 55.80 | 52.82 | | 2.460 | 2.523 | 2.397 | 2.417 | 2.419 | 2.461 | 6 | 55.20 | | 52.20 | 2.460 | 2.523 | 2.397 | 2.417 | 2.419 | 2.461 | 52.52 | 36 |
| 38 | 57.0 | 40.31 | 58.80 | 55.82 | | 2.461 | 2.524 | 2.398 | 2.418 | 2.419 | 2.462 | 6 | 58.20 | | 55.20 | 2.461 | 2.524 | 2.398 | 2.418 | 2.419 | 2.462 | 55.52 | 38 |
| 40 | 60.0 | 42.43 | 61.80 | 58.82 | $^{+0.190}_{0}$ | 2.462 | 2.525 | 2.399 | 2.419 | 2.419 | 2.462 | 6 | 61.20 | $^{0}_{-0.190}$ | 58.20 | 2.462 | 2.525 | 2.399 | 2.419 | 2.419 | 2.462 | 58.52 | 40 |
| 44 | 66.0 | 46.67 | 67.80 | 64.82 | | 2.463 | 2.528 | 2.400 | 2.421 | 2.419 | 2.463 | 6 | 67.20 | | 64.20 | 2.463 | 2.528 | 2.400 | 2.421 | 2.419 | 2.463 | 64.52 | 44 |
| 48 | 72.0 | 50.91 | 73.80 | 70.82 | | 2.465 | 2.530 | 2.401 | 2.422 | 2.420 | 2.464 | 6 | 73.20 | | 70.20 | 2.465 | 2.530 | 2.401 | 2.422 | 2.420 | 2.464 | 70.52 | 48 |
| 52 | 78.0 | 55.15 | 79.80 | 76.81 | | 2.466 | 2.532 | 2.403 | 2.424 | 2.420 | 2.464 | 6 | 79.20 | | 76.20 | 2.466 | 2.532 | 2.403 | 2.424 | 2.420 | 2.464 | 76.51 | 52 |

(2) 旧标准JB 2486—78《锥形三角花键联结》与现行标准JB 2486—84由于在结构参数差别较大，例如：在基面上的计算公式：JB 2486—78齿形采用移距系数 $\xi=0.1$，故分度圆上弧齿厚及弧齿槽宽 $S=\left(\frac{\pi}{2}+2\xi\tan\alpha\right)m$，与JB 2486—84规定的齿形其移距系数 $\xi=0$、其分度圆上基本齿槽宽和基本齿厚 $E=S=0.5\pi m$；JB 2486—78规定的模数只有0.8和1两种，而JB 2486—84规定的模数有0.5、0.75、1、1.25、1.5五种；JB 2486—78规定的锥形外花键齿顶和内花键齿根的锥度为1∶16，而JB 2486—84规定的锥度为1∶15，以及两个标准所采用的公差制度完全不同，计算公式也不同，因此旧标准与现行标准之间不具备互换性，在设计、制造时应完全按照JB 2486—84贯彻、执行。

# 第5章　零件结构要素

## 1　标准基本内容

### 1.1　球面半径（GB 6403.1—1986）

标准规定了一般机械零件的球面半径尺寸系列。该标准主要适用于一般机械加工零件的球形表面，它主要是指切削、锻、铸、压等加工的球形表面。

标准中将球面半径系列纳入优先数数系，并分为两个系列：1系列是由优先化整值 $R_a/10$ 中的部分数值构成。2系列是由优先数化整值 $R_a/10$ 中部分数值和 $R_a/20$ 中部分数值复合而成。标准规定优先选用第一系列。球面半径系列值见表7.5-1。

**表7.5-1　球面半径系列值**　(mm)

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 第1系列 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 1.0 | 1.6 | 2.5 | 4.0 | 6.0 | 10 | 16 | 20 |
| 第2系列 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 2.0 | 3.0 | 5.0 | 8.0 | 12 | 18 | 22 |
| 第1系列 | 25 | 32 | 40 | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 |
| 第2系列 | 28 | 36 | 45 | 56 | 71 | 90 | 110 | 140 | 180 | 220 | 280 |
| 第1系列 | 320 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3200 |
| 第2系列 | 360 | 450 | 560 | 710 | 900 | 1100 | 1400 | 1800 | 2200 | 2800 | |

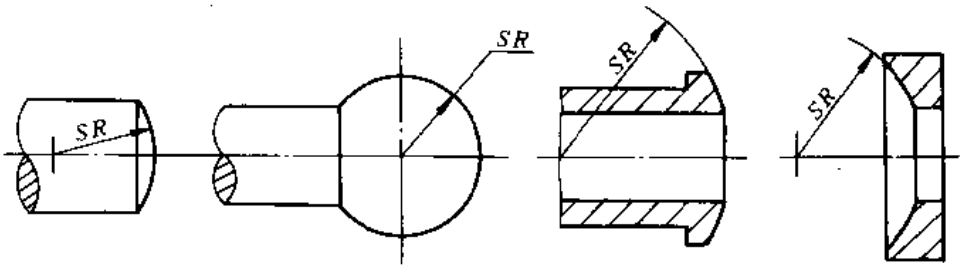



图 7.5-1

球面半径的应用举例见图7.5-1。

### 1.2　润滑槽（GB 6403.2—86）

该标准适用于一般用途的滑动轴承润滑槽和平面润滑槽。

(1) 滑动轴承用的润滑槽型式和尺寸

1) 径向轴承的润滑槽型式见图7.5-2。

2) 推力轴承的润滑槽型式见图7.5-3。

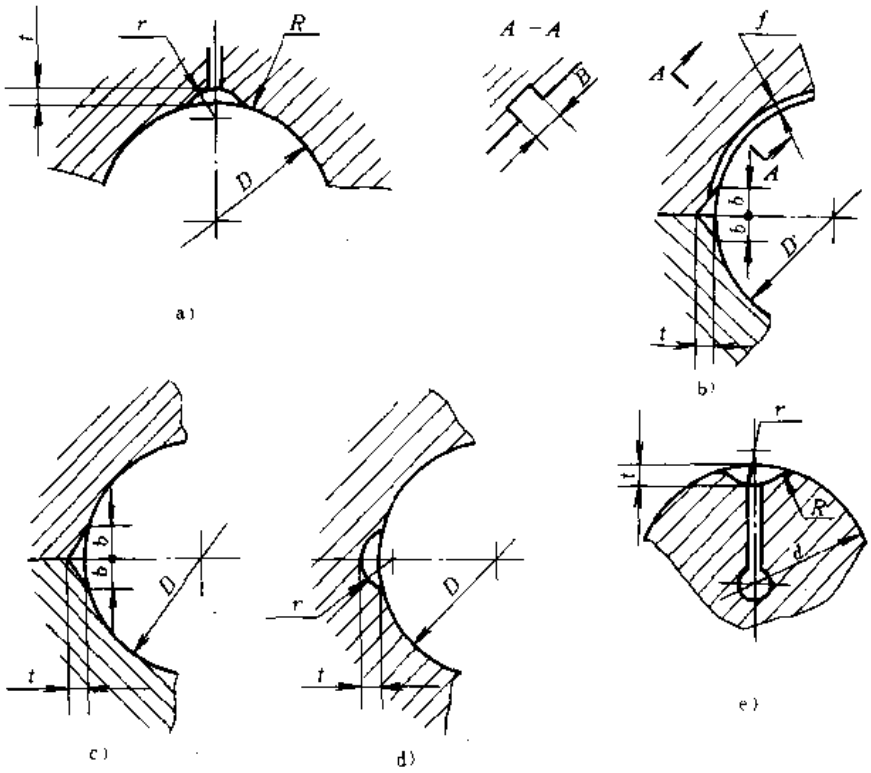



**图　7.5-2**

a)、b)、c)、d) 用于轴瓦、轴套　e) 月于轴上

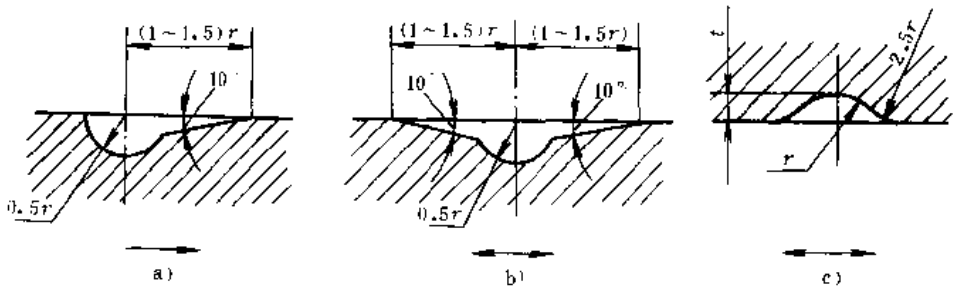



**图　7.5-3**

a)、b) 用于推力轴承　c) 用于轴端面

图中箭头说明运动为单向或双向。

3) 滑动轴承上用的润滑槽结构尺寸见表 7.5-2。

**表 7.5-2　滑动轴承上用的润滑槽结构尺寸**　(mm)

| 直径 D　d | t | r | R | B | f | b |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ≤50 | 0.8 | 1.0 | 1.0 | — | — | — |
| | 1.0 | 1.6 | 1.6 | — | — | — |
| | 1.6 | 3.0 | 6.0 | 5.0 | 1.6 | 4.0 |
| >50～120 | 2.0 | 4.0 | 10 | 8.0 | 2.0 | 6.0 |
| | 2.5 | 5.0 | 16 | 10 | 2.0 | 8.0 |
| | 3.0 | 6.0 | 20 | 12 | 2.5 | 10 |

（续）

| 直径 D　d | t | r | R | B | f | b |
|---|---|---|---|---|---|---|
| >120 | 4.0 | 8.0 | 25 | 16 | 3.0 | 12 |
| | 5.0 | 10 | 32 | 20 | 3.0 | 16 |
| | 6.0 | 12 | 40 | 25 | 4.0 | 20 |

（2）平面用的润滑槽型式和尺寸

1）平面用润滑槽型式见图 7.5-4、图 7.5-5。

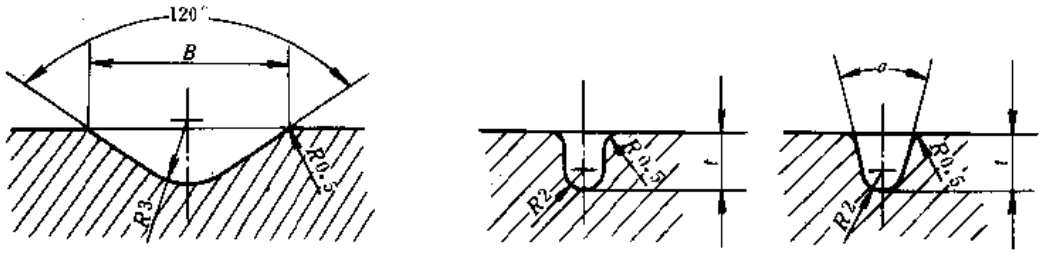



图 7.5-4

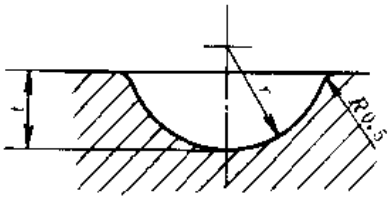



图 7.5-5

2）平面用润滑槽尺寸见表 7.5-3。

表 7.5-3

| 图 7.5-4 所示润滑槽尺寸 | | | 图 7.5-5 所示润滑槽尺寸 | |
|---|---|---|---|---|
| B (mm) | α | t (mm) | t (mm) | r (mm) |
| 4 | 15° | 3 | 1.0 | 1.6 |
| 6 | 30° | 4 | 1.6 | 2.5 |
| 10 | 45° | 5 | 2.0 | 4.0 |
| 12 | | | | |
| 16 | | | | |

## 1.3　滚花（GB 6403.3—86）

该标准适用于一般用途的圆柱表面滚花。

（1）滚花的型式如图 7.5-6 所示。

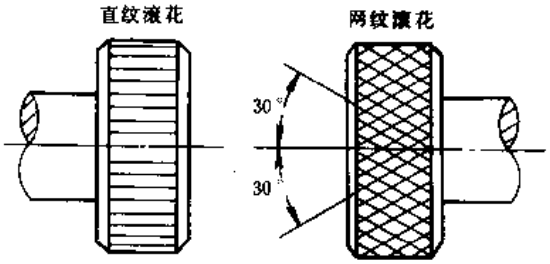



图 7.5-6

（2）滚花花纹的形状是假定工件直径为无穷大时花纹的垂直截面如图 7.5-7 所示。

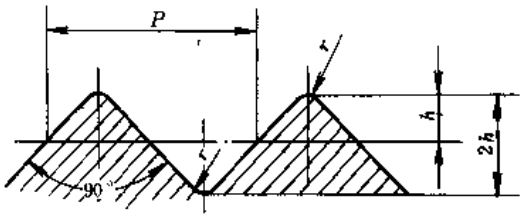



图 7.5-7

（3）滚花的尺寸规格按表 7.5-4。

（4）标准的主要内容及特点

1）标准中规定的规格基本上能满足使用。

2）牙型的选择不受工件直径、宽度的约束。

3）规定了齿顶角度，滚花轮齿的槽角有了依据，因而二类工具角度为定值，由此减少了二类工具规格的数量，提高了经济效益。

表 7.5-4　滚花尺寸　(mm)

| 模数 $m$ | $h$ | $r$ | 节距 $P$ |
|---|---|---|---|
| 0.2 | 0.132 | 0.06 | 0.628 |
| 0.3 | 0.198 | 0.09 | 0.942 |
| 0.4 | 0.264 | 0.12 | 1.257 |
| 0.5 | 0.326 | 0.16 | 1.571 |

注：表中 $h=0.785m-0.414r$。

4）采用槽数制原理规定滚花齿形和规格，改原直线节距为圆弧节距，其优点如下：

① 节距按直线规定无法加工，而其滚花刀具又是按槽数办法加工的，所以采用模数制是适宜的。

② 避免了原设计图样上某一工件直径确定后，任意选一节距值，直径与直线节距值没有关系式，使设计图纸的表达不够科学合理的现象。

③ 原标准的直线节距制，在加工滚花轮时，采用分度法，在刨、铣、磨床上加工，尽量接近标准要求的直线节距值。

该标准用槽数制后，滚花轮的加工除仍可采用上述工艺方法加工外，还可用滚和搓的办法来加工滚花轮。扩大了加工滚花轮的工艺途径，大大提高了经济效益。

## 1.4　零件倒圆与倒角（GB 6403.4—86）

该标准规定了倒圆、倒角的型式及其尺寸系列值。它适用于一般机械切削加工零件的外角和内角的倒圆、倒角。不适用于有特殊要求的倒圆、倒角。

（1）倒圆、倒角型式如图 7.5-8 所示，其尺寸系列值见表 7.5-5。

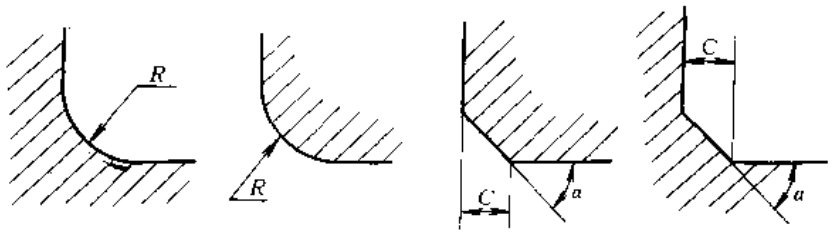



图　7.5-8

表 7.5-5　尺寸系列　(mm)

| $R\cdot C$ | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.6 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 8.0 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | — |

$\alpha$ 一般采用 45°，也可采用 30°或 60°。倒圆半径、倒角的尺寸标注按国家标准 GB 4458.4—84《机械制图　尺寸标注》。

（2）内角、外角分别为倒圆、倒角（倒角为 45°）的四种装配方式如图 7.5-9 所示。

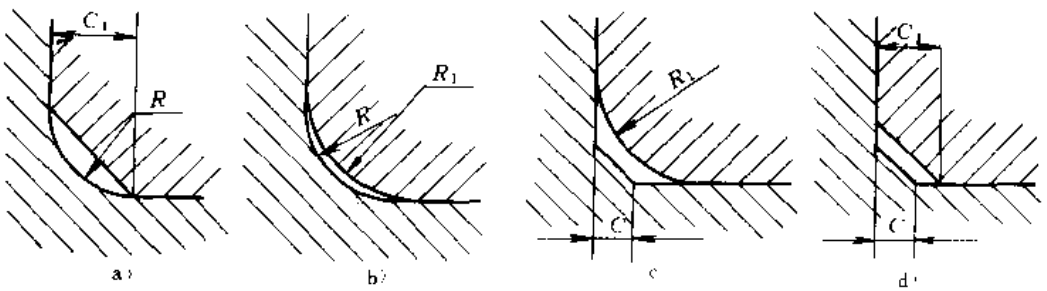



图　7.5-9

$R_1$、$C_1$ 的偏差为正；$R$、$C$ 的偏差为负

（3）标准附录 A 中规定了内角倒角和外角倒圆时，$C$ 的最大值 $C_{max}$ 与 $R_1$ 的关系，见表 7.5-6，图 7.5-10。

表 7.5-6　$C_{max}$ 与 $R_1$ 的关系　(mm)

| $R_1$ | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.6 | 2.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $C_{max}$ | — | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 1.0 |
| $R_1$ | 2.5 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 8.0 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 |
| $C_{max}$ | 1.2 | 1.6 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 8.0 | 10 | 12 |

表 7.5-7　$C$ 或 $R$ 的推荐值　(mm)

| $\phi$ | ~3 | >3~6 | >6~10 | >10~18 | >18~30 | >30~50 | >50~80 | >80~120 | >120~180 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $C$ 或 $R$ | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.6 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
| $\phi$ | >180~250 | >250~320 | >320~400 | >400~500 | >500~630 | >630~800 | >800~1000 | >1000~1250 | >1250~1600 |
| $C$ 或 $R$ | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 8.0 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 |

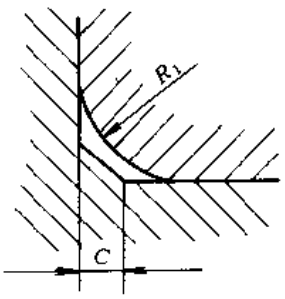



图　7.5-10

(4) 标准的附录 B 中给出了与直径 $\phi$ 相应的倒角 $C$、倒圆 $R$ 的推荐值，见表 7.5-7。

## 1.5　砂轮越程槽 (GB 6403.5—86)

(1) 砂轮越程槽的作用及影响

1) 零件的结构为阶梯型轴或孔，用砂轮磨削，在小直径的根部该直径尺寸很难保证，磨轴时，根部尺寸较大；磨孔时根部尺寸较小。为此，在轴和孔的根部需要车出槽型，使砂轮有越程尺寸，保证零件根部尺寸符合图样要求。

2) 有砂轮越程槽的零件在与轴或孔进行装配时，避免了零件根部产生干涉。

3) 砂轮越程槽的形状，尺寸直接影响零件的强度和应力。

(2) 标准的基本内容

该标准规定了回转面及端面砂轮、平面砂轮、V 形砂轮、燕尾导轨砂轮及矩形导轨砂轮越程槽的型式和尺寸。该标准适用于一般结构零件磨削面的砂轮越程槽。

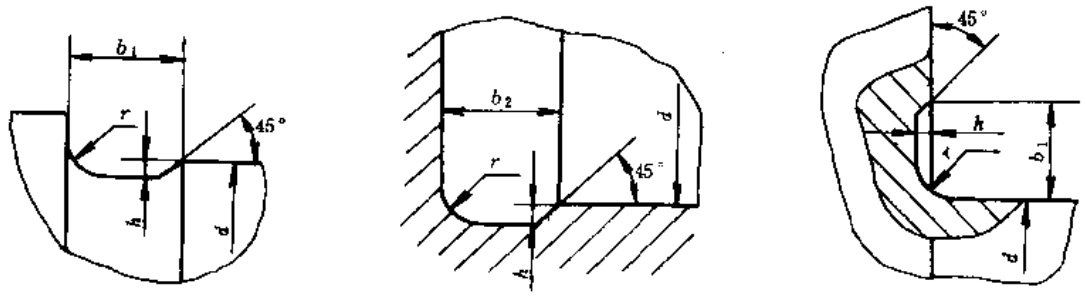
1) 回转面及端面砂轮越程槽的型式如图 7.5-11 所示，其尺寸按表 7.5-8 选用。

表 7.5-8　尺寸表　(mm)

| $b_1$ | 0.6 | 1.0 | 1.6 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 8.0 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $b_2$ | 2.0 | 3.0 | | 4.0 | | 5.0 | | 8.0 | 10 |
| $h$ | 0.1 | 0.2 | | 0.3 | 0.4 | | 0.6 | 0.8 | 1.2 |
| $r$ | 0.2 | 0.5 | | 0.8 | 1.0 | | 1.6 | 2.0 | 3.0 |
| $d$ | ~10 | | | >10~50 | | >50~100 | | >100 | |

注：1. 越程槽内两直线相交处，不允许产生尖角。

2. 越程槽深度 $h$ 与圆弧半径 $r$，应满足 $r \leqslant 3h$。




a)　b)　c)

图　7.5-11

a) 磨外圆　b) 磨内圆　c) 磨外端面

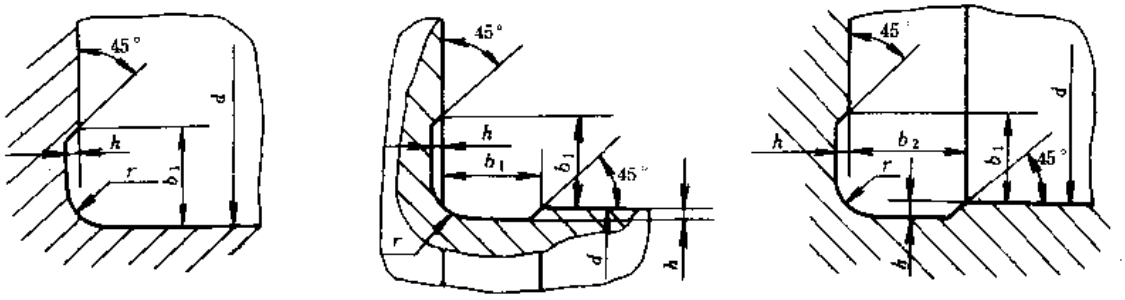



图　7.5-11（续）

d）磨内端面　e）磨外圆及端面　f）磨内圆及端面

2）平面砂轮越程槽的型式如图 7.5-12 所示，尺寸见表 7.5-9。

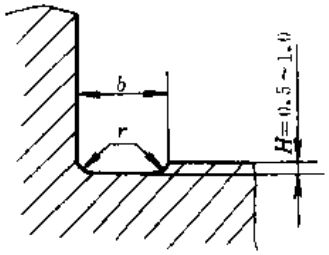



图　7.5-12

表 7.5-9　尺寸表　（mm）

| $b$ | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| $r$ | 0.5 | 1.0 | 1.2 | 1.6 |

3）V 形砂轮越程槽的型式如图 7.5-13 所示，尺寸见表 7.5-10。

表 7.5-10　尺寸表　（mm）

| $b$ | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| $h$ | 1.6 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
| $r$ | 0.5 | 1.0 | 1.2 | 1.6 |

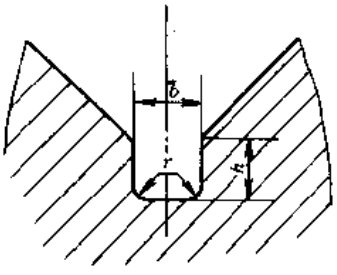



图　7.5-13

4）燕尾导轨砂轮越程槽的型式如图 7.5-14 所示，尺寸按表 7.5-11。

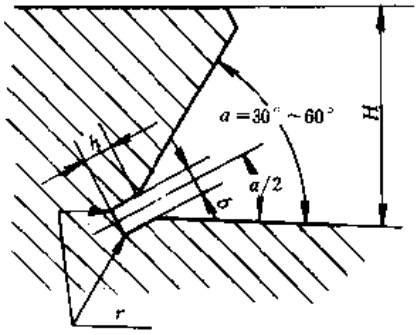



图　7.5-14

表 7.5-11　尺寸表　（mm）

| $H$ | ≤5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 63 | 80 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $b$ | 1 | 2 | | 3 | | | 4 | | | 5 | | | 6 |
| $h$ | | | | | | | | | | | | | |
| $r$ | 0.5 | 0.5 | | 1.0 | | | 1.6 | | | 1.6 | | | 2.0 |

5）矩形导轨砂轮越程槽的型式如图 7.5-15 所示，尺寸按表 7.5-12。

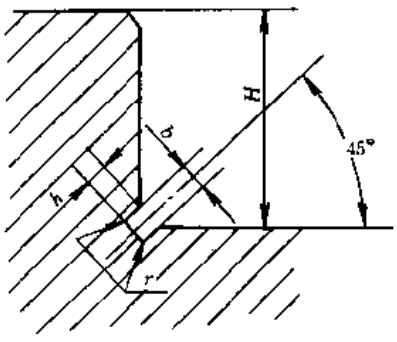



图　7.5-15

表 7.5-12　尺寸表　(mm)

| $H$ | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 63 | 80 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $b$ | 2 | | | | 3 | | | | 5 | | 8 | |
| $h$ | 1.6 | | | | 2.0 | | | | 3.0 | | 5.0 | |
| $r$ | 0.5 | | | | 1.0 | | | | 1.6 | | 2.0 | |

## 2　标准应用时应注意的几个问题

在应用零件结构要素标准时，应注意的有关问题归纳于表 7.5-13 中。

表 7.5-13　应用标准时应注意问题

| 标准号 | 应注意的问题 |
|---|---|
| GB6403.2—86 | 标准中未注明尺寸的棱边，按小于 0.5mm 倒圆 |
| GB 6403.3—86 | 1. 滚花前工件表面的粗糙度的轮廓算术平均偏差 $R_a$ 为 12.5mm<br>2. 滚花后工件直径大于滚花前直径，其值 $\Delta\approx(0.8\sim1.6)m$，$m$ 为模数 |
| GB 6403.4—86 | 1. 图中的 $\alpha$ 一般采用 45°，也可采用 30°或 60°。倒圆半径、倒角的尺寸按国家标准 GB 4458.4—84《机械制图　尺寸标准》进行标注 |
| GB 6403.4—86 | 2. 内圆 $R$、外圆 $R_1$、内角 $C$、外角 $C_1$ 应按以下要求来确定：<br>a. 内角倒圆，外角倒角时，$C_1>R$<br>b. 内角倒圆，外角倒圆时，$R_1>R$<br>c. 内角倒角，外角倒圆时，$C<0.58R_1$<br>d. 内角倒角，外角倒角时，$C_1>C$<br>应注意的是：按上述关系装配时，内角与外角取值要适当，外角的倒圆或倒角过大会影响零件工作面；内角的倒圆或倒角过小会产生应力集中 |
| GB 6403.5—86 | 1. 越程槽内两直线相交处，不允许产生尖角<br>2. 越程槽深度 $h$ 与圆弧半径 $r$ 之间的关系应满足 $r\leqslant3h$<br>3. 磨削具有数个直径的工件时，可使用同一规格的越程槽<br>4. 直径 $d$ 值大的零件，允许选择小规格的砂轮越程槽<br>5. 砂轮越程槽的尺寸公差和表面粗糙度，应根据该零件的结构和性能来确定 |

## 3　与旧标准及国外标准的对照

(1) GB 6403.1《球面半径》与 JB 6—59《球面半径》及国外标准的比较

国标中球面半径系列纳入优先数系，按 GB 2822—81 标准尺寸选出标准中的球面半径系列，以达经济合理的数值分级；在统一和简化的基础上具有广泛的适应性；方便使用，简单易记，简化设计等优点。

标准中给出了Ⅰ、Ⅱ两个系列数值，并规定优先选用第一系列。

国外标准情况

1) ISO 至今未制订球面半径标准。

2) 德国的 DIN 250“曲面半径”中，给出两个系列，Ⅰ系列为优先数系化整值 Ra 10 中的部分数值。Ⅱ系列为优先数系化整值 Ra 10 和 Ra 20 的复合系列。

我国标准中Ⅰ、Ⅱ系列数值的确定与德国一致。

3) 前苏联无相应国标，在前苏联《机器制造设计师手册》82 年版中，球面半径与倒角倒圆半径列在一起，其数值是将优先数化整值 Ra 10 系列分为Ⅰ系列与Ⅱ系列。

(2) GB 6403.2《润滑槽》与 JB 4《润滑槽》及国外标准的比较

国标中给出 5 种径向轴承润滑槽型式；4 种平面润滑槽型式，比 JB 4—59 各增加一种。

尺寸数值均按 $R_a$ 10 优先数系中优先数进行圆整，以便刀量具的选择和应用。标准中直径为三档，每组对应三组数值，以扩大设计人员选择范围，改变了 JB 4—59 中分档过细，选择范围小的缺点。

平面润滑槽图 7.5-4 中后两种槽型取消了 JB 4—59 中 $h$ ($t$) 为 1mm，2mm 两种规格。$\alpha$ 角增加了 30°，45°两个规格。

国外标准情况

1) ISO 未制订《润滑槽标准》。

2) 德国 DIN 1591—82《润滑孔、槽、油腔》中给出了径向滑动轴承上使用的 6 种槽型，其中矩型和梯型两种我国已在 GB 3162—82《薄壁轴瓦尺寸、结构要素与公差》中规定，其他 4 种槽型在型式和尺寸上同我国现在使用的槽型不同。

3) 前苏联在 82 年出版的《机器制造设计师手册》中给出了滑动轴承的槽型，其中包括推力轴承。

(3) GB 6403.3《滚花》与 JB 2—59《滚花》及国外标准的比较

JB 2—59《滚花》20 多年来在各行业中广泛应用，但该标准存在节距尺寸系列不够用；没有齿形角以及在选择节距时，受到工件直径和宽度的约束等不足之处。

而在 GB 6403.3 中：

1) 牙型的选择不受工件直径，宽度约束。

2) 规定了尺顶角度，滚花轮齿槽角有了依据，因

而二类工具角度为定值，由此减少了二类工具规格的数量，提高了经济效益。

3）采用模数制原理规定滚花齿形和规格，改原直线节距为圆弧节距。

4）采用模数制，使滚花轮的加工除采用分度法，在刨、铣、磨床上加工外，还可用滚和搓的办法来加工滚花轮。扩大了加工滚花轮的工艺途径。

国外标准情况

ISO 没有相应的标准。美国、德国、前苏联、日本等国均有此标准，JB 2—59 与上述各国标准对照情况如下：

| 国家 / 对照内容 | 中国 | 前苏联 | 德国 | 日本 | 美国 |
|---|---|---|---|---|---|
| 形式 | 节距 | 节距 | 节距 | 模数 | 径节 |
| 齿形角 | 无 | 齿槽角 | 齿槽角 | 齿顶角 | 无 |
| 选择依据 | 直径宽度 | 直径宽度 | 无 | 无 | 直径宽度 |

（4）GB 6403.4《零件倒圆与倒角》与 JB 5—59《零件倒圆与倒角》的比较

JB 5—59 多年来在使用中虽起到了保护零件、顺利安装、保证安全操作等一系列作用，但该标准存在仅用于回转体、规定过死、使装配产生干涉等问题。而现行国标采用不依据零件直径选择倒角倒圆值的原则与部标相比有以下优点：

1）使用于不同材料的零件。对多变结构的零件也适用，从而避免了使用部标时所产生的不合理结构。

2）标准扩大了使用范围，由原适用于回转体，扩大到同时适用于非回转体。

3）国标将数值纳入优先数 $R_a10$ 化整值系列。能满足使用并减少了刀量具的规格。

4）国标更正了部标准 JB 5—59 和 1981 年出版的机床基础标准中的数值，对内角、外角分别为倒角、倒圆的 4 种装配方式按临界给出了关系式和偏差方向，纠正了上述两标准在装配时的 15 组干涉值，节约了人力和工时，提高了工作效益。

（5）GB 6403.5《砂轮越程槽》与 JB 3—59《砂轮越程槽》及国外标准的比较

JB 3—59 没有规定一般平面和 V 型面的砂轮越程槽；对燕尾导轨砂轮越程槽内尖角处未倒圆，有应力集中问题；另外砂轮越程槽槽深太小，在用砂轮磨削时有碰底现象。矩形导轨砂轮越程槽内尖角处未倒圆，也存在应力集中尺寸的分档太粗等问题。对于磨外圆及端面，该标准尺寸规格太少，仅有三对槽宽；槽深的值不够用；槽深 $a$ 值过大，影响零件强度，尤其是当零件为薄壁时，槽深 $a$ 值大，强度消弱就更为明显。

针对 JB 3—59 中砂轮越程槽的规格主要对矩型导轨较适用，而对燕尾导轨来说槽深不够，致使加工时存在一定的问题的问题。GB 6403.5 分别给出了矩形和燕尾导轨两种尺寸规格，适应了因零件形状不同所引起的对砂轮越程槽的不同要求。在尺寸规格方面，删去了最大规格尺寸。参照前苏联标准，将尺寸分档分得较细，解决了 JB 3 标准中尺寸规格仅三档，不能满足使用的缺点。

国外标准情况

1）ISO 无砂轮越程槽标准。

2）德国、法国有磨削回转面和端面的砂轮越程槽标准，但标准的内容不一致。

3）前苏联有磨内，外圆，端面，平面和 V 型面磨削用的砂轮越程槽标准。磨外圆分两型，磨外圆和端面分四型。

综上所述，与前苏联标准相比 GB 6403.5 增加了一个参数，满足了磨孔时工艺上的要求，同时合并了一些参数达到了参数少，表格简化，不需计算和直观的效果。

# 第8篇　机械制图

**主　编**　唐保宁
**编写人**　唐保宁（第1～20章）
强　毅（第18、20章）
杨东湃　刘子建（第21章）
**审稿人**　舒森茂　戴水青

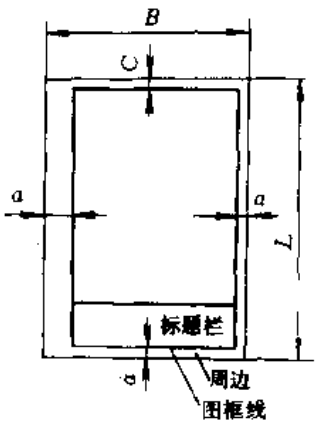
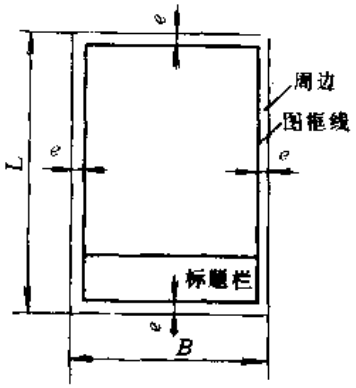
# 第 1 章　图纸幅面、格式及折叠方法

## 1　图纸幅面和格式（GB/T 14689—93）（表 8.1-1～2）

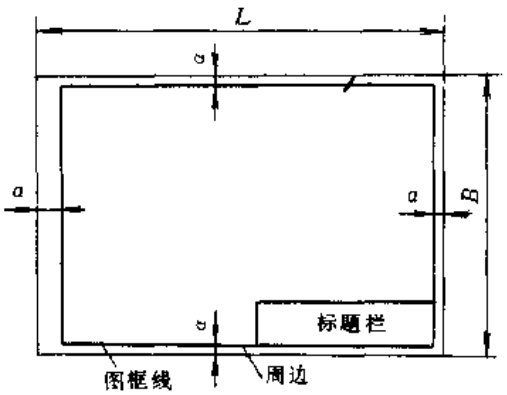
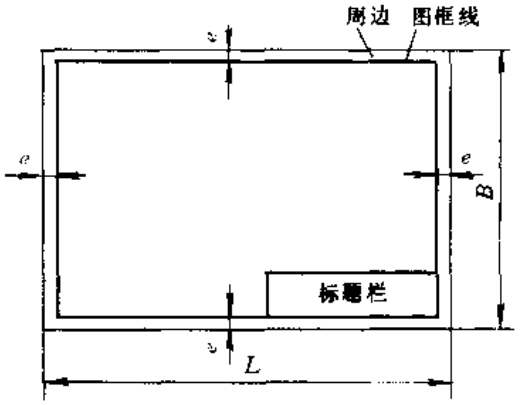
表 8.1-1　图幅尺寸及图框格式　　（mm）

| | 幅面代号 | 宽度×长度（$B\times L$） | | 幅面代号 | 宽度×长度（$B\times L$） |
|---|---|---|---|---|---|
| 基本幅面 | A0 | 841×1189 | 第三选用的加长幅面 | A0×2 | 1189×1682 |
| | A1 | 594×841 | | A0×3 | 1189×2523 |
| | A2 | 420×594 | | A1×3 | 841×1783 |
| | A3 | 297×420 | | A1×4 | 841×2378 |
| | A4 | 210×297 | | A2×3 | 594×1261 |
| 第二选用的加长幅面 | A3×3 | 420×891 | | A2×4 | 594×1682 |
| | A3×4 | 420×1189 | | A2×5 | 594×2102 |
| | A4×3 | 297×630 | | A3×5 | 420×1486 |
| | A4×4 | 297×841 | | A3×6 | 420×1783 |
| | A4×5 | 297×1051 | | A3×7 | 420×2080 |
| | | | | A4×6 | 297×1261 |
| | | | | A4×7 | 297×1471 |
| | | | | A4×8 | 297×1682 |
| | | | | A4×9 | 297×1892 |

图　框　格　式

| 需要装订的图样 | 不需要装订的图样 |
|---|---|
|  |  |

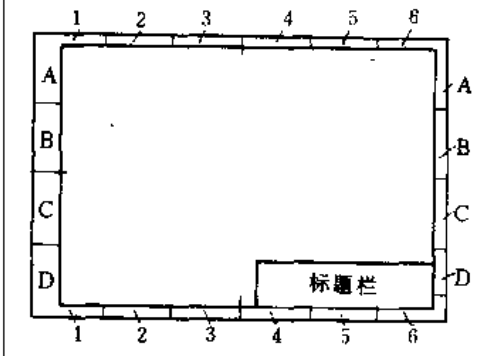
（续）

| 图框格式 | |
|---|---|
| 需要装订的图样 |  |
| 不需要装订的图样 |  |

注：1. A0、A1幅面 $e=20$mm，A2、A3、A4幅面 $e=10$mm。A0、A1、A2幅面 $C=10$mm，A3、A4幅面 $C=5$mm。各类幅面 $a=25$mm。

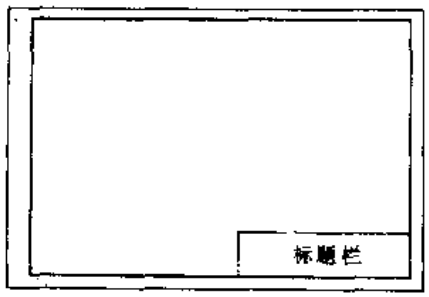
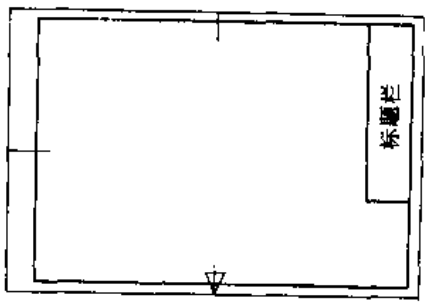
2. 加长幅面的图框尺寸，按所选用基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如A2×3的图框尺寸按A1的图框尺寸确定。

**表 8.1-2　图幅分区和对中符号**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 需要分区及采用对中符号的图样 |  | 图幅分区的应用说明 | (1) 为查找图中内容的方便，在大的或复杂的图样中可将图幅分区，分区的数目应为偶数，分区线为细实线，每一分区长度应在25～75mm之间选取<br>(2) 在分区内，沿上下方向（按看图方向确定图纸的上下和左右从上到下用大写直体拉丁字母依次编号；沿水平方向从左到右用直体阿拉伯数字依次编号<br>(3) 分区代号用字母及数字表示，拉丁字母在左，阿拉伯数字在右，如B3、C5 |
| | | 对中符号的应用说明 | 在缩微摄制时，为了较方便地确定每张图纸的中心位置，可采用对中符号，对中符号是从纸边界画入图框内约5mm的一段粗实线 |

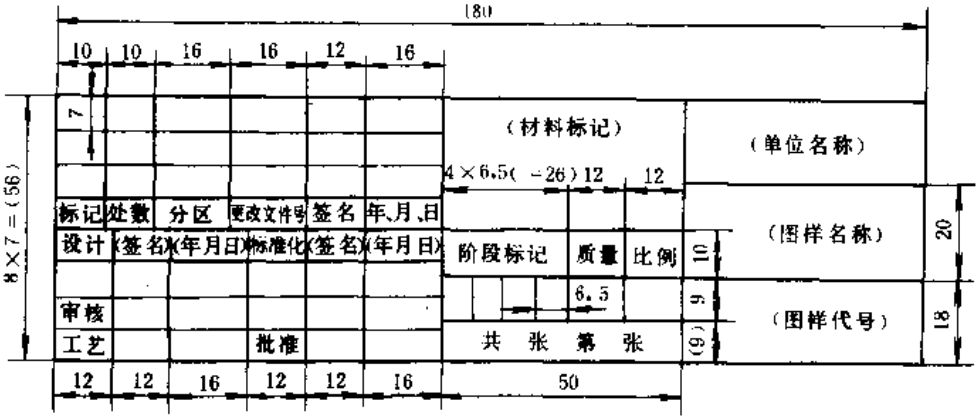
## 2　标题栏的方位和格式（GB 10609.1—89）（表 8.1-3～4）

**表 8.1-3　标题栏的方位**

| 应采用的方式 | 允许采用的方式 |
|---|---|
|  |  |

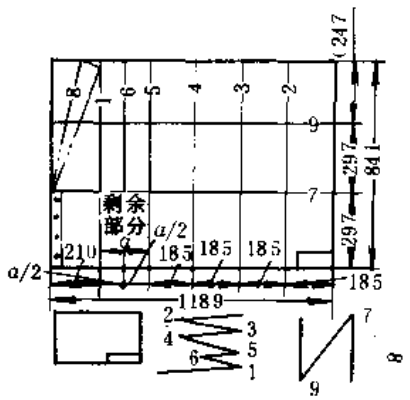
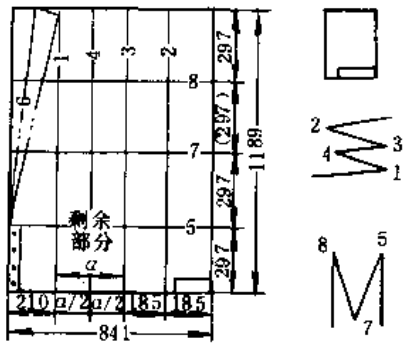
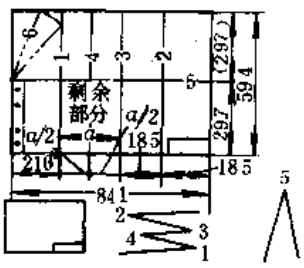
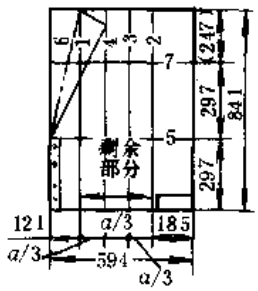
标题栏的长边置于水平方向并与图纸长边平行时，则构成X型图纸。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时则构成Y型图纸。在此情况下，看图的方向与看标题栏的方向一致

**表 8.1-4　标题栏的格式**

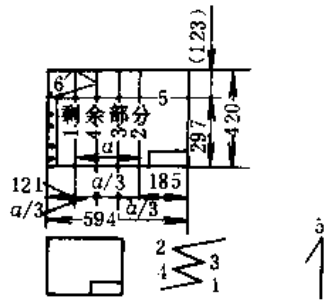
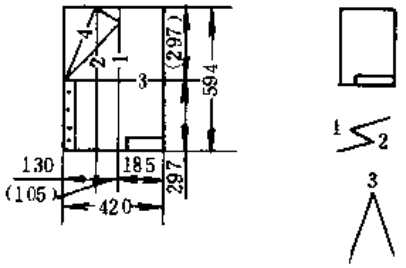
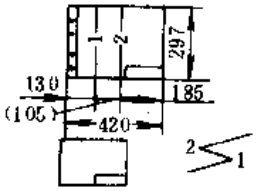
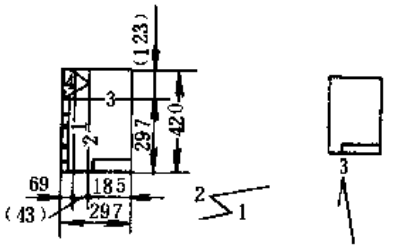
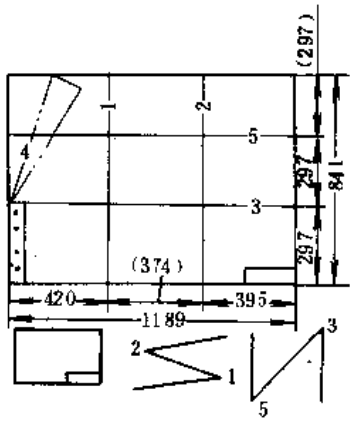
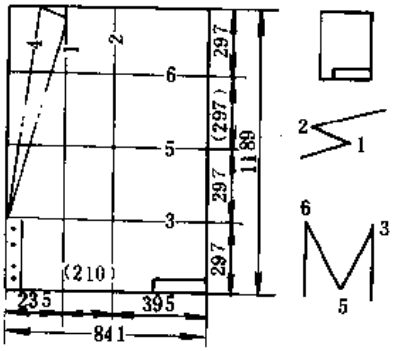
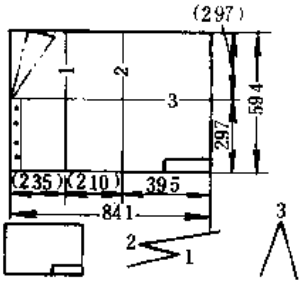
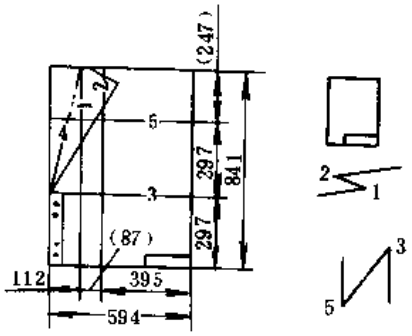
| 标题栏格式举例 | 填写说明 | |
|---|---|---|
|  | 更改区 | (1) 左图所示标题栏格式的左上方为更改区，更改区中的内容应由下向上顺序填写，也可根据实际情况顺延，或放在图样中其他地方，但应有表头<br>(2) 标记：按有关规定或要求填写更改标记<br>(3) 处数：填写同一标记所表示的更改数量<br>(4) 分区：必要时按有关规定（见表 8.1-2）填写<br>(5) 更改文件号：填写更改所依据的文件号 |
| | 其他区 | (1) 质量：填写所绘图样相应产品的计算质量，以千克为计量单位时，允许不写出计量单位<br>(2) 阶段标记：按有关规定由左向右填写图样的各生产阶段 |

## 3　复制图的折叠方法（GB 10609.3—89）（表 8.1-5）

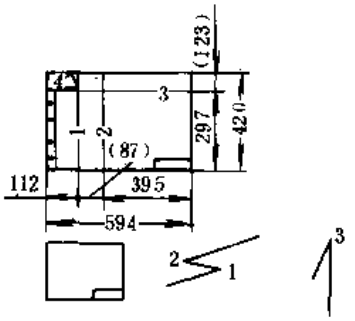
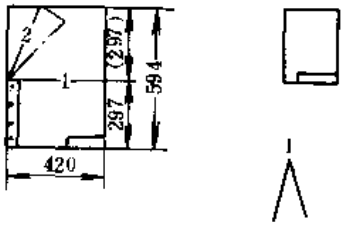
**表 8.1-5　有装订边的复制图的折叠方法**　（mm）

| 折叠成 A4 幅面的方法 | 图幅 | 标题栏方位 | |
|---|---|---|---|
| | | 在复制图的长边上 | 在复制图的短边上 |
| | A0 |  |  |
| | A1 |  |  |

（续）

| 折叠成A4幅面的方法 | 图幅 | 标题栏方位 | |
|---|---|---|---|
| | | 在复制图的长边上 | 在复制图的短边上 |
| | A2 |  |  |
| | A3 |  |  |
| 折叠成A3幅面的方法 | A0 |  |  |
| | A1 |  |  |

（续）

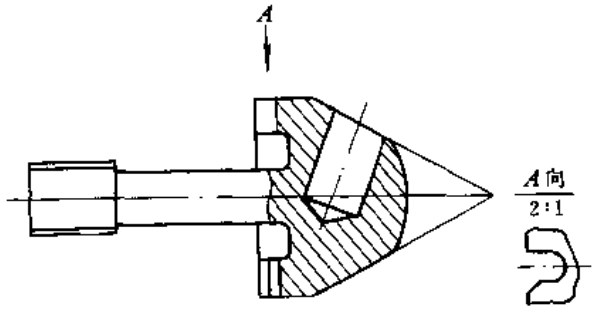
| | 图幅 | 标题栏方位 | |
|---|---|---|---|
| | | 在复制图的长边上 | 在复制图的短边上 |
| 折叠成A3幅面的方法 | A2 |  |  |
| 应用说明 | 首先沿标题栏的短边方向折叠，然后沿标题栏的长边方向折叠，并在复制图的左上角折出三角形的藏边，最后折成A4或A3幅面，使标题栏露在外面 | | |

# 第2章 比 例

比例为图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

## 1 标准的主要内容及应用说明（GB/T 14690—93）（表 8.2-1）

表 8.2-1 比 例

| | | | |
|---|---|---|---|
| 与原值比例 | 1∶1 | 应用说明 | （1）绘制同一机件的各个视图时，应尽可能采用相同的比例，这对绘图和看图都会带来很大的方便<br>（2）比例应统一填写在标题栏的比例一栏中，当某个图形需要采用不同的比例时，必须另行标注（见图） |
| 缩小的比例 | 1∶2 1∶5 1∶10<br>1∶2×10$^n$ 1∶5×10$^n$ 1∶1×10$^n$<br>(1∶1.5) (1∶2.5) (1∶3)<br>(1∶4) (1∶6) (1∶1.5×10$^n$)<br>(1∶2.5×10$^n$) (1∶3×10$^n$)<br>(1∶4×10$^n$) (1∶6×10$^n$) | |  |
| 放大的比例 | 5∶1 2∶1 5×10$^n$∶1<br>2×10$^n$∶1 1×10$^n$∶1<br>(4∶1) (2.5∶1) (4×10$^n$∶1)<br>(2.5×10$^n$∶1) | | （3）当图形中的直径或薄片的厚度等于或小于2mm，以及斜度和锥度较小时，可以不按比例而夸大画出<br>（4）表格图或空白图不必注写比例 |

注：1. $n$ 为正整数。

2. 带括号的为必要时允许采用的比例。

## 2　德国、前苏联、日本标准规定的比例（表 8.2-2）

表 8.2-2　德国、前苏联、日本标准的比例种类

| 种　类 | 德　国 | 前　苏　联 | 日　本 |
|---|---|---|---|
| 与实物相同 | 1∶1 | 1∶1 | $\frac{1}{1}$ |
| 缩小比例 | 1∶2.5　1∶5　1∶10<br>1∶50　1∶100　1∶200<br>1∶500　1∶1000 | 1∶2　1∶2.5　1∶4　1∶5<br>1∶10　1∶15　1∶20　1∶25<br>1∶40　1∶50　1∶75　1∶100<br>1∶200　1∶400　1∶500　1∶800<br>1∶1000 | $\frac{1}{2}$　$\frac{1}{2.5}$　$\frac{1}{3}$　$\frac{1}{4}$　$\frac{1}{5}$<br>$\left(\frac{1}{8}\right)$　$\frac{1}{10}$　$\frac{1}{20}$　$\left(\frac{1}{25}\right)$　$\frac{1}{50}$<br>$\frac{1}{100}$　$\frac{1}{200}$　$\left(\frac{1}{250}\right)$　$\frac{1}{500}$ |
| 放大比例 | 2∶1　5∶1　10∶1 | 2∶1　2.5∶1　4∶1　5∶1<br>10∶1　20∶1　40∶1　50∶1<br>100∶1 | $\frac{2}{1}$　$\frac{5}{1}$　$\frac{10}{1}$　$\frac{20}{1}$　$\frac{50}{1}$<br>$\left(\frac{100}{1}\right)$ |

注：带括号的比例必要时才采用。

## 3　国外标准中比例的标注（表 8.2-3）

表 8.2-3　ISO、美国、德国、前苏联、日本标准中比例的标注

| 类别举例 | ISO | | 美　国 | | 德国、前苏联 | 日　本 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 用于实足尺寸 | SCAEL | 1∶1 | 1″∶1″ | FULL | M 1∶1 | $\frac{1}{1}$ |
| 用于放大1倍的比例 | SCAEL | 2∶1 | $\frac{1''}{2}$∶1″ | HALF | M 2∶1 | $\frac{2}{1}$ |
| 用于缩小1/2的比例 | SCAEL | 1∶2 | 2″∶1″ | DOUBLE | M 1∶2 | $\frac{1}{2}$ |

# 第3章　字　　体

## 1　字体的一般规定（GB/T 14691－93）

图样中书写的字体必须做到：字体工整、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

字体高度 $h$ 的公称尺寸系列为：1.8，2.5，3.5，5，7，10，14，20mm。

汉字应写成长仿宋体，并应采用国家公布的简化字。汉字的高度 $h$ 不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$。

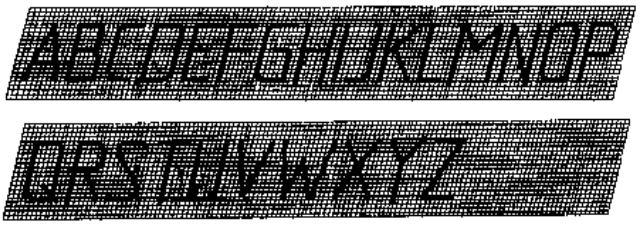
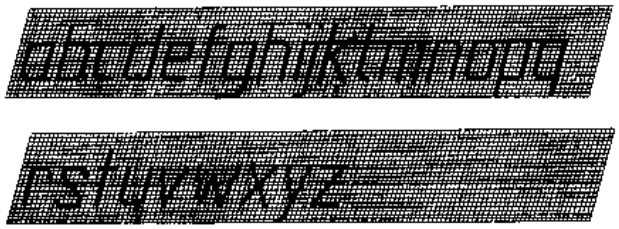
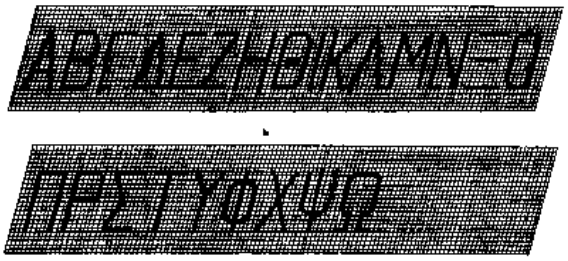
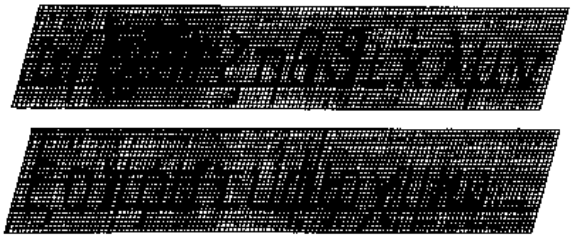
字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔划宽度（$d$）为字高（$h$）的 1/14，B 型字体的笔划宽度（$d$）为字高（$h$）的 1/10。在同一图样上，只允许选用一种型式的字体。

斜体字的字头向右倾斜，与水平线成 75°角。

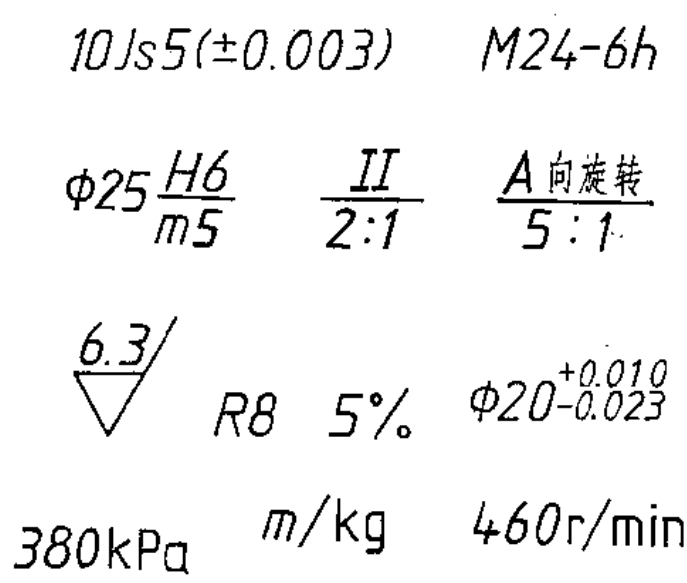
用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般应采用小一号字体。

## 2　字形（表 8.3-1）

表 8.3-1 字体示例

| | | |
|---|---|---|
| 汉 字 | | 字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐 |
| 数 字（斜体） | | |
| 拉丁字母（斜体） | 大写 |  |
| | 小写 |  |
| 希腊字（斜体） | 大写 |  |
| | 小写 |  |
| 罗马数字（斜体） | | |

（续）

| | |
|---|---|
| 字体的应用示例 |  |

注：本表示例中数字和字母均为A型字。

# 第4章　图　　线

## 1　标准的主要内容（GB 4457.4—84）

图线按其宽度不同分粗、细两种，粗线的宽度为 $b$，细线的宽度约为 $b/3$。图线的宽度推荐采用以下系列 0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2mm。为了避免复制时发生困难，一般不采用 0.18mm 的线宽。

## 2　图线种类及应用（表 8.4-1）

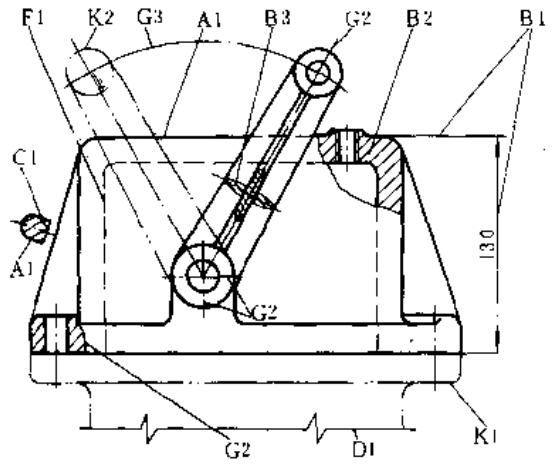
**表 8.4-1　图线名称、型式及应用**

| 图线名称 | 图线型式 | 图线代号 | 图线宽度 | 一般应用 |
|---|---|---|---|---|
| 粗实线 |  | A | $b$ | A1　可见轮廓线<br>A2　可见过渡线 |
| 细实线 |  | B | 约 $b/3$ | B1　尺寸线及尺寸界线<br>B2　剖面线<br>B3　重合剖面的轮廓线<br>B4　螺纹的牙底线及齿轮的齿根线<br>B5　引出线<br>B6　分界线及范围线<br>B7　弯折线<br>B8　辅助线<br>B9　不连续的同一表面的连线<br>B10　成规律分布的相同要素的连线 |
| 波浪线 | | C | 约 $b/3$ | C1　断裂处的边界线<br>C2　视图和剖视的分界线 |
| 双折线 | | D | 约 $b/3$ | D1　断裂处的边界线 |

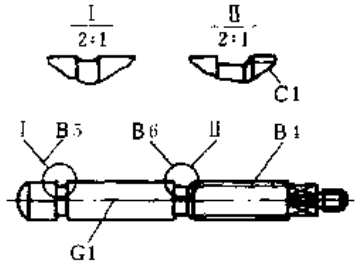
（续）

| 图线名称 | 图 线 型 式 | 图线代号 | 图线宽度 | 一 般 应 用 |
|---|---|---|---|---|
| 虚 线 | | F | 约 $b/3$ | F1 不可见轮廓线<br>F2 不可见过渡线 |
| 细点划线 | | G | 约 $b/3$ | G1 轴线<br>G2 对称中心线<br>G3 轨迹线<br>G4 节圆及节线 |
| 粗点划线 | | J | $b$ | J1 有特殊要求的线或表面的表示线 |
| 双点划线 | | K | 约 $b/3$ | K1 相邻辅助零件的轮廓线<br>K2 极限位置的轮廓线<br>K3 坯料的轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线<br>K4 假想投影轮廓线<br>K5 试验或工艺用结构（成品上不存在的轮廓线）<br>K6 中断线 |

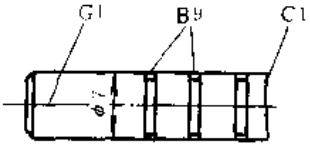
图 线 应 用 示 例



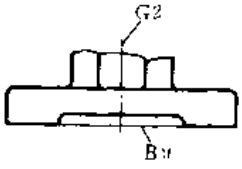

a)



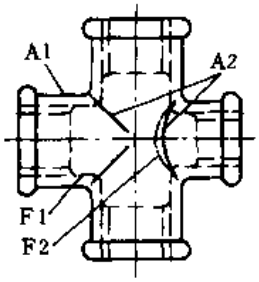

c)



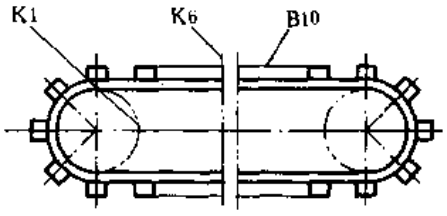

d)




e)




b)




f)

## 3　图线的绘制

### 3.1　线段长度和间隔（表8.4-2）

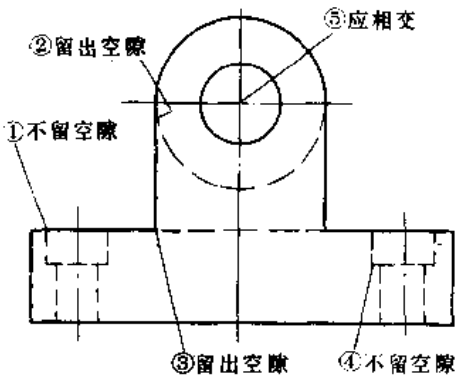
**表8.4-2　各线段长度和间隔推荐值**

| 名　称 | 长　度　和　间　隔 | 名　称 | 长　度　和　间　隔 |
|---|---|---|---|
| 虚　线 | ≈1　2~6 | 双点划线 | ≈5　15~20 |
| 点划线 | ≈3　15~30 | 双折线 | 2~4　15~30　≈1 |

### 3.2　接头处画法（表8.4-3）

**表8.4-3　图线接头处画法示例**

示例1




①处为粗实线与虚线相交，不留空隙

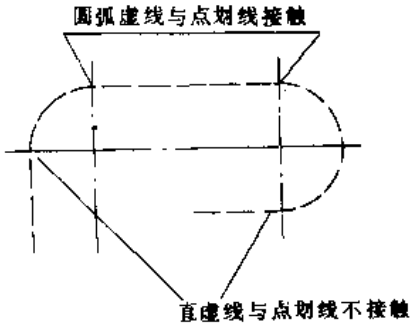
②处在同一圆弧被分为粗实线部分和虚线部分，在中心线与虚线之间留出空隙

③处在同一条直线被分为粗实线部分和虚线部分，中间留出空隙

④处为虚线与虚线相交，不留空隙

⑤处为两条点划线在长划处相交，不留间隙

示例2




当圆弧与直线相切且为虚线时，圆弧虚线要从切点画起，留出一定空隙，再画直线部分，在图上表现为有一段圆弧虚线与点划线相接触

### 3.3　两条平行线间的最小距离

为保证晒图和缩微时图线清晰，两平行线之间距离不小于粗实线的2倍宽度，同时其最小距离不得小于0.7mm，例如：当线宽$b$为0.25mm时，虽2倍的$b$为0.5mm，但两平行线之间距离仍应保证为0.7mm。

### 3.4　图线重合时的顺序

两种或两种以上的图线重合时，应优先画起重要作用的图线，通常的优先顺序是：

(1) 可见轮廓线和棱线（粗实线）；

(2) 不可见轮廓线和棱线（虚线）；

(3) 轴线和对称中心线（细点划线）；

(4) 假想轮廓线（双点划线）；

(5) 尺寸界线和分界线（细实线）。

### 3.5　字体与图线重合时的顺序

任何字体与图线重合时，应以字体优先。

### 4 国际标准、前苏联、日本等国对图线宽度的规定

1）国际标准(ISO)规定 图线分粗、细两种，粗、细线宽度之比不小于2∶1，图线宽度系列为0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2mm。

2）前苏联标准规定 图线分粗、细、中粗、特粗4种。粗线宽度为$b$，细线宽度为$b/2 \sim b/3$；中粗线宽度为$b/2 \sim 2b/3$；特粗线为$b \sim 3b/2$，$b = 0.6 \sim 1.5$mm。

3）日本标准规定 图线分粗、中粗、细3种，粗线宽度为0.8～0.4mm，细线为0.3mm，中粗线未规定具体尺寸。

4）德国标准规定 粗实线、粗点划线的宽度采用0.5mm；虚线的宽度为0.35mm，点划线、波浪线的宽度为0.25mm。这三种线宽度之比为1∶0.7∶0.5。

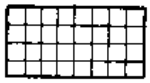
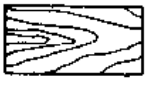
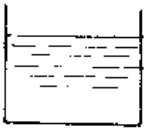
# 第5章 剖面符号

### 1 标准的主要内容（GB 4457.5－84）

在画剖视和剖面时，为区别剖面和未剖到的部分，在被剖到的部分画上剖面符号。

1.1 剖面的种类（表8.5-1）

表8.5-1 剖面符号

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 金属材料（已有规定剖面符号者除外） | | 线圈绕组元件 |  | 转子、电枢、变压器和电抗器等的迭钢片 | |
| 非金属材料（已有规定剖面符号者除外） | | 型砂、填砂、粉末冶金、砂轮、陶瓷刀片、硬质合金刀片等 | | 玻璃及供观察用的其他透明材料 | |
| 木质胶合板（不分层数） | | 基础周围的泥土 | | 混凝土 | |
| 钢筋混凝土 | | 砖 | | 格网（筛网、过滤网等） | |
| 木材（纵剖面） |  | 木材（横剖面） | | 液体 |  |

注：1. 剖面符号仅表示材料的类别，材料的名称和代号必须另行标注。

2. 迭钢片的剖面线方向应与束装中的迭钢片的方向一致。

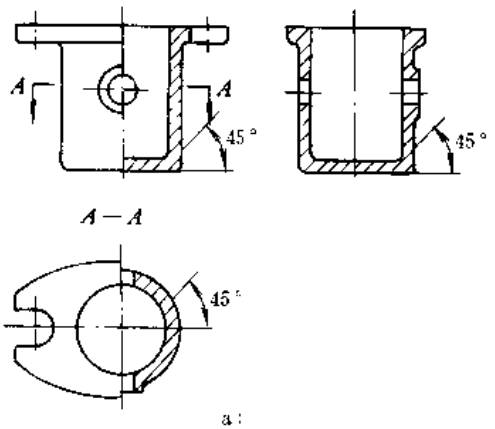
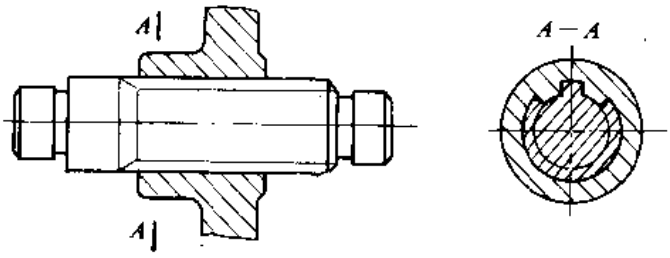
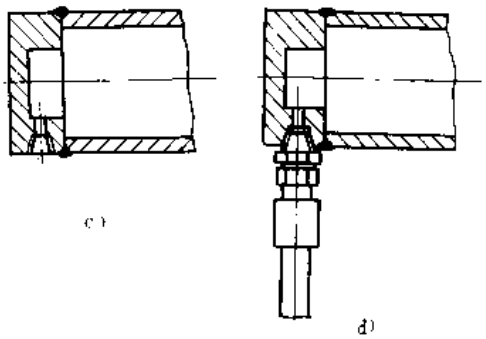
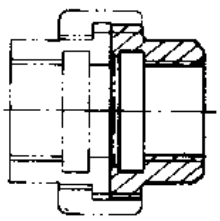
3. 液面用细实线绘制。

4. 木材、玻璃、液体、迭钢片、砂轮及硬质合金刀片等剖面符号，也可在外形视图中画出部分或全部作为材料标志。

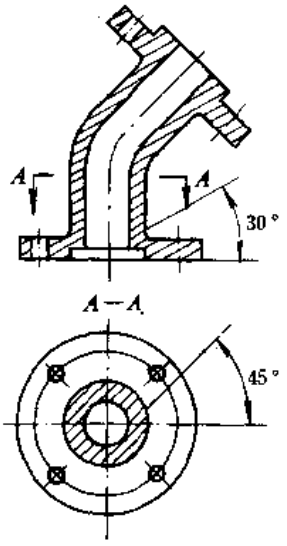
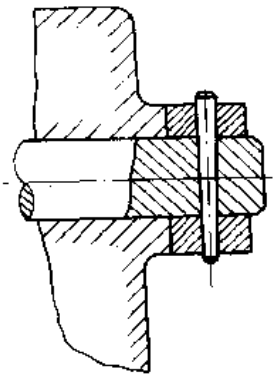
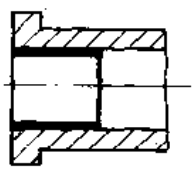
## 1.2　剖面符号的画法（表8.5-2）

**表8.5-2　剖面符号画法规定**

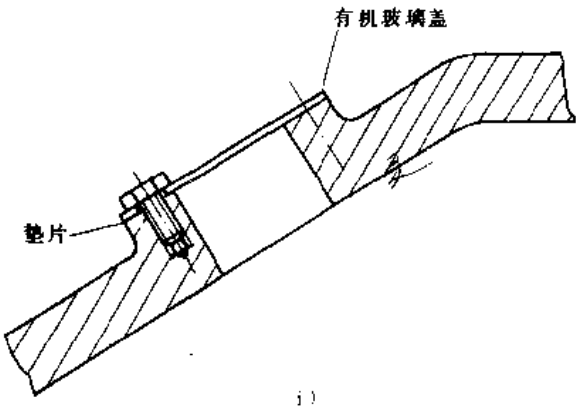
一般画法

| | |
|---|---|
| 在同一金属零件的零件图中，剖视图、剖面图的剖面线，应画成间隔相等、方向相同且与水平成45°的平行线（图a） |  <br>a） |
| 在装配图中，相邻两金属零件的剖面线方向相反或方向一致但间隔不等（图b）<br>同一装配图中的同一金属零件的剖面线应方向相同、间隔相等（图b） |  <br>b） |
| 当绘制接合件图样时，各零件的剖面符号应按上述的规定绘制（图c）<br>当绘制接合件与其它零件的装配图时，如接合件中各零件剖面符号相同，可作为一个整体画出；如不同，则应分别画出（图d） |  <br>c）<br><br>d） |
| 相邻辅助零件（或部件）一般不画剖面符号。当需要画出时仍按表8.5-1绘制（图e） |  <br>e） |

（续）

| | | |
|---|---|---|
| 特殊画法 | 当图形中的主要轮廓线与水平成45°，该图形的剖面线应画成与水平成30°或60°的平行线，其倾斜的方向仍与其他图形的剖面线一致（图f）<br>由不同材料嵌入或粘贴在一起的成品，用其中主要材料表示。例如：夹丝玻璃的剖面符号，用玻璃的剖面符号表示；复合钢板的剖面符号，用钢板的剖面符号表示 |  <br><br>f） |
| 简化画法 | 当被剖部分的图形面积较大时，可以只沿轮廓的周边画出剖面符号（图g） |  <br>g） |
| | 在零件图中也可以用涂色代替剖面符号 | |
| | 在装配图中，宽度小于或等于2mm的狭小面积的剖面，可用涂黑代替剖面符号（图h）。如果是玻璃或其它材料而不宜涂黑时，可不画剖面符号（图i） |  <br>h） |

（续）

| | | | |
|---|---|---|---|
| 简化画法 | 当两邻接剖面均涂黑时，两剖面之间应留出不小于 0.7mm 的空隙（图 j） |  j） | j） |

## 2　国际标准、美国、德国等标准的规定

### 2.1　国际标准的规定

国际标准（ISO）未规定各种材料的剖面符号，只是在《技术制图——画法通则》的“剖面”一节中作了如下规定：“剖面线通常用来表示剖面的范围，剖面线方向可以用与剖面的主要轮廓线或对称线成一方便角度（常用 45°）的细实线绘制（图 8.5-1）。

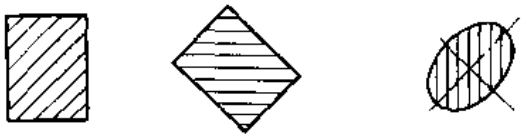
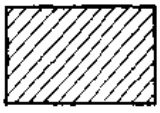
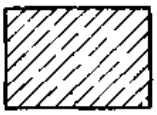
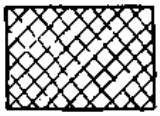
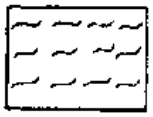
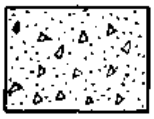
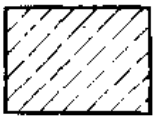


图 8.5-1　ISO 规定的剖面线的画法

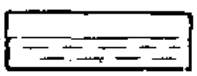
### 2.2　美国标准的规定（表 8.5-3）

表 8.5-3　美国标准中主要材料的剖面符号

| 材　料 | 铸　铁 | 钢 | 铜及铜合金 | 铝 |
|---|---|---|---|---|
| 剖面符号 |  | |  |  |
| 材　料 | 隔音或绝热材料 | 弹性材料 | 混　凝　土 | 玻璃、大理石等 |
| 剖面符号 | |  |  |  |

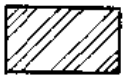
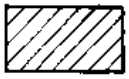
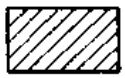
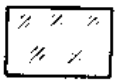
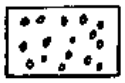
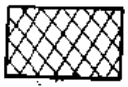
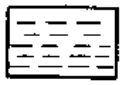
### 2.3　日本标准的规定（表 8.5-4）

表 8.5-4　日本标准中主要材料的剖面符号

| 材料 | 金　属 | 玻　璃 | 木　材 | 混　凝　土 | 液　体 |
|---|---|---|---|---|---|
| 剖面符号 | （常省略不画） | | | |  |

2.4 德国标准的规定（表 8.5-5）

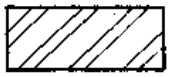
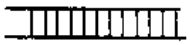
**表 8.5-5 德国标准中主要材料的剖面符号**

| 材料 | 灰铸铁 | 可锻铸铁 | 钢 | 铜 | 黄铜 |
|---|---|---|---|---|---|
| 剖面符号 | | |  |  |  |
| 材料 | 玻璃 | 木材 | 混凝土 | 耐火砖 | 液体 |
| 剖面符号 |  | |  |  |  |

2.5 前苏联标准的规定

前苏联标准规定的剖面符号大部分与我国标准相同，不同的部分见表 8.5-6。

**表 8.5-6 前苏联标准中与我国标准不相同的剖面符号**

| 材料 | 混凝土 | 天然石 | 建筑上陶瓷制品 | 格网 |
|---|---|---|---|---|
| 剖面符号 | | |  |  |

# 第6章 图样画法

## 1 标准的主要内容（GB 4458.1－84）

### 1.1 概述

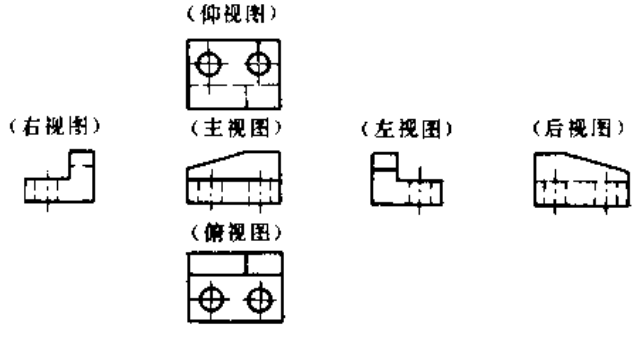
绘制机械图样时，应首先考虑看图方便。根据机件的结构特点，选用适当的表达方法。在完整、清晰地表达机件各部分形状的前提下，力求制图简便。

机件的图形按正投影法绘制，并采用第一角画法。

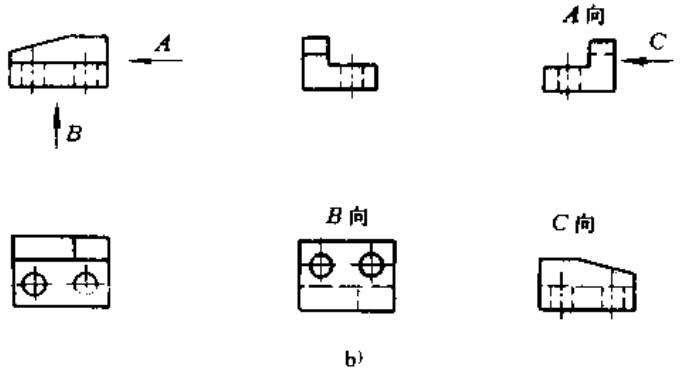
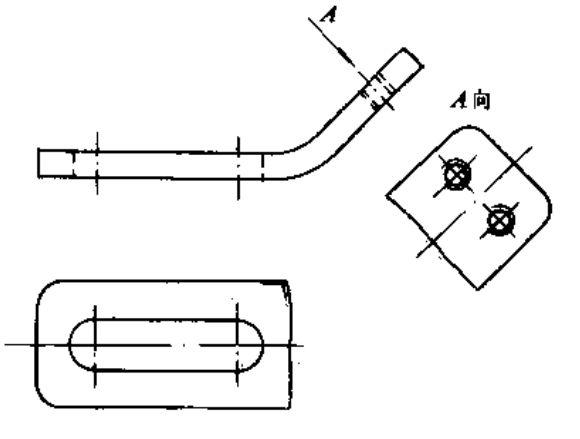
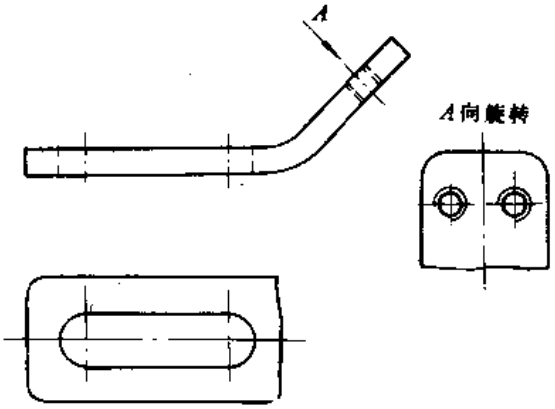
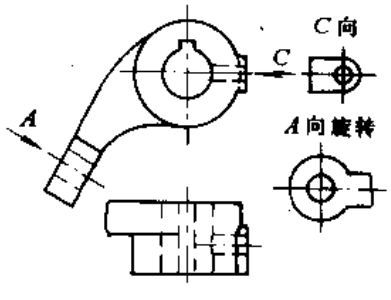
### 1.2 视图

机件向投影面投影所得图形称视图。视图的分类见表 8.6-1。

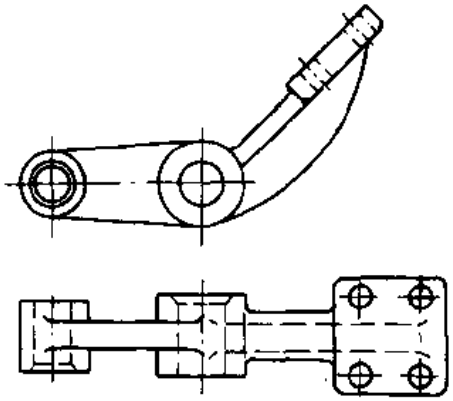
**表 8.6-1 视图的分类**

| 分类 | 规定 | 图例 |
|---|---|---|
| 基本视图 | 基本视图 机件向基本投影面投影所得的视图。六个基本视图的名称如下：<br>主视图 由前向后投影所得的视图<br>左视图 由左向右投影所得的视图<br>俯视图 由上向下投影所得的视图<br>右视图 由右向左投影所得的视图<br>仰视图 由下向上投影所得的视图<br>后视图 由后向前投影所得的视图<br>在同一张图纸内，按图 a 配置视图时，一律不标注视图名称 |  <br>a） |

（续）

| 分类 | 规　　定 | 图　　例 |
| --- | --- | --- |
| 基本视图 | 如不按图a配置视图时，应在视图上方标出视图的名称“×向”，在相应的视图附近用箭头指明投影方向，并注上同样的字母（图b） |  b) |
| 斜视图 | 斜视图　机件向不平行于任何基本投影面投影所得的视图<br>画斜视图时，必须在视图的上方标出视图的名称“×向”，在相应的视图附近用箭头指明投影方向，并注上同样的字母（图c）<br>斜视图一般按投影关系配置（图c），必要时也可配置在其它适当位置，在不引起误解时，允许将图形旋转，标注形式为“×向旋转”（图d）<br>斜视图的断裂边界应以波浪线表示，当所表示的局部结构是完整的，且外轮廓又成封闭时，波浪线可省略不画 |  c)<br>  d) |
| 局部视图 | 局部视图　将机件的某一部分向基本投影面投影所得的视图<br>画局部视图时，一般在局部视图上方标出视图的名称“×向”，在相应的视图附近用箭头指明投影方向，并注上同样的字母（图e）<br>当局部视图按投影关系配置，中间又没有其他图形隔开时，可省略标注（图e中局部视图）<br>局部视图的断裂边界线应以波浪线表示（图e：“A向旋转”局部视图）。当所表示的局部结构是完整的，且外轮廓又成封闭时，波浪线可省略不画（图e：C向） |  e) |

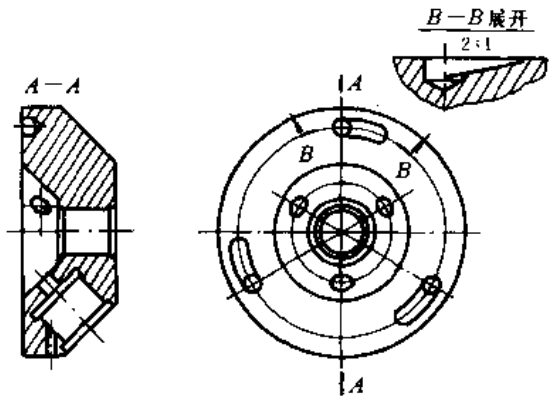
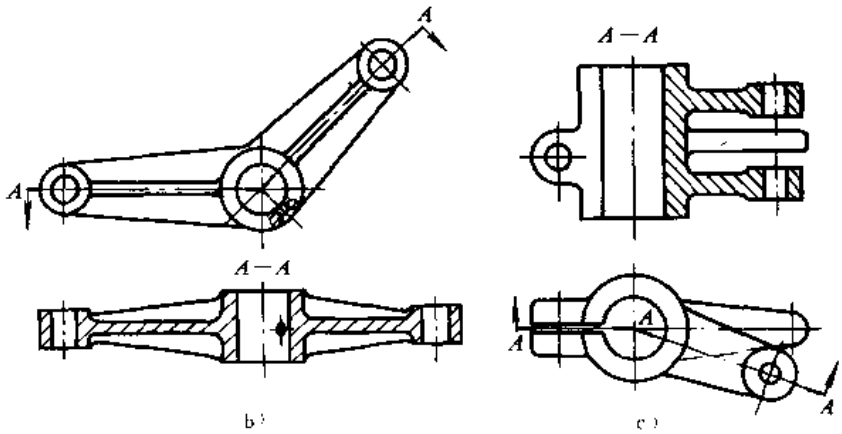
（续）

| 分类 | 规　　定 | 图　　例 |
|---|---|---|
| 旋转视图 | 旋转视图　假想将机件的倾斜部分旋转到与某一选定的基本投影面平行后再向该投影面投影所得的视图（图f） |  f) |

## 1.3 剖视图

假想用剖切平面剖开机件，将处在观察者和剖切面之间的部分移去，而将其余部分向投影面投影所得的图形称剖视图。剖视图的分类、画法和标注见表8.6-2～5。

**表8.6-2 剖切面的分类**

| 分类 | 规　　定 | 图　　例 |
|---|---|---|
| 单一剖切面 | 一般用平面剖切机件（图a：A—A）。也可用柱面剖切机件，采用柱面剖切机件时，剖视图应按展开绘制（图a：B—B） |   a) |
| 两相交的剖切平面（旋转剖） | 用两相交的剖切平面（交线垂直于某一基本投影面）剖开机件的方法称为旋转剖（图b、c）<br>采用这种方法画剖视图时，先假想按剖切位置剖开机件，然后将剖切平面剖开的结构及其有关部分旋转到与选定的投影面平行再进行投影。在剖切平面后的其他结构一般仍按原来位置投影（图b：油孔）。当剖切后产生不完整要素时，应将此部分按不剖绘制（如图c中的臂） |   b) c) |

（续）

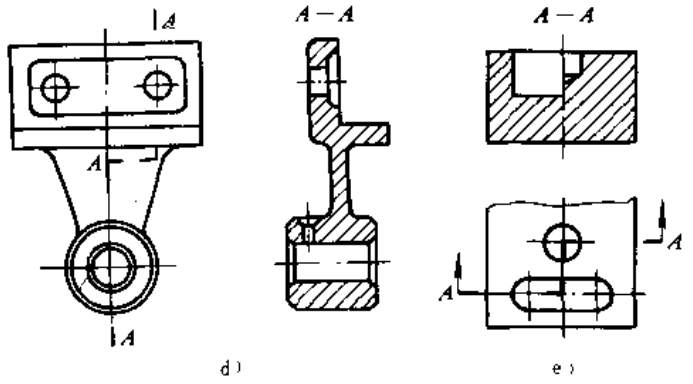
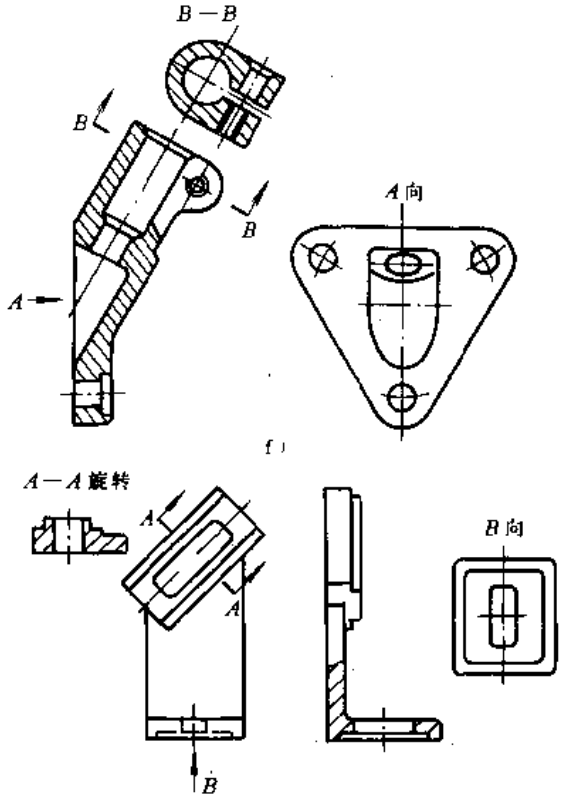
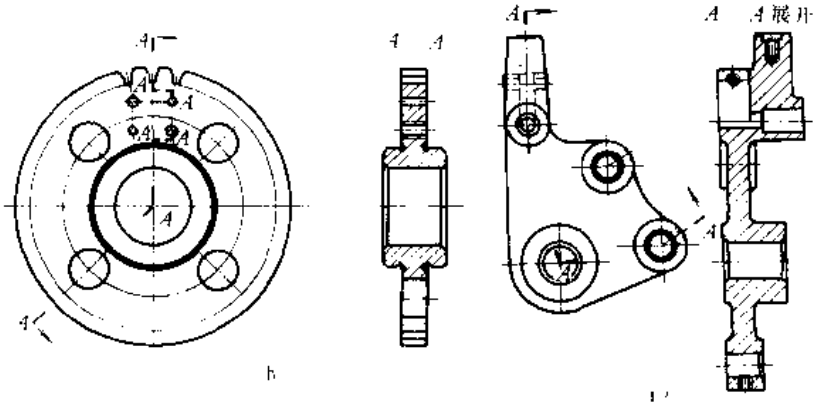
| 分类 | 规　　定 | 图　　例 |
| --- | --- | --- |
| 几个平行的剖切平面（阶梯剖） | 用几个平行的剖切平面剖开机件的方法称为阶梯剖（图d）<br>采用这种方法画剖视时，在图形内不应出现不完整要素，仅当两个要素在图形上具有公共对称中心线或轴线时，可以各画一半，此时应以对称中心线或轴线为界（图e） |  A<br>A<br>A<br>A－A<br>A－A<br>A<br>A<br>d）<br>e） |
| 不平行于任何基本投影面的剖切平面（斜剖） | 用不平行于任何基本投影面的剖切平面剖开机件的方法称为斜剖（图f：B—B）<br>采用这种方法画剖视图，在不致引起误解时，允许将图形旋转，标注形式为“×－×旋转”（图g：A－A旋转） |  B－B<br>B<br>B<br>A<br>A向<br>f）<br>A－A旋转<br>A<br>A<br>B向<br>B<br>g） |
| 组合的剖切平面（复合剖） | 除旋转和阶梯剖以外，用组合的剖切平面剖切机件的方法称为复合剖（图h，i）<br>采用这种方法画剖视图时，可采用展开画法，此时应标注“×－×展开”（图i：A—A展开） |  A<br>A<br>A<br>A<br>A<br>A<br>A<br>A<br>A<br>A<br>A<br>A展开<br>h）<br>i） |

**表 8.6-3 剖视图分类**

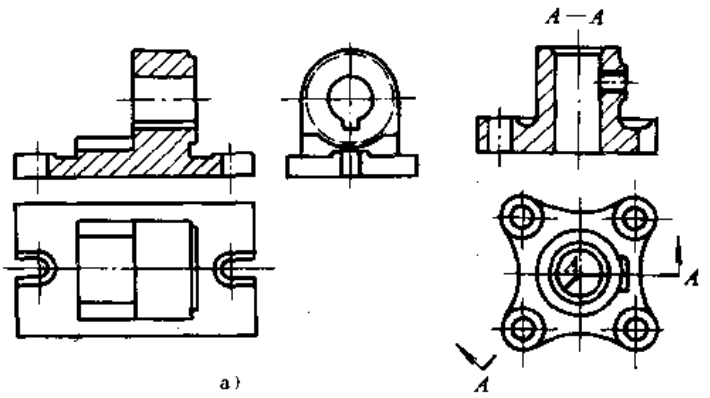
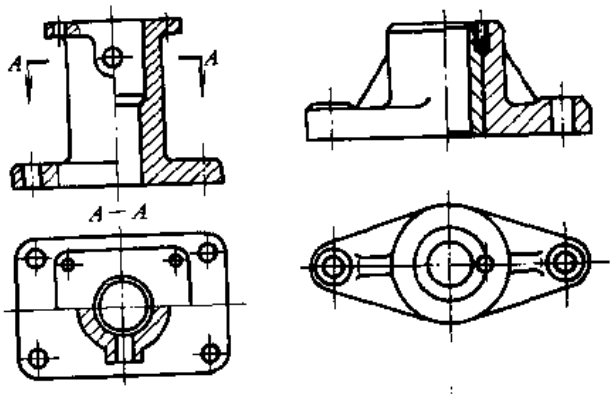
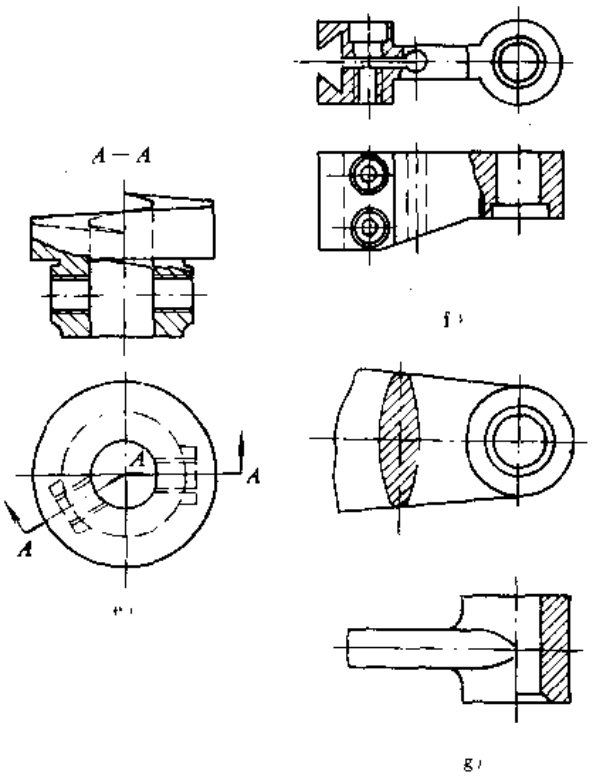
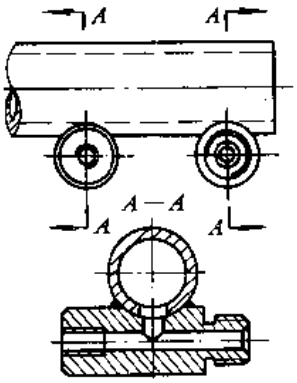
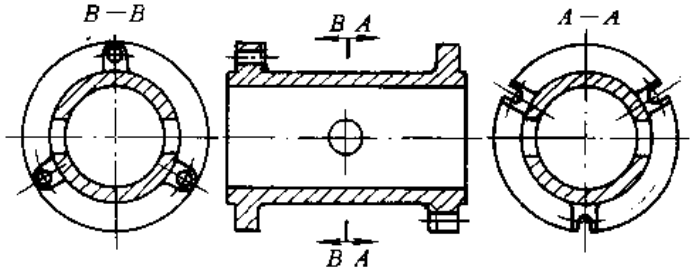
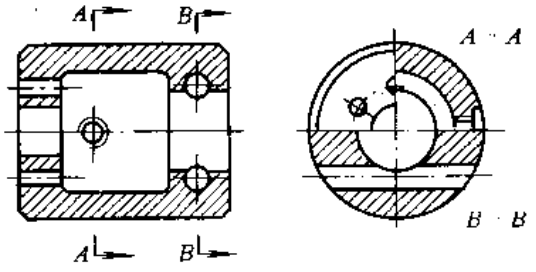
| 分类 | 规定 | 图例 |
| --- | --- | --- |
| 全剖视图 | 全剖视图 用剖切面完全剖开机件所得的剖视图（图a、b） |  |
| 半剖视图 | 半剖视图 当机件具有对称平面时，在垂直于对称平面的投影面上投影所得的图形，可以对称中心线为界，一半画成剖视，另一半画成视图（图c、d）<br>机件的形状接近对称，且不对称部分已另有图形表达清楚时，也可画成半剖视（图d） |  |
| 局部剖视图 | 局部剖视图 用剖切平面局部地剖开机件所得的剖视图（图e、f）<br>局部剖视图用波浪线分界，波浪线不应和图样上其他图线重合。当被剖结构为回转体时，允许将该结构的中心线作为局部剖视与视图的分界线（图g） |  |

**表 8.6-4　剖切符号、剖视图的配置与标注**

| | |
|---|---|
| 剖切符号 | 剖切符号（线宽1～1.5$b$，断开的粗实线）尽可能不与图形的轮廓线相交，在它的起、迄和转折处应用相同的字母标出，但当转折处地位有限又不致引起误解时允许省略标注。两组或两组以上相交的剖切平面，其剖切符号相交处用大写字母“O”标注 |
| 剖视图的配置 | 基本视图配置的规定（见表8.6-1）同样适用于剖视图。剖视图也可按投影关系配置在剖切符号相对应的位置，必要时允许配置在其他适当位置（表8.6-2图g） |
| 剖切位置与剖视图的标注 | 一般应在剖视图的上方用字母标出剖视图的名称“×－×”。在相应的视图上用剖切符号表示剖切位置，用箭头表示投影方向，并注上同样的字母（表8.6-2图f、h） |
| | 当剖视图按投影关系配置，中间又没有其他图形隔开时，可省略箭头（表8.6-2图a） |
| | 当单一剖切平面通过机件的对称平面或基本对称的平面，且剖视图按投影关系配置，中间又没有其他图形隔开时，可省略标注（表8.6-3图a） |
| | 当单一剖切平面的剖切位置明显时，局部剖视图的标注可省略（表8.6-3图f、g） |

**表 8.6-5　剖视图的简化标注**

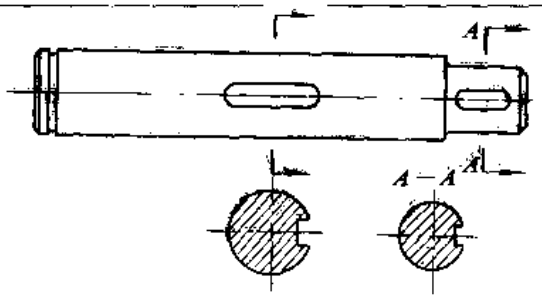
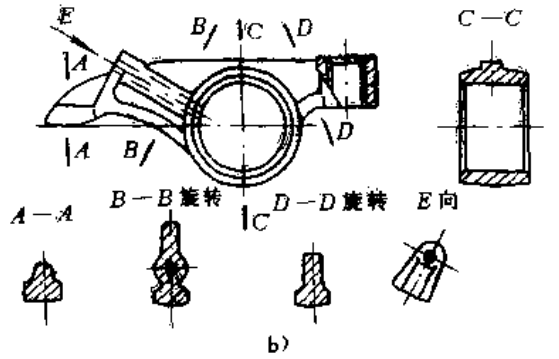
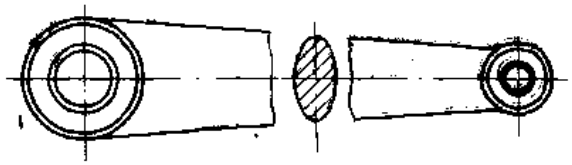
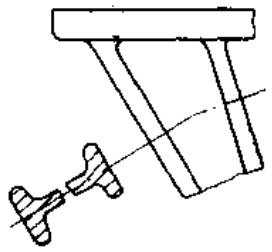
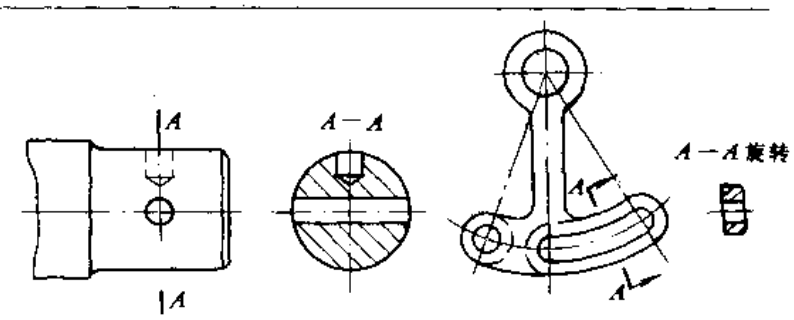
| 分　类 | 规　定 | 图　例 |
|---|---|---|
| 相同图形时的标注方法 | 用几个剖切平面分别剖开机件，得到的为相同的图形时，可按图a形式标注 |  a) |
| 有公共剖切平面的标注方法 | 用一个公共剖切平面剖开机件，按不同的方向投影得到的两个剖视图应按图b的形式标注 |  b) |
| 剖视图的对称图形合成画法和标注方法 | 可将投影方向一致的几个对称图形各取一半（或四分之一）合并成一个图形，此时应在剖视图附近标出相应的剖视图名称“×－×”（图c） |  c) |

## 1.4 剖面图

假想用剖切面将机件的某处切断，仅画出断面的图形称剖面图。

剖面的分类和画法见表 8.6-6，剖面图的标注见表 8.6-7。

**表 8.6-6 剖面的分类和画法**

| 分类 | 规定 | 图例 |
|---|---|---|
| 移出剖面 | 移出剖面的轮廓线用粗实线绘制，应尽量配置在剖切符号或剖切平面迹线的延长线上（图 a） |  a) |
| | 必要时可将移出剖面配置在其他适当位置，在不引起误解时，允许将图形旋转（图 b）<br>当剖面图形对称时，也可画在视图的中断处（图 c） |  b)<br>  c) |
| | 由两个或多个相交剖切平面剖切得出的移出剖面，中间一般应断开（图 d） |  d) |
| | 当剖切平面通过回转面形成的孔或凹坑的轴线时，这些结构按剖视绘制（图 e）<br>当剖切平面通过非圆孔，会引致出现完全分离的两个剖面时，则这些结构应按剖视绘制（图 f） |  f) |

（续）

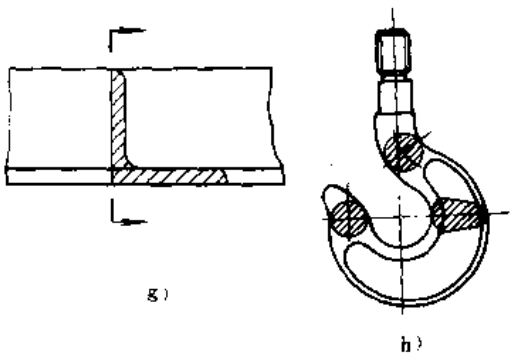
| 分类 | 规　　定 | 图　　例 |
|---|---|---|
| 重合剖面 | 重合剖面的轮廓线用细实线绘制，当视图中的轮廓线与重合剖面的图形重叠时，视图中的轮廓线仍应连续画出，不可间断（图g、h） |  <br>g）　　h） |

**表 8.6-7　剖面图的标注**

（续）

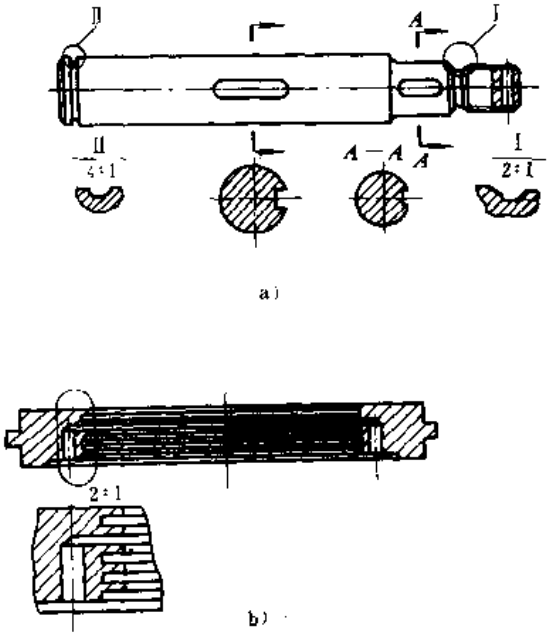
| | | |
|---|---|---|
| 移出剖面 | 移出剖面一般应用剖切符号表示剖切位置，用箭头表示投影方向，并注上字母，在剖视图的上方应用同样的字母标出相应的名称“×－×”（表8.6-6，图a；*A*－*A*） | |
| | 配置在剖切符号延长线上的不对称移出剖面，可省略字母（表8.6-6，图a）。不配置在剖切符号延长线上对称移出剖面（表8.6-6，图b）以及按投影关系配置的不对称移出剖面，均可省略箭头 | |
| | 配置在剖切面迹线延长线上的对称移出剖面，以及配置在视图中断处的移出剖面，均不必标注（表8.6-6，图d、e） | |
| 重合剖面 | 配置在剖切符号上的不对称重合剖面，不必标注字母（表8.6-6，图g） | |
| | 对称的重合剖面不必标注（表8.6-6，图h） | |

## 1.5　局部放大图

将机件的部分结构大于原图形所采用的比例画出的图形称局部放大图。局部放大图画法与标注见表8.6-8。

## 1.6　简化画法及其他规定画法（表8.6-9～10）

**表 8.6-8　局部放大图**

| | | |
|---|---|---|
| 局部放大图画法与标注 | 局部放大图可画成视图、剖视、剖面，它与被放大部分的表达方式无关（图a）。局部放大图应尽量配置在被放大部位的附近<br>绘制局部放大图时，除螺纹牙型、齿轮和链轮的齿形外，应用细实线圈出被放大的部位<br>当同一机件上有几个被放大的部分时，必须用罗马数字依次标明被放大的部位，并在局部放大图的上方标注相应的罗马数字和采用的比例（图a）<br>当机件上被放大部分仅一个时，在局部放大图上只需注明所采用的比例（图b） |  <br>a）<br><br>b） |

（续）

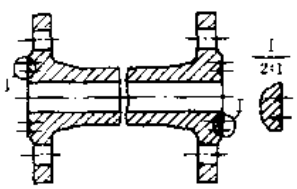
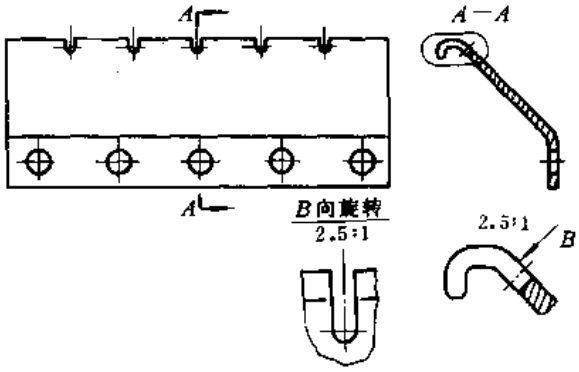
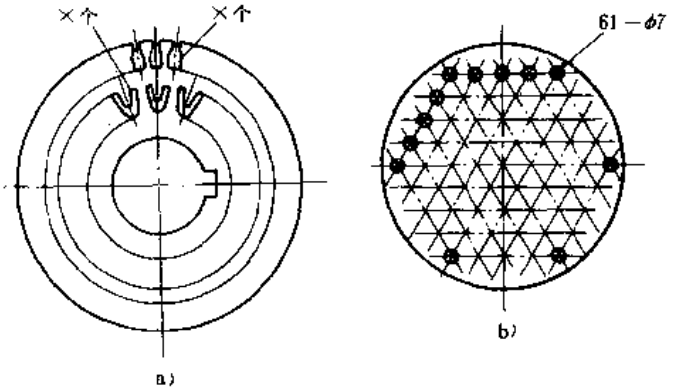
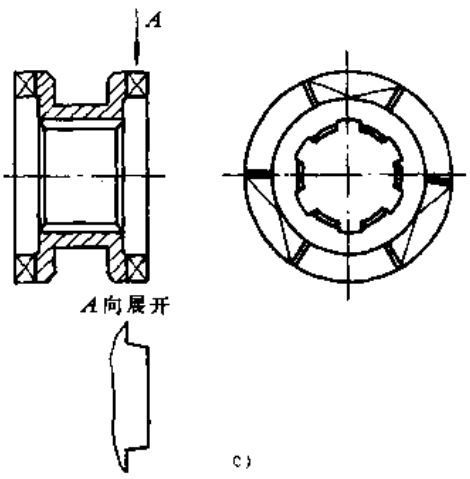
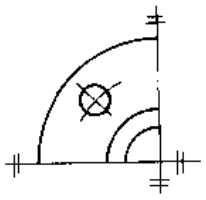
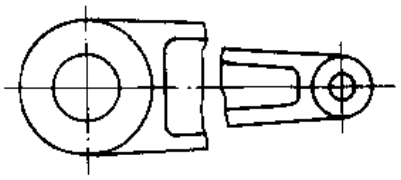
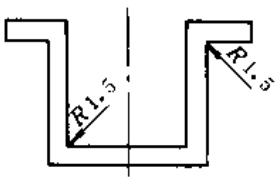
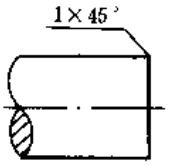
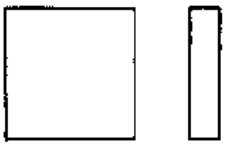
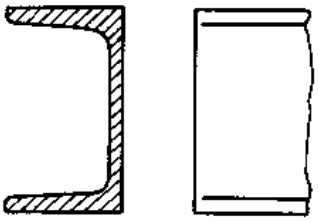
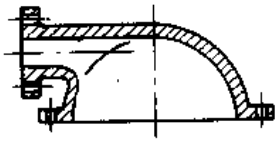
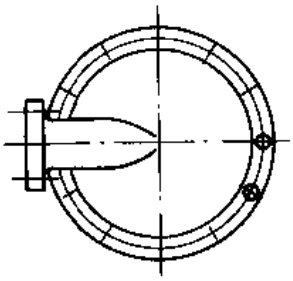
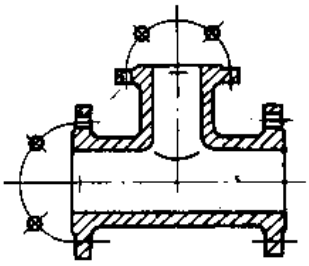
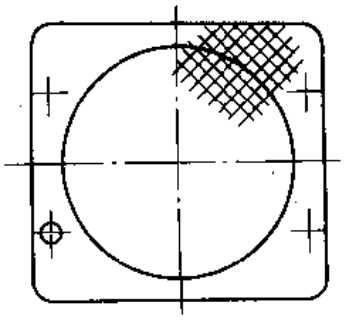
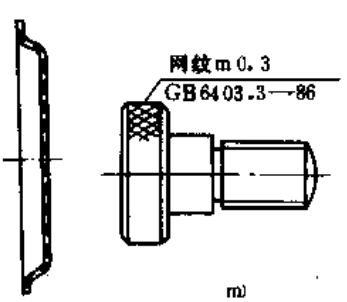
| | | |
|---|---|---|
| 局部放大图画法与标注 | 同一机件上，由不同的部位得到相同的局部放大图时，只需绘制一个局部放大图（图c）<br>必要时可以采用几个视图表达同一个被放大部分的结构（图d） |  <br>c)<br>  <br>d) |

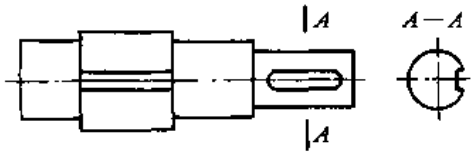
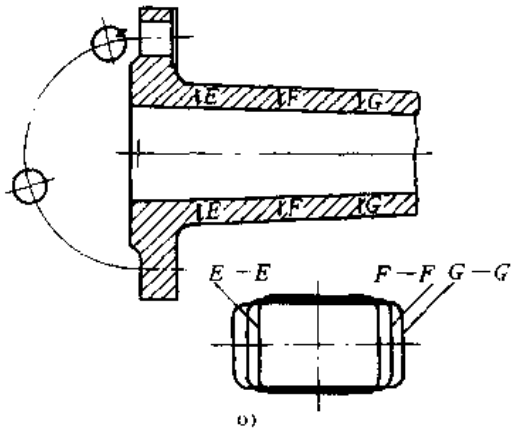
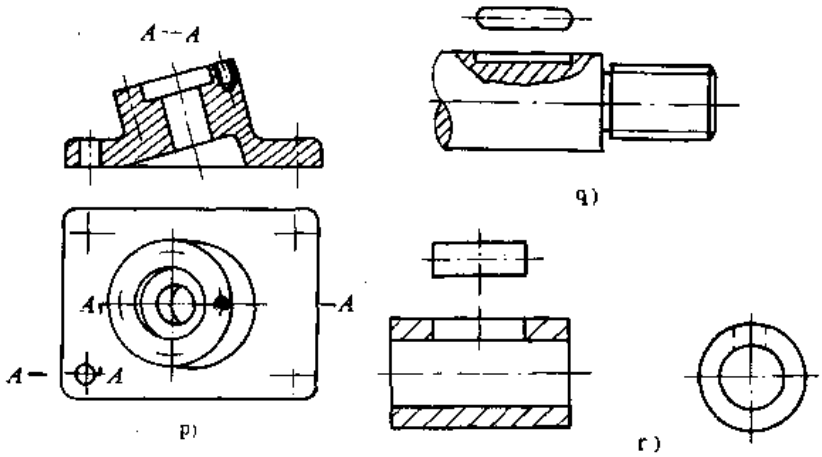
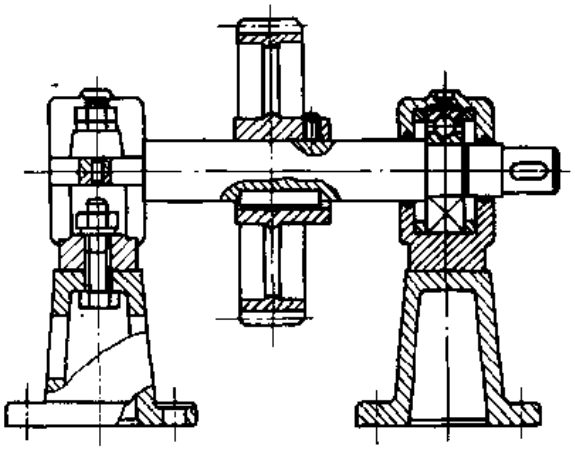
**表 8.6-9 简化画法**

| | | |
|---|---|---|
| 相同要素的简化画法 | 当机件具有若干相同结构（齿、槽等），并按一定规律分布时，只需画出几个完整的结构，其余用细实线连接，在零件图中则必须注明该结构的总数（图a）<br>若干直径相同且成规律分布的孔（圆孔、螺孔、沉孔等）可以仅画出一个或几个，其余只需用点划线表示其中心位置，在零件图中应注明孔的总数（图b）<br>在剖视图中，类似牙嵌离合器的齿等相同结构可按图c表示 |  <br>a)　b)<br>  <br>c) |

（续）

| | | |
|---|---|---|
| 对称或较长机件的简化画法 | 在不致引起误解时，对于对称机件的视图可只画一半或四分之一，并在对称中心线的两端画出两条与其垂直的平行细实线（图d）<br>较长的机件（轴、杆、型材、连杆等）沿长度方向的形状一致或按一定规律变化时，可断开后缩短绘制（图e） |  <br>d)<br>  <br>e) |
| 小圆角、小倒角、小斜度的简化画法 | 在不致引起误解时，零件图中的小圆角、锐边的小倒圆或45°小倒角允许省略不画，但必须注明尺寸或在技术要求中加以说明（图f、g、h）<br>机件上斜度不大的结构，如在一个图形中已表达清楚时，其他图形可按小端画出（图i） |  <br>f)<br>  <br>g)<br>  <br>锐边倒圆$R$0.5<br>h)<br>  <br>i) |
| 过渡线简化画法 | 图中的过渡线应按图j绘制，在不致引起误解时，过渡线、相贯线允许简化，例如用圆弧或直线代替非圆曲线（图k） |  <br>  <br>j)<br>  <br>k) |
| 网状物、编织物、滚花的简化画法 | 网状物、编织物或机件上的滚花部分，可在轮廓线附近用细实线示意画出，并在零件图上或技术要求中注明这些结构的具体要求（图l、m） |  <br>l)<br>  <br>m) |

（续）

| | | |
|---|---|---|
| 省略剖面符号的简化画法 | 在不引起误解时，零件图中的移出剖面允许省略剖面符号，但剖切位置和剖面图应按规定标注（图n） |  n) |
| 法兰上的均布孔、复杂曲面的剖面的简化画法 | 圆柱形法兰和类似零件上均匀分布的孔可按图o所示的方法表示（由机件外面向该法兰端面方向投影）<br>用一系列剖面表示机件上较复杂的曲面时，可只画出剖面轮廓，并可配置在同一位置上（图o） |  o) |
| 倾斜面上圆的投影及局部视图的简化画法 | 与投影面倾斜角度小于或等于30°的圆或圆弧，其投影可用圆或圆弧代替（图p）<br>零件上对称结构的局部视图可按图q、r所示的方法绘制 |  p) q) r) |
| 装配图中实心零件被剖切的简化画法 | 在装配图中，对于紧固件以及轴、连杆、球、钩子、键、销等实心零件若按纵向剖切，且剖切平面通过其对称平面或轴线时，则这些零件均按不剖绘制。如需要特别表明零件的构造，如凹槽、键槽、销孔等则可用局部剖视表示（图s） |  s) |

（续）

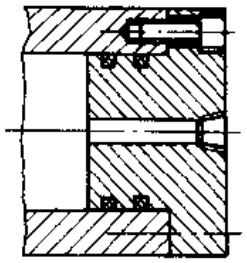
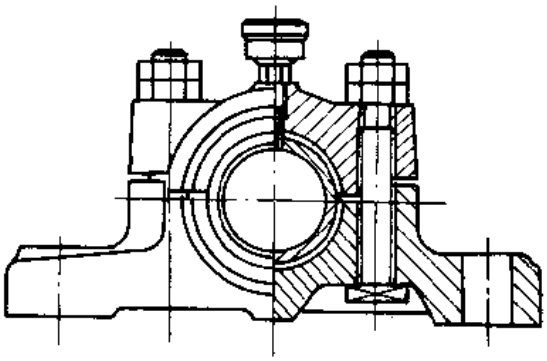
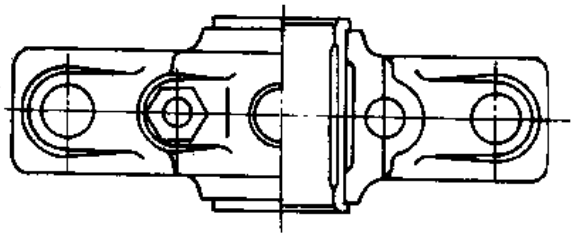
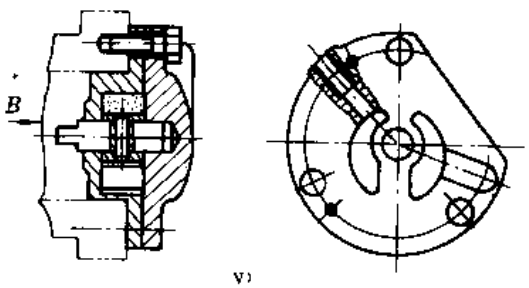
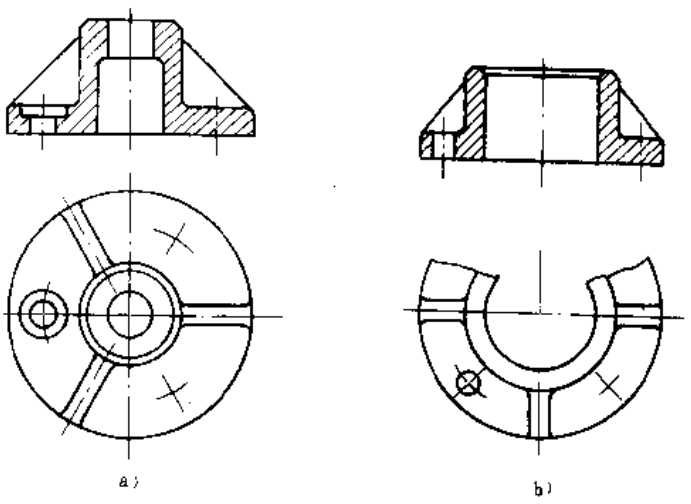
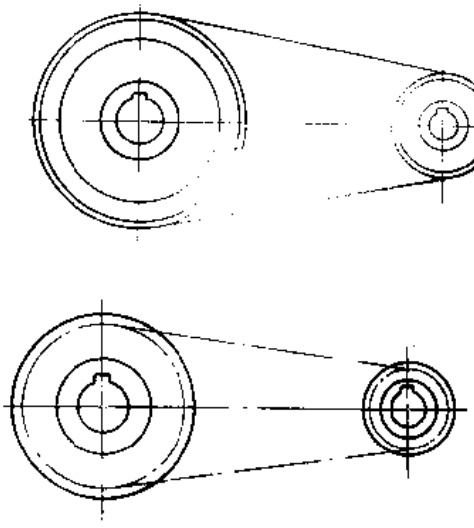
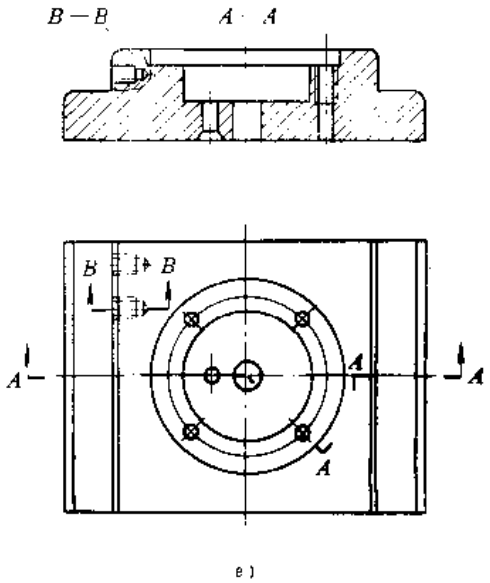
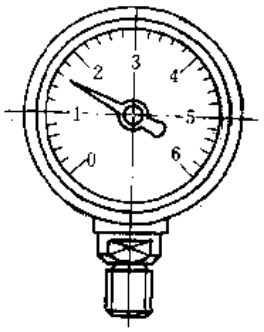
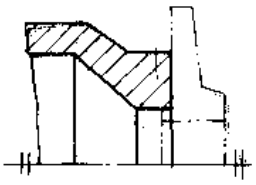
| | | |
|---|---|---|
| 装配图中被剖切的实心零件的简化画法 | 对于装配图中若干相同的零件组，如螺栓联接等，可仅详细地画出一组或几组，其余仅表示装配位置（图t） |  <br>t） |
| 拆卸画法 | 在装配图中可假想沿某些零件的结合面剖切或假想将某些零件拆卸后绘制，需要说明时可加标注“拆去××等”（图u） |  <br>拆去轴承盖等 |
| 剖切平面通过标准部件的画法 | 在装配图中，当剖切平面通过的某些构件已为标准产品或已由其他图形表示清楚时，可按不剖绘制（如图u：油杯） |  <br>u） |
| 单独零件的单独视图 | 在装配图中可以单独画出某一零件的视图。但必须在所画视图的上方注出该零件视图的名称。在相应视图的附近用箭头指明投影方向，并注上同样的字母（图v：泵盖B向） | 泵盖B向<br>  <br>v） |
| 装配图中省略剖视画法 | 在装配剖视图中，当不致引起误解时，剖切平面后不需表达的部分可省略不画 | |

**表 8.6-10 规定画法**

| | | |
|---|---|---|
| 肋、轮辐、薄壁的规定画法 | 对于机件的肋、轮辐及薄壁等，如按纵向剖切，这些结构都不画剖面符号，而用粗实线将它与其邻接部分分开。当零件回转体上均匀分布的肋、轮辐、孔等结构不处于剖切平面上时，可将这些结构旋转到剖切平面上画出（图 a，b） |  <br>a) b) |
| 链条、带的规定画法 | 在装配图中，可用细实线表示带传动中的带；用点划线表示链传动中的链（图 c、d） |  <br>d) |
| 其他规定画法 | 在剖视图的剖面中可再作一次局部剖，采用这种方法表达时，两个剖面的剖面线应同方向、同间隔，但要互相错开，并用引出线标注其名称。当剖切位置明显时，也可省略标注（图 e） |  <br>e) |

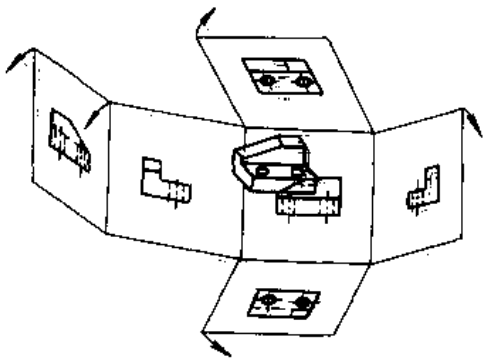
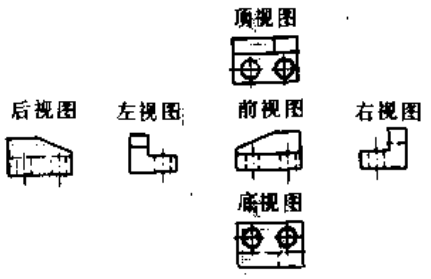
（续）

| | | |
|---|---|---|
| 其他规定画法 | 由透明材料制成的物体，均按不透明物体绘制，对于供观察用的刻度、字体、指针、液面等可按可见轮廓绘制（图f） |  f) |
| | 相邻的辅助零(部)件用双点划线绘制，并一般不应遮盖其后面的零（部）件（图g） |  g) |

## 2 第三角投影法

目前尚有许多国家如美国、加拿大、澳大利亚等采用第三角投影法或规定第一角、第三角投影法等效采用。第三角投影法的有关规定见表 8.6-11。

**表 8.6-11 第三角投影法**

| | | |
|---|---|---|
| 第三角投影法的视图配置 | 第一角投影法，是将物体放在第一分角内进行投影，这时物体处在观察者与投影面之间<br>第三角投影法，是将物体放在第三分角内进行投影，这时投影面处在观察者与物体之间，把投影面看成透明的，投影面展开时，正面保持不动，其他投影面展开如图a，展开后各视图的配置关系如图b<br>顶视图配置在前视图（主视图）的上方<br>底视图配置在前视图的下方<br>左视图配置在前视图的左方<br>右视图配置在前视图的右方<br>后视图可以配置在右视图的右边，也可配置在左视图的左边 |  a)<br>  b) |

（续）

| | |
|---|---|
| 投影法识别标记 | 国际标准 ISO 规定：当采用第一角、第三角投影法时，必须在标题栏中专设的空格中画出相应的识别标记<br> <br>（第一角投影法） （第三角投影法） |

# 第7章 滚动轴承

## 1 滚动轴承画法的一般规则

1）滚动轴承剖视图轮廓，按外径 $D$、内径 $d$、宽度 $B$ 等的实际尺寸或相应的比例绘制。外轮廓若有止动槽、止动挡边等，应按其实际形状绘制。

2）滚动轴承剖视图轮廓内的简化画法或示意画法的具体尺寸，可按一定的比例关系绘制，表 8.7-1 推荐了部分滚动轴承的尺寸比例，供参考。由于轴承种类甚多，无法对所有类型轴承规定统一的比例关系，只要使各部分图形比较协调，与实际尺寸比例关系相差不远，且满足好画易记的要求即可。

3）轴承轮廓内的结构，可用简化画法或示意画法绘制，但在同一图样上应采用同一种画法。

4）装配图中，对称于转轴的同一轴承的两部分图形完全相同，可按图 8.7-1 方式简化，该对角线为细实线。

5）在同一轴上，若为两个相同型号的轴承，且无方向性要求时，可按图 8.7-2 的方式只完整的画出一个。

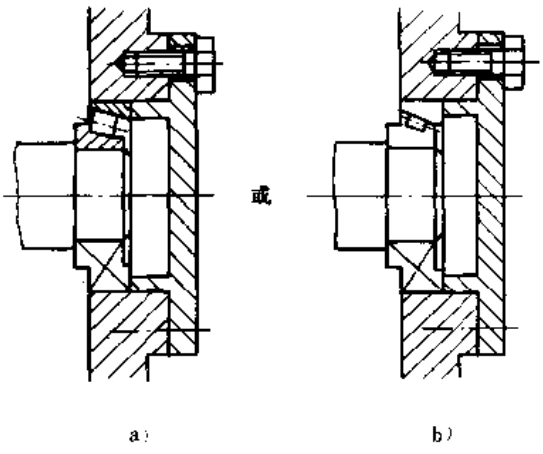



图 8.7-1 装配图中轴承的简化画法和示意画法
a）简化画法 b）示意画法

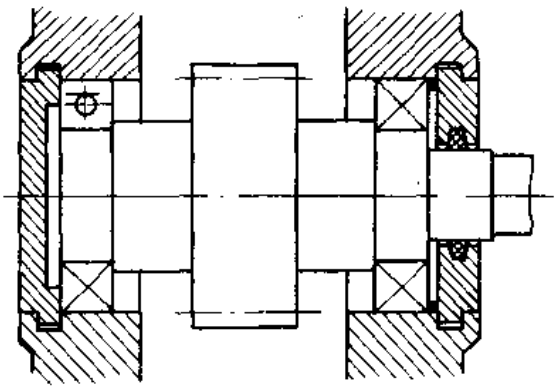
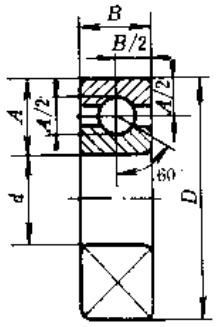
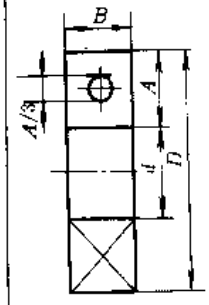
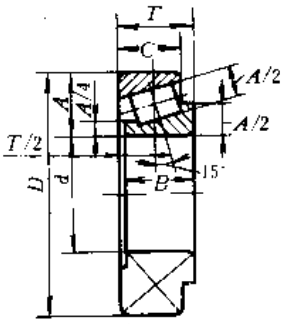
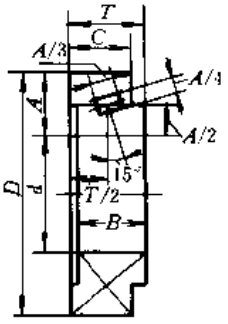
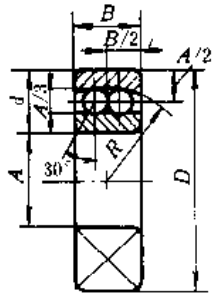
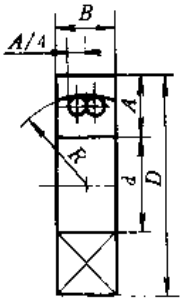
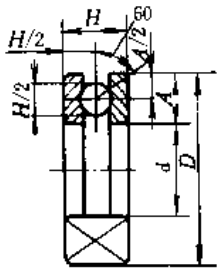
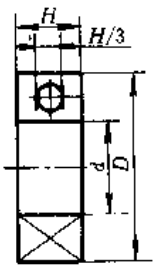
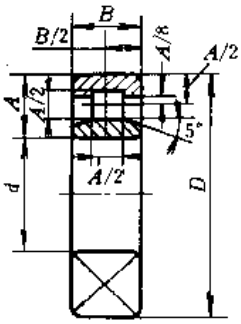
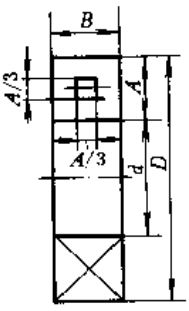
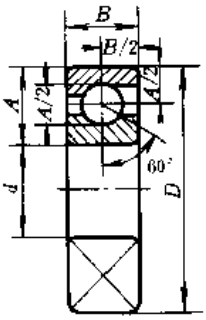
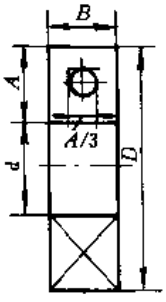
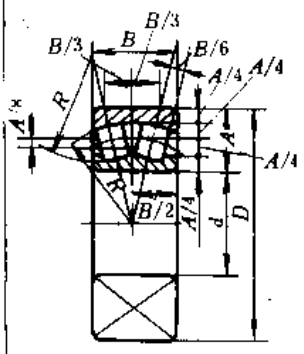
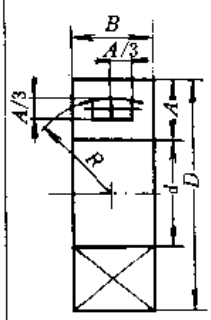
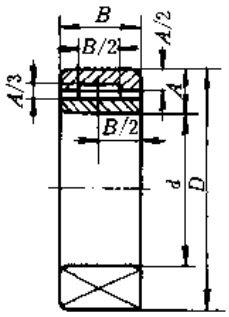
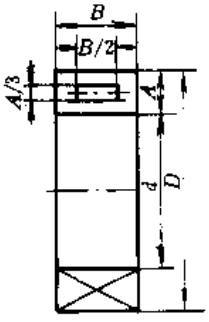


图 8.7-2

## 2　滚动轴承的简化画法和示意画法（GB 4458.1－84）（表 8.7-1）

**表 8.7-1　滚动轴承简化和示意画法的尺寸比例**

| 轴承类型 | 简化画法 | 示意画法 | 轴承类型 | 简化画法 | 示意画法 |
|---|---|---|---|---|---|
| 深沟球轴承 60000 |  |  | 圆锥滚子轴承 30000 |  |  |
| 调心球轴承 10000 |  |  | 推力球轴承 50000 |  |  |
| 圆柱滚子轴承 N0000 |  |  | 角接触球轴承 70000 |  |  |
| 调心滚子轴承 20000C |  |  | 滚针轴承 NA0000 |  |  |

# 第 8 章　装配图中零、部件的序号及其编排方法

## 1　一般规则（GB 4458.2—84）

(1) 装配图中所有的零、部件都必须编写序号，目前通用的有两种方法：

1) 将装配图中所有零、部件包括标准件在内，按一定顺序编号（图 8.8-1）。

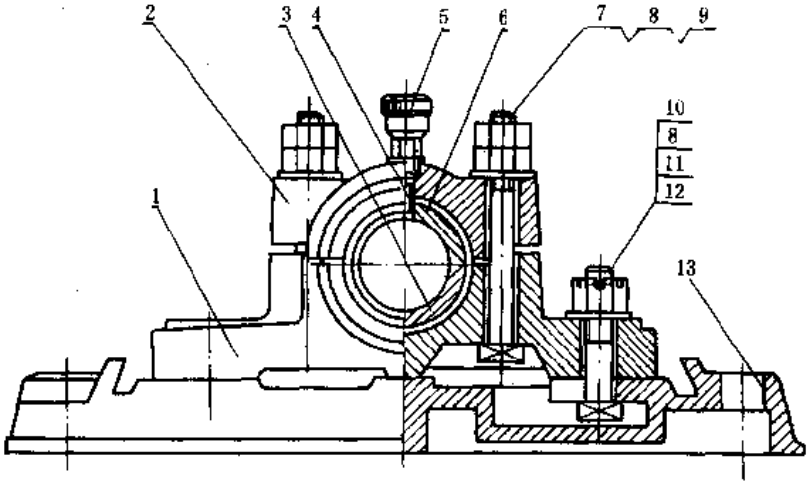



图 8.8-1　装配图中零部件序号的编排方法（一）

2) 将装配图中所有标准件的标记注写在图上，而将非标准件按一定顺序编号（图 8.8-2）。

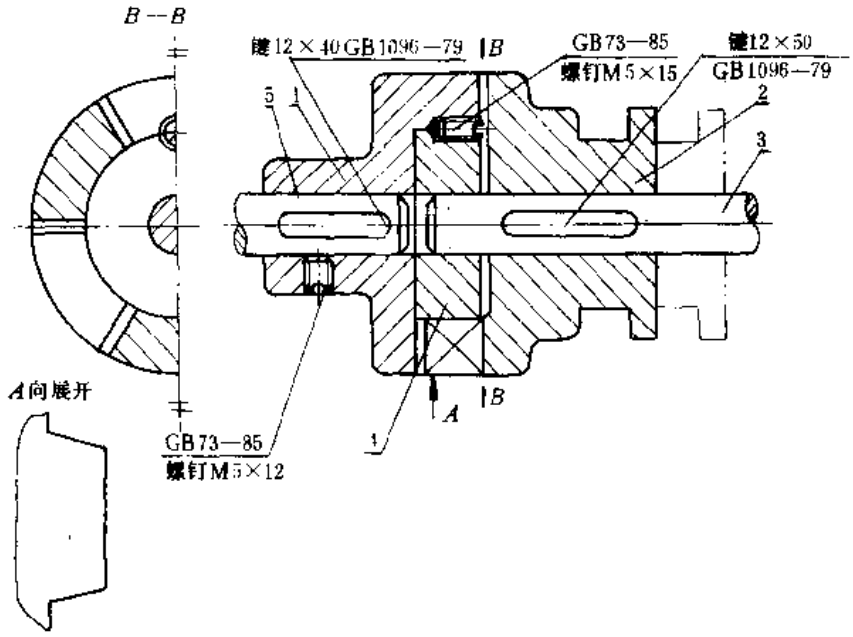



图 8.8-2　装配图中零部件序号的编排方法（二）

(2) 装配图中一个部件可只编写一个序号，同一装配图中相同的零、部件应编写同样的序号。

(3) 装配图中零、部件的序号，应与明细栏（表）中的序号一致。

## 2　装配图中零部件序号及编排方法（GB 4458.2—84）

**表 8.8-1　序号和指引线的表示法**

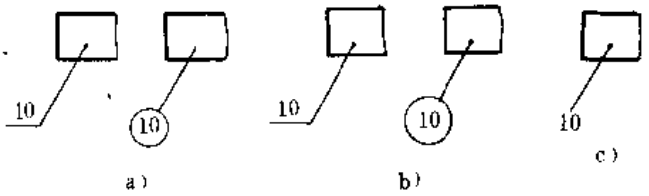
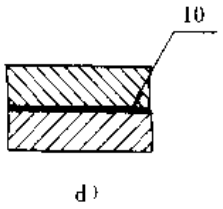
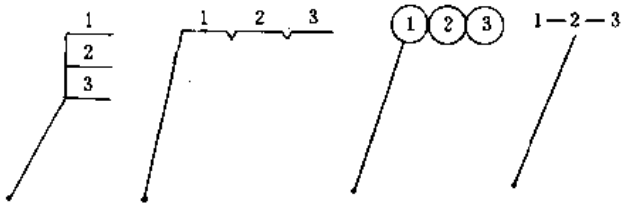
| | | |
|---|---|---|
| 序号的表示法 | 在指引线的水平线（细实线）上或圆（细实线）内注写序号，序号字高比该装配图上所注尺寸数字高度大一号（图 a）或两号（图 b）<br>在指引线附近注写序号，序号字高比该装配图中所注尺寸数字高度大两号（图 c）<br>同一装配图中编注序号的形式应一致 |  |
| 指引线的画法 | 指引线自所指部分的可见轮廓线内引出，并画上一圆点（图 a、b）。若所指部分内不便画圆点时，可在指引线末端画箭头，并指向该部分的轮廓（图 d） |  |

**表 8.8-2　序号的标注与编排方法**

| | | |
|---|---|---|
| 序号的标注 | 相同的零部件用一个序号，一般只标注一次，多处出现的相同的零部件，必要时可重复标注<br>指引线相互不能相交，当通过有剖面线的区域时，指引线不应与剖面线平行<br>指引线可以画成折线，但只能曲折一次<br>一组紧固件及装配关系清楚的零件组，可采用公共指引线（见图） |  |
| 序号的编排方法 | 装配图中的序号应按水平或垂直方向排列整齐<br>装配图上序号可按顺时针或逆时针方向顺次排列，在整个图上无法连续时，可只在每个水平或垂直方向顺次排列。也可按装配图明细栏（表）中的序号排列，采用此种方法时，应尽量在每个水平或垂直方向顺次排列 | |

# 第9章　轴　测　图

## 1　基本规则

将物体连同其参考直角坐标系，沿不平行于任一坐标面的方向，用平行投影法将其投影在单一投影面上得到具有立体感的三维图形称轴测图。

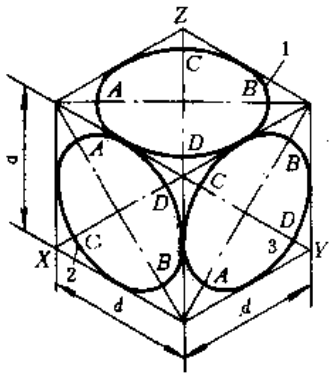
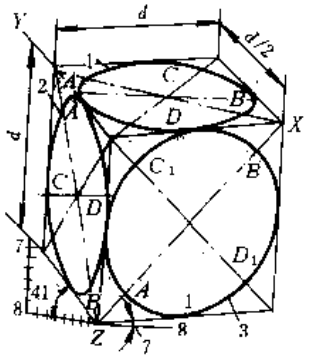
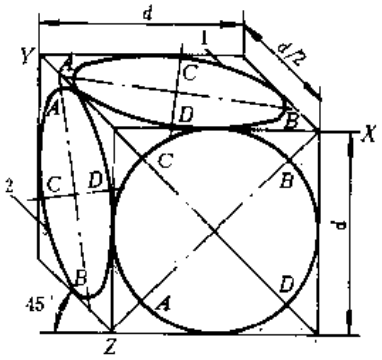
轴测图中可见轮廓线用粗实线绘制，不可见轮廓线用虚线绘制。不可见轮廓一般不画，只有在必要时才画出。

轴测图中的三根轴测轴（三根坐标轴的投影）一般均配置成便于作图的特殊位置，绘图时可以随轴测图同时画出，也可以省略不画，直接用物体的主要轮廓线或轴线代替。

## 2 标准的主要内容（GB 4458.3—84）

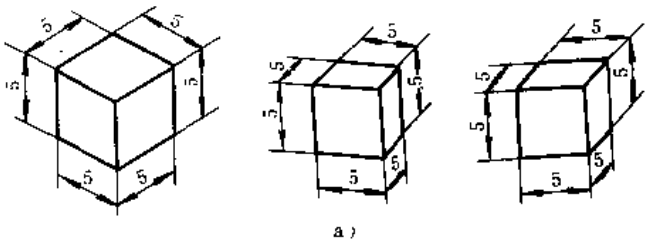
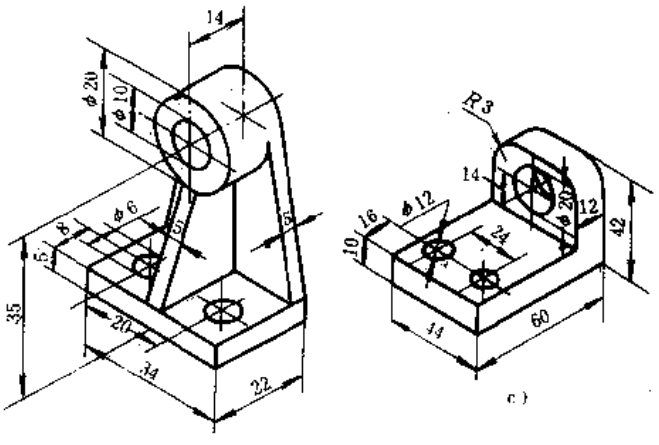
### 2.1 轴测图的类型（表 8.9-1）

**表 8.9-1 常用轴测图的类型**

| 正等轴测图 | 正二等轴测图 | 斜二等轴测图 |
|---|---|---|
|  |  |  |
| 椭圆 1 的长轴垂直于 $Z$ 轴<br>椭圆 2 的长轴垂直于 $X$ 轴<br>椭圆 3 的长轴垂直于 $Y$ 轴<br>长轴：$AB\approx1.22d$<br>短轴：$CD\approx0.7\ d$ | 椭圆 1 的长轴垂直于 $Z$ 轴<br>椭圆 2 的长轴垂直于 $X$ 轴<br>椭圆 3 的长轴垂直于 $Y$ 轴<br>长轴：$AB\approx1.06d$<br>短轴：$CD\approx0.94d$ | 椭圆 1 的长轴与 $X$ 轴约成 7°<br>椭圆 2 的长轴与 $Z$ 轴约成 7°<br>椭圆 1、2 的长轴：$AB\approx1.06d$<br>椭圆 1、2 的短轴：$CD\approx0.33d$ |

### 2.2 轴测图尺寸注法（表 8.9-2）

**表 8.9-2 轴测图尺寸注法**

| | | |
|---|---|---|
| 线性尺寸的注法 | 轴测图的线性尺寸，一般应沿轴测轴方向标注。尺寸数值为零件的基本尺寸。尺寸数字应按相应的轴测图形标注在尺寸线上方。尺寸线必须与所标注的线段平行，尺寸界线一般应平行于某一轴测轴。当图中出现字头向下时应引出标注，将数字按水平位置注写（图 a） |  <br>a） |
| 圆及圆弧的尺寸注法 | 标注圆的直径，尺寸线和尺寸界线应分别平行于圆所在平面内的轴测轴，标注圆弧半径或较小圆直径时，尺寸线可从（或通过）圆心引出标注，但注写数字的横线必须平行于轴测轴（图 b、c） |  <br>b） c） |

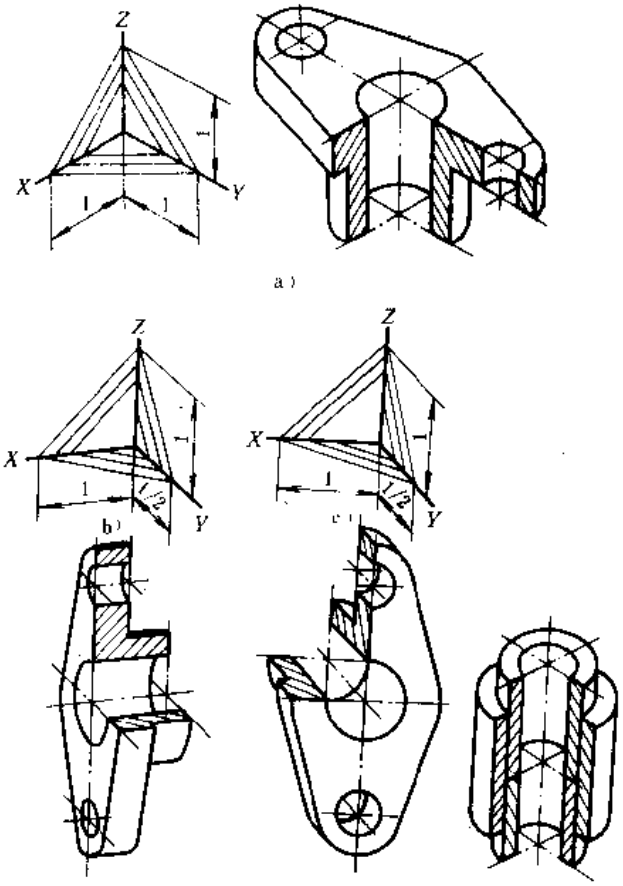
## 2.3　轴测图中的剖面线（表 8.9-3）

**表 8.9-3　轴测图中的剖面线**

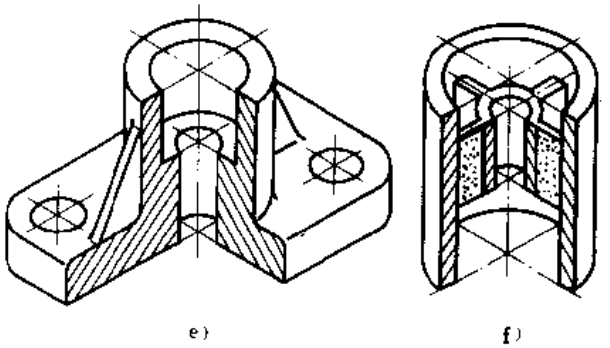
表示零件的内部形状时，可假想用剖切平面将零件的一部分剖去。各种轴测图中的剖面线应按图 a、b、c 的规定画出

在轴测装配图中，可用将剖面线画成方向相反或不同的间隔的方法来区别相邻的零件（图 d）

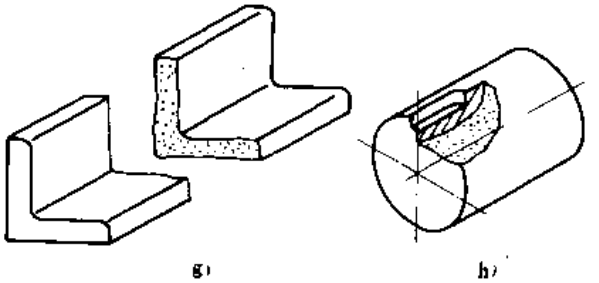
在装配图中，当剖切平面通过轴、销、螺栓等实心零件的轴线时，这些零件按未剖切绘制




剖切平面通过零件的肋或薄壁等结构的纵向对称平面时，这些结构都不画剖面符号，而用粗实线将它与邻接部分分开（图 e），在图中表现不够清晰时，也允许在肋或薄壁部分用细点表示被剖切部分（图 f）




表示零件中间折断或局部断裂时，断裂处的边界线应画成波浪线，并在可见断裂面内加画细点以代替剖面线（图 g、h）



# 第10章 尺寸注法

## 1 基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样中所注尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中的尺寸为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。这里的所谓最后完工尺寸，是指这一张图样所表达的机件的最后要求，如毛坯图中的尺寸为毛坯最后完工尺寸；零件图中的尺寸是该零件交付装配时的尺寸；除另有说明外镀涂零件的尺寸应为镀涂后尺寸，即应计入镀涂层的厚度。

(3) 机件的每一尺寸，一般只标注一次，尺寸的配置必须合理，应注意以下几点：

1) 尺寸应配置在反映该结构最清晰的图形上，如孔组的定位尺寸，圆弧半径，弧长，角度都应标注在反映实形的视图上，但圆的直径可例外。

2) 同一要素的尺寸，如孔的直径和深度；槽的宽度和深度等应尽量集中在一起标注。

3) 为了看图方便，较快地找到该加工工序所需的尺寸，应将有关尺寸尽量集中在一起，如图 8.10-1 中毛坯尺寸集中在上侧，机械加工用尺寸集中在下侧。

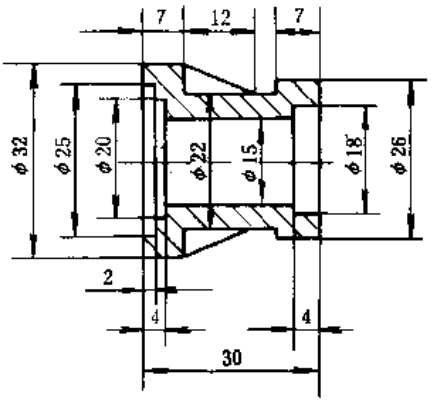



图 8.10-1

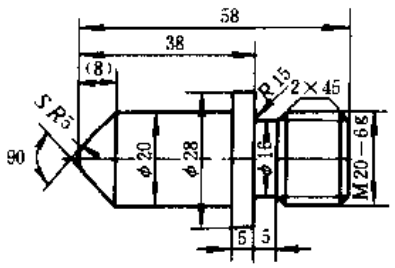
4) 尽量避免在不可见轮廓处标注尺寸

## 2 标准的主要内容 (GB 4458.4－84)

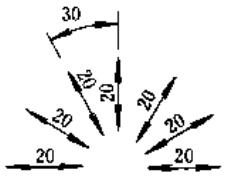
### 2.1 一般注法 (表 8.10-1)

表 8.10-1 标注尺寸的一般方法

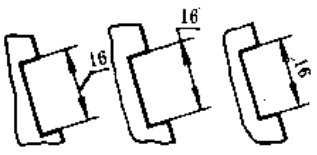
| | | |
|---|---|---|
| 尺寸数字 | 线性尺寸的尺寸数字 | 线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方，也允许注写在尺寸线的中断处 (图 a)<br>线性尺寸的数字方向一般应采用图 b 所示方向注写，并尽可能避免在图示 30°范围内标注尺寸。当无法避免在 30°范围内标注尺寸，可按图 c 的形式标注<br>在不致引起误解时，也允许采用对非水平方向尺寸，其数字也可水平地注写在尺寸线中断处 (图 d)<br>在一张图样中应尽可能采用一种方法 |



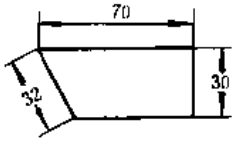

a)




b)




c)



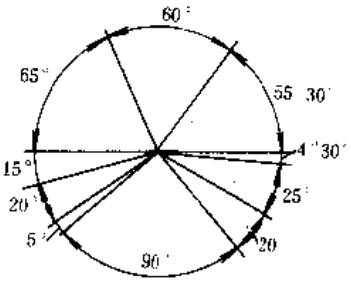

d)

（续）

**尺寸数字**

**角度尺寸的尺寸数字**

角度尺寸数字一律写成水平方向，一般注写在尺寸线的中断处，必要时注写在尺寸线的上方或引出标注（图e）




e）

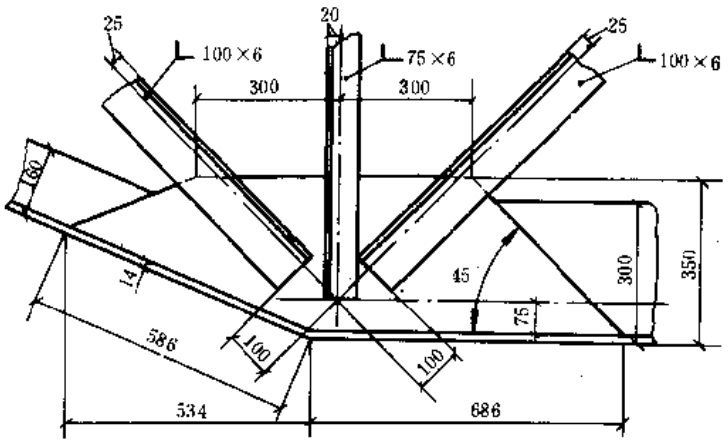
**尺寸线与箭头**

尺寸线用细实线绘制。尺寸线不能用其他图线代替，一般也不得与其他图线重合或画在它们的延长线上

标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行

尺寸线的终端有箭头（图a）和斜线（图f）两种形式，当尺寸线终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须相互垂直（图f）

当尺寸线与尺寸界线相互垂直时，同一张图样中只能采用一种尺寸终端的形式。当采用箭头时，在地位不够的情况下，允许用圆点（图a）或斜线代替箭头



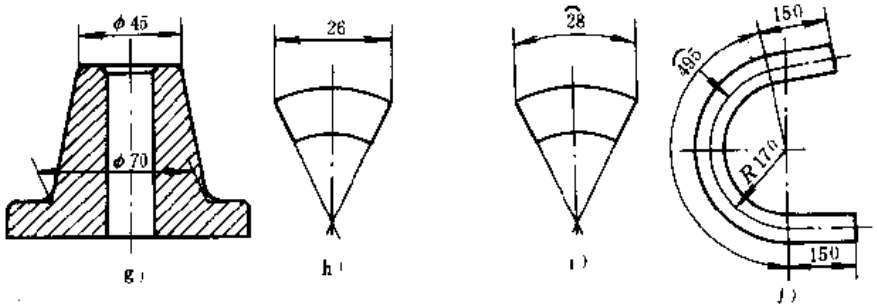

f）

**尺寸界线**

尺寸界线用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线、对称中心线处引出。也可利用轮廓线、轴线、对称中心线作尺寸界线（图a）

尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜。在光滑过渡处标注尺寸时，必须用细实线将轮廓线延长，从它们的交点处引出尺寸界线（图g）

标注角度的尺寸界线应沿径向引出。标注弦长或弧长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线（图h、i），当弧度较大时，可沿径向引出（图j）




g）　h）　i）　j）

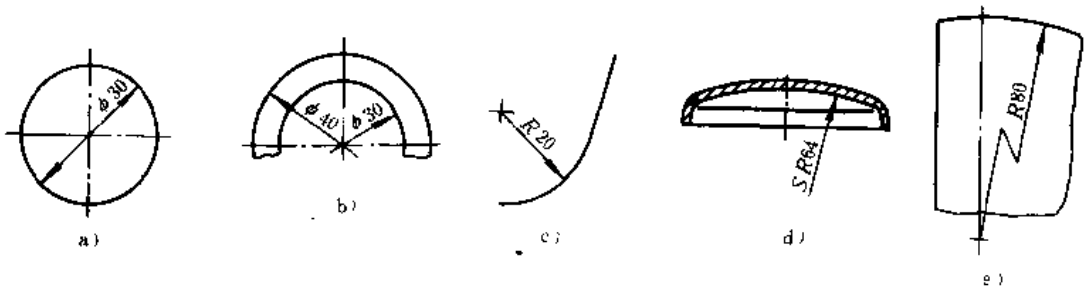
**表 8.10-2　直径、半径、小尺寸、斜度等注法**

**直径、半径的注法**

标注直径时，应在尺寸数字前加注符号“$\phi$”（图 a、b）；标注半径时，应在尺寸数字前加注符号“$R$”（图 c、d）

圆的直径和圆弧半径尺寸线的终端应画成箭头，并按图 a、b、c、d、e 所示方式标注

当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时，可按图 d 的形式标注。若不需要标出其圆心位置时，可按图 e 的形式标注

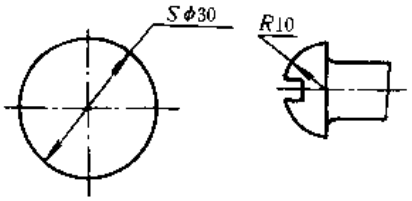



a）　b）　c）　d）　e）

**球面直径、半径注法**

标注球面直径或半径时，应在符号“$\phi$”或“$R$”前加注符号“$S$”（图 d、f）

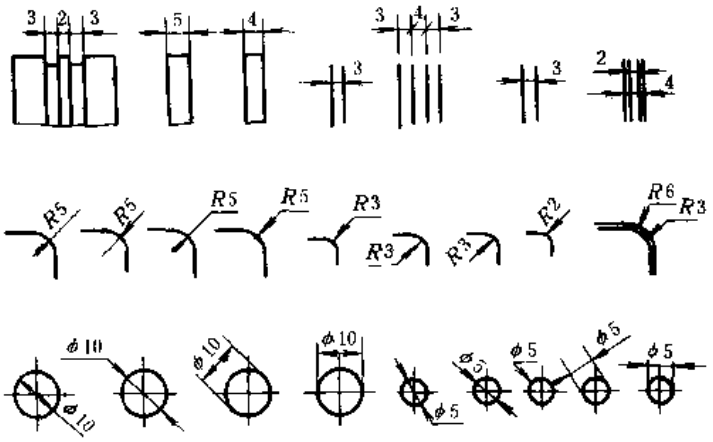
对于螺钉、铆钉的头部、轴（包括螺杆）的端部等，在不致引起误解的情况下，可以省去“$S$”字（图 g）




f）　g）

**小尺寸的注法**

在没有足够的位置画箭头或注写尺寸数字时，可按图 h 的形式标注

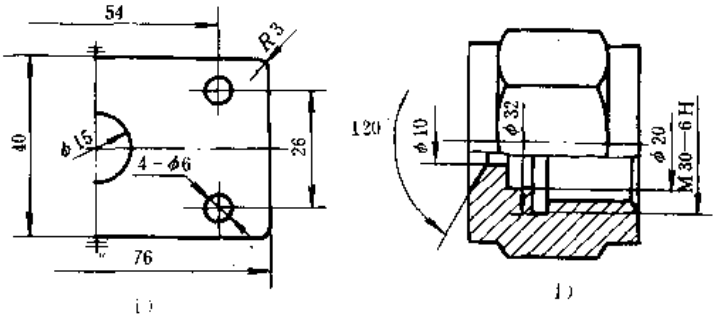



h）

（续）

**对称图形仅画一半时的尺寸注法**

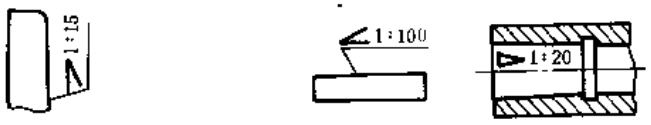
当对称机件的图形只画一半或略大于一半时，尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线，此时仅在尺寸线的一端画出箭头（图 i、j）




i）　　j）

**斜度、锥度注法**

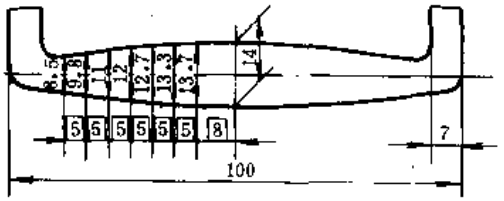
斜度和锥度符号的方向应与斜度、锥度的方向一致（图 k、l、m）




k）　　l）　　m）

**曲线轮廓注法**

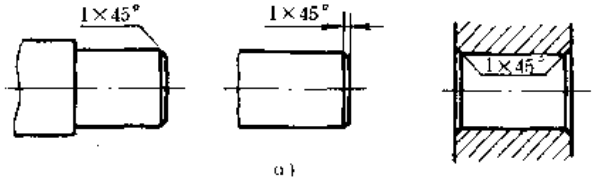
当表示曲线轮廓上各点的坐标时，可将尺寸线或它的延长线作尺寸界线（图 n）




n）

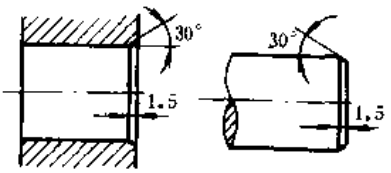
**倒角注法**

45°倒角的标注形式（图 o）




o）

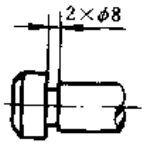
非 45°倒角的标注形式（图 p）




p）

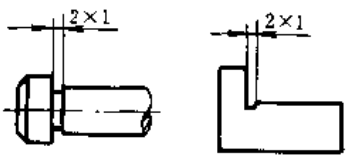
**退刀槽注法**

按“槽宽×直径”的形式标注（图 q）




q）

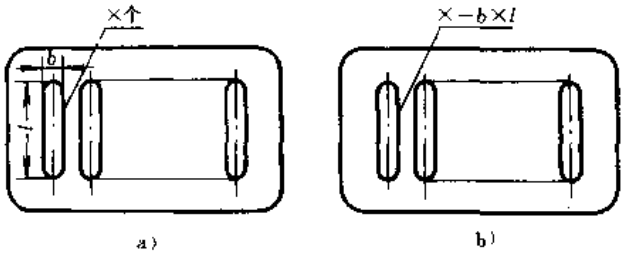
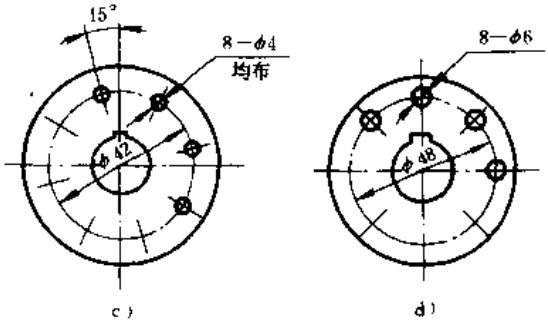
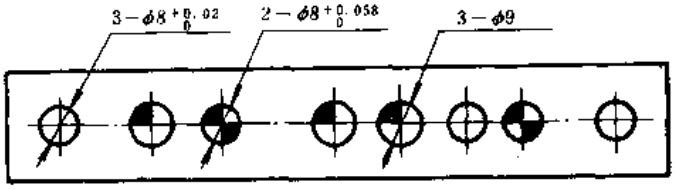
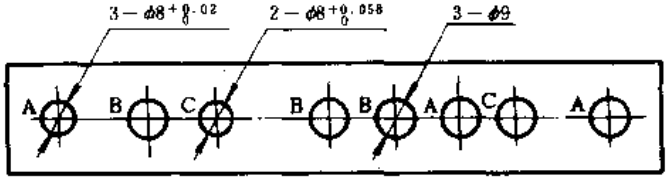
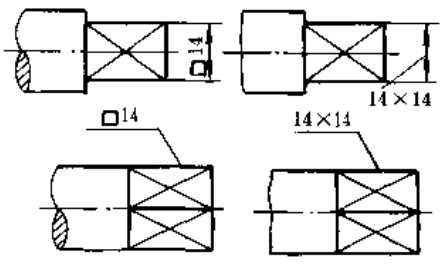
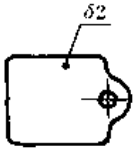
按“槽宽×槽深”形式标注（图 r）




r）

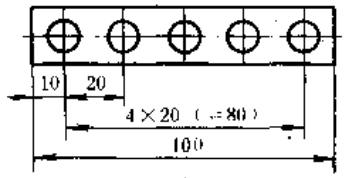
## 2.2 简化注法（表 8.10-3）

**表 8.10-3 简化注法**

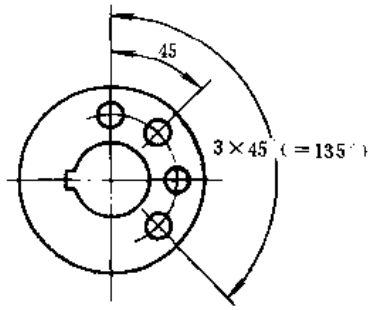
| | | |
|---|---|---|
| 相同要素的注法 | 在同一图形中，对于尺寸相同的孔、槽等成组要素，可仅在一个要素上注出其尺寸和数量（图 a、b） |  a) b) |
| 均布要素注法 | 均匀分布的成组要素（如孔等）的尺寸，按图 c 所示的方法标注。当成组要素的定位和分布情况，在图形中已明确时，可不标注其角度，并省略“均布”两字（图 d） |  c) d) |
| 重复要素的标注 | 在同一图形中具有几种数值相近而又重复的要素（如孔等）时，可采用标记（如涂色等）的方法（图 e），或采用标注字母的方法（图 f）来区别 |  e)<br>  f) |
| 正方形剖面的尺寸注法 | 标注剖面为正方形结构的尺寸时，可在正方形边长尺寸数字前加注符号“□”，或用“$B \times B$”（$B$ 为正方形的边长）注出（图 g） |  g) |
| 板厚的尺寸注法 | 标注板状零件厚度时，可在尺寸数字前加注符号“$\delta$”（图 h） |  h) |

（续）

间隔相等链式尺寸注法

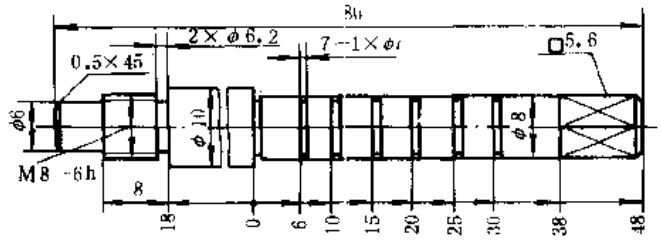



i）

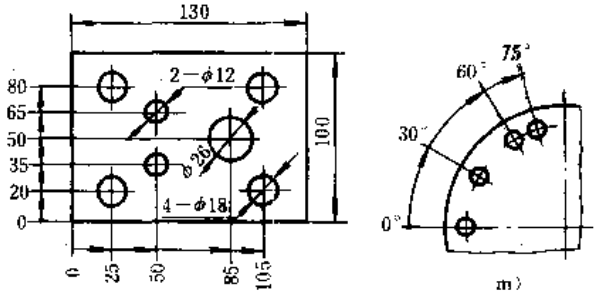



j）

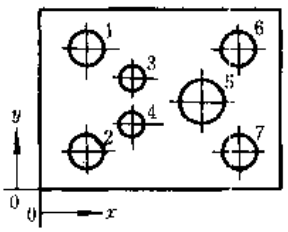
同基准的注法




k）




l）　m）

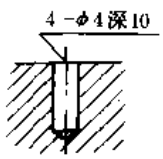
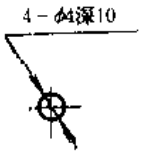
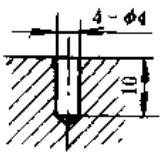



| 孔的编号 | x | y | φ |
|---|---|---|---|
| 1 | 25 | 80 | 18 |
| 2 | 25 | 20 | 18 |
| 3 | 50 | 65 | 12 |
| 4 | 50 | 35 | 12 |
| 5 | 85 | 50 | 26 |
| 6 | 105 | 80 | 18 |
| 7 | 105 | 20 | 18 |

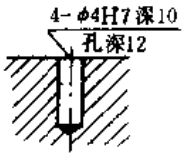
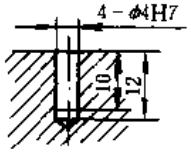
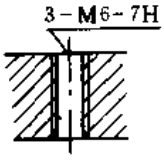
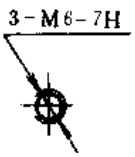
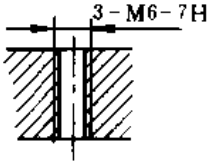
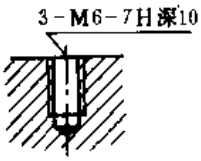
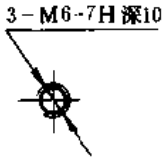
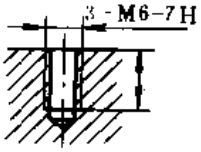
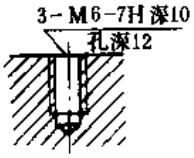
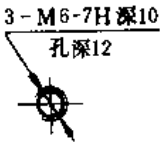
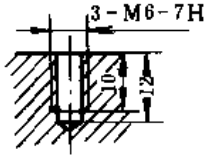
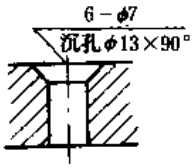
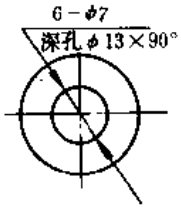
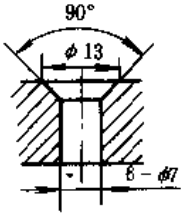
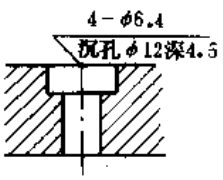
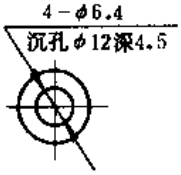
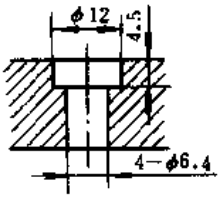
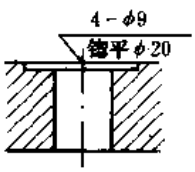
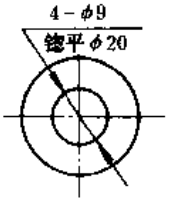
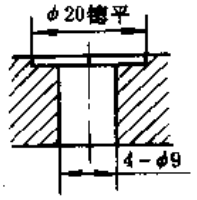
n）

2.3　各类孔的旁注及镀涂表面的尺寸注法　　（表 8.10-4～5）

**表 8.10-4　各类孔的尺寸注法**

| 类　型 | 旁　注　法 | | 普　通　注　法 |
|---|---|---|---|
| 光孔 |  |  |  |

（续）

| 类型 | 旁注法 | | 普通注法 |
|---|---|---|---|
| 光孔 |  | |  |
| 螺孔 |  |  |  |
| |  |  |  |
| |  |  |  |
| 沉孔 |  |  |  |
| |  |  |  |
| |  |  |  |

（续）

| 类　型 | 旁　　注　　法 | | 普　通　注　法 |
|---|---|---|---|
| 锥销孔 | 锥销孔 $\phi 4$ 配作 | 锥销孔 $\phi 4$ 配作 | 锥销孔 $\phi 4$ 配作 |

**表 8.10-5　镀涂表面的尺寸注法**

| | |
|---|---|
| 图样中镀涂零件的尺寸应为涂后尺寸，即计入镀涂层厚度，如为镀前尺寸，应在尺寸数字的右边加注“镀（涂）前”字样<br>对于装饰性、防腐性的自由表面尺寸，可视作镀涂前尺寸，省略“镀（涂）前”字样<br>对于配合尺寸，只有当镀涂层厚度不影响配合时，方可视作镀涂前尺寸，并省略“镀（涂）前”字样<br>必要时可同时标注镀涂前和镀涂后尺寸，并注写“镀（涂）前”和“镀（涂）后”字样（见图） | $\phi 10^{-0.095}_{-0.135}$ 镀前<br>$\phi 10^{-0.035}_{-0.085}$ 镀后 |

# 第11章　尺寸公差与配合注法

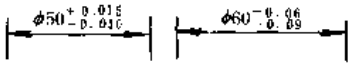
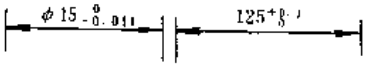
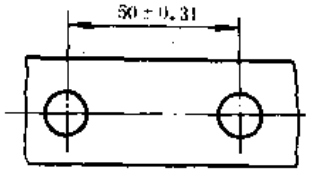
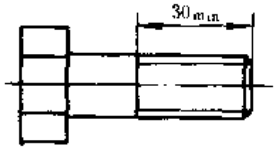
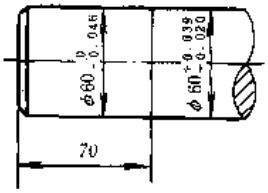
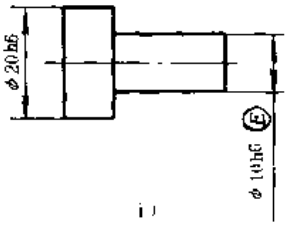
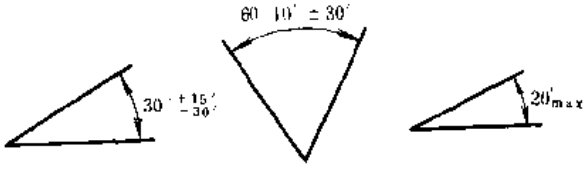
国家标准《机械制图　尺寸公差与配合注法》规定了在图样中标注线性尺寸公差与配合，以及角度公差的方法，其他公差与配合如锥度公差、形位公差、锥体配合、螺纹配合、花键配合等请参阅有关章节。

## 1　零件图中尺寸公差的标注（GB 4458.5—84）

**表 8.11-1　零件图中尺寸公差的注法**

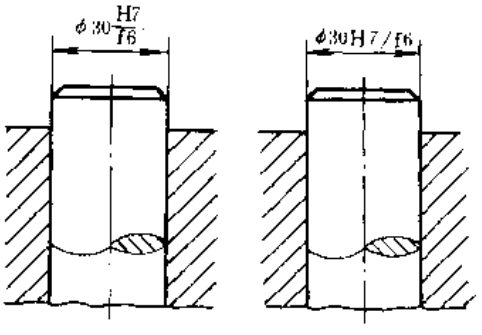
| | | | |
|---|---|---|---|
| 线性尺寸的公差标注形式 | 当采用公差带代号标注线性尺寸的公差时，公差带代号应注在基本尺寸右边（图 a） | 当采用极限偏差标注线性尺寸公差时，上偏差应注在基本尺寸右上方，下偏差应与基本尺寸注在同一底线上（图 b） | 当要求同时标注公差带代号和相应的极限偏差时，则后者应加圆括号（图 c） |
| | $\phi 65k6$<br>a) | $\phi 65^{+0.03}_{0}$<br>b) | $\phi 65H7(^{+0.03}_{0})$<br>c) |

（续）

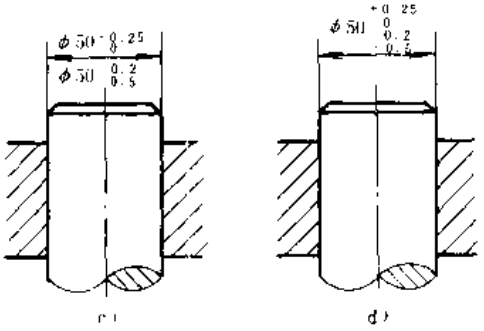
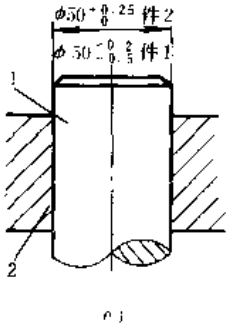
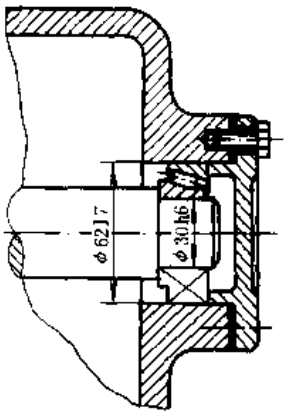
| | | | |
|---|---|---|---|
| 线性尺寸的公差标注形式 | 当标注极限偏差时，上下偏差的小数点必须对齐，小数点后的位数也必须相同（图 d）<br>  <br>d） | 当上偏差或下偏差为“零”时，用数字“0”标出，并与下偏差或上偏差的小数点前的个位数对齐（图 e）<br>  <br>e） | 当公差带相对于基本尺寸对称地配置即两个偏差相同时，偏差只需注写一次，并应在偏差与基本尺寸之间注出符号“±”，且两者数字高度相等（图 f）<br>  <br>f） |
| 线性尺寸公差的附加符号注法 | 当尺寸仅需要限制单个方向的极限时，应在该极限尺寸的右边加注符号“max”或“min”（图 g）（实际尺寸只要不超过这个极限值都符合要求）<br>  <br>g） | 同一基本尺寸的表面，若具有不同的公差时，应用细实线分开，并分别注出公差（图 h）<br>  <br>h） | 如果要素的尺寸公差和形位公差的关系遵循包容原则时，应在尺寸公差的右边加注符号“Ⓔ”（图 i）<br>  <br>i） |
| 角度公差的标注 | 角度公差标注的基本规则与线性尺寸公差的标注方法相同（图 j）<br>  <br>j） | | |

## 2　装配图中配合代号及极限偏差的标注（表 8.11-2）

**表 8.11-2　装配图中注法**

| | |
|---|---|
| 标注配合代号 | 在装配图中标注线性尺寸的配合代号时，必须在基本尺寸的右边用分数的形式注出，分子为孔的公差代号，分母为轴的公差代号（图 a），必要时也允许按图 b 的形式标注<br>  <br>a）　　b） |

（续）

| | |
|---|---|
| 标注极限偏差 | 在装配图中标注相配零件的极限偏差时，孔的基本尺寸及极限偏差写在尺寸线上方，轴的基本尺寸和极限偏差注写在尺寸线的下方（图c、d）<br>  <br>c）　d） |
| 特殊情况标注 | 当基本尺寸相同的多个轴（孔）与同一个孔（轴）相配合而又必须在图外标注其配合时，为了明确各自的配合对象，可在公差带代号或极限偏差之后加注装配件的序号（图e）<br>  <br>e） |
| | 标注标准件、外购件与零件（轴或孔）的配合代号时，可以仅标注相配零件的公差代号（图f）<br>  <br>f） |

## 3　配制配合的标注（JB/Z 144－79）

对于某些批量小，配合尺寸大于500mm，配合公差要求又比较高的零件，为了降低加工成本，又能保证原设计的配合要求，可放弃互换性要求，采用配制加工的方法，即先加工其中较难加工，但能得到较高测量精度的零件，然后以这个零件的实际尺寸为基数，配制加工另一零件的相应尺寸，并使后者的实际尺寸控制在设计要求的配合公差范围内。用这种方法所得到的配合称配制配合。例如基本尺寸为$\phi$3000的孔和轴，要求配合的最大间隙为0.450mm，最小间隙为0.140mm，如按互换性生产可选用$\phi$3000H6/f6或$\phi$3000F6/h6，其最大间隙为0.415mm，最小间隙为0.145mm。由于基本尺寸较大，公差较小，又是少量生产，现确定采用配制配合，将难加工的孔作为先加工件，给它一个比较容易达到的公差或按"未注公差的极限偏差"加工。配制件（多数情况下是轴）可按互换性生产所定的配合公差来选取，所以配制件的公差比采用互换性生产时单个零件的公差要宽。配制件的偏差和极限尺寸以先加工件的实际尺寸为基数来确定。

按JB/Z 144－79规定，在图样上的标注方法：用代号"MF"（Matched Fit）表示配制配合，借用基准孔的代号H或基准轴的代号h表示先加工件。在装配图和零件图的相应部位均应标出配制配合代号。装配图上还要标明互换性生产时的配合要求。标注方法举例如下：

（1）在装配图上标注为

$\phi$3000H6/f6　MF（先加工件为孔）

或　$\phi$3000F6/h6　MF（先加工件为轴）

（2）若先加工件为孔，给一个容易达到的公差，例如H8，在零件图上标注为

$\phi$3000H8　MF

若按"未注公差的极限偏差"加工，则标注为

$\phi$3000　MF

（3）配制件为轴，根据已确定的配合公差选取合适的公差带，例如f7，此时下偏差为－0.355mm，上偏

差为－0.145mm，图上标注为

$\phi 3000$　f7　　MF

或　$\phi 3000^{-0.145}_{-0.355}$　MF

配制件的极限尺寸计算：仍以上例，测出先加工件（孔）的实际尺寸为 $\phi 3000.195$mm，则配制件（轴）的极限尺寸计算如下：

最大极限尺寸＝3000.195－0.145＝3000.050mm

最小极限尺寸＝3000.195－0.355＝2999.840mm

# 第 12 章　螺纹及螺纹紧固件的画法

## 1　标准的基本内容（GB/T4459.1－1995）　1.1　螺纹的画法及标注（表 8.12-1～4）

**表 8.12-1　螺纹画法**

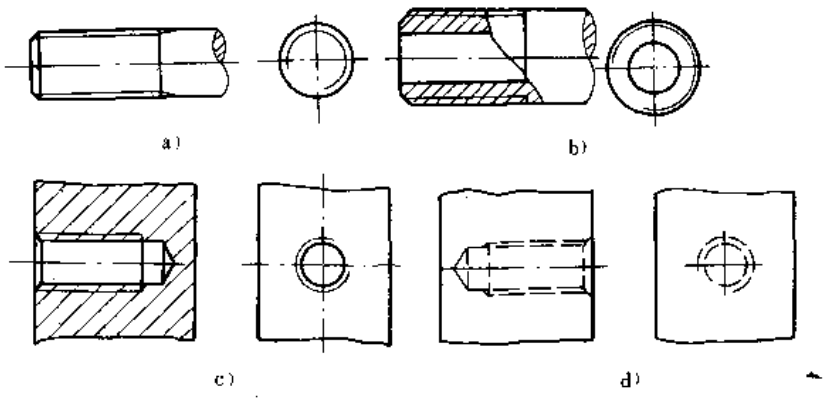
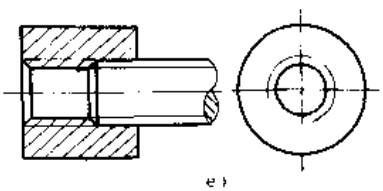
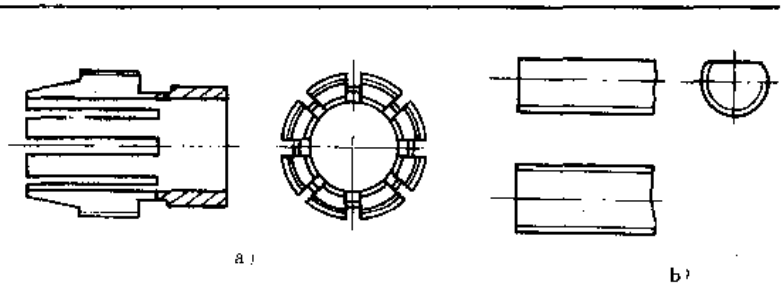
| | | |
|---|---|---|
| 内、外螺纹的画法 | 螺纹牙顶圆的投影用粗实线表示，牙底圆的投影用细实线表示，在螺杆的倒角或倒圆部分也应画出。在垂直于螺纹轴线的投影面的视图中，表示牙底圆的细实线只画的 3/4 圈（空出约 1/4 圈的位置不作规定），此时，轴或孔上的倒角投影规定不画（图 a）<br>有效螺纹的终止界线（简称螺纹终止线）用粗实线表示，外螺纹终止线的画法如图 a、b。内螺纹终止线的画法如图 c<br>螺纹部分的螺尾一般不必画出，当需要表示螺尾时，该部分用与轴线成 30°的细实线画出（图 a）<br>不可见螺纹的所有图线用虚线绘制（图 d）<br>无论是外螺纹或内螺纹，在剖视或剖面图中剖面线都必须画到粗实线处 |  |
| 内外螺纹连接的画法 | 以剖视表示内外螺纹的联接时，其旋合部分应按外螺纹的画法绘制，其余部分仍按各自的画法表示（图 e） |  |

**表 8.12-2　特殊情况下的螺纹画法**

| | | |
|---|---|---|
| 不完全的螺孔或螺杆 | 在平行于轴线的投影面的视图中，仍应画出表示螺纹牙底的细实线，如图 a 夹头的主视图。对于被切除的螺纹在其他视图表示清楚的前提下，被切除部分表示牙底的细实线可以不画，如图 b 螺杆标尺的主视图中仅画出下面一根细实线，在该图中切平面与螺杆的交线也省略不画 |  |

（续）

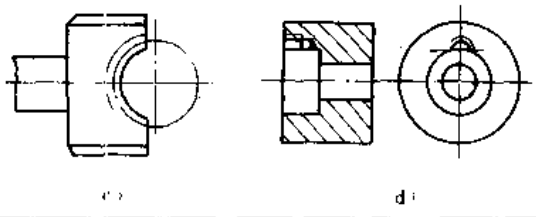
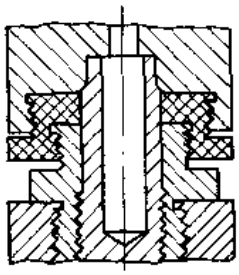
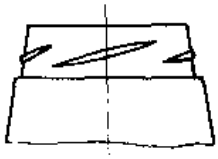
| | | |
|---|---|---|
| 不完全的螺孔或螺杆 | 在垂直于轴线的投影面的视图中，表示牙底的细实线圆弧，为区别于其他图线，仍应保留一小段空隙（图a、b、c、d） |  |
| 薄壁上的螺纹 | 薄壁零件上的螺纹，为了明显地表示内、外螺纹，可采用示意画出牙型的方法（图e） |  |
| 特殊螺纹 | 结构特殊的螺纹，可采用近似投影法绘制，如图f为某种瓶口螺纹的表示法 |  |

**表 8.12-3　普通螺纹、梯形螺纹、锯齿形螺纹标记示例**

| 螺纹类别 | 特征代号 | 螺纹标记示例 | 螺纹副标记示例 | 附　注 |
|---|---|---|---|---|
| 普通螺纹 | M | M10－5g6g－S<br>M20×2LH－6H<br>M42×3（$P$1.5）LH－L | M20×2LH－6H/6g | 普通螺纹粗牙不注螺距<br>普通螺纹细牙必需标注螺距<br>多线普通螺纹螺距和导程都必须注出 |
| 梯形螺纹 | Tr | Tr40×7－7H<br>Tr40×14（$P$7）LH－7e | Tr36×6－7H/7e | 梯形螺纹螺距或导程都必须注出 |
| 锯齿形螺纹 | B | B40×7－7A<br>B40×14（$P$7）LH－8e－L | B40×7－7A/7e | 锯齿形螺纹螺距或导程都必须注出 |
| 小螺纹 | S | S0.8 4H5<br>S1.2LH 5h3 | S0.9 4H5/5h3 | 内螺纹中径公差带为4H，顶径公差等级为5级<br>外螺纹中径公差带为5h，顶径公差等级为3级 |
| 米制锥螺纹 | ZM | ZM 10<br>ZM 10－S<br>M10×1·GB 1415 | ZM10/ZM10 | 圆锥内螺纹与圆锥外螺纹配合 |
| | | | M10×1·GB1415/ZM10－S | 圆柱内螺纹与圆锥外螺纹配合<br>S为短基距代号，标准基距不注代号 |

注：1. 右旋螺纹不注旋向，左旋螺纹注LH；

2. 中径和顶径公差带代号相同时只标注一次；

3. 一般情况下不标注螺纹旋合长度时，螺纹按中等旋合长度考虑，可不标注代号N，长旋合长度加注代号L，短旋合长度加注代号S。

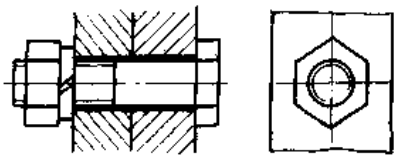
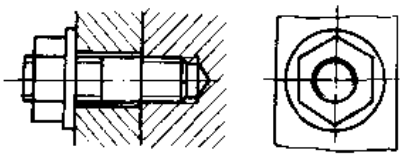
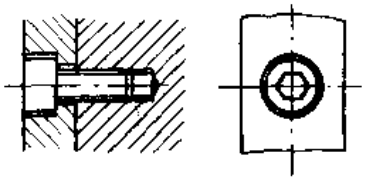
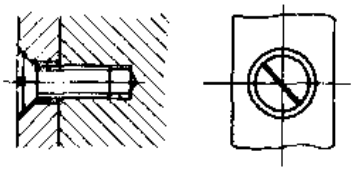
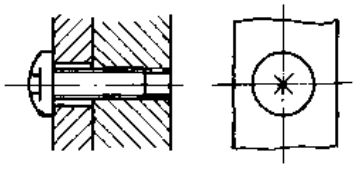
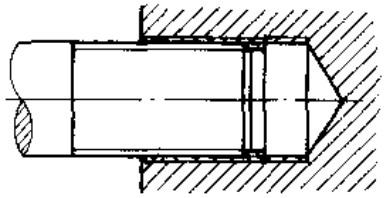
**表 8.12-4　管螺纹标记示例**

| 螺纹类别 | 特征代号 | 螺纹标记示例 | 螺纹副标记示例 | 附　　注 |
|---|---|---|---|---|
| 60°圆锥管螺纹 | NPT | NPT 3/8—LH | | 该螺纹仅有一种公差，故不注公差带代号 |
| 非螺纹密封的管螺纹 | G | G $1^1/_2$ A<br>G $^1/_2$—LH | G$1^1/_2$/G$1^1/_2$A | 外螺纹公差等级分 A 级和 B 级两种<br>内螺纹公差等级只有一种，故不标注 |
| 用螺纹密封的管螺纹 | 圆锥外螺纹 R | R $^1/_2$—LH | Rc$1^1/_2$/R$1^1/_2$ | 内外螺纹均只有一种公差带 |
| | 圆锥内螺纹 Rc | Rc$1^1/_2$ | Rc$1^1/_2$/R$1^1/_2$—LH | |
| | 圆柱内螺纹 Rp | Rp$1^1/_2$ | Rp$1^1/_2$/R$1^1/_2$ | |

注：1. 右旋螺纹不注旋向，左旋螺纹注 LH；
2. 管螺纹在图样上的标记必须从螺纹的大径引出标注。

## 1.2　螺纹紧固件的画法（表 8.12-5）

**表 8.12-5　螺纹紧固件的简化画法**

| 螺　栓　联　接 | 双头螺柱联接 | 内六角螺钉联接 |
|---|---|---|
|  |  |  |
| **一字槽螺钉联接** | **十字槽螺钉联接** | **钢丝螺套联接** |
|  |  |  |

## 2　其他国家规定的螺纹画法

**表 8.12-6　美国、前苏联等国的螺纹规定画法**

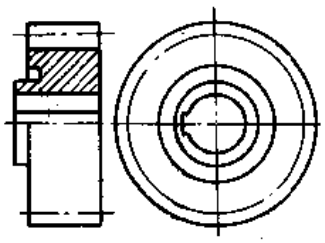
| 采用情况 / 表示法 / 国家 | 细线表示 | 虚线表示 | 栅线表示 | 近似投影 | 牙型示意 |
|---|---|---|---|---|---|
| 国际标准（ISO） | ✓ | | | | ✓（必要时采用） |
| 德　　国 | ✓ | ✓ | | | |
| 前 苏 联 | ✓ | | | | |
| 美　　国 | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 加 拿 大 | ✓（优先） | | ✓（必要时采用） | ✓（必要时采用） | ✓（必要时采用） |
| 英　　国 | ✓ | | | | |
| 日　　本 | ✓ | | | | |
| 奥 地 利 | | ✓ | | | |
| 法　　国 | ✓ | | | | ✓（必要时采用） |
| 澳大利亚 | ✓ | | | | |

# 第13章　齿轮画法

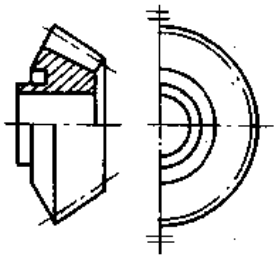
## 1　单个齿轮、蜗轮、齿条的画法（GB 4459.2—84）

表 8.13-1　齿轮、蜗轮、链轮、齿条的画法

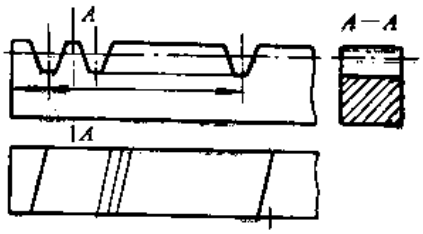
齿顶圆和齿顶线用粗实线绘制
分度圆和分度线用点划线绘制
齿根圆和齿根线用细实线绘制，可省略不画；在剖视图中，齿根线用粗实线绘制
在剖视图中，当剖切平面通过齿轮的轴线时，轮齿一律按不剖处理（图 a～e）
如需表明齿形，可在图形中用粗实线画出 一个或两个齿；或用适当比例的局部放大图表示（图 e）
当需要表示齿线的形状时，可用三条与齿线方向一致的细实线表示（图 c、f）。直齿则不需表示



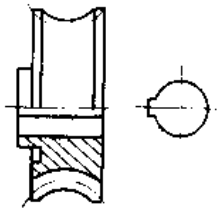
a）直齿圆柱齿轮



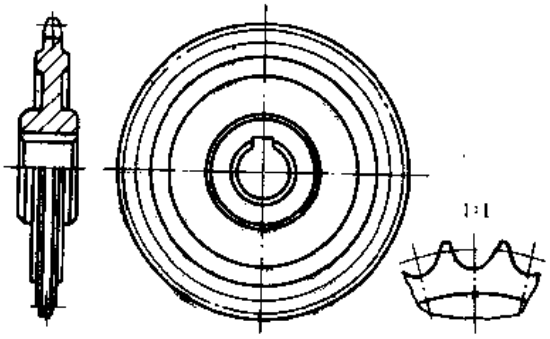
b）直齿圆锥齿轮



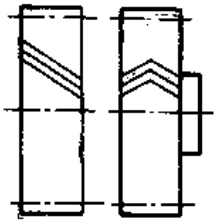

c）斜齿条



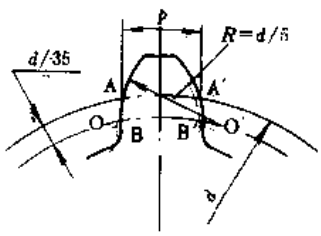
d）蜗轮




e）链轮



f）斜齿、人字齿圆柱齿轮

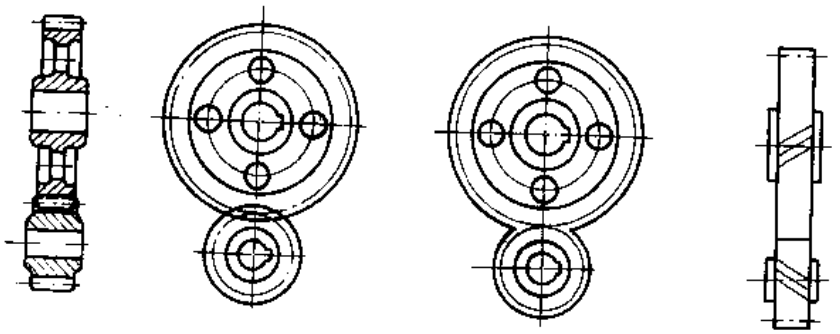
| | | |
|---|---|---|
| 齿形的画法 | 1）以齿顶圆直径 $d_a$，分度圆直径 $d$，齿根圆直径 $d_f$ 分别画出齿顶圆、分度圆和齿根圆<br>2）在分度圆上定出 $AA'=p/2=\pi m/2$（$p$——齿距，$m$——模数）<br>3）以 $\frac{d}{2}-\frac{d}{35}$ 为半径作一辅助圆弧，以 A、A′为圆心，$d/5$ 为半径作圆弧在辅助圆上定出 O′、O<br>4）以辅助圆上 O、O′为圆心，以 $R=d/5$ 为半径，过 A、A′作圆弧，自齿顶圆画至辅助圆上的 B、B′点<br>5）过 B、B′作径向线与齿根圆相交，并在齿根以 $r=0.2m$ 为半径画出圆角 |  |

## 2　齿轮的啮合画法（GB 4459.2—84）

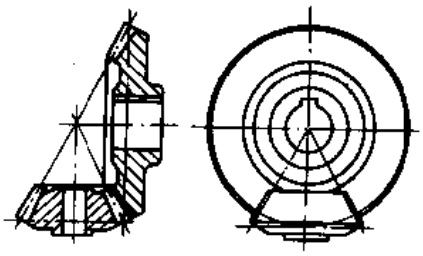
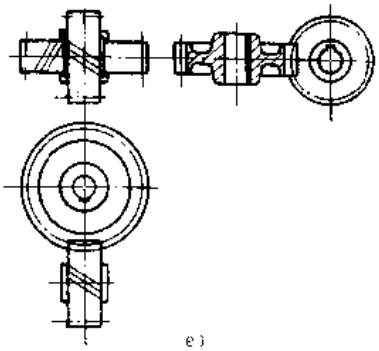
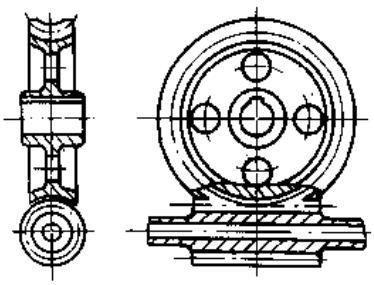
**表 8.13-2　齿轮、蜗轮、蜗杆啮合画法**

| | |
|---|---|
| 啮合区规定画法 | 在垂直于圆柱齿轮轴线的投影面的视图中，啮合区内的齿顶圆均用粗实线绘制（图 a），亦可省略（图 b）<br>在平行于圆柱齿轮，圆锥齿轮轴线的投影面的视图中，啮合区的齿顶线不需画出，节线用粗实线绘制，其他处的节线用点划线绘制（图 c）<br>在图柱齿轮啮合、齿轮齿条啮合和圆锥齿轮啮合的剖视图中，当剖切平面通过两啮合齿轮的轴线时，在啮合区内，将一个齿轮的轮齿用粗实线绘制，另一个齿轮的轮齿被遮挡的部分用虚线绘制（图 a），也可省略不画（图 d）<br>在剖视图中，当剖切平面不通过啮合齿轮轴线时，齿轮一律按不剖绘制 |

圆 柱 齿 轮 啮 合 画 法



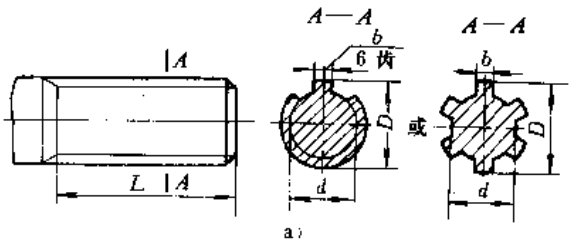
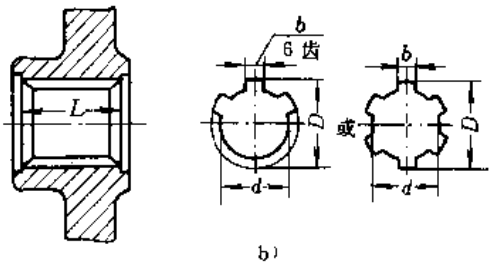
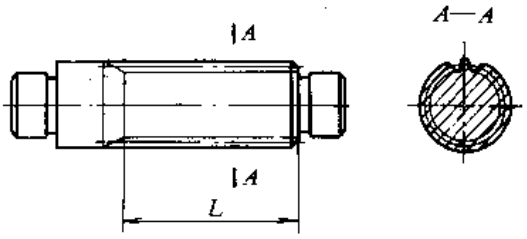
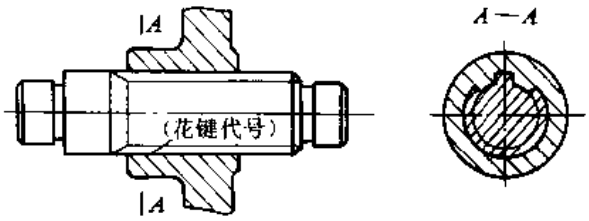
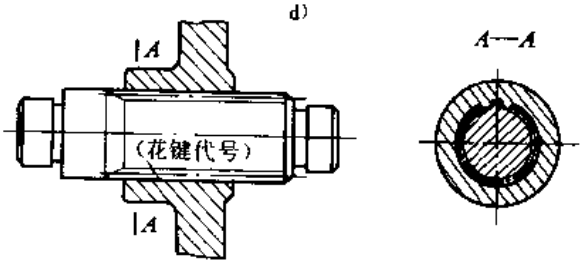
a)　b)　c)

| 圆锥齿轮啮合画法 | 轴线成直角的螺旋齿轮副啮合画法 | 蜗轮、蜗杆啮合画法 |
|---|---|---|
|  |  |  |
| d) | e) | f) |

# 第14章　花键画法

## 1　花键的画法（GB 4459.3—84、GB/T 3478.1—1995）

表 8.14-1　矩形花键和渐开线花键的画法

| | | | |
|---|---|---|---|
| 矩形花键的画法 | 外花键 | 在平行于花键轴线的投影面的视图中，大径用粗实线、小径用细实线绘制，并用剖面画出一部分或全部齿形（图a）<br>花键工作长度的终止端和尾部长度的末端均用细实线绘制，并与轴线垂直，尾部画成斜线，其倾斜角度一般与轴线成30°（图a），必要时，可按实际情况画出 |  <br>a) |
| | 内花键 | 在平行于花键轴线的投影面的视图中，大径与小径均用粗实线绘制，并用局部视图画出一部分或全部齿形（图b） |  <br>b) |
| 渐开线花键的画法 | | 渐开线花键的画法与矩形花键画法基本相同，只是需用细点划线表示分度线和分度圆（图c） |  <br>c) |
| 花键联结的画法 | | 花键联结用剖视表示时，其联结部分按外花键的画法表示 |  <br>d)<br>  |

## 2　花键的标记（GB 4459.3—84、GB 1144—87、GB/T 3478.1—1995）

**表 8.14-2　矩形花键标记方法示例**

| 花键规格 | $N$（键数）×$d$（小径）×$D$（大径）×$B$（键宽）　例：6×23×26×6 |
|---|---|
| 花键副① | $6\times23\frac{H7}{f7}\times26\frac{H10}{a11}\times6\frac{H11}{d10}$ GB 1144—87 |
| 内花键 | 6×23H7×26H10×6H11 GB 1144—87 |
| 外花键 | 6×23f7×26a11×6d10 GB 1144—87 |

① H7/f7、H10/a11、H11/d10 分别表示小径、大径、键宽的配合类别。

**表 8.14-3　渐开线花键标记方法及示例**

| | |
|---|---|
| 标记符号 | 内花键　INT<br>外花键　EXT<br>花键副　INT/EXT<br>齿　数　$z$（前面加齿数值）<br>模　数　$m$（前面加模数值）<br>30°平齿根　30P<br>30°圆齿根　30R<br>45°圆齿根　45<br>公差等级：4、5、6、7<br>配合类别：内花键　H<br>外花键　k、js、h、f、e 或 d |
| 示例 | 1）花键副，齿数 24，模数 2.5，30°圆齿根，公差等级为 5 级，配合类别为 H/h<br>花键副：INT/EXT　24$z$×2.5$m$×30R×5H/5h　GB/T 3478.1—95<br>内花键：INT　24$z$×2.5$m$×30R×5H　GB/T 3478.1—95<br>外花键：EXT　24$z$×2.5$m$×30R×5h　GB/T 3478.1—95 |
| | 2）花键副，齿数 24，模数 2.5，内花键为 30°平齿根，其公差等级为 6 级，外花键为 30°圆齿根，其公差等级为 5 级，配合类别为 H/h<br>花键副：INT/EXT　24$z$×2.5$m$×30P/R×6H/5h　GB/T 3478.1—95<br>内花键：INT　24$z$×2.5$m$×30P×6H　GB/T 3478.1—95<br>外花键：EXT　24$z$×2.5$m$×30R×5h　GB/T 3478.1—95 |
| | 3）花键副，齿数 24，模数 2.5，45°标准压力角，内花键公差等级为 6 级，外花键公差等级为 7 级，配合类别为 H/h<br>花键副：INT/EXT　24$z$×2.5$m$×45×6H/7h　GB/T 3478.1—95<br>内花键：INT　24$z$×2.5$m$×45×6H　GB/T 3478.1—95<br>外花键：EXT　24$z$×2.5$m$×45×7h　GB/T 3478.1—95 |

# 第 15 章　弹 簧 画 法

## 1　螺旋弹簧的画法（GB 4459.4—84）

## 表 8.15-1 螺旋弹簧画法

在平行于螺旋弹簧轴线的投影面的视图中，其各圈的轮廓应画成直线

螺旋弹簧均可画成右旋，但左旋弹簧不论画成左旋或右旋，一律要标注“左”字

螺旋压缩弹簧，如要求两端并紧且磨平时，不论支承圈的圈数多少和末端贴紧情况如何，均按下列形式绘制。必要时也可按支承圈的实际结构绘制

有效圈数在4圈以上的螺旋弹簧中间部分可以省略。圆柱螺旋弹簧中间部分省略后，允许适当缩短图形的长度

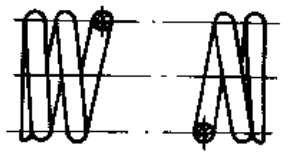
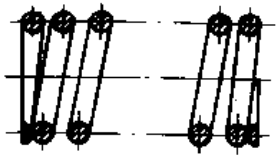
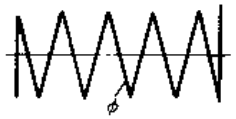
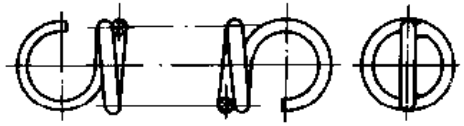
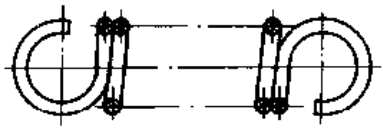
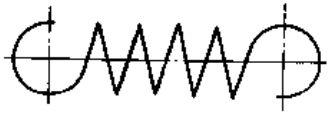
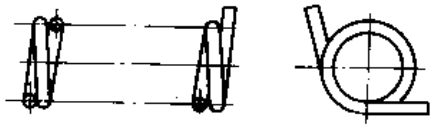
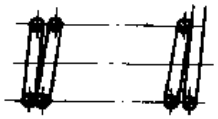
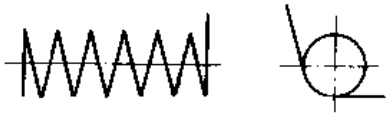
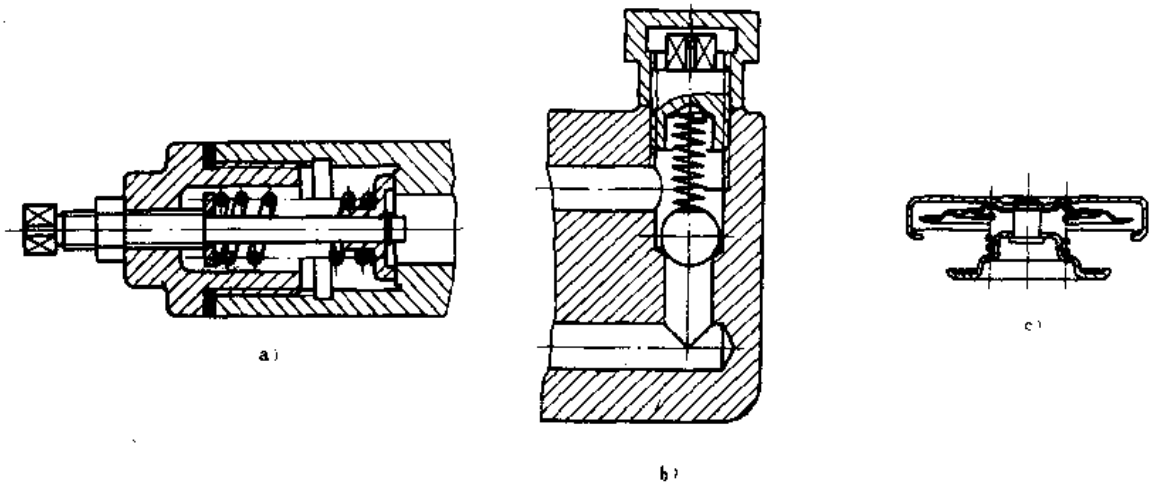
| | 视图 | 剖视图 | 示意图 |
|---|---|---|---|
| 圆柱螺旋压缩弹簧 |  |  |  |
| 圆柱螺旋拉伸弹簧 |  |  |  |
| 圆柱螺旋扭转弹簧 |  |  |  |

**表 8.15-2　装配图中弹簧画法**

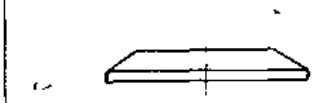
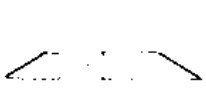
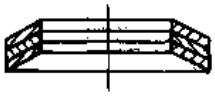
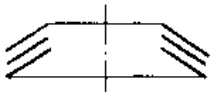
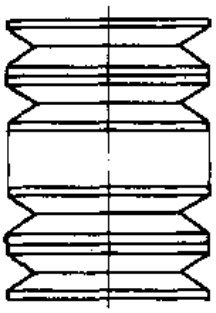
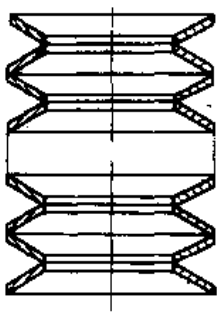
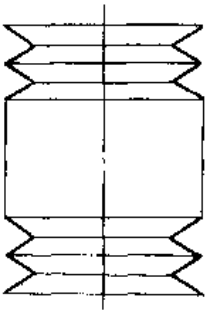
被弹簧挡住的结构一般不画出，可见部分应从弹簧的外轮廓线或从弹簧钢丝剖面的中心线画起（图 a）

型材直径或厚度在图形上等于或小于 2mm 的螺旋弹簧、碟形弹簧、片弹簧允许用示意图表示（图 b）。当弹簧被剖切时，剖面直径或厚度在图形上等于或小于 2mm 时也可用涂黑表示（图 c）




## 2　其他弹簧画法（GB 4459.4—84）

**表 8.15-3　碟形弹簧画法**

| 名称 | 视　图 | 剖 视 图 | 示 意 图 |
|---|---|---|---|
| 零件图中碟形弹簧画法 |  | |  |
| | |  |  |
| |  |  |  |

（续）

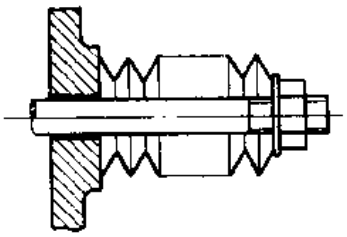
| 名称 | 视　　图 | 剖　视　图 | 示　意　图 |
|---|---|---|---|
| 装配图中碟形弹簧画法 |  | | |

**表 8.15-4　平面涡卷弹簧画法**

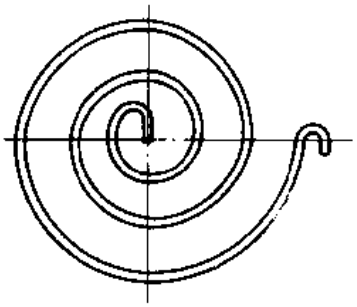
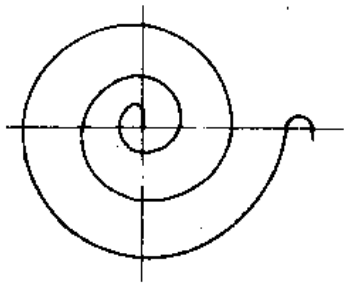
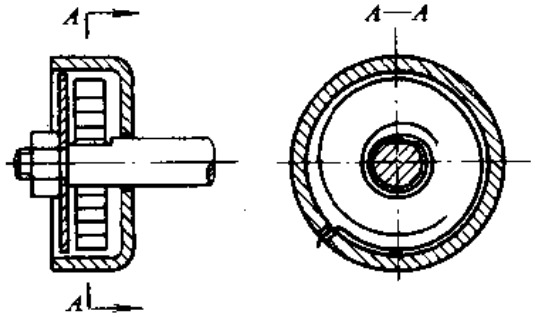
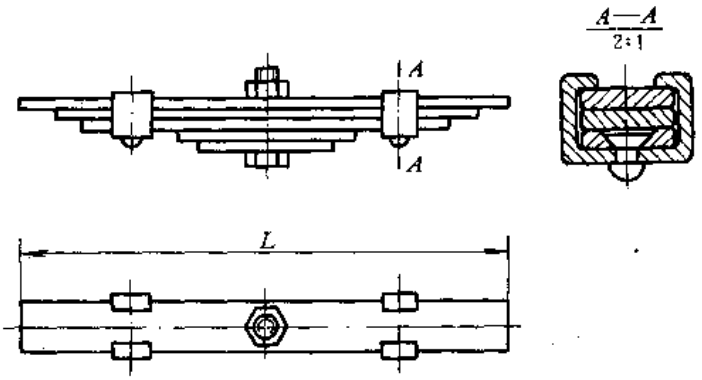
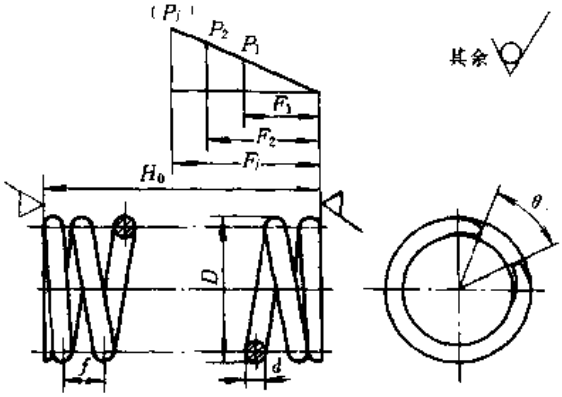
| 名称 | 视　　图 | 示　意　图 |
|---|---|---|
| 零件图中平面涡卷弹簧画法 |  |  |
| 装配图中平面涡卷弹簧画法 |  | |

表 8.15-5　板弹簧画法

| | |
|---|---|
| 板弹簧组件图画法 |  |
| 板弹簧装配图中在画法 | 板弹簧允许仅画出外形轮廓 |

## 3　弹簧图样格式示例（GB 4459.4—84）

（1）圆柱螺旋压缩弹簧（图 8.15-1）



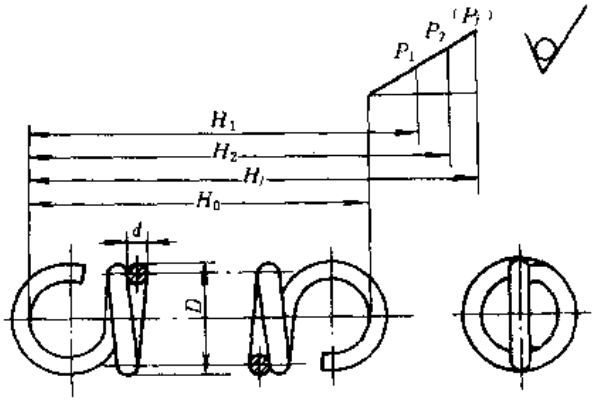

技术要求

1. （旋向）
2. 有效圈数　$n=$
3. 总圈数　$n_1=$
4. 工作极限应力　$\tau_j=$
5. （热处理要求）
6. （检验要求）

……

图 8.15-1　圆柱螺旋压缩弹簧

（2）圆柱螺旋拉伸弹簧（图 8.15-2）



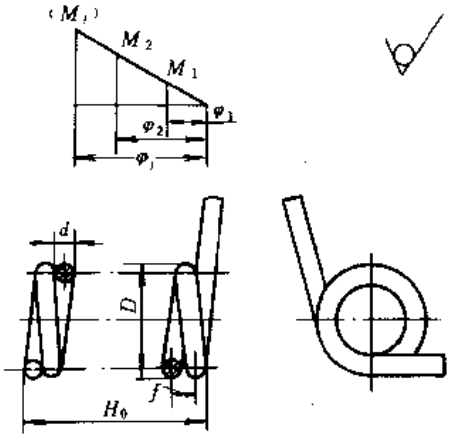

技术要求

1. （旋向）
2. 有效圈数　$n=$
3. 工作极限应力　$\tau_j=$
4. （热处理要求）
5. （检验要求）

……

图 8.15-2　圆柱螺旋拉伸弹簧

(3) 圆柱螺旋扭转弹簧（图 8.15-3）




技术要求

1. (旋向)
2. 有效圈数　$n=$
3. 工作极限应力　$\tau_j=$
4. (热处理要求)
5. (检验要求)

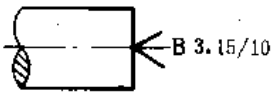
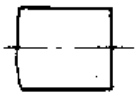
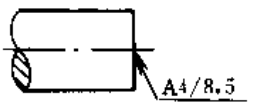
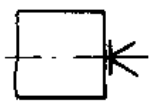
图 8.15-3　圆柱螺旋扭转弹簧

# 第 16 章　中心孔表示法

## 1　中心孔符号 (GB 4459.5—84)

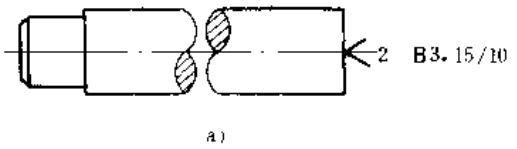
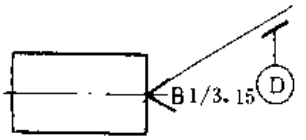
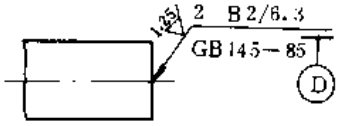
为了表达在完工的零件上是否保留标准中心孔，　可采用表 8.16-1 中规定的符号。

表 8.16-1　标准中心孔符号及标注示例

| 要　求 | 符　号 | 标注示例 | 解　释 |
|---|---|---|---|
| 在完工的零件上要求保留中心孔 | |  | 要求作出 B 型中心孔<br>$d=3.15$mm、$D_1=10$mm<br>在完工的零件上要求保留 |
| 在完工的零件上可以保留中心孔 |  |  | 用 A 型中心孔<br>$d=4$mm　$D_1=8.5$mm<br>在完工的零件上是否保留都可以 |
| 在完工的零件上不允许保留中心孔 |  | | 用 A 型中心孔<br>$d=1.6$mm、$D_1=3.35$mm<br>在完工的零件上不允许保留 |

## 2　与中心孔有关内容在图样上的标注 (GB　4459.5—84)

表 8.16-2　与中心孔有关内容的标注

| | | |
|---|---|---|
| 中心孔数量 | 如同一轴的两端中心孔相同，可只在其一端标出，但应注出其数量（图 a） |  a) |
| 锥面粗糙度要求 | 中心孔工作表面的粗糙度应在引出线上标出（图 b） |  b) |
| 中心孔轴线为基准 | 以中心孔的轴线为基准时，基准代（符）号可按图 b、图 c 的方法标注 |  c) |

# 第 17 章　表面粗糙度符、代号及其注法

## 1　表面粗糙度符号、代号 (GB/T 131—93)

图样上所标注的表面粗糙度符号、代号是该表面　　完工后的要求。

表 8.17-1　表面粗糙度符号

| 符　号 | 意义及说明 |
|---|---|
| | 基本符号，表示表面粗糙度可用任何方法获得。当不加注粗糙度参数值或有关说明（例如：表面处理、局部热处理状况等）时，单独使用这符号是没有意义的 |
| | 基本符号加一短划，表示表面粗糙度是用去除材料的方法获得。例如：车、铣、钻、磨、剪切、抛光、腐蚀、电火花加工、切割等 |
| | 基本符号加一小圆，表示表面粗糙度是不用去除材料的方法获得。例如：铸、锻、冲压变形、热轧、冷轧、粉末冶金等<br>或者是用于保持原供应状况的表面（包括保持上道工序的状况） |

（续）

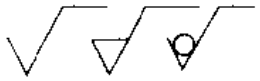
| 符　号 | 意义及说明 |
| --- | --- |
|  | 以上三个符号的长边上均可加一横线，用于标注有关参数和说明 |

**表 8.17-2　表面粗糙度高度参数，轮廓算术平均偏差 $R_a$ 的标注示例**

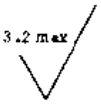
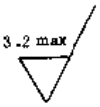
| | | 代号示例 | 意　义 |
| --- | --- | --- | --- |
| 标注上限值、下限值 | 当给定表面粗糙度上限值或下限值要求时，如果表面粗糙度参数的实测值中超过规定值的个数少于总数的16%，该表面仍合格 | | 用任何方法获得的表面，$R_a$ 的上限值为 3.2μm |
| | | | 用去除材料方法获得的表面，$R_a$ 的上限值为 3.2μm |
| | | | 用不去除材料方法获得的表面，$R_a$ 的上限值为 3.2μm |
| | | | 用去除材料方法获得的表面，$R_a$ 的上限值为 3.2μm，$R_a$ 的下限值为 1.6μm |
| 标注最大值、最小值 | 当给定表面粗糙度最大值或最小值要求时，在表面粗糙度检测过程中，整个被检表面所有粗糙度参数实测值均不应超过图样上或技术文件中的规定值 |  | 用任何方法获得的表面，$R_a$ 的最大值为 3.2μm |
| | |  | 用去除材料方法获得的表面，$R_a$ 的最大值为 3.2μm |
| | | | 用不去除材料方法获得的表面，$R_a$ 的最大值为 3.2μm |
| | | | 用去除材料方法获得的表面，$R_a$ 的最大值为 3.2μm，$R_a$ 的最小值为 1.6μm |

**表 8.17-3　其他表面粗糙度高度参数轮廓微观不平度十点高度 $R_z$、轮廓最大高度 $R_y$ 的标注示例**

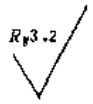
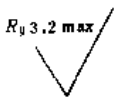
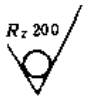
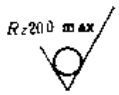
| 代号示例 | 意　义 | 代号示例 | 意　义 |
|---|---|---|---|
|  | 用任何方法获得的表面，$R_y$ 的上限值为 3.2μm |  | 用任何方法获得的表面，$R_y$ 的最大值为 3.2μm |
|  | 用不去除材料方法获得的表面，$R_z$ 的上限值为 200μm |  | 用不去除材料方法获得的表面，$R_z$ 的最大值为 200μm |

**表 8.17-4　表面粗糙度其他参数值的标注示例**

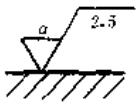
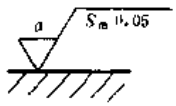
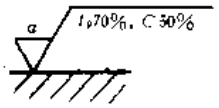
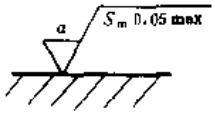
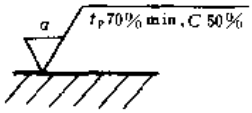
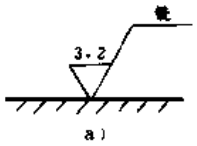
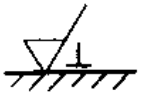
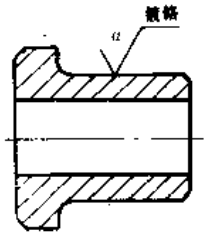
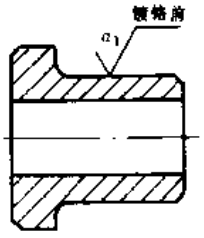
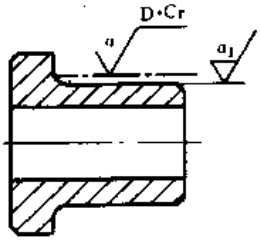
| | | 代　号　示　例 | 意　义 |
|---|---|---|---|
| 取样长度 | 取样长度应标注在符号长边横线的下面，若按 GB10610—89 中有关规定选用对应的取样长度时，在图样上可省略标注 |  | 取样长度为 2.5mm |
| 间距参数或综合参数 | 若需要标注表面粗糙度间距参数轮廓的单峰平均间距 $S$ 值，轮廓微观不平度平均间距 $S_m$ 值或轮廓支承长度率 $t_p$ 时，应注在符号长边的横线下面，数值写在相应符号的后面 |  | 轮廓微观不平度的平均间距 $S_m$ 上限值为 0.05μm |
| | |  | 水平截距 $C$ 在轮廓最大高度 $R_y$ 的 50%位置上，支承长度率 $t_p$ 的下限值为 70% |
| | |  | 轮廓微观不平度的平均间距 $S_m$ 最大值为 0.05μm |
| | |  | 水平截距 $C$ 在轮廓最大高度 $R_y$ 的 50%位置上，支承长度率 $t_p$ 的最小值为 70% |

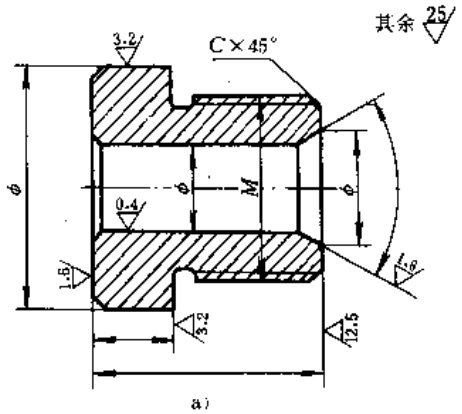
**表 8.17-5　指定加工方法、控制表面纹理方向和镀涂表面粗糙度标注**

| | | |
|---|---|---|
| 指定加工方法 | 如该表面的粗糙度要求需由指定的加工方法获得时，可用文字标注在符号长边的横线上面（图 a） |  a） |
| 控制纹理方向 | 需要控制表面加工纹理方向时，可在符号右边加注加工纹理方向符号（图 b） |  b） |
| 控制纹理方向 | 常见纹理方向符号：<br>= 纹理平行于标注代号的视图的投影面；<br>× 纹理呈两相交的方向；<br>C 纹理呈近似同心圆；<br>P 纹理无方向或呈凸起的细粒状<br>⊥ 纹理垂直于标注代号的视图的投影面；<br>M 纹理呈多方向；<br>R 纹理呈近似放射形； | |
| 镀涂表面 | 镀涂或其他表面处理后要求 |  |
| | 镀涂前的要求 |  |
| | 同时表示镀涂前、镀涂后的要求 |  |

## 2　粗糙度代号在图样上的标注（GB/T 131—93）　（表 8.17-6）

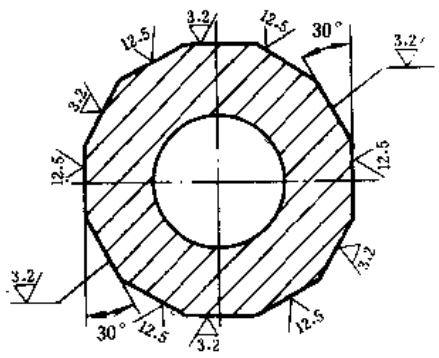
**表 8.17-6　表面粗糙度在图样上的标注方法**

表面粗糙度代（符）号一般注在可见轮廓线、尺寸界线、引出线或它们的延长线上。符号的尖端必须从材料外指向表面（图 a）



a）

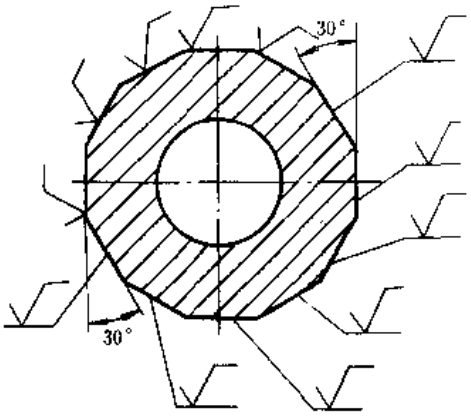
表面粗糙度代号中数字及符号方向必须按图 a、图 b 规定标注



b）

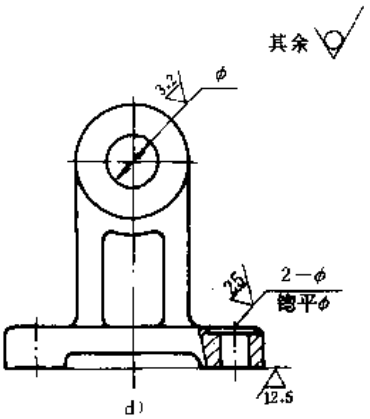
（续）

带横线的表面粗糙度符号应按图 c 标注



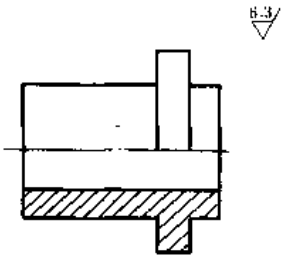

c)

在同一图样上，每一表面一般只标注一次代〔符〕号，并尽可能靠近有关的尺寸线。当地位狭小或不便标注时，代〔符〕号可以引出标注（图 d）



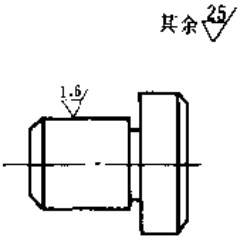

d)

当零件所有表面具有相同的表面粗糙度要求时，其代〔符〕号，可在图样右上角统一标注（图 e）



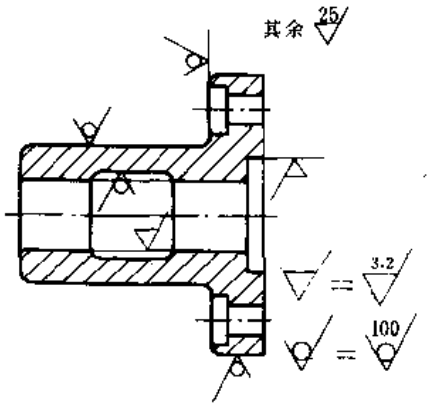

e)

当零件的大部分表面具有相同的表面粗糙度要求时，其中使用最多的一种代〔符〕号可以统一注在图样的右上角，并加注“其余”两字（图 f）



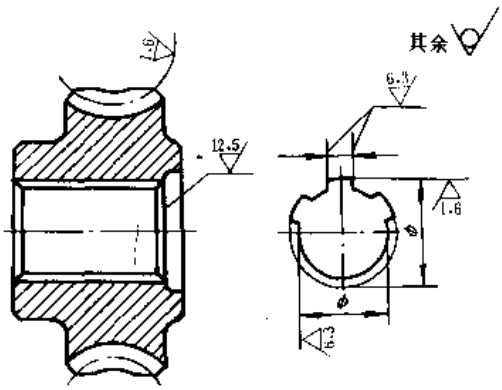

f)

为了简化标注方法，或者标注位置受到限制时，可以标注简化代号，也可采用省略标注（图 g），但应在标题栏附近说明这些简化代〔符〕号的意义




g)

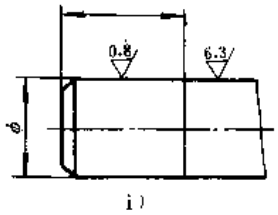
零件上连续表面和重复要素（孔、槽、齿……等）的表面（图 h）和用细实线连接不连续的同一表面，其表面粗糙度代〔符〕号只标注一次




h)

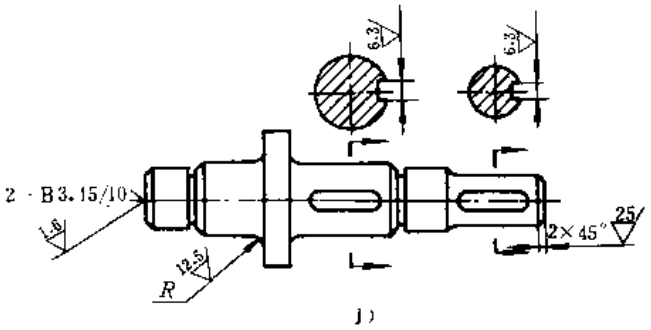
（续）

同一表面上有不同的表面粗糙度要求时，须用细实线画出其分界线，并注出相应的表面粗糙度代号和尺寸（图i）



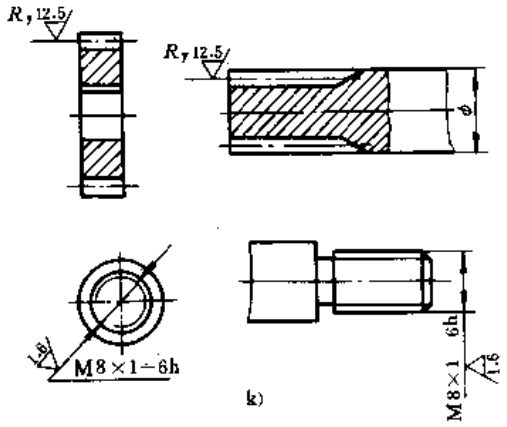

i）

中心孔的工作表面、键槽工作面、倒角、圆角的表面粗糙度代号，可以按图j简化标注



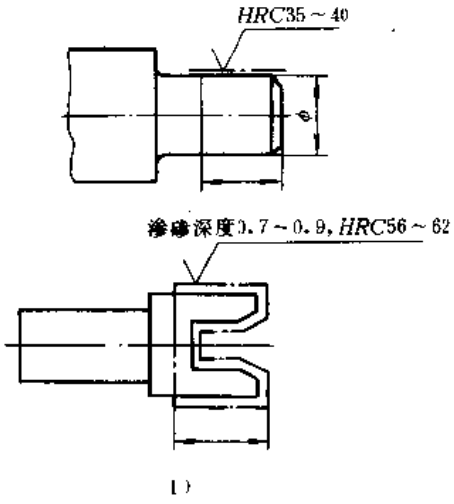

j）

齿轮、渐开线花键、螺纹等工作表面没有画出齿（牙）形时，其表面粗糙度代号可按图k的方式标注




k）

需要将零件局部热处理或局部镀（涂）覆时，应用粗点划线画出其范围并标注相应的尺寸，也可将其要求注写在表面粗糙度符号内（图l）



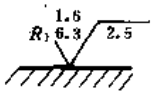
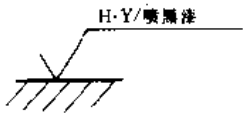
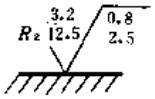
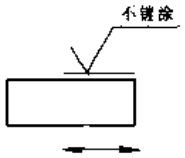
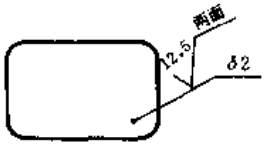
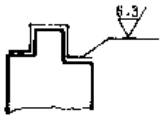
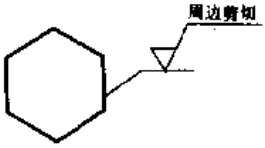
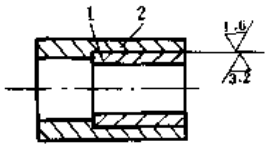
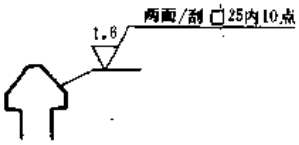
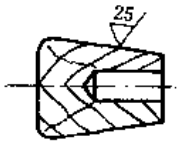

l）

## 3　标注示例（表8.17-7）

**表8.17-7　标注示例及说明**

| 示　例 | 说　明 | 示　例 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 0.4 / 0.8/$t_p$30%，C 20% | 在符号长边的横线下面同时标注取样长度与轮廓支承长度率$t_p$时，在$t_p$前需加注斜线，此时$R_a$与$t_p$的取样长度均为0.8mm | Fe·EP·Cr60 hd/MP<br>0.1 | 在横线上面同时注写镀层要求与加工方法时，按工艺顺序用斜线隔开。图例表示，表面镀硬络，镀层厚度为60±5μm，镀后经抛光$R_a$的上限值为0.4μm |

（续）

| 示　例 | 说　明 | 示　例 | 说　明 |
|---|---|---|---|
|  | $R_z$ 与 $R_y$ 的取样长度均为 2.5mm |  | 在横线上面注写多层镀涂与化学处理时，按工艺顺序用斜线隔开。图例表示表面化学氧化后，喷黑漆 |
|  | $R_z$ 的取样长度为 0.8mm，$R_z$ 的取样长度为 2.5mm |  | 部分不镀涂表面，可用粗点划线画出，同时在横线上加以注明 |
|  | 在符号长边的横线上面，可注写注释性说明，图例表示前、后两面的表面粗糙度均为 12.5 |  | 相同要求的表面，当标注位置受到限制时，可用粗点划线画出，在引出线上标注一次代〔符〕号 |
|  | 在横线上面可同时注写加工方法与注释性说明 |  | 结合件的配合表面，可按图标注粗糙度代号，件 1 外圆面粗糙度为 $R_a$1.6，件 2 内圆柱面粗糙度为 $R_a$3.2 |
|  | 在横线上面可注写加工要求，图例表示导轨工作表面经刮削后，在 25mm×25mm 面积内接触点不少于 10 点，$R_a$ 的上限值为 1.6μm |  | 图示为木制件表面粗糙度的标注 |

# 第 18 章　玻璃器具表示法

## 1　标准的主要内容（GB 12213—90）

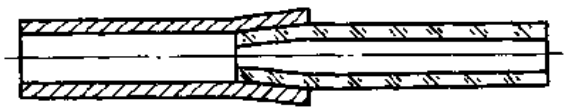
### 1.1　基本要求

遵循《机械制图　图样画法》标准的规定，在图样中玻璃器具按不透明物体绘制。对于供观察用的刻度、字体、指针、液面等按可见轮廓绘制，如图 8.18-1（内标式凝点用温度计）所示。

图 8.18-1　玻璃器的画法

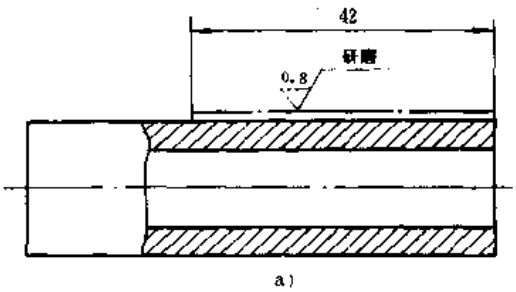
## 1.2　剖视图和剖面图的画法（表 8.18-1）

**表 8.18-1　玻璃器具的剖面符号画法规定**

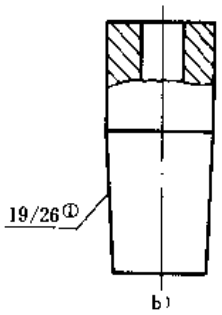
| | |
|---|---|
| 玻璃器具的剖面符号应按 GB 4457.5—84《机械制图　剖面符号》的规定绘制（图 a）。为了绘图方便，在不致引起误解时，也可用与水平成 45°的方向相同、间隔相等的细斜线表示（图 b）。但在同一图样中，应采用相同的剖面符号 | <br>a)　　b) |
| 不同材料的零件或部件熔封在一起时，在剖视图和剖面图上应用各自规定的剖面符号表示，（图 c——熔封在一起的为玻璃和金属） |  <br>c) |
| 绘制图样时，两轮廓线之间的距离小于或等于 2mm 的剖面，可用涂黑代替剖面符号；大于 2mm 时应绘制剖面符号 | |

## 1.3　表面加工和表面处理表示法（表 8.18-2）

**表 8.18-2　表面加工和表面处理的标注**

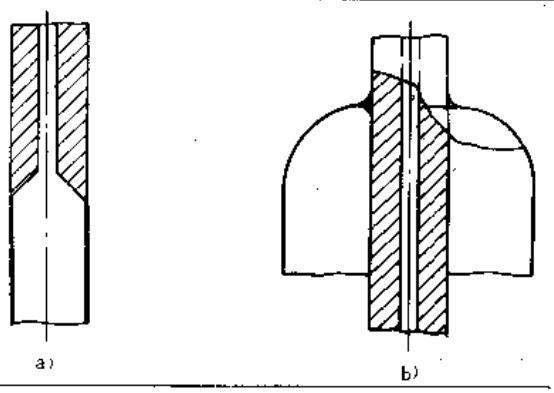
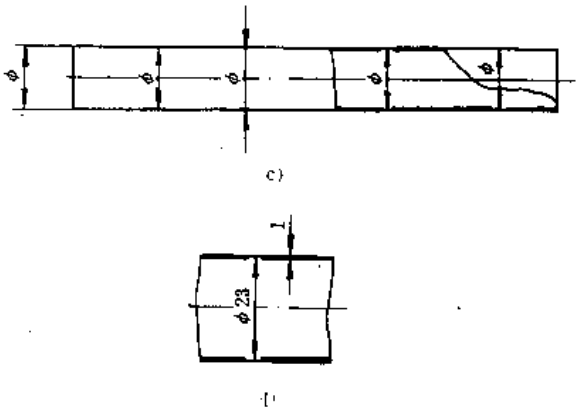
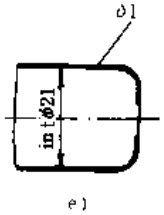
| | |
|---|---|
| 表面加工方法和表面处理要求（如研磨，镀银、腐蚀、热整形、抛光等）应按 GB/T 131—93《机械制图　表面粗糙度代号及其注法》规定的方法标注（图 a） |  <br>42<br>研磨<br>0.8<br>a) |

（续）

| | |
|---|---|
| 在图样上，可互换锥形磨口或球磨口的详细尺寸和表面处理要求不必注出，应按照有关标准规定的玻璃标准口、塞代号标注（图 b） |  <br>①其中 19 表示口、塞大端的直径为 18.8mm；中系列的磨面长度为 26；磨面的表面粗糙度要求 $R_a$ 为 1μm |

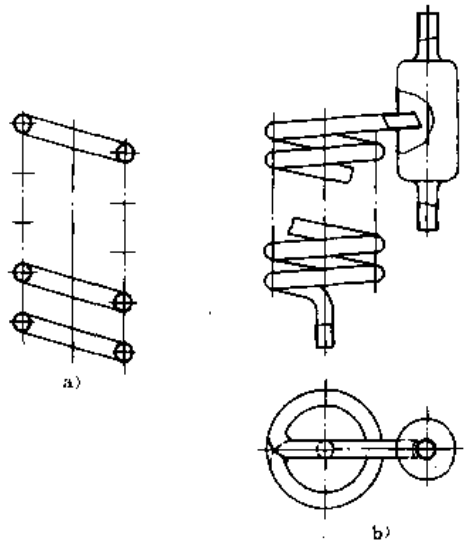
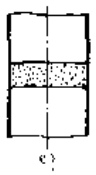
## 1.4　薄壁件的画法和尺寸注法（表 8.18-3）

**表 8.18-3　薄壁件的表示法和尺寸注法**

| | |
|---|---|
| 在绘制薄壁（小于或等于 2mm）的零件或部件的剖视图和剖面图时，应不考虑其实际壁厚，而采用宽度至少为可见轮廓两倍的图线画出（图 a、b） |  |
| 通常应以外径表示薄壁管径的尺寸（图 c、d），否则需另作规定 |  |
| 需要标注薄壁管的内径时应以“intφ”表示（图 e） |  |
| 必要时，薄壁件的壁厚应按图 d，或图 e 的方法标注 | |

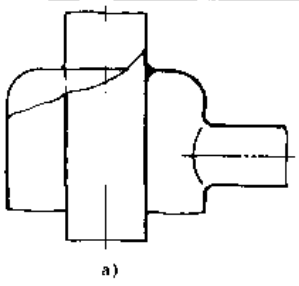
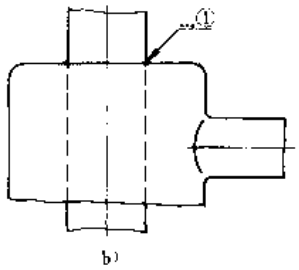
## 1.5　管子和烧结过滤器的画法（表 8.18-4）

**表 8.18-4　管子、烧结过滤器的表示方法**

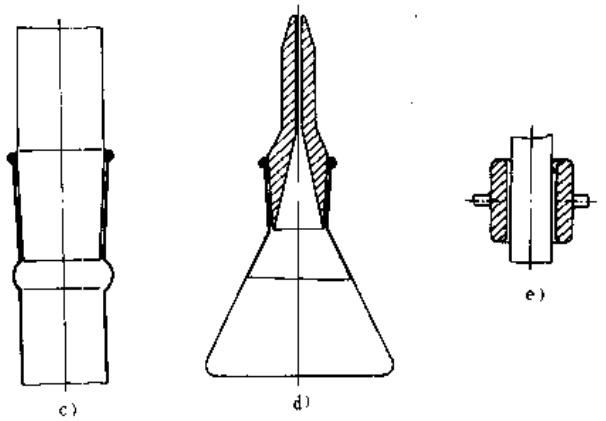
| | | |
|---|---|---|
| 管子的表示法 | 管子的视图和剖视图或剖面图的画法如表 8.18-3 图 c、d、e 所示 | |
| | 螺旋管的剖视图或剖面图可用简化的方法绘制（图 a、b） |  |
| | 管子末端的开口或封死应在剖面图上表示清楚，开口的管端应用细实线（GB 4457.4—84《机械制图　图线》中的 B 型线）绘制，（表 8.18-3 图 e、图 b） | |
| 烧结过滤器的表示法 | 烧结过滤器的剖视图或剖面图中的剖面符号应采用不规则的小点（为便于复制，小点应画得很清晰）简化表示（图 c）其他要求可按 GB 11415—89 实验室烧结过滤器<br>孔隙度的分级和标号的规定表示 |  |

## 1.6　接口的画法（表 8.18-5）

**表 8.18-5　接口表示法**

| | |
|---|---|
| 熔封接口用剖视图或剖面图表示时，应按图 a 的方法表示。没有特殊要求的光滑圆角一般不注半径尺寸 |  |
| 熔封接口处有关封接的技术要求应按图 b 的方法表示 |  <br>①封接的技术要求 |

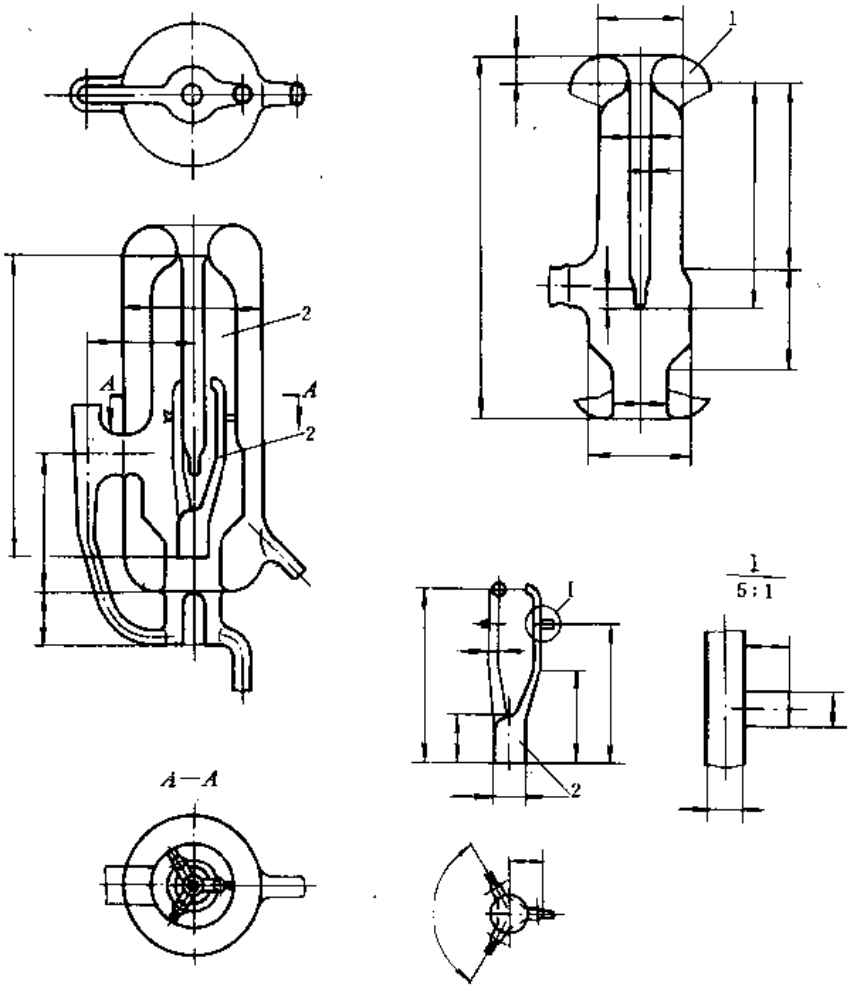
（续）

| | |
|---|---|
| 可拆卸的部件如旋塞阀，搅拌器、密封套等应清晰地画出各件间的间隙（间隙量约为 0.7～1.4mm）如图 c、d、e 所示 |  |
| 在不致引起误解时，过渡线、相贯线、截交线可省略不画（表 8.14-3 图 a、图 d）。需要画出时，应按 GB 4458.1—84《机械制图　图样画法》的规定绘制（图 a、b、c） | |

## 1.7　组合玻璃器具的画法（表 8.18-6）

**表 8.18-6　组合玻璃器具的表示法**

当需要详细表示含有密封件的玻璃器具的一个或多个部件时，可按下图的方法简化绘制带有尺寸的各个部件的图样



## 2　标准的特点和应用

(1) 玻璃器具在石油、化工、真空、环保、植物培养、地质矿产、钢铁分析、气象、医院、农业、机械、电子、造船、航空航天等行业广泛使用，玻璃器具技术制图贯穿设计、生产、检验，使用和销售各个环节。由于国内和国际上分工的不同，GB 12213 规定的玻璃器具制图表示法适用于实验室玻璃器具以及其他玻璃器具，不适用于光学玻璃部分，通常玻璃器皿、玻璃容器、药用玻璃、建材玻璃和电光源玻璃制品的制图方法也不包括在这个标准之中。

(2) 玻璃器具零件或部件与金属或其他材料制作的零、部件熔封时，应按 GB 4457.5—84《机械制图　剖面符号》中规定的画法表示各自的剖面符号，不然会产生误解。

(3) 中华人民共和国轻工业部标准 QB 764—80《玻璃标准口、塞基本尺寸、试验方法》中规定口塞的锥度为(1±0.006)：10，并规定了一系列口塞的代号，如 5/9，其中 5 表示口塞大端的直径为 5mm，9 表示短型系列的磨面轴向长度为 9mm。QB 764 还规定口塞磨面的表面粗糙度要求为 $R_a<1\mu m$。因此，为了简化玻璃器具图样标注，GB 12213 规定凡符合 QB 764 规定要求的可互换锥形磨口，不必在图样上标注其详细尺寸和表面处理要求，而直接采用 QB 764 规定的代号进行标注。

(4) 由于玻璃器具的特殊要求，具有特殊功能的管子末端(如象开口或封死端)应在剖视图或剖面图中表示清楚。封死的管端应用粗实线（轮廓线，GB 4457.4—84 的 A 型线）绘制，开口的管端应用细实线(GB 4457.4—84 的 B 型线）绘制，以便区别。

螺旋管的画法类似于弹簧画法，可参考 GB 4459.4—84《机械制图　弹簧画法》中的有关规定。

(5) 烧结过滤器是用加热使颗粒粘结的方法形成的多孔材料制造的。所以，GB 12213 规定在剖视图或剖面图上采用不规则的小点简化表示，其他要求如过滤器的级别等可按 GB 11415—89《实验室烧结过滤器孔隙度的分级和标号》的规定表示。

## 3　与国际标准和国内相关标准的对比

### 3.1　与国际标准的对比

GB 12213—90 参照采用国际标准 ISO 6414—1982《玻璃仪器技术制图》，根据我国的实际情况进行了修改、补充和提高。

ISO 6414 仅规定“作为一般原则，所有的玻璃仪器都应按不透明物体绘制”，GB 12213 增加了“对于供观察用的刻度、字体、指针、液面等按不可见轮廓绘制”的规定，如图 8.18-1 内标式凝点用温度计，以满足生产实际的需要。

ISO 6414 没有规定专门的玻璃剖面符号，图样上都使用的是与水平成 45°的方向相同、间隔相等的细斜线表示。GB 12213 规定玻璃器具的剖面符号应通常采用 GB 4457.5—84《机械制图　剖面符号》中规定的剖面符号。

ISO 6414 还规定绘制图样时，两轮廓线之间的距离小于或等于 3mm 的剖面可用涂黑代替剖面符号。GB 12213 为了与 GB 4457.5 相一致，规定两轮廓线之间的距离小于或等于 2mm 的剖面可涂黑代替剖面符号，大于 2mm 的剖面应绘制剖面符号。

ISO 6414 规定应以“$\phi$int.”标注薄壁管的内径。GB 12213 规定为“int$\phi$”，将“int.”(英文字母 internal；内径的缩写词）修改为“int”，作为一个专门符号，以符合我国的国情。

GB 12213 还增加了一种标注薄壁件壁厚的方法，如表 8.18-3 图 e。

GB 12213 补充规定在熔封接口中，没有特殊要求的光滑圆角一般不注半径尺寸，以满足玻璃器具专业的特殊要求。

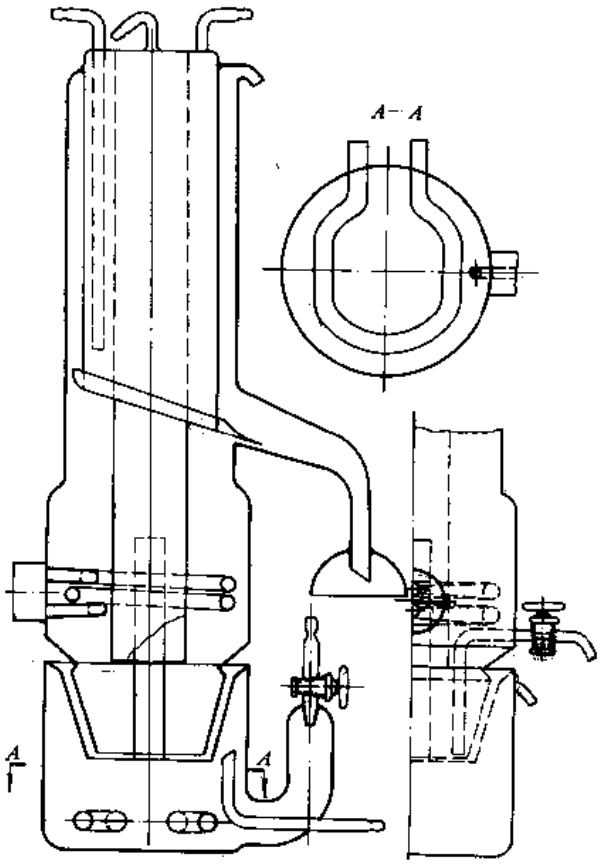



图 8.18-2　组合玻璃仪器图例

GB 12213 还增加规定在不致引起误解时，过渡线、相贯线、截交线可省略不画的简化表示法，如表 8.18-6 图 c 和表 8.18-6 图 d。需要画出时，用粗实线表示(GB 4457.4—84 中的 A 型线)，ISO 6414 用细实线表示。

### 3.2　与国内相关标准的对比

在 GB 12213—90 颁布以前，我国一直没有一个统一的玻璃器具表示法标准，比较完整的是京 Q/YQ1-106-86《玻璃仪器工艺制图》，它是在 ISO 6414 的基础上制订的，有价值的是该标准在总结国内玻璃仪器行业特点的基础上，提出了 15 个典型图例，见图 8.18-2～16。

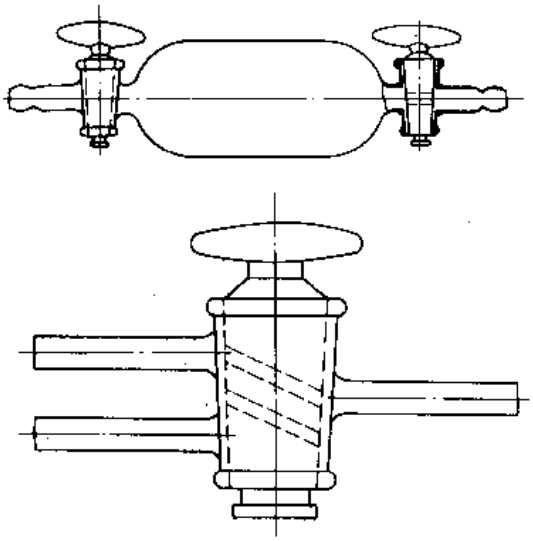


图 8.18-3　活塞画法图例

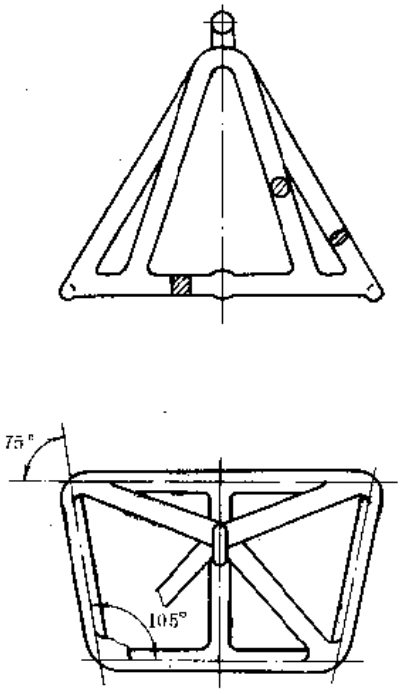



图 8.18-4　玻璃棒画法及角度数字注法图例

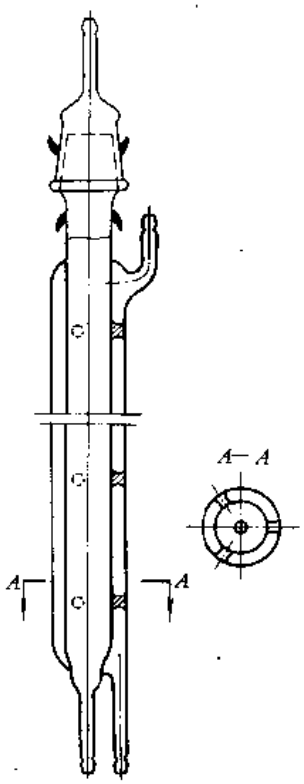



图 8.18-5　玻璃粘物及粘玻璃棒图例

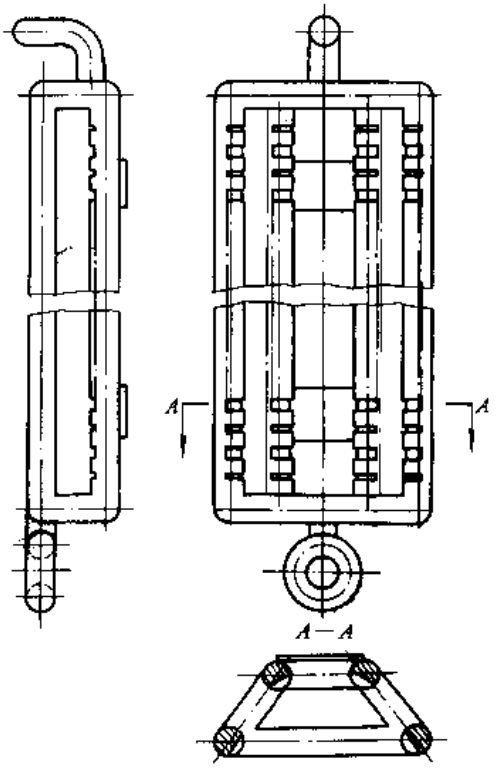



图 8.18-6　开槽表示法图例

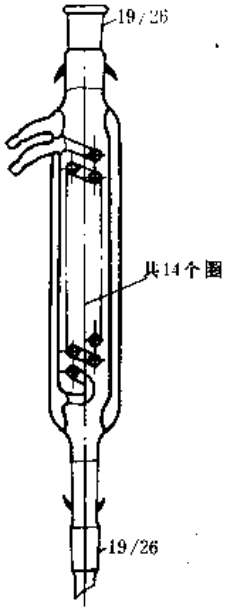



图 8.18-7　玻璃粘物及螺旋管画法图例

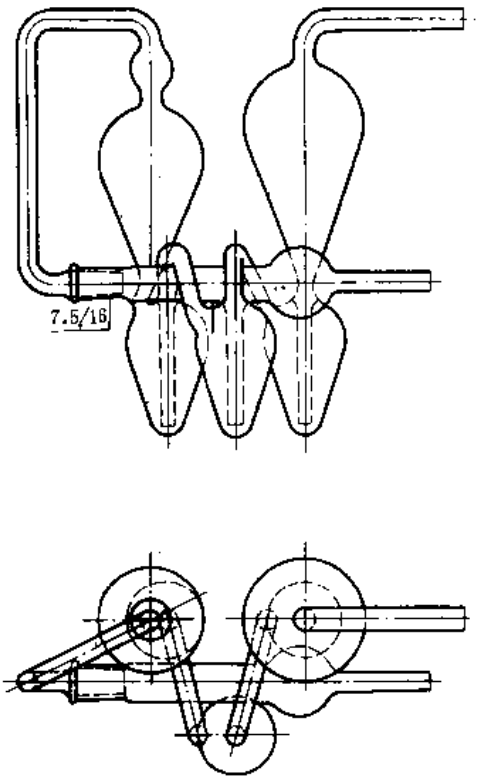



图 8.18-8　立体图形画法图例

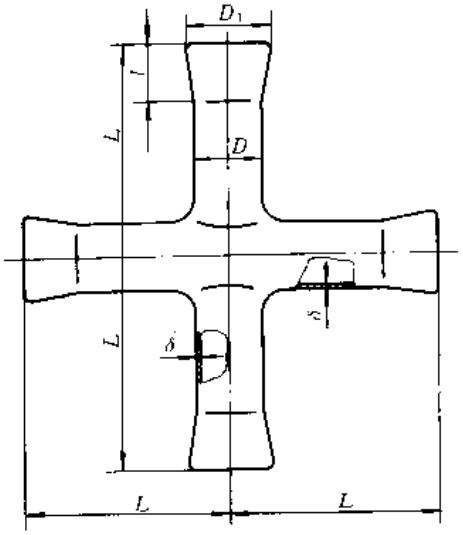



图 8.18-9　管道画法图例

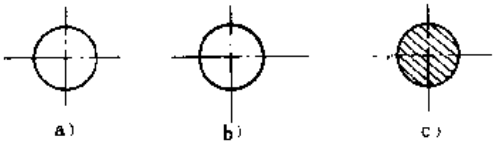



图 8.18-10　玻璃球画法图例

a）未剖开的球　b）空心球剖面　c）实心球剖面

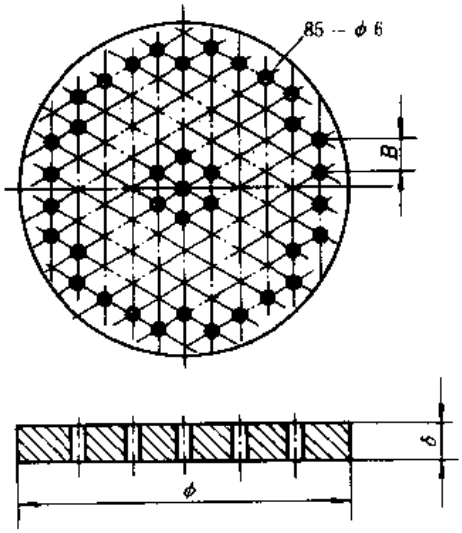



图 8.18-11　筛板画法图例

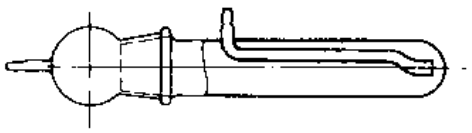


图 8.18-12　局部剖画法图例

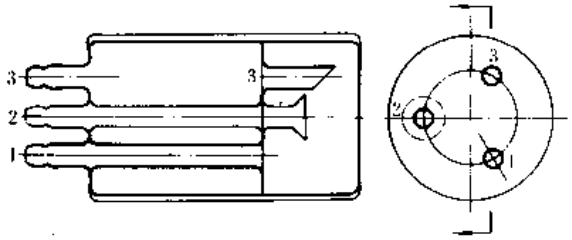



图 8.18-13　隔断画法图例

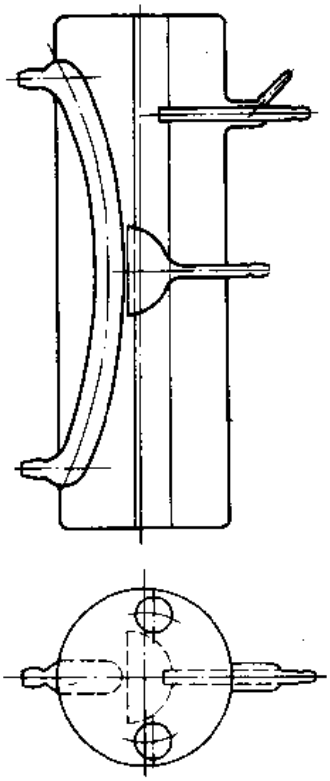


图 8.18-14　投影图画法图例

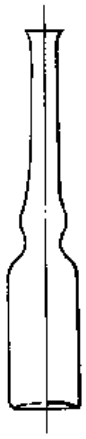


图 8.18-15　薄壁管及封底表示法图例

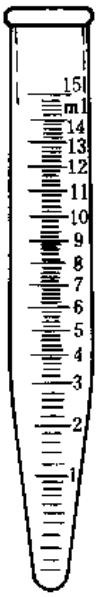



图 8.18-16　量器标线表示法图例

# 第 19 章　机构运动简图符号

## 1　概述

### 1.1　简图

将与运动无关的机器复杂外形和具体构造加以简化，并以规定的符号、代号和简单线条表明整机或部件所属机构的运动情况和范围的图称为机构运动简图。而表明机械或机构的动力传递方式、过程及其组成的图称为传动简图。简图中的机构构件必须按实际尺寸或一定比例绘制。不严格按比例或不按比例绘制的简图称示意图。

### 1.2　机构、构件、运动副

构件与构件的组合称机构，它是各种机械用来变换运动和传递动力的基本组成部分，组成机构的各构件之间具有确定的相对运动，当其中一件的位置确定时，其余各件的位置也随之而定，如四连杆机构、齿轮机构等。

机构中每一运动单元称构件，构件可以是单一的整体，如内燃机的曲轴；构件也可以是由多个零件组成的部件，如内燃机的连杆，它由连杆体、连杆头轴套、轴瓦、螺栓、螺母等多个零件装配而成的一个运动单元，它是由多个零件组成的构件。

凡是两个构件直接接触而又能产生一定型式的相对运动的联结称运动副。如曲轴与连杆相互联结，可以产生相对回转运动即为一个运动副，齿轮与齿轮啮合，凸轮与从动杆的联结都构成运动副。

## 2　标准的基本内容（GB 4460—84）

### 2.1　机构构件的运动符号

用图线宽为 $b/3$ 的直线或圆弧表示构件的直线运动或圆弧运动的轨迹，如需表示运动方向时应在轨迹线上加画箭头，如在运动的中间位置有瞬时停顿，则在轨迹中部加一小竖直线，若在中间位置或极限位置有短暂停留，或有局部反向运动时，运动轨迹用折线表示，停止符号是在轨迹线终端处加一小竖线。

**表 8.19-1　机构构件运动符号**

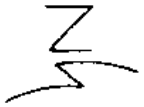
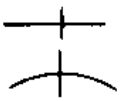
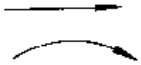
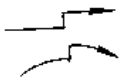
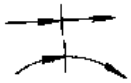
| 名　称 | 基本符号 | 可用符号 | 附　注 | 名　称 | 基本符号 | 可用符号 | 附　注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 运动轨迹 | | | 直线运动<br>回转运动 | 极限位置的停留 | | | 直线运动<br>回转运动 |
| 运动指向 |  | | 表示点沿轨迹运动的指向 | 局部反向运动 |  | | |
| 中间位置的瞬时停顿 |  | | 直线运动<br>回转运动 | | | | |
| 中间位置的停留 | | | | 停止 | | | |

**表 8.19-2　机构构件运动符号示例**

| 名　称 | 基本符号 | 可用符号 | 附　注 | 名　称 | 基本符号 | 可用符号 | 附　注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 单向运动 |  | | 直线运动<br>回转运动 | 具有停留的单向运动 |  | | 直线运动<br>回转运动 |
| 具有瞬时停顿的单向运动 |  | | 直线运动<br>回转运动 | 具有局部反向的单向运动 | | | 直线运动<br>回转运动 |

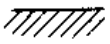
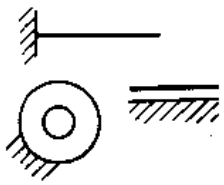
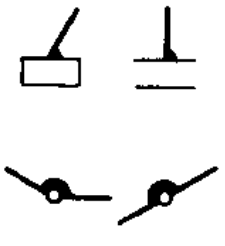
（续）

| 名　称 | 基本符号 | 可用符号 | 附　注 | 名　称 | 基本符号 | 可用符号 | 附　注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 往复运动 | | | 直线运动<br>回转运动 | 在中间位置停留的往复运动 | | | 直线运动<br>回转运动 |
| 在一个极限位置停留的往复运动 | | | 直线运动<br>回转运动 | 具有局部反向及停留的单向运动 | | | 直线运动<br>回转运动 |
| 在两个极限位置停留的往复运动 | | | 直线运动<br>回转运动 | 运动停止 | | | 直线运动<br>回转运动 |

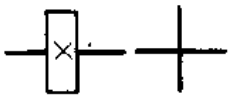
## 2.2　构件及其组成部分的联接

杆、轴的符号为一约 $2b$ 的粗实线。机架通常不运动，常在符号下面用 45°斜细线表示。构件组成部分的永久连接以涂黑表示不可拆；可调连接则需另加表征符号元素（见表 8.19-3）。轴、杆与组成部分的固定连接要加表征符号元素“×”，但对单线表示的符号也可不加此符号。

**表 8.19-3　构件及其组成部分的连接**

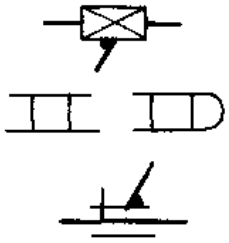
| 名　称 | 基本符号 | 可用符号 | 附　注 |
|---|---|---|---|
| 机架 |  | |  |
| 轴、杆 |  | | |
| 构件组成部分的永久连接 | | |  |

（续）

| 名　　称 | 基本符号 | 可用符号 | 附　　注 |
|---|---|---|---|
| 组成部分与轴（杆）的固定连接 |  | | |
| 构件组成部分的可调连接 | | | |

## 2.3　运动副

**表 8.19-4　运动副**

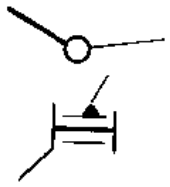
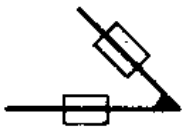
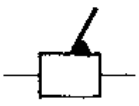
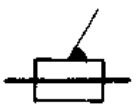
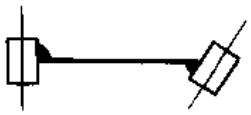
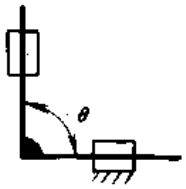
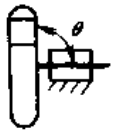
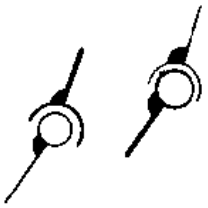
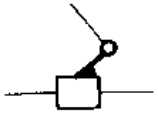
| 名　称 | 基本符号 | 可用符号 | 名　称 | 基本符号 | 可用符号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 具有一个自由度的运动副<br>回转副<br>a. 平面机构<br>b. 空间机构 | | | 球销副 | | |
| | | | 具有三个自由度的运动副<br>球面副 | | |
| 棱柱副<br>（移动副） | |  | 平面副 | | |
| 螺旋副 | | | 具有四个自由度的运动副<br>球与圆柱副 | | |
| 具有两个自由度的运动副<br>圆柱副 | | | 具有五个自由度的运动副<br>球与平面副 | | |

## 2.4　多杆机构及构件

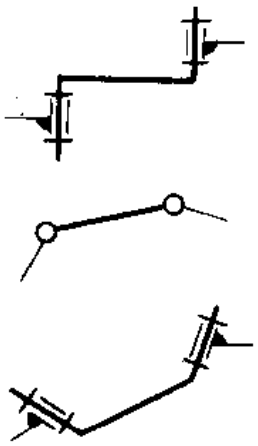
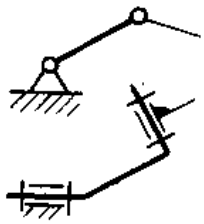
这部分符号由“2.2”、“2.3”两节符号组合应用，并按运动副所有的副元素的多少分类。副元素即构成运动副的点、线、面，例如轴与轴承的联结为一运动副，轴与轴承接触的外圆柱面即为副元素；同样轴承的内圆柱面也是副元素。

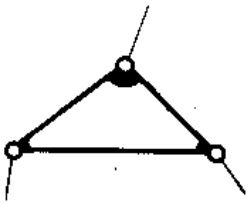
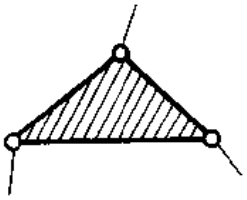
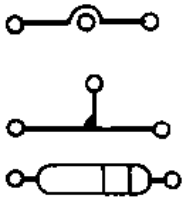
单副元素构件是仅能与其他构件组成一个运动副的构件，如机架可作为一个回转副的一部分，它就是单副元素构件。双副元素构件是联接两个运动副的构件。三副元素和多副元素构件是联接三个或多个运动副的构件。

**表 8.19-5　多杆机构及构件**

| 名　称 | 基本符号 | 可用符号 | 名　称 | 基本符号 | 可用符号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 单副元素构件<br>构件是回转副的一部分<br>a. 平面机构<br>b. 空间机构 |  | | 偏心轮 | | |
| 机架是回转副的一部分<br>a. 平面机构<br>b. 空间机构 | | | 连接两个棱柱副的构件 |  | |
| 构件是棱柱副的一部分 |  |  | 通用情况 |  | |
| 构件是圆柱副的一部分 | | | 滑块 |  |  <br>θ角为任意值 |
| 构件是球面副的一部分 |  | | 连接回转副与棱柱副的构件<br>通用情况 |  | |

（续）

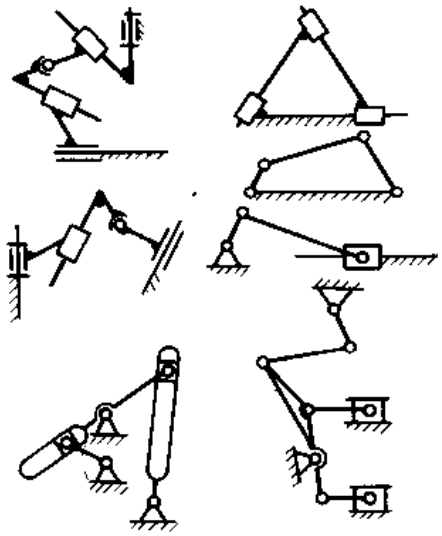
| 名　称 | 基本符号 | 可用符号 | 名　称 | 基本符号 | 可用符号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 双副元素构件<br>连接两个回转副的构件<br>连杆<br>a. 平面机构<br>b. 空间机构 |  | | 导杆 | | |
| 曲柄（或摇杆）<br>a. 平面机构<br>b. 空间机构 |  | | 滑块 | | |

| 名　称 | 基本符号 | 可用符号 | 附　注 |
|---|---|---|---|
| 三副元素构件 |  |  |  |

（续）

| 名　　称 | 基　本　符　号 | 可　用　符　号 | 附　　注 |
|---|---|---|---|
| 多副元素构件 | | | 符号与双副元素、三副元素构件类似 |

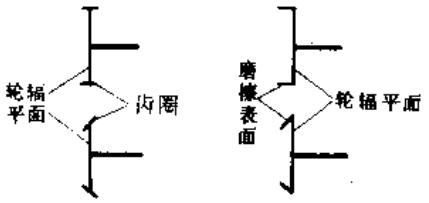
示例



## 2.5　摩擦机构与齿轮机构

（1）摩擦轮与齿轮符号较接近，都以单线符号为主，也可采用框形符号。齿轮与摩擦轮符号的区别是：表示齿圈或摩擦表面的直线相对于表示轮幅平面的直线位置不同（图 8.19-1）。

（2）采用单线符号表示摩擦传动或齿轮传动时，一般采用齿圈、摩擦表面相接触的画法，也可在接触处留出空隙（图 8.19-2）。




a）　　b）

图 8.19-1

a）齿轮　b）摩擦轮

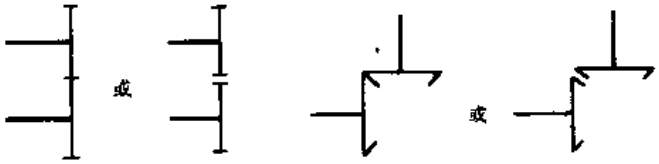



图 8.19-2

（3）绘制摩擦轮或齿轮机构时，轮子和轴固定连接的符号，在采用框线表示时应画出，但在绘制摩擦机构时，轮子和轴固定连接的符号，只需画在一个轮子上。

表 8.19-6　摩擦轮和摩擦传动符号

| 名　称 | 基　本　符　号 | 可　用　符　号 | 名　称 | 基　本　符　号 | 可　用　符　号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 摩擦轮<br>a. 圆柱轮 | | | b. 圆锥轮 | | |

（续）

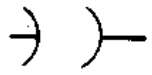
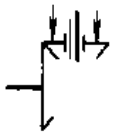
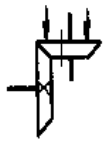
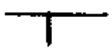
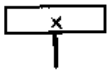
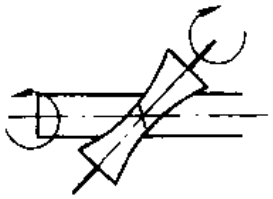
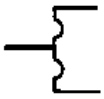
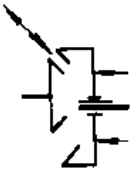
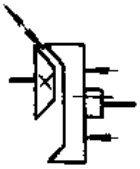
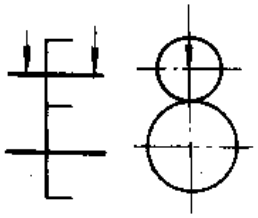
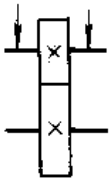
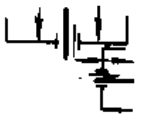
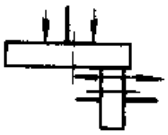
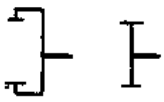
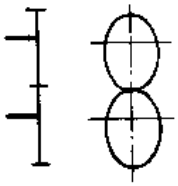
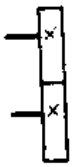
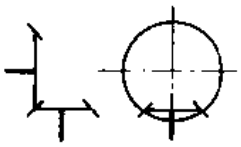
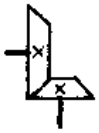
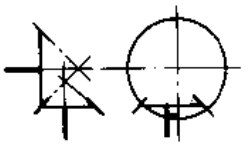
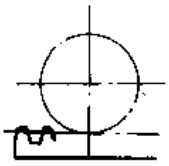
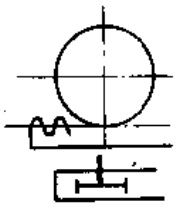
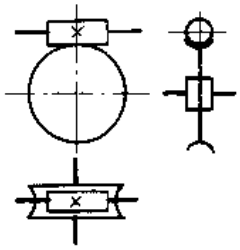
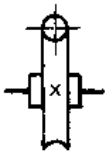
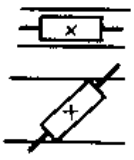
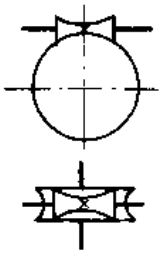
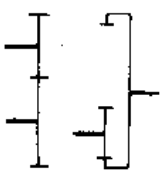
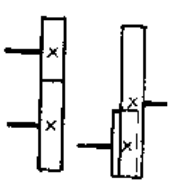
| 名　称 | 基本符号 | 可用符号 | 名　称 | 基本符号 | 可用符号 |
|---|---|---|---|---|---|
| c. 曲线轮 |  | | b. 圆锥轮 |  |  |
| d. 冕状轮 |  |  | c. 双曲面轮 | |  |
| e. 挠性轮 |  | | d. 可调圆锥轮 |  |  |
| 摩擦传动<br>a. 圆柱轮 |  |  | e. 可调冕状轮 |  |  |

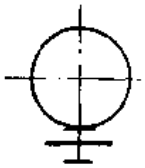
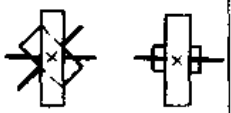
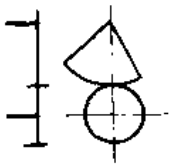
**表 8.19-7　齿轮和齿轮传动符号**

| 名　称 | 基本符号 | 可用符号 | 名　称 | 基本符号 | 可用符号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 齿轮机构齿轮（不指明齿线）<br>a. 圆柱齿轮 |  | | c. 挠性齿轮 | | |
| b. 圆锥齿轮 | | | 齿线符号<br>a. 圆柱齿轮<br>(1) 直齿 | | |

（续）

| 名　称 | 基本符号 | 可用符号 | 名　称 | 基本符号 | 可用符号 |
|---|---|---|---|---|---|
| (2) 斜齿 | | | b. 非圆齿轮 |  |  |
| (3) 人字齿 | | | | | |
| b. 圆锥齿轮<br>(1) 直齿 | | | c. 圆锥齿轮 |  |  |
| (2) 斜齿 | | | d. 准双曲面齿轮 |  | |
| (3) 弧齿 | | | | | |
| 齿条传动<br>a. 一般表示 |  |  | e. 蜗轮与圆柱蜗杆 |  |  |
| b. 蜗杆与蜗线齿条 | | | | | |
| c. 齿条与蜗杆 |  | | f. 蜗轮与球面蜗杆 |  | |
| 齿轮传动（不指明齿线）<br>a. 圆柱齿轮 |  |  | | | |

（续）

| 名　称 | 基本符号 | 可用符号 | 名　称 | 基本符号 | 可用符号 |
|---|---|---|---|---|---|
| g. 螺旋齿轮 |  |  | 扇形齿轮传动 |  | |

2.6　凸轮机构、槽轮机构和棘轮机构

**表 8.19-8　凸轮机构**

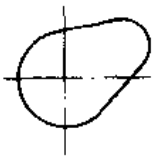
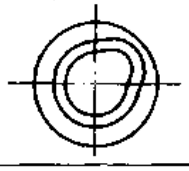
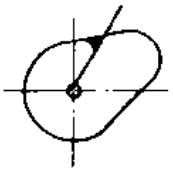
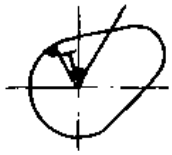
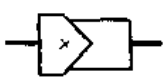
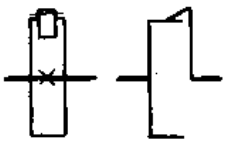
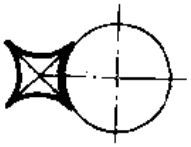
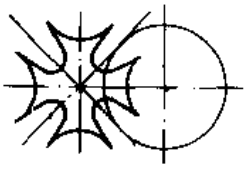
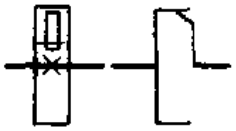
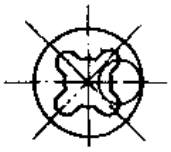
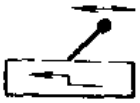
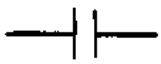
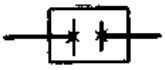
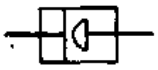
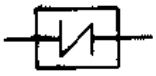
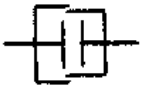
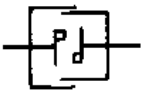
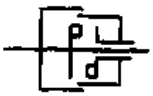
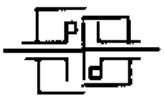
| 名　称 | 基本符号 | 可用符号 | 附　注 |
|---|---|---|---|
| 盘形凸轮 |  | | 钩槽盘形凸轮  |
| 移动凸轮 | | | |
| 与杆固接的凸轮 |  | | 可调联接  |
| 空间凸轮<br>a. 圆柱凸轮 |  | | |
| b. 圆锥凸轮 | | | |
| c. 双曲面凸轮 | | | |
| 凸轮从动杆<br>a. 光顶从动杆（直动） | | | 在凸轮副中、凸轮从动杆（摆动）的符号 |
| b. 曲面从动杆（直动） | | | |
| c. 滚子从动杆（直动） | | | |
| d. 平底从动杆（直动） | | | |

**表 8.19-9　槽轮机构和棘轮机构**

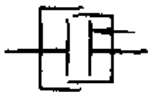
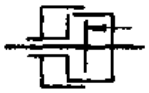
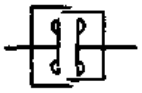
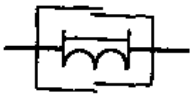
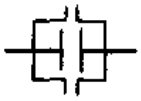
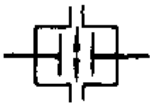
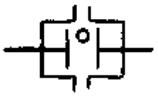
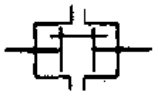
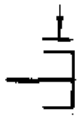
| 名　称 | 基本符号 | 可用符号 | 名　称 | 基本符号 | 可用符号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 槽轮机构<br>一般符号 | | | 棘轮机构<br>a. 外啮合 | |  |
| a. 外啮合 |  |  | b. 内啮合 | |  |
| b. 内啮合 | |  | c. 棘齿条<br>啮合 |  | |

## 2.7　联轴器、离合器及制动器

**表 8.19-10　联轴器、离合器及制动器**

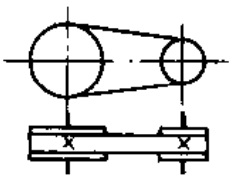
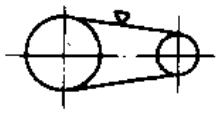
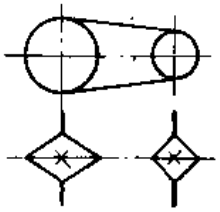
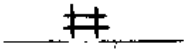
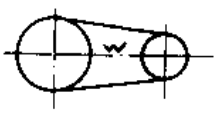
| 名　称 | 基本符号 | 可用符号 | 附　注 |
|---|---|---|---|
| 联轴器——一般符号（不指明类型） |  | | |
| 固定联轴器 |  | | |
| 可移式联轴器 |  | | |
| 弹性联轴器 |  | | |
| 可控离合器 |  | | 对于离合器和制动器，当需要表明操纵方式时，可使用下列符号：<br>M——机动的<br>H——液动的<br>P——气动的<br>E——电动的（如电磁）<br>例：具有气动开关启动的单向摩擦离合器 |
| 啮合式离合器<br>a. 单向式 |  |  | |
| b. 双向式 |  | | |

（续）

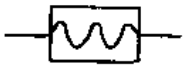
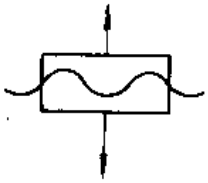
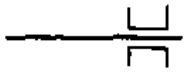
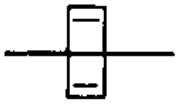
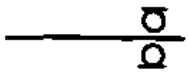
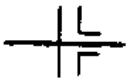
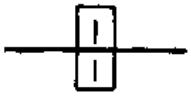
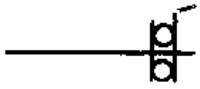
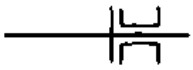
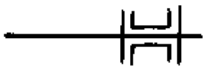
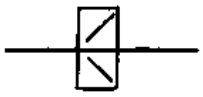
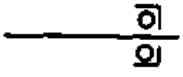
| 名　　称 | 基本符号 | 可用符号 | 附　　注 |
| --- | --- | --- | --- |
| 摩擦离合器<br>a. 单向式<br><br>b. 双向式 |  <br> |  <br> | |
| 液压离合器——一般符号 |  | | |
| 电磁离合器 |  | | |
| 自动离合器——一般符号 |  | | |
| 离心摩擦离合器 |  | | |
| 超越离合器 |  | | |
| 安全离合器<br>a. 带有易损元件<br><br>b. 无易损元件 |  <br> | | |
| 制动器——一般符号 |  | | 不规定制动器外观 |

## 2.8　其他机构及其组件

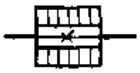
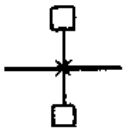
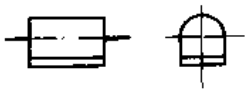
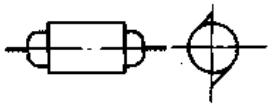
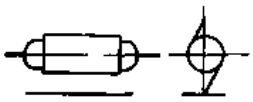
**表 8.19-11　其他机构及其组件**

| 名　　称 | 基 本 符 号 | 可 用 符 号 | 附　　注 |
|---|---|---|---|
| 带传动——一般符号（不指明类型） |  | | 若需要指明带类型可采用下列符号：<br>V 带<br> <br>圆带<br> <br>同步齿形带<br> <br>平带<br><br>例：V 带传动<br>  |
| 轴上的宝塔轮 | | | |
| 链传动——一般符号（不指明类型） |  | | 若需指明链条类型，可采用下列符号：<br>环形链<br> |
| 链传动——一般符号（不指明类型） | | | 滚子链<br>  <br>无声链<br> <br>例：无声链传动<br>  |

（续）

| 名　　称 | 基本符号 | 可用符号 | 附　　注 |
| --- | --- | --- | --- |
| 螺杆传动整体螺母 |  | | |
| 开合螺母 |  | | |
| 滚珠螺母 | | | |
| 轴承<br>向心轴承<br>a. 普通轴承 |  | | |
| b. 滚动轴承 |  |  | |
| 推力轴承<br>a. 单向推力普通轴承 |  | | 若有需要，可指明轴承型号 |
| b. 双向推力普通轴承 | | | |
| c. 推力滚动轴承 |  |  | |
| 向心推力轴承<br>a. 单向向心推力普通轴承 |  | | |
| b. 双向向心推力普通轴承 |  | | |
| c. 向心推力滚动轴承 |  |  | |
| 挠性轴 | | | 可以只画一部分<br> |

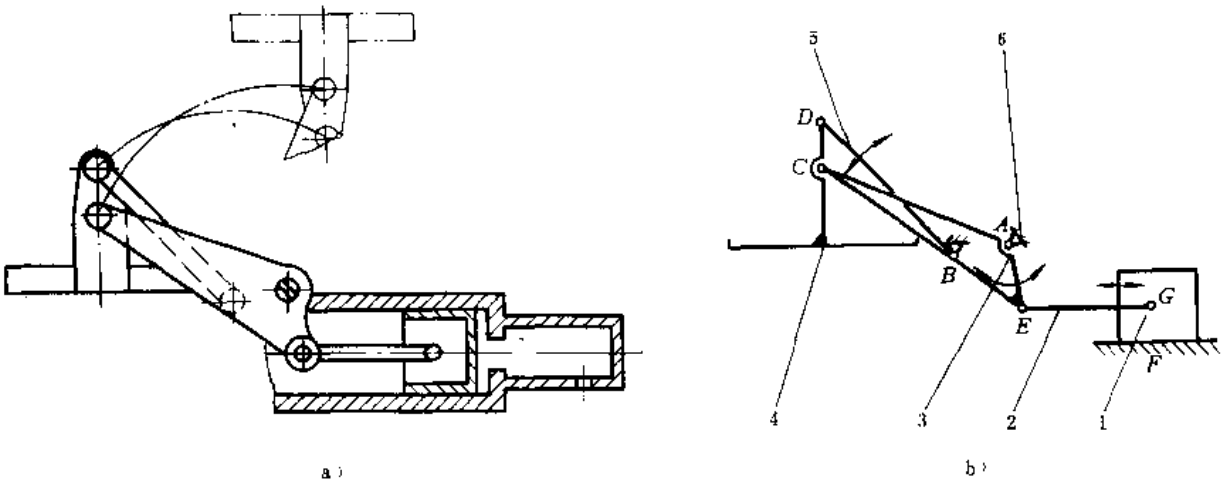
（续）

| 名　　称 | 基 本 符 号 | 可 用 符 号 | 附　　注 |
|---|---|---|---|
| 轴上飞轮 |  |  | |
| 分度头 | | | $n$ 为分度数 |
| 原动机<br>a. 通用符号（不指明类型） |  | | |
| b. 电动机——一般符号 |  | | |
| c. 装在支架上的电动机 |  | | |

## 3　机构运动简图的画法

### 3.1　画图步骤

当需要对已有的机械进行分析或设计新机时，简图所表达的运动特性应与原机构的运动特性完全相同。所以所画简图必须按该机构各构件的实际尺寸或按一定比例绘制。一般的画图步骤如下：




a）　　b）

**图 8.19-3**　震实式造型机翻台机构简图

a）装配图　b）机构简图

1—滑块　2、4—连杆　3、5—摇杆　6—机架

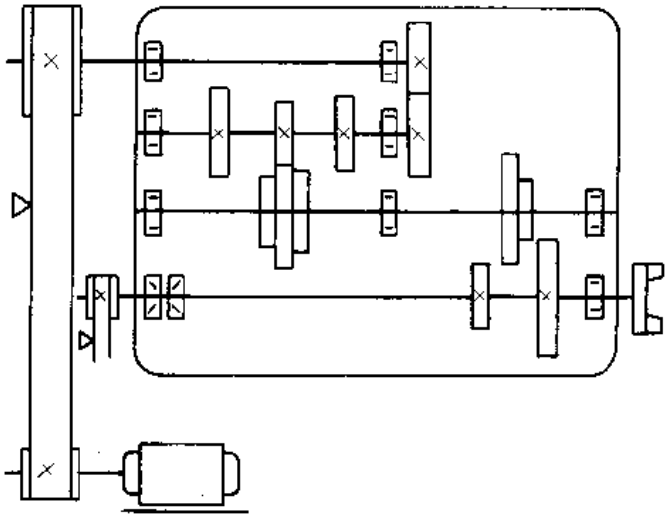


图 8.19-4　机床主轴箱传动示意图

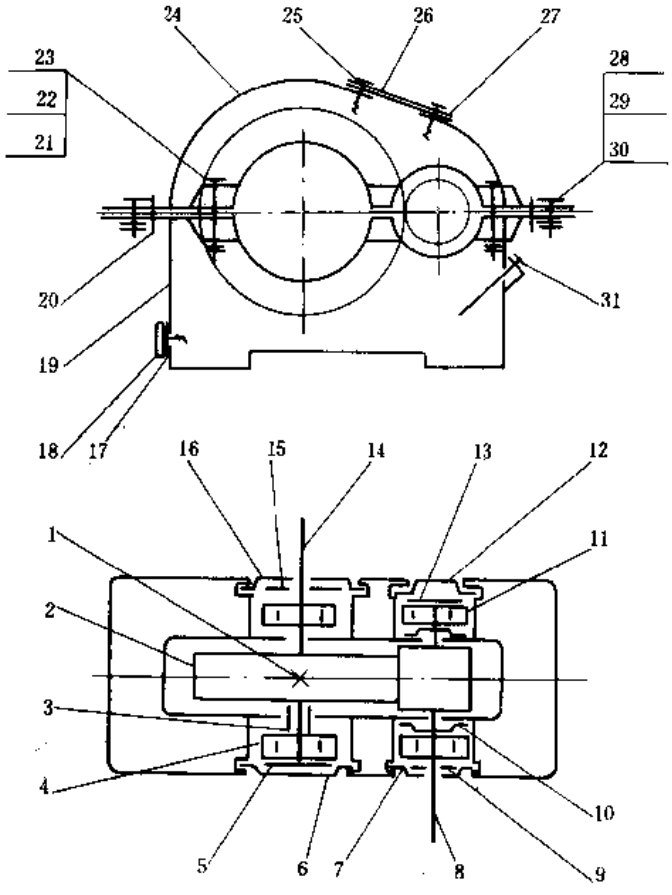



图 8.19-5　齿轮减速器装配示意图

1—键　2—齿轮　3—套筒　4—轴承　5—调整环　6—端盖　7—端盖　8—齿轮轴　9—油封　10—挡油环　11—轴承　12—端盖　13—调整环　14—转轴　15—油封　16—端盖　17—垫圈　18—螺塞　19—机体　20—锥销　21—垫圈　22—螺母　23—螺栓　24—机盖　25—螺钉　26—视孔盖　27—垫片　28—螺栓　29—螺母　30—垫圈　31—油尺

(1) 首先要分析、了解该机构的实际构造和运动情况。在分析该机构时，先要确定其原动部分（即运动的起始部分），然后沿着运动的传动路线确定传动部分，并搞清运动是通过怎样的构件以及各构件间组成

的何种运动副传递给执行生产任务的执行部分的。

(2)按上述分析结果，在有关标准中找出相应的图形符号，如需要绘制现有图形符号标准中所缺的图形符号，应遵照“GB 7093.1—86 图形符号表示规则　总则”和“GB 7093.2—86 图形符号表示规则　产品技术文件用图形符号”的有关规定，按实际需要确定。

(3)选定所画简图的画图方向和数量。对于画图方向，一般应选择机构多数构件的运动平面作为主要画图面。若为空间机构，常需选用两个或更多的图(通常按多面视图形式布图)表达。

3.2　示例

**例 1**　震实式造型机翻台机构简图(图 8.19-3)

图 8.19-3a 是该机构的装配图；图 8.19-3b 是它的机构简图。翻台机构是由滑块 1、连杆 2、摇杆 3、机架 6 组成的滑块摇杆机构和由摇杆 3、连杆 4，另一摇杆 5、机架 6 组成的双摇杆机构联合而成。原动部分是滑块 1，执行部分是连杆 4。整个机构除活塞(滑块 1)和汽缸(机架 6)组成移动副外，其余各构件组成均为回转副。构件 3 为一 3 副元素构件。当压缩空气推动活塞向左作直线运动时，翻台(构件 4)将转动 180°，翻到起模工作台上，以备起模。排出压缩空气，活塞反向运动，翻台复位。

**例 2**　机床主轴箱传动示意图(图 8.19-4)

**例 3**　齿轮减速器装配示意图(图 8.19-5)

# 第 20 章　对缩微复制原件的要求

GB 10609.4—89《技术制图　对缩微复制原件的要求》规定了对缩微复制原件(技术图样及技术文件)的基本要求，适用于缩微拍摄前的技术图样和技术文件。科技文献资料也可参照使用。

## 1　绘制缩微复制原件的基本要求(表 8.20-1)

**表 8.20-1　缩微复制原件的绘制要求**

| | |
|---|---|
| 图幅尺寸 | 缩微复制原件的图幅尺寸应符合 GB/T 14689—93《技术制图　图纸幅面及格式》和 GBJ1《房屋建筑制图统一标准》的有关规定 |
| 图纸的选用 | 缩微复制原件一般应绘制在绘图纸、描图纸或聚脂绘图胶片等光泽度较小的面上。其中聚脂绘图胶片的厚度不得小于 76μm |

(续)

| | |
|---|---|
| 对中符号 | 为了便于缩微摄影时定位和复制，图幅上应有对中符号。其设置方法见 GB/T 14689—93《技术制图　图纸幅画及格式》的规定。符号的位置误差为 ±0.5mm |
| 米制参考分度 | 为了便于识别缩微放大和缩小的倍率，应在所有图幅中设置不注数字的米制参考分度，总长度为 100mm，每 10mm 为一格。米制参考分度应对称地设置在图幅下周边内的对中符号两侧，并靠近图框线，其宽度为 5mm，采用最细的为 0.5mm 的短实线绘制 |
| 涂覆保护层 | 缩微复制原件上允许使用涂覆保护层，但应考虑该保护层对缩微复制的影响 |

## 2　图线的最小宽度和间隙(表 8.20-2)

**表 8.20-2　最小反差值、图线的最小宽度和间隙**

| | |
|---|---|
| 最小反差值 | 组成缩微复制原件的图形、符号、字体、表格及其修改等，应采用黑色、光泽度小，密度均匀的线条。推荐图线的最小反差值为 0.7。反差是图线的光密度和图幅背景的光密度之间差别。光密度是光传导系数倒数以 10 为底的对数 |
| 最小图线宽度 | 图线的宽度和画法应符合 GB 4457.4—84《机械制图　图线》的有关规定。缩微复制原件的最小图线宽度如下： |

| 图纸基本幅面 | A0 | A1 | A2 | A3 | A4 |
|---|---|---|---|---|---|
| 最小宽度(mm) | 0.35 | 0.35 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |

（续）

| | |
|---|---|
| 两线平间行距 | 两平行线之间的间距应不小于其中所用较粗线宽的2倍，而最小值不得小于0.7mm |

## 3　字体（表8.20-3）

**表8.20-3　对字体的要求**

**字体要求**

缩微复制原件中的字体应符合GB/T 14691—93《机械制图　字体》或GBJ 1《房屋建筑制图统一标准》的有关规定

**最小字体高度**

缩微复制原件中采用最小字体高度如下：

| 字体 | | 图纸幅面 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A0 | A1 | A2 | A3 | A4 |
| 汉字（h） | | 7 | 5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 |
| 拉丁字母、阿拉伯数字、希腊字母、罗马数字 | A型（$h=14d$） | 5 | 5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 |
| | B型（$h=10d$） | 3.5 | 3.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |

（$h$——字高；$d$——字母和数字的笔划宽度）

选择字体高度时，应能满足将缩微拷贝放大制作成比原件幅面小一号或两号复印件的基本要求，当汉字与字母，数字混合书写时，字体的最小高度应按照汉字的规定书写

**最小字距、行距**

字体的最小字（词）距、行距，以及间隔线（在目录和表格中使用）或基准线与书写字体之间的最小距离如下：

| 字体 | 汉字（$h$） | | | 拉丁字母、阿拉伯数字、希腊字母、罗马数字（$h=14d/h=10d$） | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 字距 | 行距 | 间隔线或基准线书写汉字的间距 | 字符间距 | 词距 | 行距 | 间隔线或基准线书写汉字的间距 |
| 最小距离（mm） | 1.5 | 2 | 1 | 0.35/0.5 | 1.05/1.5 | 1/1 | 1/1 |

当汉字与字母、数字混合书写时，字体的最小字距、行距等应根据汉字的规定书写

（续）

| | |
|---|---|
| 机器书写字体的要求 | 当采用打字机或自动绘图设备等方法书写字体时，应使其光密度与原件中其它图线或字体的光密度相类似。另外，字体的型式也应与 GB/T 14691—93 和 GBJ 1 中字体的最小高度、字体的最小字（词）距、行距等有关规定相类似 |

## 4　剖面（表 8.20-4）

**表 8.20-4　剖面符号**

| | |
|---|---|
| 剖面符号 | 缩微复制原件中的剖面符号或材料图例和画法，应符合 GB 4457.5—84《机械制图　剖面符号》和 GBJ 1《房屋建筑制图统一标准》的有关规定 |
| 窄剖面要求 | 宽度小于 2mm 或等于 2mm 的窄剖面，可使用黑色或红色涂匀。在任何情况下，每个涂黑或涂色窄剖面周围的间隙不得小于 0.7mm |

## 5　表示法（表 8.20-5）

**表 8.20-5　对表示法的要求**

| | |
|---|---|
| 绘制标注尺寸和要求 | 缩微复制原件的绘制和尺寸标注，应符合 GB 4458.1—84《机械制图　图样画法》和 GB 4458.4—84《机械制图　尺寸注法》及 GBJ 1《房屋建筑制图统一标准》的有关规定 |
| 绘图字体比例 | 在确定的图幅上绘制技术图样时，应尽量采用较大的绘图比例和采用尽可能大的字体标注尺寸 |
| 细小特征结构要求和 | 为了获得理想的缩微复制品，零、部件或构件等上的细小特征和结构最好能采用一个或多个局部放大图表示 |
| 图线重合与要求字体 | 图线、剖面线等与尺寸数字，文字说明重合时，应断开绘制 |

## 6　铅笔图（表 8.20-6）

**表 8.20-6　对铅笔图的要求**

| | |
|---|---|
| 铅笔选择的 | 当需使用铅笔绘制缩微复制原件时，应采用聚合型铅笔；在绘图纸上绘图时，也可采用石墨型铅笔 |

（续）

| | |
|---|---|
| 光密度要求 | 铅笔图中的图线光密度符合最小反差值为 0.7 的规定 |
| 最小字体高度 | 铅笔图中采用的最小字体高度应符合 1.3 节中规定的最小字体高度的 $\sqrt{2}$ 倍 |
| 墨水、铅笔图不能混合 | 在同一缩微复制原件中，不能混合使用墨水和铅笔绘图、书写字体 |

## 7　清除和盖章（表 8.20-7）

**表 8.20-7　清除和盖章的要求**

| | |
|---|---|
| 清除 | 需要对缩微复制原件的局部进行修改时，应尽量不要损伤原件的表面 |
| 盖印 | 在缩微复制原件上盖印时，应使用黑色或红色印章 |

## 8　原件的保管（表 8.20-8）

**表 8.20-8　保管要求**

| | |
|---|---|
| 保管方式 | 一般应将缩微复制原件平放或悬挂保管，不允许折叠 |
| 运输要求 | 运输时，允许将缩微复制原件卷在直径不小于 75mm 的硬质光滑直筒上，也可置于圆筒内，但将原件卷起后的空心直径不得小于 75mm。运输后应尽快地将原件摊平 |
| 处理要求 | 不能采用有可能损伤缩微复制原件的方法对原件作平整或其他处理 |

# 第21章　计算机制图

近几年来，随着计算机应用的发展，CAD（计算机辅助设计）和CG（计算机制图）的应用面也在不断深入和扩大。特别是一些绘图软件的版本更新，提高绘图功能，几乎每年都在进行。一些引进的制图软件，也都在国内进行了汉化，为国内用计算机绘图提供了很大方便。同时，提高了制图效率和质量，特别是对图纸的修改，出图速度，更是手工制图不可比拟的。

现行的"机械制图"国家标准是基于手工制图制订的。用计算机绘图有它特定的条件，必须在"机械制图"的基础上进行一些补充规定，才能满足计算机绘制机械图样的要求。因此，我国在计算机绘制机械图样方面制订了一系列有关标准或规定。

## 1　计算机绘图的硬件与软件

计算机图形系统由硬件和软件两大部分组成，一般应具有下述五方面的基本功能。

(1)计算功能　应包括图形、形体设计分析的程序库和描述图形的数据库。如形体的几何变换，曲线、曲面的生成，各种几何元素的求交计算等。

(2)存贮功能　在计算机的内、外存贮器中存放有图形数据以及它们的数据结构，根据需要可以随时检索，调用。

(3) 对话功能　即通过图形显示器直接进行人—机通信。设计人员通过观察显示的设计图形，用交互式输入设备进行修改和控制等操作。

(4) 输入功能　把设计过程中需要的图形或结构的形状和尺寸等几何信息，必要的设计参数、命令等输入到计算机中去。

(5)输出功能：除了显示的图形以外，还应有图形及数据的硬拷贝输出，如打印结果，绘制设计图形等，以便长期保存设计分析的结果。

上述五种功能，其实现的程度和方式因不同的系统而异。计算机图形系统的基本功能如图8.21-1所示。

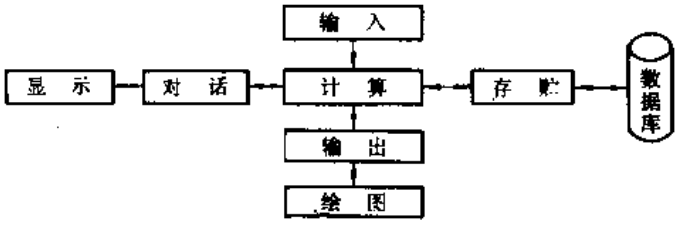



图8.21-1　计算机图形系统基本功能

### 1.1　计算机绘图系统及其硬件

计算机绘图系统的硬件，一般包括计算机输入、输出设备和存贮器，如图8.21-2所示。

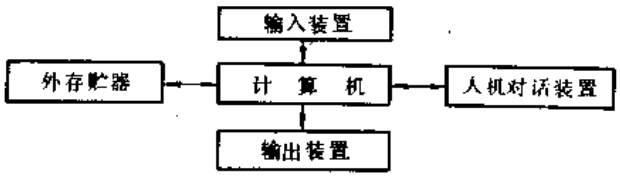



图8.21-2　绘图系统的硬件

(1) 计算机　计算机是绘图系统的核心部分，其一般硬件结构如图8.21-3所示。包括中央处理器(CPU)，存贮器，输入输出(I/O)接口组成。

CPU协调计算机各部分之间的动作，同时完成数据的代数和逻辑运算。为完成这些功能，CPU由两部分操作单元，即控制单元和算术及逻辑单元(ALU)组成：

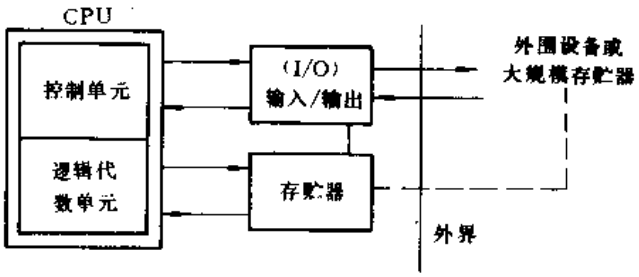



图8.21-3　计算机基本硬件结构

1)控制单元　其作用是协调由程序指令规定的各种动作。如机内保留数据，决定怎样及何时处理这些数据。它输送数据给ALU，并指示其对这些数据实行什

么功能运算，以及将结果存放在什么位置。控制单元还通过 I/O 部分的输入输出指令控制着计算机与外部之间的信息传递。控制单元的这些操作能力，是由一系列保存在内存贮器中的称之为执行程序的命令所提供的。

2）算术——逻辑单元（ALU）　执行运算。它按照程序指令进行加、减、乘、除以及数据之间的比较，这些数据都是以二进制数形式进行的。

控制单元和算术逻辑单元利用寄存器来执行功能。计算机的寄存器是一种可接受、保持、传递数据的小型记忆装置，每一个寄存器可以保存若干个字节二进制码组成的数据。寄存器的字节数决定了计算机的字长处理能力。一般，图形系统用计算机字长为 16 或 32 字节（如 PC 机，超级微机 CAD 工作站等）。

3）计算机的主存贮器　用以存放图形处理时全部程序的指令和数据。CPU 在程序执行过程中，必须从内存贮器中存取、传递这些数据和指令。常用的存贮器有随机存取存贮器（RAM）和只读存贮器（ROM），ROM 存放只被读出的数据，命令及程序，用户不能改变它的内容。RAM 可以读出和写入信息，因而各种程序可以置于其中，以满足图形处理的各种要求。RAM 容量的大小也是评价计算机功能的主要指标之一。尤其是在 CAD 和计算机图形处理中，要求存放在内存中的信息量较大，内存容量的大小将直接影响系统的功能。目前广泛使用的微型计算机内存容量一般为 640kB，32 位工作站内存一般都在 4MB 以上。

4）输入/输出（I/O）接口　作用是提供计算机系统与所用的外围设备之间的联络。程序和数据通过 I/O 接口送入计算机，并暂时保存，直到被放入内存或送入 CPU，数据及图形处理的结果也由 I/O 接口传递给适当的外围设备。

（2）输入设备　图形系统的输入设备种类很多，最常用的为键盘（图 8.21-4），对于交互式绘图系统，输入设备还有鼠标器、光笔，图形输入板（或称图形数字化仪）等，如图 8.21-4 所示。图形处理中，采用这些输入设备，可以大大提高操作效率，使用起来十分方便。

（3）外存贮设备　由于计算机主存贮器容量有限，因而大多数程序和数据文件，在不运行时并不存放在计算机的主存贮器中，而是存放在具有大规模存贮能力的外存贮器中。外存贮器有两种基本形式：

1）顺序存取存贮器　其特点是要读取一个特定的文件记录，所有超前记录必须也要先读过。磁带存贮器是典型的顺序存贮器。

2）直接存取存贮器　用这种方式存取。每一记录可以定位和立即读取，而无需读任何其他记录，软磁盘机和硬磁盘机是一种可以直接存取的存贮器。

一般说来，上述外存贮器的容量可达几十至几百兆字节，读取速度通常为每秒几千字节。

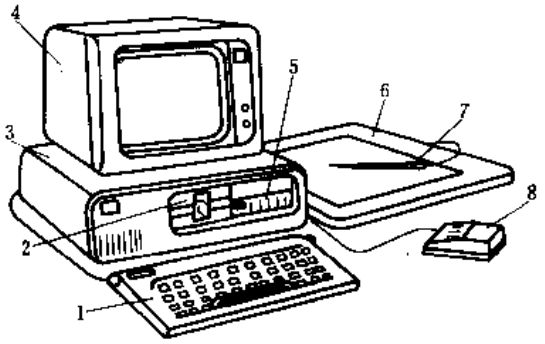



**图 8.21-4**　微型计算机绘图系统

1—键盘　2—软磁盘机　3—电子计算机　4—显示器　5—硬磁盘机　6—图形输入板　7—光笔　8—鼠标器

（4）输出设备　计算机绘图系统的输出设备一般也称为图形设备，包括图形打印机，图形硬拷贝机，图形显示器，绘图机等，尽管计算机图形设备综合应用了多种技术，但按照其工作形式和技术特征，大体上可以分为随机定位装置和光栅扫描装置两大类。

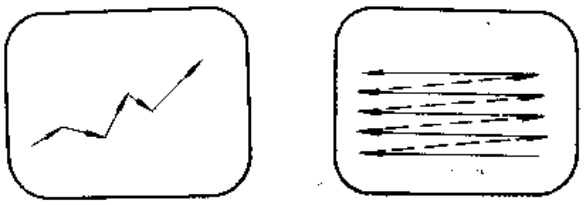



**图 8.21-5**　随机与光栅扫描显示器的工作方式

a）随机扫描　b）光栅扫描

1）随机定位和光栅扫描技术　随机定位（有时称为随机扫描）通过以任意顺序跟踪点、线、字符而产生图形。如随机扫描显示器（图 8.21-5a），用电子束象铅笔一样沿任意 $x$，$y$ 方向运动、扫射，在 CRT 屏幕上产生图形；关闭光束直接运动到图形元素要显示的地方，然后打开跟踪要显示的图元扫描。常见的绘图机也是以类似原理工作的。

在光栅扫描方法里（图 8.21-5b），显示屏幕被分成许多个离散的荧光元素，称为象素。象素点的矩阵形式构成了光栅。在光栅显示中典型的有 256×256，1024×768，1024×1024 等（常称为分辨度）多种。电子束通过沿着屏幕上的水平线自左至右地进行扫描，在扫描过程中，激发这条线上的某些象素产生图象，并

继续交替地以这一模式逐行进行水平扫描，在扫描完整个屏幕后，这个过程又以每秒30～60次的速度重复。以类似原理工作的图形设备有图形打印机等。

一般说来，随机扫描显示器可以提供高分辨度的图形，但色彩能力有限，光栅扫描显示器提供了很好的色彩功能和高稳定性，但分辨度却较低。电视是最通用的光栅显示系统，一般为5/2×5/2象素点，而典型的随机扫描系统，则以1024×1024甚至4096×4096象素点显示。近年来，由于硬件技术的提高，可以为光栅扫描显示提供更大规模的刷新缓冲存贮器，使基于电视技术的光栅扫描图形显示器迅速发展，分辨度不断提高，价格下降，逐渐成为普遍使用的图形显示器。

2）平台式和滚筒式绘图机　平台式绘图机，工作原理如图8.21-6所示。图纸固定在绘图板上，绘图笔沿$x$，$y$方向运动，可用多种彩色绘图笔，幅面的大小有A0、A1、A2、和A3等。

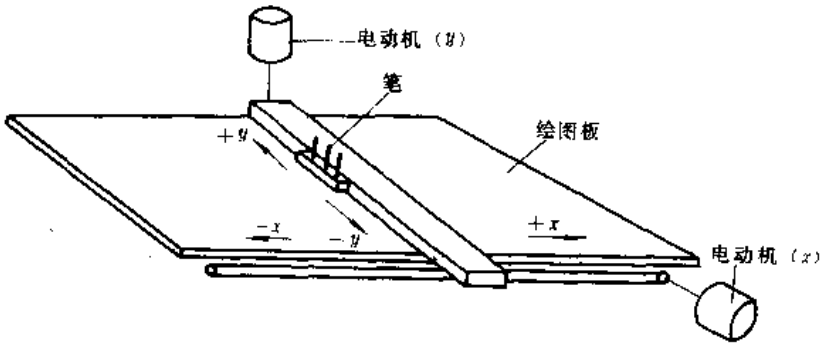



图8.21-6　平台式绘图机工作基本原理

滚筒式绘图机，工作原理如图8.21-7所示。其绘图图纸由一个可以转动的滚筒带动，绘图笔沿与之垂直的方向运动。所以，在一个方向上绘图的长短原则上不受限制。纸宽一般为50～200cm，也可以绘制彩色图形。

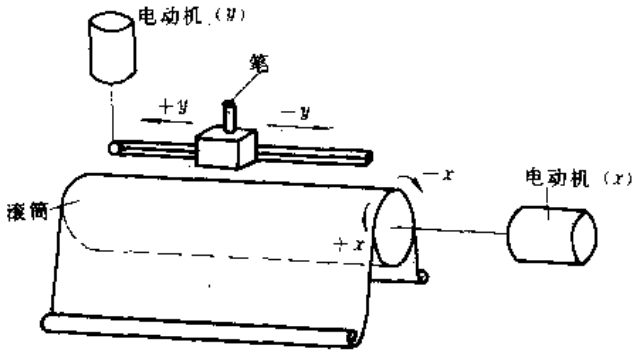



图8.21-7　滚筒式绘图机基本原理图

除了上述显示器和绘图机以外，常用的计算机图形设备还有屏幕硬拷贝机、喷墨绘图机等。

## 1.2　绘图软件和绘图程序设计

### 1.2.1　绘图软件

计算机的各种程序系统称为计算机软件。用于管理计算机本身的软件如操作系统和编译系统等，称为系统软件，通常是由计算机制造厂家提供的。针对某一特定应用而开发的程序系统，称为应用软件。支持计算机的图形处理功能的软件，称为图形处理软件。

目前，开发应用图形软件，广泛采用这是因为目前广泛使用的高级语言，如BASIC、PASCAL、C语言等，都已具备图形生成指令，另一方面，采用通用高级语言编制各种绘图功能标准子程序，使绘图软件使用灵活，扩充性和可移植性强，研制的复杂性与工作量也相应少些。现以BASIC语言为例，介绍绘图程序的编制。

绘图软件的构成可分为：

（1）基本软件　是绘图和显示图形必需的指令、程序，它们的主要功能如画笔的动作；直线、圆弧、点、矢量字符等基本图形元素的生成；对图形作平移，旋转，映射等图形变换等。

（2）功能软件　它是在基本软件的基础上扩充而成的。如绘制多边形，各种代数曲线、样条曲线；标注尺寸，绘制剖面符号；求交点、切点，进行几何计算等。

（3）应用软件　是根据具体的应用要求设计和编制的专业性强的图形处理程序。如画机械图、房屋建筑图等。

一般来说，基本软件和功能软件是由计算机系统配备，或者是某种高级语言已具备实现这些功能的语句或命令（如BASIC语言中的LINE、CIRCLE等语句）。而应用软件通常都是由不同工程领域自行设计开发的。

### 1.2.2　绘图程序的设计与编制

绘图程序的设计步骤一般为：

（1）对所绘图形进行分析，找出它们的几何关系及

规律性。

(2) 建立图形的几何及数学模型。

(3) 确定绘图路线，设计程序框图。

(4) 设置适当的子程序并编制和调试程序。

下面以绘制任意位置矩形的子程序为例，说明上述过程。

(1)矩形是工程图样中常遇到的基本图形，应设置如下三个参数：

$L$——矩形的长度；

$H$——矩形的宽度；

$T$——矩形长边与 $x$ 轴的夹角。

再给出一个顶点的位置即可唯一确定一个矩形。

(2) 建立任意位置矩形的数学模型建立起坐标系统如图 8.21-8 所示。其关系式如下：

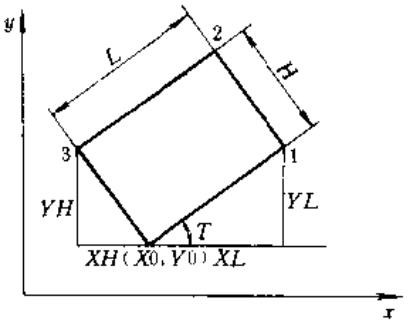



**图 8.21-8**　任意位置的矩形

$XL=L\cos(T)$，$YL=L\sin(T)$，

$XH=H\sin(T)$，$YH=H\cos(T)$。

已知矩形的位置，可计算其它顶点的坐标。这就是矩形绘图的数学模型。几何图形的求交，曲线、曲面的生成，各种图形软件的几何造型及变换功能，都是在数学模型的基础上，经计算机运算处理实现的。

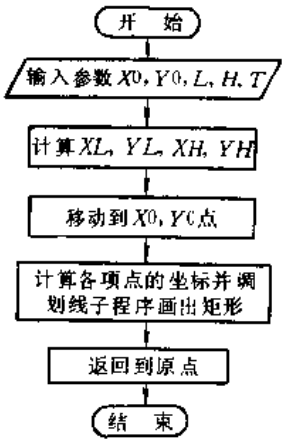



**图 8.21-9**　画任何矩形程序框图

(3)用程序框图描述程序处理的过程时。框图的图形符号及其含义见国家标准 GB 1526—79，绘制矩形子程序的框图如图 8.21-9 所示。

(4)根据程序框图编制矩形子程序，并再编一个简短的主程序即可以方便地调用它。

**例**　任意位置矩形的绘图子程序(用 IBM　PC BASIC 语言编写)：

```
1000  REM SUBI—RECTAN (X0, Y0, L, H, T)
1010  T=T*3.14159/180
1020  XL=L*COS (T): YL=L*SIN (T)
1030  XH=H*SIN (T): YH=H*COS (T)
1040  X=X0: Y=200-Y0: DRAW "BM=X;,=Y;"
1050  X=X0+XL: Y=Y0+YL: GOSUB 1500
1060  X=X-XH: Y=Y+YH: GOSUB 1500
1070  X=X0-XH: Y=Y0+YH: GOSUB 1500
1080  X=X0: Y=Y0: GOSUB 1500
1090  DRAW "BM0. 200;": RETURN
1500  LINE— (X, 200-Y): RETURN
```

1000 句后面括号内的参数注明了该子程序的调用参数。若不用子程序的形式使用上述程序，则在 1010 句前面加输入参数的语句，并用 END 语句替代 1090 句中的 RETURN 语句即可。1500 句为另一子程序，其作用是从当前点划一条直线到 (X, Y) 点，其有关内容请参考 BASIC 语言的有关书籍，参数 T 以角度值输入。

### 1.2.3　几种常用绘图子程序的设计

(1) 绘制圆弧和圆的子程序

计算机绘图机绘制圆弧和圆时，是靠画笔的直线运动来实现的，也就是用圆上足够短的弦来代替弧。这种在圆周上求出足够多的点相连，以多边形来逼近圆弧和圆的方法，就是绘制圆弧及圆子程序的设计思想。

如：半径为 $R$ 的圆弧的参数方程为

$$\begin{cases} X=R\cos(T)+X_0 \\ Y=R\sin(T)+Y_0 \end{cases} \qquad TS\leqslant T\leqslant TE$$

$TS$ 为圆弧起始角度，$TE$ 为圆弧终止角度。当 $TS=0$，$TE=2\pi$ 时，上式即为圆。如图 8.21-10 所示。当 $T=T_{n-1}$，$T=T_n$ 时，分别由方程可以求出圆周上两点的座标值。显然，只要确定 $\Delta T=T_n-T_{n-1}$ 足够的小，则 $n$ 点和 $n-1$ 点的连线段就可以足够地逼近圆。控制变量 $T$ 在区间 $[TS, TE]$ 中连续以增量 $\Delta T$ 增加或减少，并依次连线，则所得到的多边形(或折线)就形成了圆(或圆弧)。根据经验，要使这样画出来的圆看起来光

滑，只需取 $\Delta T=2°\sim5°$ 即可。画圆（圆弧）程序框图如图 8.21-11 所示。

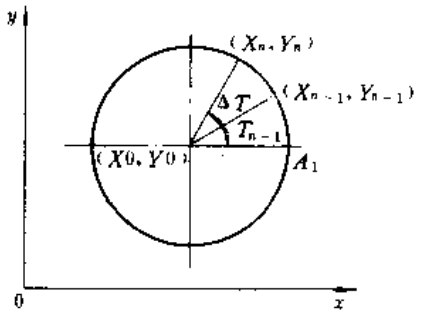



**图 8.21-10　一般位置的圆**

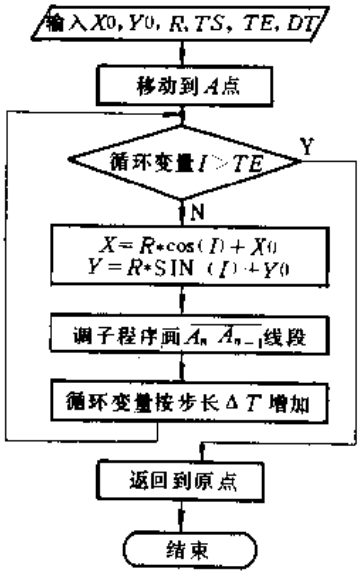



**图 8.21-11　画圆和圆弧程序框图**

编制子程序如下：

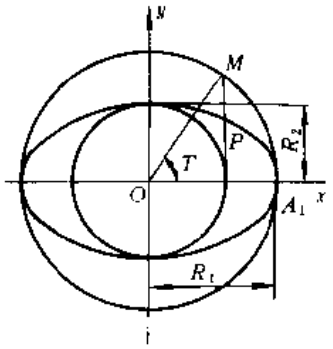



**图 8.21-12　椭圆上座标点的计算**

```
2500 REM SUB2－ARC (X0, Y0, R, TS, TE, DT)
2510 HD=3.14159/180: DT=DT*HD: TS=TS*HD: TE=TE*HD
2520 X=R*COS(TS)+X0: Y=R*SIN(TS)+Y0: DRAW "BM=X;,=Y;"
2530 FOR I=TS TO TE STEP DT
2540 X=R*COS(I)+X0: Y=R*SIN(I)+Y0
2550 GOSUB 1500
2560 NEXT I: DRAW "B0, 200;"
2570 RETURN
```

显然，上述子程序可以作为画圆的内接正多边形程序。取 $TS=0$，$TE=360°$，若令 $DT=60°$，则边数 $M=360/60=6$，可画正六边形，同理

$DT=72°$　边数 $M=360/72=5$　正五边形

$DT=90°$　边数 $M=360/90=4$　正四边形

$DT=120°$　边数 $M=360/120=3$　正三角形

(2) 绘制椭圆的子程序

由图 8.21-12 所示，椭圆的长轴在 $X$ 轴上，长半径为 $R_1$，短轴在 $Y$ 轴上，短半径为 $R_2$，当椭圆上的点 $A_1$ 转过 $T$ 角到点 $P$ 时，点 $P$ 的坐标为：

$$\begin{cases} X_p=R_1\cos(T) \\ Y_p=R_2\sin(T) \end{cases}$$

当 $T$ 由 0°变到 360°时，每次使 $\Delta T=2°\sim5°$，则可利用上式求出椭圆上有限点的座标，依次用直线段连接这些点，得到一封闭多边形，使其逼近椭圆，这就是计算机绘制椭圆的算法。

当椭圆的长轴转过 $Q$ 角以后（图 8.21-13）。点 P 的坐标由下式确定：

$$\begin{cases} X_p=R_1\cos(T)\cos(Q)-R_2\sin(T)\sin(Q) \\ Y_p=R_1\cos(T)\sin(Q)+R_2\sin(T)\cos(Q) \end{cases}$$

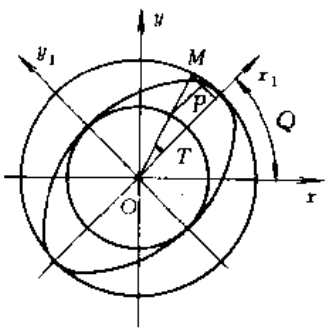



**图 8.21-13　任意角度椭圆上座标点计算**

由上式可以算出任意旋转方向的椭圆上点的坐标，从而画出长、短轴为任意方向的椭圆。

画椭圆程序的处理步骤与圆类似、框图从略。下面

是编制的程序。

```
3000  REM SUB3－ELLIPS (R1、R2, TS, TE, DT, Q, X0, Y0)
3010  HD=3.14159/180: DT=DT*HD: TS=TS*HD
3020  TE=TE*HD: Q=Q*HD
3030  X=R1*COS (TS) *COS (Q) －R2*SIN (TS) *SIN (Q) +X0
3040  Y=R1*COS (TS) *SIN (Q) +R2*SIN (TS) *COS (Q) +Y0
3050  Y=200－Y: DRAW "BM=X;, =Y;"
3060  FOR I=TS+DT TO TE STEP DT
3070  X=R1*COS (I) *COS (Q) －R2*SIN (I) *SIN (Q) +X0
3080  Y=R1*COS (I) *SIN (Q) +R2*SIN (I) *COS (Q) +Y0
3090  GOSUB 1500
3100  NEXY I: DRAW "BMO, 200;": RETURN
```

上述程序中，若 $TS\neq 0$，$TE\neq 360°$ 且 $TS\neq TE$ 时，可以画各种椭圆弧。若令 $R_1=R_2$，则可以画圆和圆弧，所以说圆是椭圆当长、短轴相等时的特例。

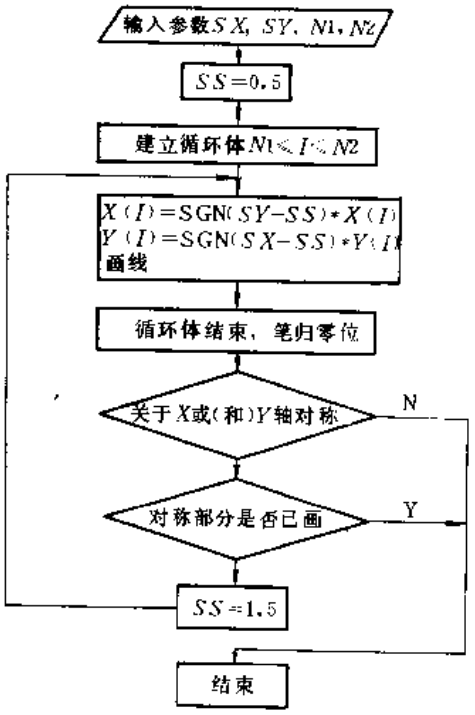



**图 8.21-14**　画对称图形框图

(3) 绘制对称图形子程序

机械零件中，有很多结构具有对称性，表现在图样上，就是平面图形关于 $X$ 或 $Y$ 轴（以及 $X$ 和 $Y$ 轴）对称。若把坐标原点建立在对称轴（或中心）上，则对称图形对应点的坐标绝对值相同，而符号相反。

1）图形是关于 $X$ 轴还是 $Y$ 轴（或者两者都）对称。可以设置下列参数：

$$SX=\begin{cases}1 & \text{图形关于 } X \text{ 轴不对称}\\ 2 & \text{图形关于 } X \text{ 轴对称}\end{cases}$$

$$SY=\begin{cases}1 & \text{图形关于 } Y \text{ 轴不对称}\\ 2 & \text{图形关于 } Y \text{ 轴对称}\end{cases}$$

这两个参数应在调用该程序时输入。

2）对于直线图形来说，那些线段的端点具有对称性质。并依此设各端点的编号为（1，2，…，$N$），

$N1$——对称图形起始点编号

$N2$——对称图形终止点编号

显然应有 $1\leqslant N1<N2\leqslant N$。

设计程序的框图如图 8.21-14 所示。

编制程序如下：

```
3500  REM SUB4－SYMMETRY GRAPH (SX, SY, N1, N2)
3510  SS=0.5: X=X (N1): Y=200－Y (N1): DRAW "BM=X;, =Y;"
3520  FOR I=N1 TO N2
3530  X (I) =SGN (SY-SS) *X (I): Y (I) =SGN (SX-SS) *Y (I)
3540  X=X (I): Y=Y (I): GOSUB 1500
3550  NEXT I
3560  IF SX－SY<3 THEN 3590
3570  IF SS>1 THEN 3590
3580  SS=1.5: X=X (N1): Y=200－Y (N1): DRAW "BM=X3, Y5": GOTO 3520
3590  RETURN
```

例如绘制如图 8.21-15 所示的关于 $Y$ 轴对称的图形。

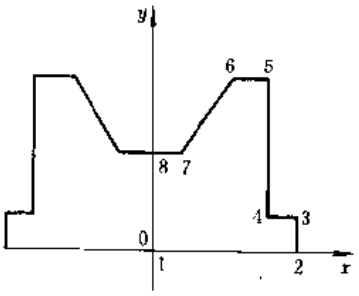



**图 8.21-15**　对称图形

```
10  DIM X (8), Y (8)
20  FOR I=1 TO 8
30  READ X (I), Y (I)
```

```
40  DATA 0, 0, 40, 0, 40, 10, 30, 10
50  DATA 30, 70, 20, 70, 15, 40, 0, 40
60  NEXT  I: SX=1: SY=2: N1=1: N2=8
70  GOSUB  3500
80  END
```

(4) 画图框及标题栏子程序

设计一个程序，使它能按 GB/T 14689—93 的要求画出各种格式的图框（A3、A4、A5）。首先要确定需要输入的参数。

A——图纸幅面代号，如 $A=3$ 为 A3 幅面；

X0，Y0——图框左下角的位置坐标；

S1——横装 $S1=1$，竖装 $S1=2$；

S2——留装订边 $S2=1$，不留装订边 $S2=2$。

程序框图如图 8.21-16 所示。

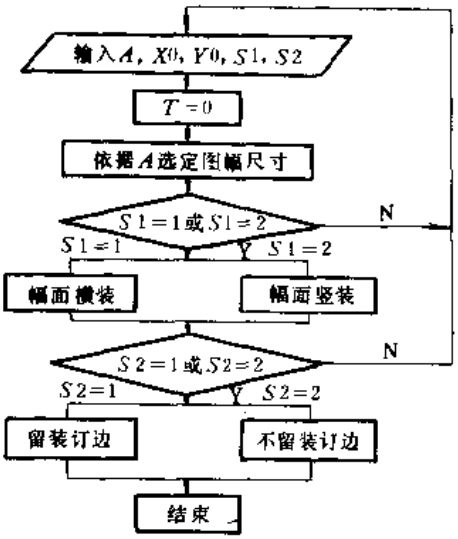



**图 8.21-16**　画标准图框流程图

编制程序如下：

```
4000  REM SUB5 (A, X0, Y0, S1, S2)
4010  T=0: ON INT (A-2) GOTO 4020, 4030,
      4040
4020  L=420: H=297: GOTO 4050
4030  L=297: H=210: GOTO 4050
4040  L=210: H=148
4050  IF S1=1  THEN 4090
4060  IF S1=2 THEN 4080
4070  GOTO 4000
4080  H1=H: H=L: L=H1
4090  IF S2=1 THEN 4120
4100  IF S2=2 THEN 4140
4110  GOTO 4000
4120  X0=X0+25: Y0=Y0+5: L=L-30
4130  H=H-10: GOTO 4150
4140  X0=X0+10: Y0=Y0+10: L=L-20: H
=H-20
4150  GOSUB 1000: RETURN
```

上述程序可以画出 A3、A4、A5 幅面图框。标题栏程序与之类似。

### 1.2.4　绘图子程序设计要注意的问题及与主程序的关系

从程序设计方面考虑，工程图样都是由点、线（虚线、点划线、实线等）、圆及圆弧等基本图形元素组成。进一步还可以将图分解成一些图形单元，如矩形、多边形、键槽形等。还有大量的图形是通过对某一图形单元进行镜面反射、旋转、平移、比例缩放等变换得到的。对于这类问题，最有效的处理方法是编制专门的绘图子程序模块。使用时，调用不同的模块，就可以拼画出所需要的图形。图 8.21-17 为某一绘图程序的相互调用关系。

从结构上来看，主程序与子程序并无区别，只是在程序结尾处，子程序是用“返回”（*RETURN*）结尾，表示该子程序运行完了。而主程序是以结束语句“*END*”结尾，表示整个程序运行结束。

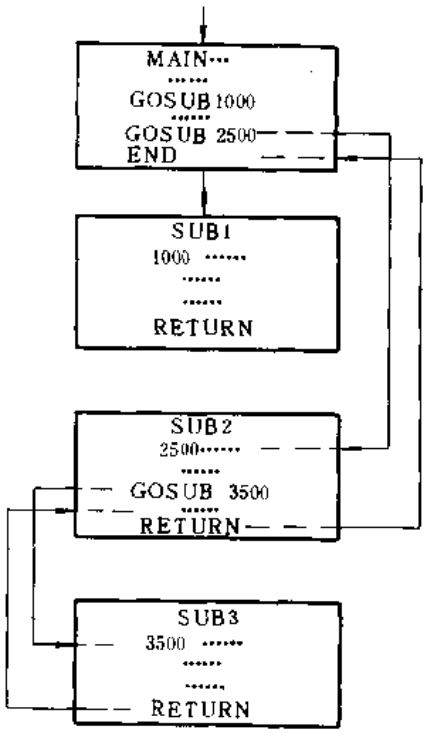



**图 8.21-17**　子程序与子程序的关系

从内容来看，主程序除了必要的输入输出语句和结束语句外，大量的是子程序调用语句，通常避免在主

程序中进行大量的计算，这样可以使程序结构性能好，便于调试和维护。子程序则主要承担特定的计算，分析及数据的处理，控制绘图的过程等工作。

### 1.2.5　绘图程序设计实例

1）根据功能要求，提出设计方案。

2）分析几何结构，结合已有的绘图子程序，将图样分解成一些基本的图形单元，在尽量利用原有子程序的基础上，确定要设计的子程序及各子程序之间的参数关系。

3）设计及编制新的子程序，并逐个调试通过。

4）设计主程序，将各子程序按要求组装、联接，然后进行调试。

5）大型绘图软件还要进行全面的性能测试和技术鉴定。

**例**　在 A4 图纸上画一直径为 50，高为 80 的圆柱体的三视图。

分析：圆柱体的三视图有两个为矩形线框，一个为圆，这些子程序前面都已编制完成，只需调用即可。三个视图中共有四条中心线，所以应设计一个画点划线的子程序“PASHDOT”。最后还要画出图框及标题栏，即要调用画图框及标题栏的子程序 SUB5。设计主程序（框图略）如下：

```
10  REM MAIN－CYLINDER
20  SCREEN1：COLOR0，0：CLS：KEY OFF
30  A＝4：X0＝150：Y0＝120：S1＝1：S2＝1
40  GOSUB 4000
50  X0＝230：Y0＝225：L＝50：H＝80：T＝0
60  GOSUB 1000
70  X0＝340：Y0＝225：L＝50：H＝80：T＝0
80  GOSUB 1000
90  X0＝255：Y0＝175：R＝25：TS＝0：TE＝360：
    DT＝3
100 （四次调用画点划线子程序，画出四条中心线）
150 GOSUB 2500
160 END
```

上面程序绘出的图如图 8.21-18 所示。

## 2　机械制图用计算机信息交换常用长仿宋字体，代（符）号基本集（GB/T 13362.1—92）

### 2.1　长仿宋字体、代（符）号的常用范围及配置

GB 13362.1—92 机械制图用计算机信息交换中共收集字体与代（符）7229 个和组合代（符）号的基本单元符号 66 个，共 7295 个。

#### 2.1.1　字体

按照机械图样的要求，在字体中共收集了汉字、阿拉伯数字、罗马数字、拉丁字母和希腊字母共 6955 个。除汉字外，其它字体都配置在 88～90 区。

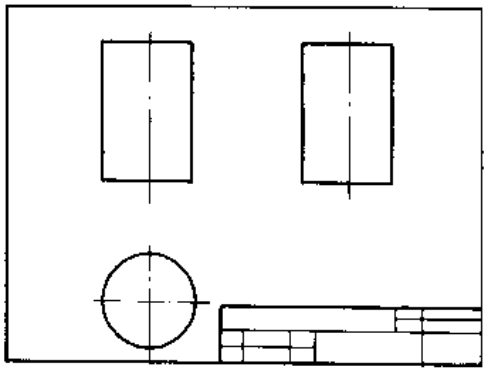


图 8.21-18　圆柱体的三视图

（1）在机械制图用计算机信息交换中所涉及到的汉字，均依照 GB 2312 的规定。并变化成符合机械制图标准中规定的长仿宋体的要求（汉字共 6763 个，其中一级汉字共 3755 个，配置在 16～55 区；二级汉字共 3008 个配置在 56～87 区）。

（2）阿拉伯数字共 20 个，其中斜体数字 10 个，直体数字 10 个。

（3）罗马数字共 20 个，其中斜体数字 10 个，直体数字 10 个。

（4）拉丁字母共 104 个，其中大写斜体字母 26 个，大写直体字母 26 个，小写斜体字母 26 个，小写直体字母 26 个。

（5）希腊字母共 48 个，其中大写斜体字母 24 个，小写斜体字母 24 个。

#### 2.1.2　代（符）号

按照机械图样的一般要求，标准中共收集了标点符号、运算符号、辅助符号、图样画法用符号、装配图用零部件序号、尺寸标注用符号、形状与位置公差符号、表面粗糙度符号、焊缝符号、中心孔符号、滚动轴承符号、金属结构件符号、机械加工定位夹紧符号与工艺流程图表用图形符号 274 个和其组合代（符）号的基本单元符号 66 个，共 340 个，均配置在 90～93 区。

（1）标点符号共 21 个。

（2）运算符号共 31 个，组合的基本单元符号共 2 个。

（3）辅助符号 18 个。

（4）图样画法用符号共 9 个。

(5) 装配图用零、部件序号的组合单元符号共10个。

(6) 尺寸标注用符号共14个，组合的基本单元符号7个。

(7) 表面粗糙度符号共7个，组合的基本单元符号共6个。

(8) 形状与位置公差符号共23个；组合的基本单元符号共26个。

(9) 焊缝符号共32个，组合的基本单元符号共4个。

(10) 中心孔符号共2个，组合的基本单元符号共2个。

(11) 滚动轴承符号共23个。

(12) 金属结构件符号共48个。

(13) 机械加工定位夹紧符号共33个，组合的基本单元符号共9个。

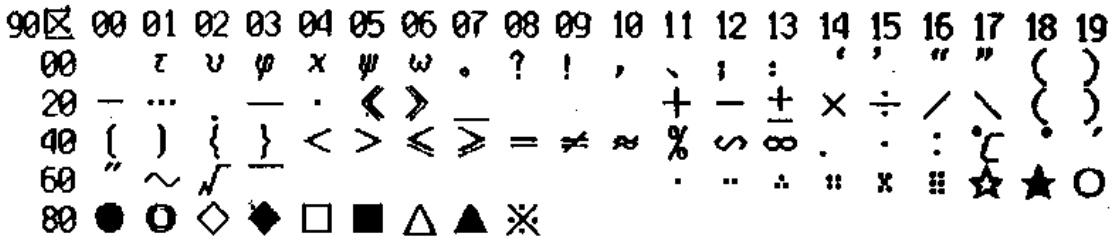
(14) 工艺流程图表用图形符号共13个。

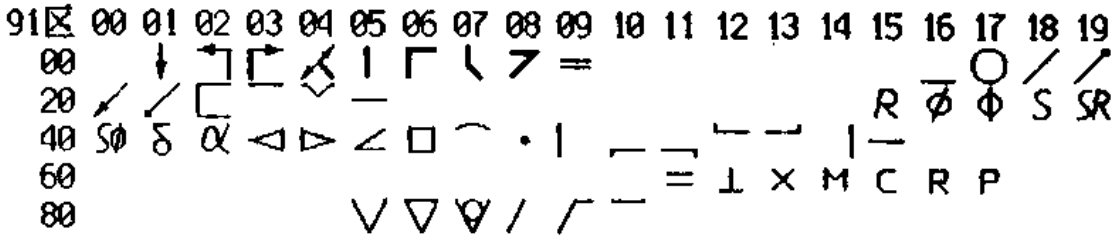
## 2.2 字体、代（符）号的分区及表示形式

字体、代（符）号的分区及表示形式见表8.21-1。其中88区～94区位码中的空格位置是留作进一步标准化所用。这些字体、代（符）号的表示形式按照GB 2312的规定，如：形状与位置公差中的“同轴度”符号◎用92（区）－11（位）表示。

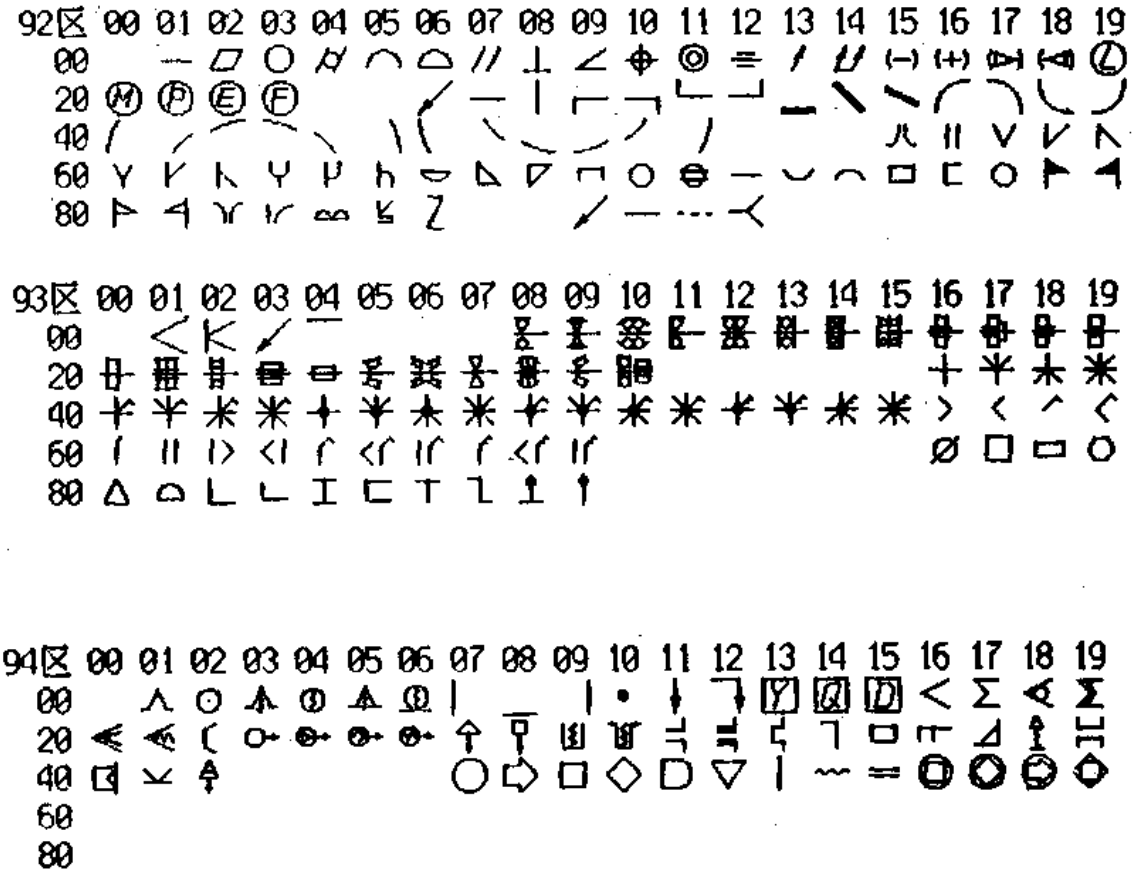
**表8.21-1　字体、代（符号）的分区及表示形式**

| 88区 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅳ | Ⅴ | Ⅵ | Ⅶ | Ⅷ | Ⅸ |
| 20 | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅳ | Ⅴ | Ⅵ | Ⅶ | Ⅷ | Ⅸ | Ⅹ | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅳ | Ⅴ | Ⅵ | Ⅶ | Ⅷ | Ⅸ | |
| 40 | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | |
| 60 | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
| 80 | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | | | | | | | |
| 89区 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 00 | | a | b | c | d | e | f | g | h | i | j | k | l | m | n | o | p | q | r | s |
| 20 | t | u | v | w | x | y | z | a | b | c | d | e | f | g | h | i | j | k | l | m |
| 40 | n | o | p | q | r | s | t | u | v | w | x | y | z | A | B | Γ | Δ | E | Z | H |
| 60 | Θ | I | K | Λ | M | N | Ξ | O | Π | P | Σ | T | Y | Φ | X | Ψ | Ω | α | β | γ |
| 80 | δ | ε | ζ | η | θ | ι | κ | λ | μ | υ | ξ | ο | π | ρ | σ | | | | | |





（续）




2.3　代（符）号在代码表上的位置和名称及含　　义（表 8.21-2）

**表 8.21-2　代（符）号在代码表上的位置和名称及含义**

| 序　号 | 代码表上的位置 区 | 代码表上的位置 号 | 代（符）号 | 名称及含义 | 序　号 | 代码表上的位置 区 | 代码表上的位置 号 | 代（符）号 | 名称及含义 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1　标点符号 | | | | | 1.16 | 90 | 22 | ˙ | 着重号 |
| 1.1 | 90 | 07 | 。 | 句　号 | 1.17 | 90 | 23 | — | 连接号 |
| 1.2 | 90 | 08 | ？ | 问　号 | 1.18 | 90 | 24 | · | 间隔号 |
| 1.3 | 90 | 09 | ！ | 叹　号 | 1.19 | 90 | 25 | 《 | 书名号 |
| 1.4 | 90 | 10 | ， | 逗　号 | 1.20 | 90 | 26 | 》 | 书名号 |
| 1.5 | 90 | 11 | 、 | 顿　号 | 1.21 | 90 | 27 | — | 专名号 |
| 1.6 | 90 | 12 | ； | 分　号 | 2　算术符号 | | | | |
| 1.7 | 90 | 13 | ： | 冒　号 | 2.1 | 90 | 31 | + | 加　号 |
| 1.8 | 90 | 14 | ‘ | 单引号 | 2.2 | 90 | 32 | − | 减　号 |
| 1.9 | 90 | 15 | ’ | 单引号 | 2.3 | 90 | 33 | ± | 加减号 |
| 1.10 | 90 | 16 | “ | 双引号 | 2.4 | 90 | 34 | × | 乘　号 |
| 1.11 | 90 | 17 | ” | 双引号 | 2.5 | 90 | 35 | ÷ | 除　号 |
| 1.12 | 90 | 18 | （ | 括　号 | 2.6 | 90 | 36 | / | 斜线、分号、除号 |
| 1.13 | 90 | 19 | ） | 括　号 | 2.7 | 90 | 37 | \ | 反斜线 |
| 1.14 | 90 | 20 | — | 破折号 | 2.8 | 90 | 38 | ( | 小括号 |
| 1.15 | 90 | 21 | … | 省略号 | 2.9 | 90 | 39 | ) | 小括号 |

（续）

| 序　号 | 代码表上的位置 区号 | 位号 | 代（符）号 | 名称及含义 |
|---|---|---|---|---|
| 2.10 | 90 | 40 | 〔 | 中括号 |
| 2.11 | 90 | 41 | 〕 | 中括号 |
| 2.12 | 90 | 42 | ｛ | 大括号 |
| 2.13 | 90 | 43 | ｝ | 大括号 |
| 2.14 | 90 | 44 | ＜ | 小于号 |
| 2.15 | 90 | 45 | ＞ | 大于号 |
| 2.16 | 90 | 46 | ≤ | 小于等于号 |
| 2.17 | 90 | 47 | ≥ | 大于等于号 |
| 2.18 | 90 | 48 | ＝ | 等　号 |
| 2.19 | 90 | 49 | ≠ | 不等号 |
| 2.20 | 90 | 50 | ≈ | 约等号 |
| 2.21 | 90 | 51 | % | 百分号 |
| 2.22 | 90 | 52 | ∽ | 近似号 |
| 2.23 | 90 | 53 | ∞ | 无穷大 |
| 2.24 | 90 | 54 | · | 小数点 |
| 2.25 | 90 | 55 | · | 点乘号 |
| 2.26 | 90 | 56 | ： | 点分号 |
| 2.27 | 90 | 57 | ℃ | 摄氏度符号 |
| 2.28 | 90 | 58 | ° | 角　度 |
| 2.29 | 90 | 59 | ′ | 分　度 |
| 2.30 | 90 | 60 | ″ | 秒 |
| 2.31 | 90 | 61 | ～ | 从……到…… |
| 2.32 | 90 | 62 | √ | 根号的组合基本单元符号 |
| 2.33 | 90 | 63 | — | 根号的组合基本单元符号 |

3　辅助符号

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3.1 | 90 | 71 | ˙ | 一　点 |
| 3.2 | 90 | 72 | ¨ | 二　点 |
| 3.3 | 90 | 73 | ∴ | 三　点 |
| 3.4 | 90 | 74 | ⁙ | 四　点 |
| 3.5 | 90 | 75 | ⁘ | 五　点 |
| 3.6 | 90 | 76 | ⁝ | 六　点 |
| 3.7 | 90 | 77 | ☆ | 空　星 |
| 3.8 | 90 | 78 | ★ | 实　星 |
| 3.9 | 90 | 79 | ○ | 空　圆 |
| 3.10 | 90 | 80 | ● | 实　圆 |
| 3.11 | 90 | 81 | ◎ | 双空圆 |
| 3.12 | 90 | 82 | ◇ | 空菱形 |
| 3.13 | 90 | 83 | ◆ | 实菱形 |
| 3.14 | 90 | 84 | □ | 空方形 |
| 3.15 | 90 | 85 | ■ | 实方形 |
| 3.16 | 90 | 86 | △ | 空三角 |
| 3.17 | 90 | 87 | ▲ | 实三角 |
| 3.18 | 90 | 88 | ※ | 米花形 |

4　图样画法用符号

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4.1 | 91 | 01 | | 向视图符号 |
| 4.2 | 91 | 02 | | 单向的剖切方向符号 |
| 4.3 | 91 | 03 | | 单向的剖切方向符号 |
| 4.4 | 91 | 01 | | 双向的剖切方向符号 |
| 4.5 | 91 | 05 | | 180°剖切位置符号 |
| 4.6 | 91 | 06 | | 90°剖切位置符号 |
| 4.7 | 91 | 07 | | 135°剖切位置符号 |
| 4.8 | 91 | 08 | | 45°剖切位置符号 |
| 4.9 | 91 | 09 | | 对称符号 |

（续）

| 序　号 | 代码表上的位置 区号 | 位号 | 代（符）号 | 名　称　及　含　义 |
|---|---|---|---|---|
| 5　装配图用零、部件序号 | | | | |
| 5.1 | 91 | 16 |  | 装配图用零、部件序号的组合基本单元符号 |
| 5.2 | 91 | 17 | | 装配图用零、部件序号的组合基本单元符号 |
| 5.3 | 91 | 18 | | 装配图用零、部件序号的组合基本单元符号 |
| 5.4 | 91 | 19 | | 装配图用零、部件序号的组合基本单元符号 |
| 5.5 | 91 | 20 | | 装配图用零、部件序号的组合基本单元符号 |
| 5.6 | 91 | 21 | | 装配图用零、部件序号的组合基本单元符号 |
| 5.7 | 91 | 22 | | 装配图用零、部件序号的组合基本单元符号 |
| 5.8 | 91 | 23 |  | 装配图用零、部件序号的组合基本单元符号 |
| 5.9 | 91 | 24 | | 装配图用零、部件序号的组合基本单元符号 |
| 5.10 | 90 | 25 |  | 装配图用零、部件序号的组合基本单元符号 |
| 6　尺寸标注用符号 | | | | |
| 6.1 | 91 | 35 | | 半径符号 |
| 6.2 | 91 | 36 | | 斜体直径符号 |
| 6.3 | 91 | 37 | | 直体直径符号 |
| 6.4 | 91 | 38 | | 球符号 |
| 6.5 | 91 | 39 | | 球半径符号 |
| 6.6 | 91 | 40 | | 球直径符号 |
| 6.7 | 91 | 41 | | 厚度符号 |
| 6.8 | 91 | 42 | | 锥角符号 |
| 6.9 | 91 | 43 | | 锥度符号 |
| 6.10 | 91 | 44 | | 锥度符号 |
| 6.11 | 91 | 45 | | 斜度符号 |
| 6.12 | 91 | 46 | | 正方形符号 |
| 6.13 | 91 | 47 |  | 弧长符号 |
| 6.14 | 91 | 48 |  | 尺寸标注的基准符号 |
| 6.15 | 91 | 49 | | 理论正确尺寸框格的组合基本单元符号 |

（续）

| 序　号 | 代码表上的位置 区号 | 位号 | 代（符）号 | 名　称　及　含　义 |
|---|---|---|---|---|
| 6.16 | 91 | 50 |  | 理论正确尺寸框格的组合基本单元符号 |
| 6.17 | 91 | 51 |  | 理论正确尺寸框格的组合基本单元符号 |
| 6.18 | 91 | 52 |  | 理论正确尺寸框格的组合基本单元符号 |
| 6.19 | 91 | 53 |  | 理论正确尺寸框格的组合基本单元符号 |
| 6.20 | 91 | 54 |  | 理论正确尺寸框格的组合基本单元符号 |
| 6.21 | 91 | 55 |  | 理论正确尺寸框格的组合基本单元符号 |
| 7　表面粗糙度符号 | | | | |
| 7.1 | 91 | 71 | | 平行的纹理方向符号 |
| 7.2 | 91 | 72 | | 垂直的纹理方向符号 |
| 7.3 | 91 | 73 | | 相交的纹理方向符号 |
| 7.4 | 91 | 74 | | 多方向的纹理方向符号 |
| 7.5 | 91 | 75 | | 近似同心圆的纹理方向符号 |
| 7.6 | 91 | 76 | | 近似放射形的纹理方向符号 |
| 7.7 | 91 | 77 | | 无方向或凸起的细粒状的纹理方向符号 |
| 7.8 | 91 | 85 | | 表面粗糙度的组合基本单元符号 |
| 7.9 | 91 | 86 | | 表面粗糙度的组合基本单元符号 |
| 7.10 | 91 | 87 | | 表面粗糙度的组合基本单元符号 |
| 7.11 | 91 | 88 | | 表面粗糙度的组合基本单元符号 |
| 7.12 | 91 | 89 | | 表面粗糙度的组合基本单元符号 |
| 7.13 | 91 | 90 |  | 表面粗糙度的组合基本单元符号 |
| 8　形状和位置公差符号 | | | | |
| 8.1 | 92 | 01 | | 直线度符号 |
| 8.2 | 92 | 02 | | 平面度符号 |
| 8.3 | 92 | 03 | | 圆度符号 |
| 8.4 | 92 | 04 |  | 圆柱度符号 |

（续）

| 序　号 | 代码表上的位置区号 | 位号 | 代（符）号 | 名　称　及　含　义 |
|---|---|---|---|---|
| 8.5 | 92 | 05 | | 线轮廓度符号 |
| 8.6 | 92 | 06 | | 面轮廓度符号 |
| 8.7 | 92 | 07 | | 平行度符号 |
| 8.8 | 92 | 08 | | 垂直度符号 |
| 8.9 | 92 | 09 | | 倾斜度符号 |
| 8.10 | 92 | 10 | | 位置度符号 |
| 8.11 | 92 | 11 |  | 同轴度符号 |
| 8.12 | 92 | 12 |  | 对称度符号 |
| 8.13 | 92 | 13 |  | 圆跳动符号 |
| 8.14 | 92 | 14 |  | 全跳动符号 |
| 8.15 | 92 | 15 |  | 允许材料凹下符号 |
| 8.16 | 92 | 16 |  | 允许材料凸起符号 |
| 8.17 | 92 | 17 | | 允许按符号的小端方向逐渐减小符号 |
| 8.18 | 92 | 18 | | 允许按符号的小端方向逐渐减小符号 |
| 8.19 | 92 | 19 | | 最小实体状态符号 |
| 8.20 | 92 | 20 | | 最大实体状态符号 |
| 8.21 | 92 | 21 | | 延伸公差符号 |
| 8.22 | 92 | 22 | | 单一要素包容原则符号 |
| 8.23 | 92 | 23 | | 自由状态符号 |
| 8.24 | 92 | 26 | | 形状和位置公差框格符号的组合基本单元符号 |
| 8.25 | 92 | 27 | | 形状和位置公差框格符号的组合基本单元符号 |
| 8.26 | 92 | 28 |  | 形状和位置公差框格符号的组合基本单元符号 |

（续）

| 序　号 | 代码表上的位置 区号 | 位号 | 代（符）号 | 名称及含义 |
|---|---|---|---|---|
| 8.27 | 92 | 29 | | 形状和位置公差框格符号的组合基本单元符号 |
| 8.28 | 92 | 30 | | 形状和位置公差框格符号的组合基本单元符号 |
| 8.29 | 92 | 31 | | 形状和位置公差框格符号的组合基本单元符号 |
| 8.30 | 92 | 32 |  | 形状和位置公差框格符号的组合基本单元符号 |
| 8.31 | 92 | 33 |  | 形状和位置公差基准符号的组合基本单元符号 |
| 8.32 | 92 | 34 |  | 形状和位置公差基准符号的组合基本单元符号 |
| 8.33 | 92 | 35 | | 形状和位置公差基准符号的组合基本单元符号 |
| 8.34 | 92 | 36 | | 形状和位置公差基准符号的组合基本单元符号 |
| 8.35 | 92 | 37 | | 形状和位置公差基准符号的组合基本单元符号 |
| 8.36 | 92 | 38 | | 形状和位置公差基准符号的组合基本单元符号 |
| 8.37 | 92 | 39 | | 形状和位置公差基准符号的组合基本单元符号 |
| 8.38 | 92 | 40 | | 形状和位置公差基准目标符号的组合基本单元符号 |
| 8.39 | 92 | 41 | | 形状和位置公差基准目标符号的组合基本单元符号 |
| 8.40 | 92 | 42 | | 形状和位置公差基准目标符号的组合基本单元符号 |
| 8.41 | 92 | 43 | | 形状和位置公差基准目标符号的组合基本单元符号 |
| 8.42 | 92 | 44 | | 形状和位置公差基准目标符号的组合基本单元符号 |
| 8.43 | 92 | 45 |  | 形状和位置公差基准目标符号的组合基本单元符号 |
| 8.44 | 92 | 46 |  | 形状和位置公差基准目标符号的组合基本单元符号 |
| 8.45 | 92 | 47 | | 形状和位置公差基准目标符号的组合基本单元符号 |
| 8.46 | 92 | 48 |  | 形状和位置公差基准目标符号的组合基本单元符号 |
| 8.47 | 92 | 49 |  | 形状和位置公差基准目标符号的组合基本单元符号 |
| 8.48 | 92 | 50 | | 形状和位置公差基准目标符号的组合基本单元符号 |
| 8.49 | 92 | 51 | | 形状和位置公差基准目标符号的组合基本单元符号 |

（续）

| 序　号 | 代码表上的位置 区号 | 位号 | 代（符）号 | 名称及含义 |
|---|---|---|---|---|
| 9　焊缝符号 | | | | |
| 9.1 | 92 | 55 | | 卷边焊缝符号 |
| 9.2 | 92 | 56 |  | I 形焊缝符号 |
| 9.3 | 92 | 57 | | V 形焊缝符号 |
| 9.4 | 92 | 58 | | 单边 V 形焊缝符号 |
| 9.5 | 92 | 59 | | 单边 V 形焊缝符号 |
| 9.6 | 92 | 60 | | 带钝边 V 形焊缝符号 |
| 9.7 | 92 | 61 | | 带钝边单边 V 形焊缝符号 |
| 9.8 | 92 | 62 |  | 带钝边单边 V 形焊缝符号 |
| 9.9 | 92 | 63 |  | U 形焊缝符号 |
| 9.10 | 92 | 64 | | 带钝边 J 形焊缝符号 |
| 9.11 | 92 | 65 | | 带钝边 J 形焊缝符号 |
| 9.12 | 92 | 66 |  | 封底焊缝符号 |
| 9.13 | 92 | 67 | | 角焊缝符号 |
| 9.14 | 92 | 68 | | 角焊缝符号 |
| 9.15 | 92 | 69 | | 焊缝或槽焊缝符号 |
| 9.16 | 92 | 70 | | 点焊缝符号 |
| 9.17 | 92 | 71 | | 缝焊缝符号 |
| 9.18 | 92 | 72 |  | 平面焊缝符号 |
| 9.19 | 92 | 73 |  | 凹面焊缝符号 |
| 9.20 | 92 | 74 | | 凸面焊缝符号 |
| 9.21 | 92 | 75 | | 带垫板焊缝符号 |
| 9.22 | 92 | 76 |  | 三面焊缝符号 |
| 9.23 | 92 | 77 |  | 周围焊缝符号 |

（续）

| 序　号 | 代码表上的位置 区号 | 位号 | 代（符）号 | 名称及含义 |
|---|---|---|---|---|
| 9.24 | 92 | 78 | | 现场焊接符号 |
| 9.25 | 92 | 79 | | 现场焊接符号 |
| 9.26 | 92 | 80 | | 现场焊接简化符号 |
| 9.27 | 92 | 81 | | 现场焊接简化符号 |
| 9.28 | 92 | 82 | | 喇叭形焊缝符号 |
| 9.29 | 92 | 83 | | 单边喇叭形焊缝符号 |
| 9.30 | 92 | 84 |  | 堆焊缝符号 |
| 9.31 | 92 | 85 | | 锁边焊缝符号 |
| 9.32 | 92 | 86 | | 交错断续焊缝符号 |
| 9.33 | 92 | 89 | | 焊缝符号标注用箭头线 |
| 9.34 | 92 | 90 |  | 焊缝符号标注用基准线（细实线） |
| 9.35 | 92 | 91 |  | 焊缝符号标注用基准线（虚　线） |
| 9.36 | 92 | 92 |  | 焊缝符号标注用尾部符号 |
| 10　中心孔符号 | | | | |
| 10.1 | 93 | 01 | | 要求保留的中心孔符号 |
| 10.2 | 93 | 02 | | 不允许保留的中心孔符号 |
| 10.3 | 93 | 03 |  | 中心孔标注组合的基本单元符号 |
| 10.4 | 93 | 04 | | 中心孔标注组合的基本单元符号 |
| 11　滚动轴承符号 | | | | |
| 11.1 | 93 | 08 |  | 一面或两面带防尘盖或密封圈、外圈有止动挡边的向心球轴承 |
| 11.2 | 93 | 09 | | 内圈端面突出、外圈有球面的向心球轴承 |
| 11.3 | 93 | 10 | | 不带退卸套或带退卸套的双列同心球轴承 |

（续）

| 序　号 | 代码表上的位置<br>区号 | 位号 | 代（符）号 | 名称及含义 |
|---|---|---|---|---|
| 11.4 | 93 | 11 | | 角接触球轴承 |
| 11.5 | 93 | 12 | | 双列角接触球轴承 |
| 11.6 | 93 | 13 | | 推力球轴承 |
| 11.7 | 93 | 14 | | 带外罩的推力球轴承 |
| 11.8 | 93 | 15 | | 双列推力球轴承 |
| 11.9 | 93 | 16 | | 内圈无挡边的向心短圆柱滚子轴承 |
| 11.10 | 93 | 17 | | 带斜挡边、内圈无挡边的向心短圆柱滚子轴承 |
| 11.11 | 93 | 18 | | 内圈单挡边的向心短圆柱滚子轴承 |
| 11.12 | 93 | 19 | | 无外圈的向心短圆柱滚子轴承 |
| 11.13 | 93 | 20 | | 无内圈的向心短圆柱滚子轴承 |
| 11.14 | 93 | 21 | | 双列向心短圆柱滚子轴承 |
| 11.15 | 93 | 22 | | 推力短圆柱滚子轴承 |
| 11.16 | 93 | 23 | | 内圈无挡边的滚针轴承 |
| 11.17 | 93 | 24 | | 无内圈的滚针轴承 |
| 11.18 | 93 | 25 | | 圆锥滚子轴承 |
| 11.19 | 93 | 26 | | 双列圆锥滚子轴承 |
| 11.20 | 93 | 27 | | 推力圆锥滚子轴承 |
| 11.21 | 93 | 28 |  | 双列调心滚子轴承 |
| 11.22 | 93 | 29 | | 推力调心滚子轴承 |
| 11.23 | 93 | 30 | | 推力球和滚子组合轴承 |

12　金属结构件符号

12.1　在垂直于孔轴线的投影面上绘制孔的符号

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 12.1.1 | 93 | 36 | | 在车间钻孔、无沉孔 |
| 12.1.2 | 93 | 37 | | 在车间钻孔、近侧有沉孔 |

（续）

| 序　号 | 代码表上的位置 区号 | 位号 | 代（符）号 | 名称及含义 |
|---|---|---|---|---|
| 12.1.3 | 93 | 38 | | 在车间钻孔、远侧有沉孔 |
| 12.1.4 | 93 | 39 | | 在车间钻孔、两侧有沉孔 |
| 12.1.5 | 93 | 40 | | 在工地钻孔、无沉孔 |
| 12.1.6 | 93 | 41 | | 在工地钻孔、近侧有沉孔 |
| 12.1.7 | 93 | 42 | | 在工地钻孔、远侧有沉孔 |
| 12.1.8 | 93 | 43 | | 在工地钻孔、两侧有沉孔 |
| 12.2　在垂直于螺栓、铆钉等轴线的投影面上绘制螺栓、铆钉装配在孔内的符号 | | | | |
| 12.2.1 | 93 | 41 | | 在车间装配、无沉孔 |
| 12.2.2 | 93 | 45 |  | 在车间装配、近侧有沉孔 |
| 12.2.3 | 93 | 46 | | 在车间装配、远侧有沉孔 |
| 12.2.4 | 93 | 47 | | 在车间装配、两侧有沉孔 |
| 12.2.5 | 93 | 48 | | 在工地装配、无沉孔 |
| 12.2.6 | 93 | 49 | | 在工地装配、近侧有沉孔 |
| 12.2.7 | 93 | 50 | | 在工地装配、远侧有沉孔 |
| 12.2.8 | 93 | 51 | | 在工地装配、两侧有沉孔 |
| 12.2.9 | 93 | 52 | | 在工地钻孔及装配、无沉孔 |
| 12.2.10 | 93 | 53 | | 在工地钻孔及装配、近侧有沉孔 |
| 12.2.11 | 93 | 54 | | 在工地钻孔及装配、远侧有沉孔 |
| 12.2.12 | 93 | 55 |  | 在工地钻孔及装配、两侧有沉孔 |
| 12.3　在平行于孔轴线的投影面上绘制孔的符号 | | | | |
| 12.3.1 | 93 | 56 | | 在车间钻孔、有沉孔 |
| 12.3.2 | 93 | 57 | | 在车间钻孔、有沉孔 |

（续）

| 序　号 | 代码表上的位置<br>区号 | 位号 | 代（符）号 | 名称及含义 |
|---|---|---|---|---|
| 12.3.3 | 93 | 58 | | 在工地钻孔、无沉孔 |
| 12.3.4 | 93 | 59 | | 在工地钻孔、有沉孔 |
| 12.4　在平行于螺栓、铆钉等轴线的投影面上绘制螺栓、铆钉装配在孔内的符号 | | | | |
| 12.4.1 | 93 | 60 |  | 在车间装配、无沉孔 |
| 12.4.2 | 93 | 61 |  | 在车间装配、带有指定螺母位置的螺栓 |
| 12.4.3 | 93 | 62 | | 在车间装配、有沉孔 |
| 12.4.4 | 93 | 63 | | 在车间装配、有沉孔 |
| 12.4.5 | 93 | 64 | | 在工地装配、无沉孔 |
| 12.4.6 | 93 | 65 | | 在工地装配、有沉孔 |
| 12.4.7 | 93 | 66 | | 在工地装配、带有指定螺母位置的螺栓 |
| 12.4.8 | 93 | 67 | | 在工地钻孔及装配、无沉孔 |
| 12.4.9 | 93 | 68 | | 在工地钻孔及装配、有沉孔 |
| 12.4.10 | 93 | 69 | | 在工地钻孔及装配、带有指定螺母位置的螺栓 |
| 12.5　钢材的形状符号 | | | | |
| 12.5.1 | 93 | 76 | | 圆钢、钢管 |
| 12.5.2 | 93 | 77 | | 实心或空心方钢 |
| 12.5.3 | 93 | 78 | | 实心或空心扁钢 |
| 12.5.4 | 93 | 79 | | 实心或空心六角钢 |
| 12.5.5 | 93 | 80 | | 三角钢 |
| 12.5.6 | 93 | 81 | | 半圆钢 |
| 12.5.7 | 93 | 82 | | 等边角钢 |
| 12.5.8 | 93 | 83 | | 不等边角钢 |

（续）

| 序　号 | 代码表上的位置 区号 | 位号 | 代（符）号 | 名称及含义 |
|---|---|---|---|---|
| 12.5.9 | 93 | 84 | | 工字钢 |
| 12.5.10 | 93 | 85 | | 槽钢 |
| 12.5.11 | 93 | 86 | | T 字钢 |
| 12.5.12 | 93 | 87 | | Z 字钢 |
| 12.5.13 | 93 | 88 | | 钢轨 |
| 12.5.14 | 93 | 89 | | 球头扁钢 |
| 13　机械加工定位、夹紧符号 | | | | |
| 13.1　定位支承符号、辅助支承符号和夹紧符号 | | | | |
| 13.1.1 | 94 | 01 | | 在视图轮廓线上标注的固定式独立定位符号 |
| 13.1.2 | 94 | 02 | | 在视图正面上标注的固定式独立定位符号 |
| 13.1.3 | 94 | 03 | | 在视图轮廓线上标注的活动式独立定位符号 |
| 13.1.4 | 94 | 04 | | 在视图正面上标注的活动式独立定位符号 |
| 13.1.5 | 94 | 05 |  | 在视图轮廓线上标注的独立辅助支承符号 |
| 13.1.6 | 94 | 06 |  | 在视图正面上标注的独立辅助支承符号 |
| 13.1.7 | 94 | 07 |  | 联合定位、夹紧的组合基本单元符号 |
| 13.1.8 | 94 | 08 |  | 联合定位、夹紧的组合基本单元符号 |
| 13.1.9 | 94 | 09 | | 联合定位、夹紧的组合基本单元符号 |
| 13.1.10 | 94 | 10 |  | 独立与联合夹紧的组合基本单元符号 |
| 13.1.11 | 94 | 11 |  | 独立与联合夹紧的组合基本单元符号 |
| 13.1.12 | 94 | 12 |  | 独立与联合夹紧的组合基本单元符号 |
| 13.1.13 | 94 | 13 | | 独立与联合夹紧的组合基本单元符号 |
| 13.1.14 | 94 | 14 | | 独立与联合夹紧的组合基本单元符号 |
| 13.1.15 | 94 | 15 | | 独立与联合夹紧的组合基本单元符号 |

（续）

| 序　号 | 代码表上的位置<br>区号 | 位号 | 代（符）号 | 名称及含义 |
|---|---|---|---|---|
| 13.2　定位夹紧装置符号 | | | | |
| 13.2.1 | 94 | 16 | | 固定顶尖 |
| 13.2.2 | 94 | 17 | | 内顶尖 |
| 13.2.3 | 94 | 18 | | 回转顶尖 |
| 13.2.4 | 94 | 19 | | 外拨顶尖 |
| 13.2.5 | 94 | 20 | | 内拨顶尖 |
| 13.2.6 | 94 | 21 | | 浮动顶尖 |
| 13.2.7 | 94 | 22 | | 伞形顶尖 |
| 13.2.8 | 94 | 23 | | 圆柱心轴 |
| 13.2.9 | 94 | 24 | | 锥度心轴 |
| 13.2.10 | 94 | 25 | | 螺纹心轴（花键心轴也可用此符号） |
| 13.2.11 | 94 | 26 | | 弹性心轴或弹簧夹头（包括塑料心轴） |
| 13.2.12 | 94 | 27 | | 三爪卡盘 |
| 13.2.13 | 94 | 28 | | 四爪卡盘 |
| 13.2.14 | 94 | 29 | | 中心架 |
| 13.2.15 | 94 | 30 | | 跟刀架 |
| 13.2.16 | 94 | 31 | | 圆柱衬套 |
| 13.2.17 | 94 | 32 | | 螺纹衬套 |
| 13.2.18 | 94 | 33 | | 止口盘 |
| 13.2.19 | 94 | 34 | | 拨杆 |
| 13.2.20 | 94 | 35 | | 垫铁 |
| 13.2.21 | 94 | 36 | | 压板 |
| 13.2.22 | 94 | 37 | | 角铁 |

（续）

| 序　号 | 代码表上的位置 区号 | 位号 | 代（符）号 | 名称及含义 |
|---|---|---|---|---|
| 13.2.23 | 94 | 38 |  | 可调支承 |
| 13.2.24 | 94 | 39 |  | 平口钳 |
| 13.2.25 | 94 | 40 |  | 中心堵 |
| 13.2.26 | 94 | 41 |  | V形块 |
| 13.2.27 | 94 | 42 |  | 铁爪 |
| 14　工艺流程图表用图形符号 | | | | |
| 14.1 | 94 | 47 | | 加工 |
| 14.2 | 94 | 48 | | 搬运 |
| 14.3 | 94 | 49 | | 数量检验 |
| 14.4 | 94 | 50 | | 质量检验 |
| 14.5 | 94 | 51 | | 停放 |
| 14.6 | 94 | 52 | | 储存 |
| 14.7 | 94 | 53 |  | 流程线 |
| 14.8 | 94 | 54 |  | 分区 |
| 14.9 | 94 | 55 |  | 省略 |
| 14.10 | 94 | 56 | | 在给定时间内加工与数量检验同时进行 |
| 14.11 | 94 | 57 | | 在给定时间内加工与质量检验同时进行 |
| 14.12 | 94 | 58 | | 在给定时间内加工与搬运同时进行 |
| 14.13 | 94 | 59 | | 在给定时间内质量检验、数量检验同时进行 |

## 3　机械制图用计算机信息交换常用长仿宋字体、代（符）号16×16点阵字模集（GB/T 13362.2—92）

### 3.1　常用代（符）号点阵字模集的内容

按照“GB/T 13362.1机械制图用计算机信息交换常用长仿宋字体、代（符）号基本集”的规定，提供了以下点阵字模集的内容（除汉字外的字体、代（符）号466个；组合代（符）号的基本单元符号66个，共532个）。

（1）阿拉伯数字共20个，其中斜体数字10个，直体数字10个。

（2）罗马数字共20个，其中斜体数字10个，直体

数字 10 个。

(3)拉丁字母共 104 个，其中大写斜体字母 26 个，大写直体字母 26 个，小写斜体字母 26 个，小写直体字母 26 个。

(4) 希腊字母共 48 个，其中大写斜体字母 24 个，小写斜体字母 24 个。

(5) 标点符号共 21 个。

(6) 算术符号共 31 个，组合的基本单元符号共 2 个。

(7) 辅助符号共 18 个。

(8) 图样画法用符号共 9 个。

(9)装配图用零、部件序号组合的基本单元符号共 10 个。

(10)尺寸标注用符号共 14 个，组合的基本单元符号共 7 个。

(11) 表面粗糙度符号共 7 个，组合的基本单元符号共 6 个。

(12)形状和位置公差符号共 23 个，组合的基本单元符号共 26 个。

(13)焊缝符号共 32 个，组合的基本单元符号共 4 个。

(14) 中心孔符号共 2 个，组合的基本单元符号共 2 个。

(15) 滚动轴承符号共 23 个。

(16) 金属结构件符号共 48 个。

(17) 机械加工定位夹紧符号共 33 个，组合的基本单元符号共 9 个。

(18) 工艺流程图表用图形符号共 13 个。

## 3.2　点阵字模及其式样

### 3.2.1　点阵

点阵形式为 16×16，即横向 16 点；竖向 16 点，见图 8.21-19。

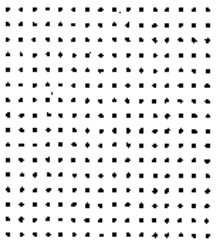


**图 8.21-19　点阵形式**

### 3.2.2　字模

点阵中用点（黑色图形区域）组成代（符）号的字模样式见图 8.21-20。

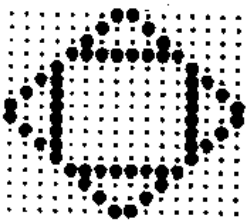


**图 8.21-20　字模样式**

## 3.3　字体、代（符）号点阵字模集打印字样

在机械制图用计算机信息交换中所用到的汉字请参照 GB 5199.1 信息交换用汉字 15×16 点阵字模中的汉字，但要变化成符合机械制图中所规定的长仿宋字体。除汉字以外的字体、代（符）号打印字样见表 8.21-3。

**表 8.21-3　字体、代（符号）打印字样**

88 区

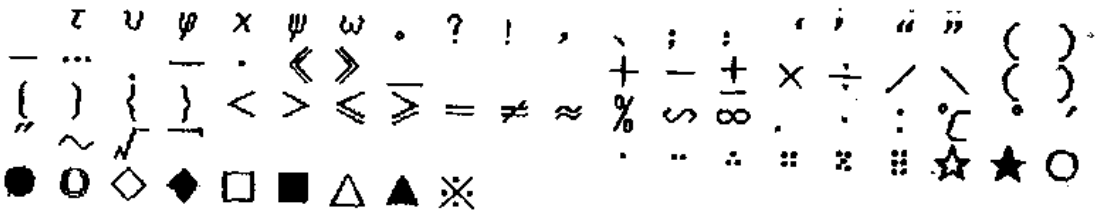
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅳ | Ⅴ | Ⅵ | Ⅶ | Ⅷ | Ⅸ | Ⅹ | ⅰ | ⅱ | ⅲ | ⅳ | ⅴ | ⅵ | ⅶ | ⅷ | ⅸ |
| X | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S |
| T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
| N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | | | | | | | |

89 区

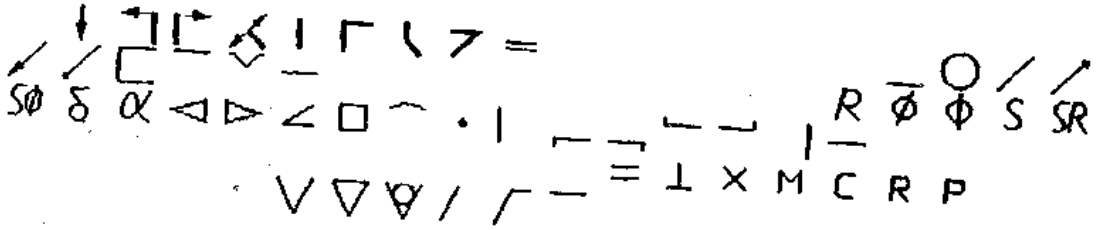
| | a | b | c | d | e | f | g | h | i | j | k | l | m | n | o | p | q | r | s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| t | u | v | w | x | y | z | a | b | c | d | e | f | g | h | i | j | k | l | m |
| n | o | p | q | r | s | t | u | v | w | x | y | z | A | B | Γ | Δ | E | Z | H |
| Θ | I | K | Λ | M | N | Ξ | O | Π | P | Σ | T | Y | Φ | X | Ψ | Ω | α | β | γ |
| δ | ε | ζ | η | θ | ι | κ | λ | μ | υ | ξ | ο | π | ρ | σ | | | | | |

（续）

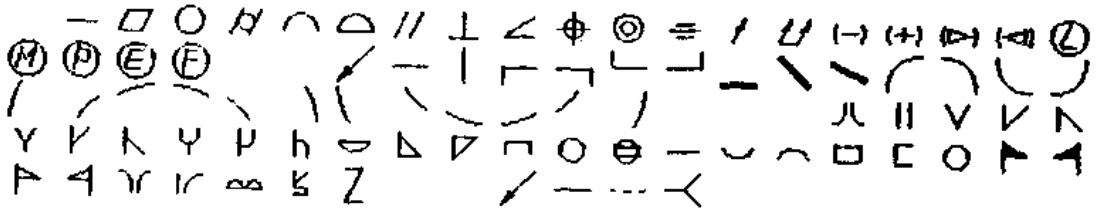
90区



91区



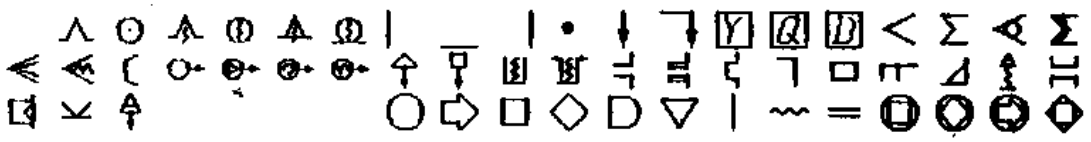
92区



93区

（续）

94区

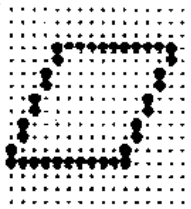


3.4　代（符）号点阵字模

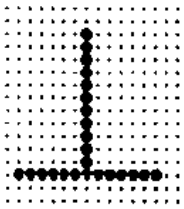
每个代(符)号点阵字模上方的数字为该字模在字符代码表中的区、位号。代(符)号点阵字模举例式样见表 8.21-4。

**表 8.21-4　代（符号）点阵字模举例**

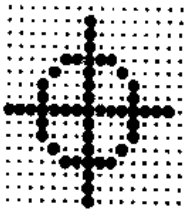
92-02



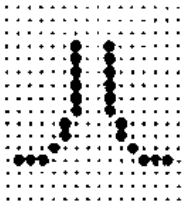
92-08



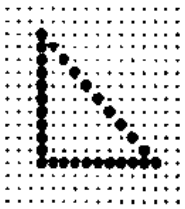
92-10



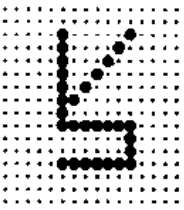
92-55



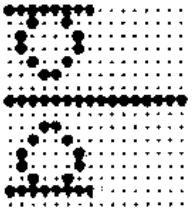
92-67



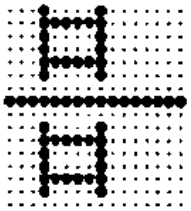
92-85



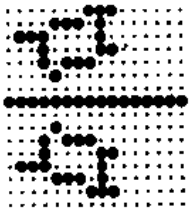
93-08



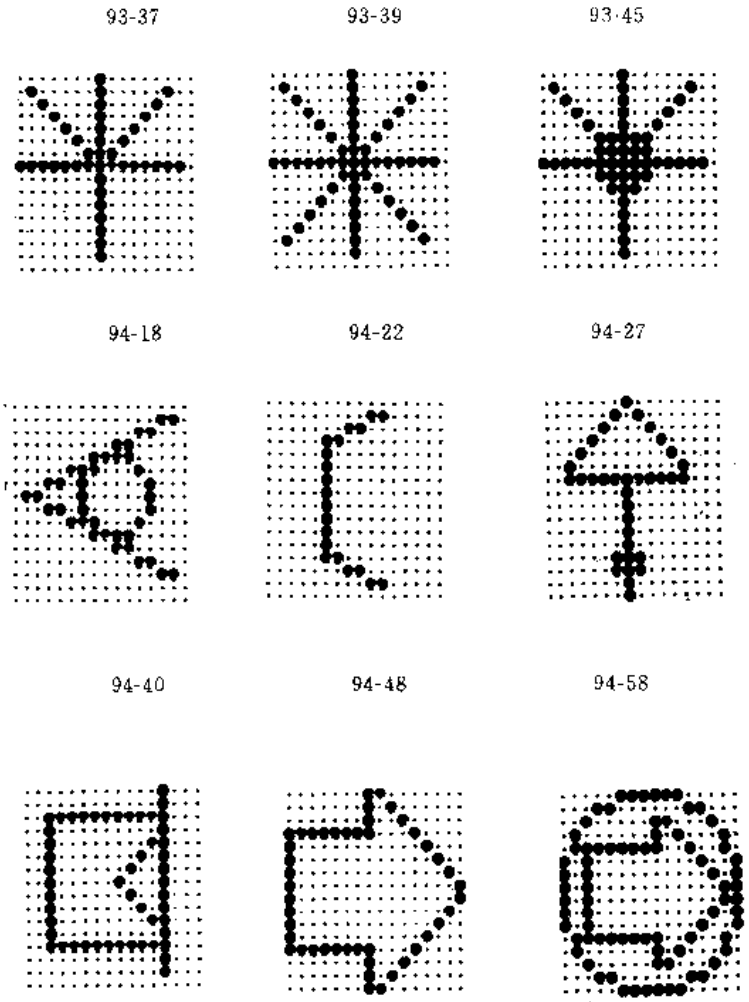
93-22



93-25



（续）




3.5　基本单元符号及其组合代（符）号点阵字模样张举例

（1）用去除材料方法获得表面粗糙度的组合代（符）号基本单元符号的点阵式样见图 8.21-21。

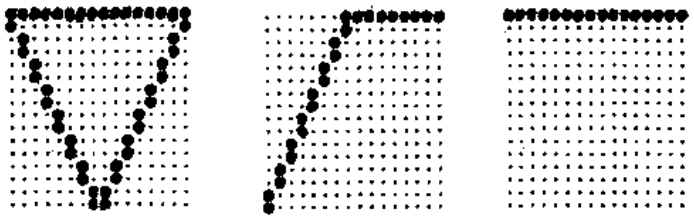


**图 8.21-21**　表面粗糙度基本单元符号的点阵式样

（2）用去除材料方法获得表面粗糙度的组合代（符）号点阵式样见图 8.21-22。

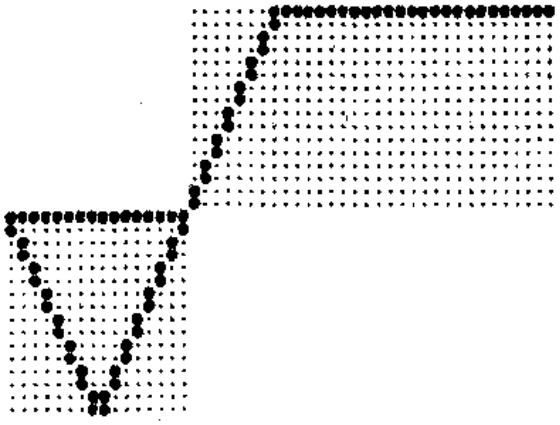


图 8.21-22　表面粗糙度组合符号点阵式样

## 4　机械制图用计算机信息交换常用长仿宋字体、代（符）号 16×16 点阵字模数据集（GB/T 13362.3—92）

### 4.1　常用代（符）号点阵字模数据集

按照“GB/T 13362.2　机械制图用计算机信息交换常用长仿宋字体、代（符）号 16×16 点阵字模集”的要求，提供了以下点阵字模数据集的内容（除汉字外的字体、代（符）号 466 个；组合代（符）号的基本单元符号 66 个，共 532 个）。

（1）阿拉伯数字共 20 个，其中斜体数字 10 个，直体数字 10 个。

（2）罗马数字共 20 个，其中斜体数字 10 个，直体数字 10 个。

（3）拉丁字母共 104 个，其中大写斜体字母 26 个，大写直体字母 26 个，小写斜体字母 26 个，小写直体字母 26 个。

（4）希腊字母共 48 个，其中大写斜体字母 24 个，小写斜体字母 24 个。

（5）标点符号共 21 个。

（6）算术符号共 31 个，组合的基本单元符号共 2 个。

（7）辅助符号共 18 个。

（8）图样画法用符号共 9 个。

（9）装配图用零、部件序号组合的基本单元符号共 10 个。

（10）尺寸标注用符号共 14 个，组合的基本单元符号共 7 个。

（11）表面粗糙度符号共 7 个，组合的基本单元符号共 6 个。

（12）形状和位置公差符号共 23 个，组合的基本单元符号共 26 个。

（13）焊缝符号共 32 个，组合的基本单元符号共 4 个。

（14）中心孔符号共 2 个，组合的基本单元符号共 2 个。

（15）滚动轴承符号共 23 个。

（16）金属结构件符号共 48 个。

（17）机械加工定位夹紧符号共 33 个，组合的基本单元符号共 9 个。

（18）工艺流程图表用图形符号共 13 个。

### 4.2　点阵字模数据

（1）字体、代（符）号字模的形状由点阵数据确定，每个字体、代（符）号所对应的点阵数据就是其点阵字模数据。

（2）每个字体、代（符）号的点阵字模数据为 16×16，计 256 个二进制位，合 32 个字节。

（3）字体、代（符）号点阵字模数据的 32 个字节排列顺序是 0～31，均用十六进制表示，其记录格式见表 8.21-5。

表 8.21-5　字体、代（符）号点阵字模数据的记录格式

| 行数＼列数 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 字节 | | | | | | | | 1 字节 | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ⋮ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ⋮ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 30 字节 | | | | | | | | 31 字节 | | | | | | | |

4.3　代（符）号点阵字模数据举例（表 8.21-6）

**表 8.21-6　代（符）号点阵字模数据举例**

| 92—02 | | 92—08 | | 92—10 | | 92—55 | | 92—67 | | 92—85 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |
| 00 | 00 | 00 | 00 | 01 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |
| 00 | 00 | 01 | 00 | 01 | 00 | 00 | 00 | 10 | 00 | 04 | 10 |
| 0F | FE | 01 | 00 | 01 | 00 | 02 | 40 | 18 | 00 | 04 | 20 |
| 08 | 02 | 01 | 00 | 07 | C0 | 02 | 40 | 14 | 00 | 04 | 40 |
| 10 | 04 | 01 | 00 | 09 | 20 | 02 | 40 | 12 | 00 | 04 | 80 |
| 10 | 04 | 01 | 00 | 11 | 10 | 02 | 40 | 11 | 00 | 05 | 00 |
| 20 | 08 | 01 | 00 | 11 | 10 | 02 | 40 | 10 | 80 | 06 | 00 |
| 20 | 08 | 01 | 00 | FF | FE | 02 | 40 | 10 | 40 | 04 | 00 |
| 40 | 10 | 01 | 00 | 11 | 10 | 04 | 20 | 10 | 20 | 07 | F0 |
| 40 | 10 | 01 | 00 | 11 | 10 | 04 | 20 | 10 | 10 | 00 | 10 |
| 80 | 20 | 01 | 00 | 09 | 20 | 08 | 10 | 10 | 08 | 00 | 10 |
| FF | E0 | 01 | 00 | 07 | C0 | 70 | 0E | 1F | FC | 07 | F0 |
| 00 | 00 | 7F | FC | 01 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |
| 00 | 00 | 00 | 00 | 01 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |
| 00 | 00 | 00 | 00 | 01 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |

| 93—08 | | 93—22 | | 93—25 | | 93—37 | | 93—39 | | 93—45 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FF | 00 | 10 | 80 | 01 | C0 | 01 | 00 | 01 | 00 | 01 | 00 |
| 24 | 00 | 1F | 80 | 0E | 80 | 41 | 04 | 41 | 04 | 41 | 04 |
| 42 | 00 | 10 | 80 | 70 | 80 | 21 | 08 | 21 | 08 | 21 | 08 |
| 42 | 00 | 10 | 80 | 10 | C0 | 11 | 10 | 11 | 10 | 11 | 10 |
| 24 | 00 | 1F | 80 | 17 | 00 | 09 | 20 | 09 | 20 | 09 | 20 |
| 18 | 00 | 10 | 80 | C8 | 00 | 05 | 40 | 05 | 40 | 07 | C0 |
| 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 03 | 80 | 03 | 80 | 07 | C0 |
| FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FE | FF | FE | FF | FE |
| 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 01 | 00 | 03 | 80 | 07 | C0 |
| 18 | 00 | 10 | 80 | 08 | 00 | 01 | 00 | 05 | 40 | 03 | 80 |
| 24 | 00 | 1F | 80 | 17 | 00 | 01 | 00 | 09 | 20 | 01 | 00 |
| 42 | 00 | 10 | 80 | 10 | C0 | 01 | 00 | 11 | 10 | 01 | 00 |
| 42 | 00 | 10 | 80 | 70 | 80 | 01 | 00 | 21 | 08 | 01 | 00 |
| 24 | 00 | 1F | 80 | 0E | 80 | 01 | 00 | 41 | 04 | 01 | 00 |
| FF | 00 | 10 | 80 | 01 | C0 | 01 | 00 | 01 | 00 | 01 | 00 |
| 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |

（续）

| 94—18 | | 94—22 | | 94—27 | | 94—40 | | 94—48 | | 94—58 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 00 | 00 | 00 | 01 | 00 | 00 | 00 | 01 | 80 | 07 | E0 |
| 00 | 06 | 00 | 60 | 02 | 80 | 00 | 08 | 01 | 40 | 18 | 18 |
| 00 | 18 | 01 | 80 | 04 | 40 | 00 | 08 | 01 | 20 | 20 | C4 |
| 00 | 60 | 06 | 00 | 08 | 20 | 3F | F8 | FF | 10 | 40 | A2 |
| 01 | E0 | 04 | 00 | 10 | 10 | 20 | 08 | 80 | 08 | 7F | 92 |
| 07 | 10 | 04 | 00 | 20 | 08 | 20 | 18 | 80 | 04 | A0 | 09 |
| 1A | 08 | 04 | 00 | 3F | F8 | 20 | 28 | 80 | 02 | A0 | 05 |
| 62 | 08 | 04 | 00 | 01 | 00 | 20 | 48 | 80 | 01 | A0 | 03 |
| 1A | 08 | 04 | 00 | 01 | 00 | 20 | 88 | 80 | 01 | A0 | 03 |
| 07 | 10 | 04 | 00 | 01 | 00 | 20 | 48 | 80 | 02 | A0 | 05 |
| 01 | E0 | 04 | 00 | 01 | 00 | 20 | 28 | 80 | 04 | A0 | 09 |
| 00 | 60 | 04 | 00 | 01 | 00 | 20 | 18 | 80 | 08 | 7F | 92 |
| 00 | 18 | 06 | 00 | 03 | 80 | 20 | 08 | FF | 10 | 40 | A2 |
| 00 | 06 | 01 | 80 | 03 | 80 | 3F | F8 | 01 | 20 | 20 | C4 |
| 00 | 00 | 00 | 60 | 01 | 00 | 00 | 08 | 01 | 40 | 18 | 18 |
| 00 | 00 | 00 | 00 | 01 | 00 | 00 | 08 | 01 | 80 | 07 | E0 |

## 5　机械制图用计算机信息交换常用长仿宋矢量字体、代（符）号（GB/T13362.4—92）

### 5.1　常用范围及配置

按照机械图样的一般要求，提供了字体、代（符）号 7243 个和组合代（符）号的基本单元符号 41 个共 7284 个，均配置在 GB 2312 图形字符代码表内。

#### 5.1.1　字体

在字体中共提供了汉字、阿拉伯数字、罗马数字、拉丁字母和希腊字母共 6955 个，均配置在 16～90 区，其中汉字配置在 16～87 区，数字及字母共 192 个配置在 88～90 区。

(1) 长仿宋汉字 6763 个，包括一级、二级库。

(2) 阿拉伯数字共 20 个，其中斜体数字 10 个，直体数字 10 个。

(3) 罗马数字共 20 个，其中斜体数字 10 个，直体数字 10 个。

(4) 拉丁字母共 104 个，其中大写斜体字母 26 个，大写直体字母 26 个，小写斜体字母 26 个，小写直体字母 26 个。

(5) 希腊字母共 48 个，其中大写斜体字母 24 个，小写斜体字母 24 个。

#### 5.1.2　代（符）号

根据绘制机械图样的一般要求，提供了标点符号、算术符号、辅助符号、图样画法用符号、装配图用零（部）件序号组合的基本单元符号、尺寸标注用符号、表面粗糙度符号、形状和位置公差符号、焊缝符号、中心孔符号、滚动轴承符号、金属结构件符号、机械加工定位与夹紧符号及工艺流程图表用图形符号 288 个，以及组合代（符）号的基本单元符号 41 个，共 329 个，均配置在 90～94 区。

(1) 标点符号共 21 个。

(2) 算术符号共 31 个，组合的基本单元符号共 2 个。

(3) 辅助符号共 22 个。

(4) 图框共 6 个。

(5) 标题栏 1 个。

(6) 明细栏 2 个。

(7) 附加栏 1 个。

(8) 图样画法用符号共 9 个。

(9) 装配图用零（部）件序号组合的基本单元符号共 9 个。

(10) 尺寸标注用符号共 14 个，组合的基本单元符号共 3 个。

(11) 表面粗糙度符号共 7 个组合的基本单元符号共 4 个。

(12) 形状和位置公差符号共 23 个，组合的基本单元符号共 8 个。

(13) 焊缝符号共 32 个，组合的基本单元符号共 4 个。

(14) 中心孔符号共 2 个，组合的基本单元符号共

2个。

(15) 滚动轴承符号共48个。

(16) 金属结构件符号48个。

(17) 机械加工定位夹紧符号共33个，组合的基本单元符号共9个。

(18) 工艺流程图表用图形符号共13个。

## 5.2 绘制原则

### 5.2.1 矢量字体的绘制原则

(1) 矢量字体要做到GB/T 14691—93中所规定的“字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。”

(2)矢量汉字要绘制成接近长仿宋体，并采用国家正式公布推行的简化字。

(3)矢量汉字中间架结构的组成部分如横、竖、撇、捺、点、勾、弯、折、走之等笔划；根据矢量的特点采用同一线型的等线体。

(4)矢量汉字笔划一般按其特点应有笔锋，但间架结构与笔锋在矢量表达中如有矛盾时，应优先考虑间架结构。

### 5.2.2 矢量代（符）号的绘制原则

(1) 绘制矢量代（符）号时，应严格按照有关标准中的要求，做到比例、尺寸准确。

(2) 需组合使用的代（符）号，应严格按有关标准的要求，利用所提供的基本单元符号进行配合使用。

(3) 矢量代（符）号的线型，应符合有关标准或规定的要求。

## 5.3 矢量字体和代（符）号的模样与配置（表8.21-7）

7284个矢量字体代（符）号均配置在GB 2312图形字符代码表的16区～94区中。

**表8.21-7 矢量字体和代（符）号的模样举例**

| 16区 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | | 啊 | 阿 | 埃 | 挨 | 哎 | 唉 | 哀 | 皑 | 癌 | 蔼 | 矮 | 艾 | 碍 | 爱 | 隘 | 鞍 | 氨 | 安 | 俺 |
| 20 | 按 | 暗 | 岸 | 胺 | 案 | 肮 | 昂 | 盎 | 凹 | 敖 | 熬 | 翱 | 袄 | 傲 | 奥 | 懊 | 澳 | 芭 | 捌 | 扒 |
| 40 | 叭 | 吧 | 笆 | 八 | 疤 | 巴 | 拔 | 跋 | 靶 | 把 | 耙 | 坝 | 霸 | 罢 | 爸 | 白 | 柏 | 百 | 摆 | 佰 |
| 60 | 败 | 拜 | 稗 | 斑 | 班 | 搬 | 扳 | 般 | 颁 | 板 | 版 | 扮 | 拌 | 伴 | 瓣 | 半 | 办 | 绊 | 邦 | 帮 |
| 80 | 梆 | 榜 | 膀 | 绑 | 棒 | 磅 | 蚌 | 镑 | 傍 | 谤 | 苞 | 胞 | 包 | 褒 | 剥 | | | | | |
| 17区 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 00 | | 薄 | 雹 | 保 | 堡 | 饱 | 宝 | 抱 | 报 | 暴 | 豹 | 鲍 | 爆 | 杯 | 碑 | 悲 | 卑 | 北 | 辈 | 背 |
| 20 | 贝 | 钡 | 倍 | 狈 | 备 | 惫 | 焙 | 被 | 奔 | 苯 | 本 | 笨 | 崩 | 绷 | 甭 | 泵 | 蹦 | 进 | 逼 | 鼻 |
| 40 | 比 | 鄙 | 笔 | 彼 | 碧 | 蓖 | 蔽 | 毕 | 毙 | 毖 | 币 | 庇 | 痹 | 闭 | 敝 | 弊 | 必 | 辟 | 壁 | 臂 |
| 60 | 避 | 陛 | 鞭 | 边 | 编 | 贬 | 扁 | 便 | 变 | 卞 | 辨 | 辩 | 辫 | 遍 | 标 | 彪 | 膘 | 表 | 鳖 | 憋 |
| 80 | 别 | 瘪 | 彬 | 斌 | 濒 | 滨 | 宾 | 摈 | 兵 | 冰 | 柄 | 丙 | 秉 | 饼 | 炳 | | | | | |
| 18区 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 00 | | 病 | 并 | 玻 | 菠 | 播 | 拨 | 钵 | 波 | 博 | 勃 | 搏 | 铂 | 箔 | 伯 | 帛 | 舶 | 脖 | 膊 | 渤 |
| 20 | 泊 | 驳 | 捕 | 卜 | 哺 | 补 | 埠 | 不 | 布 | 步 | 簿 | 部 | 怖 | 擦 | 猜 | 裁 | 材 | 才 | 财 | 睬 |
| 40 | 踩 | 采 | 彩 | 菜 | 蔡 | 餐 | 参 | 蚕 | 残 | 惭 | 惨 | 灿 | 苍 | 舱 | 仓 | 沧 | 藏 | 操 | 糙 | 槽 |
| 60 | 曹 | 草 | 厕 | 策 | 侧 | 册 | 测 | 层 | 蹭 | 插 | 叉 | 茬 | 茶 | 查 | 碴 | 搽 | 察 | 岔 | 差 | 诧 |
| 80 | 拆 | 柴 | 豺 | 搀 | 掺 | 蝉 | 馋 | 谗 | 缠 | 铲 | 产 | 阐 | 颤 | 昌 | 猖 | | | | | |
| 31区 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 00 | | 俊 | 竣 | 浚 | 郡 | 骏 | 喀 | 咖 | 卡 | 咯 | 开 | 揩 | 楷 | 凯 | 慨 | 刊 | 堪 | 勘 | 坎 | 砍 |
| 20 | 看 | 康 | 慷 | 糠 | 扛 | 抗 | 亢 | 炕 | 考 | 拷 | 烤 | 靠 | 坷 | 苛 | 柯 | 棵 | 磕 | 颗 | 科 | 壳 |
| 40 | 咳 | 可 | 渴 | 克 | 刻 | 客 | 课 | 肯 | 啃 | 垦 | 恳 | 坑 | 吭 | 空 | 恐 | 孔 | 控 | 抠 | 口 | 扣 |
| 60 | 寇 | 枯 | 哭 | 窟 | 苦 | 酷 | 库 | 裤 | 夸 | 垮 | 挎 | 跨 | 胯 | 块 | 筷 | 侩 | 快 | 宽 | 款 | 匡 |
| 80 | 筐 | 狂 | 框 | 矿 | 眶 | 旷 | 况 | 亏 | 盔 | 岿 | 窥 | 葵 | 奎 | 魁 | 傀 | | | | | |

（续）

| 32 区 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | | 馈 | 愧 | 溃 | 坤 | 昆 | 捆 | 困 | 括 | 扩 | 廓 | 阔 | 垃 | 拉 | 喇 | 蜡 | 腊 | 辣 | 啦 | 莱 |
| 20 | 来 | 赖 | 蓝 | 婪 | 栏 | 拦 | 篮 | 阑 | 兰 | 澜 | 谰 | 揽 | 览 | 懒 | 缆 | 烂 | 滥 | 琅 | 榔 | 狼 |
| 40 | 廊 | 郎 | 朗 | 浪 | 捞 | 劳 | 牢 | 老 | 佬 | 姥 | 酪 | 烙 | 涝 | 勒 | 乐 | 雷 | 镭 | 蕾 | 磊 | 累 |
| 60 | 儡 | 垒 | 擂 | 肋 | 类 | 泪 | 棱 | 楞 | 冷 | 厘 | 梨 | 犁 | 黎 | 篱 | 狸 | 离 | 漓 | 理 | 李 | 里 |
| 80 | 鲤 | 礼 | 莉 | 荔 | 吏 | 栗 | 丽 | 厉 | 励 | 砾 | 历 | 利 | 傈 | 例 | 俐 | | | | | |

| 33 区 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | | 痢 | 立 | 粒 | 沥 | 隶 | 力 | 璃 | 哩 | 俩 | 联 | 莲 | 连 | 镰 | 廉 | 怜 | 涟 | 帘 | 敛 | 脸 |
| 20 | 链 | 恋 | 炼 | 练 | 粮 | 凉 | 梁 | 粱 | 良 | 两 | 辆 | 量 | 晾 | 亮 | 谅 | 撩 | 聊 | 僚 | 疗 | 燎 |
| 40 | 寥 | 辽 | 潦 | 了 | 撂 | 镣 | 廖 | 料 | 列 | 裂 | 烈 | 劣 | 猎 | 琳 | 林 | 磷 | 霖 | 临 | 邻 | 鳞 |
| 60 | 淋 | 凛 | 赁 | 吝 | 拎 | 玲 | 菱 | 零 | 龄 | 铃 | 伶 | 羚 | 凌 | 灵 | 陵 | 岭 | 领 | 另 | 令 | 溜 |
| 80 | 琉 | 榴 | 硫 | 馏 | 留 | 刘 | 瘤 | 流 | 柳 | 六 | 龙 | 聋 | 咙 | 笼 | 窿 | | | | | |

| 61 区 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | | 荨 | 茛 | 荩 | 荬 | 荪 | 荭 | 荮 | 莰 | 荸 | 莳 | 莴 | 莠 | 莪 | 莓 | 莜 | 莅 | 荼 | 莶 | 莩 |
| 20 | 荽 | 莸 | 荻 | 莘 | 莞 | 莨 | 莺 | 莼 | 菁 | 萁 | 菥 | 菘 | 堇 | 萘 | 萋 | 菝 | 菽 | 菖 | 萜 | 萸 |
| 40 | 萑 | 萆 | 菔 | 菟 | 萏 | 萃 | 菸 | 菹 | 菪 | 菅 | 菀 | 萦 | 菰 | 菡 | 葜 | 葑 | 葚 | 葙 | 葳 | 蒇 |
| 60 | 蒈 | 葺 | 蒉 | 葸 | 萼 | 葆 | 葩 | 葶 | 蒌 | 蒎 | 萱 | 葭 | 蓁 | 蓍 | 蓐 | 蓦 | 蒽 | 蓓 | 蓊 | 蒿 |
| 80 | 蒺 | 蓠 | 蒡 | 蒹 | 蒴 | 蒗 | 蓥 | 蓣 | 蔌 | 甍 | 蔸 | 蓰 | 蔹 | 蔟 | 蔺 | | | | | |

| 62 区 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | | 蕖 | 蔻 | 蓿 | 蓼 | 蕙 | 蕈 | 蕨 | 蕤 | 蕞 | 蕺 | 瞢 | 蕃 | 蕲 | 蕻 | 薤 | 薨 | 薇 | 薏 | 蕹 |
| 20 | 薮 | 薜 | 薅 | 薹 | 薷 | 薰 | 藓 | 藁 | 藜 | 藿 | 蘧 | 蘅 | 蘩 | 蘖 | 蘼 | 廾 | 弈 | 夼 | 奁 | 耷 |
| 40 | 奕 | 奚 | 奘 | 匏 | 尢 | 尥 | 尬 | 尴 | 扌 | 扪 | 抟 | 抻 | 拊 | 拚 | 拗 | 拮 | 挢 | 拶 | 挹 | 捋 |
| 60 | 捃 | 掭 | 揶 | 捱 | 捺 | 掎 | 掴 | 捭 | 掬 | 掊 | 捩 | 掮 | 掼 | 揲 | 揸 | 揠 | 揿 | 揄 | 揞 | 揎 |
| 80 | 摒 | 揆 | 掾 | 摅 | 摁 | 搋 | 搛 | 搠 | 搌 | 搦 | 搡 | 摞 | 撄 | 摭 | 撖 | | | | | |

| 63 区 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | | 摺 | 撷 | 撸 | 撙 | 撺 | 擀 | 擐 | 擗 | 擤 | 擢 | 攉 | 攥 | 攮 | 弋 | 忒 | 甙 | 弑 | 卟 | 叱 |
| 20 | 叽 | 叩 | 叨 | 叻 | 吒 | 吖 | 吆 | 呋 | 呒 | 呓 | 呔 | 呖 | 呃 | 吡 | 呗 | 呙 | 吣 | 吲 | 咂 | 咔 |
| 40 | 呷 | 呱 | 呤 | 咚 | 咛 | 咄 | 呶 | 呦 | 咝 | 哐 | 咭 | 哂 | 咴 | 哒 | 咧 | 咦 | 哓 | 哔 | 呲 | 咣 |
| 60 | 哕 | 咻 | 咿 | 哌 | 哙 | 哚 | 哜 | 咩 | 咪 | 咤 | 哝 | 哏 | 哞 | 唛 | 哧 | 唠 | 哽 | 唔 | 哳 | 唢 |
| 80 | 唣 | 唏 | 唑 | 唧 | 唪 | 啧 | 喏 | 喵 | 啉 | 啭 | 啁 | 啕 | 唿 | 啐 | 唼 | | | | | |

| 85 区 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | | 酢 | 酡 | 酰 | 酩 | 酯 | 酽 | 酾 | 酲 | 酴 | 酹 | 醌 | 醅 | 醐 | 醍 | 醑 | 醢 | 醣 | 醪 | 醭 |
| 20 | 醮 | 醯 | 醵 | 醴 | 醺 | 豕 | 鹾 | 趸 | 跫 | 踅 | 蹙 | 蹩 | 趵 | 趿 | 趼 | 趺 | 跄 | 跖 | 跗 | 跚 |
| 40 | 跞 | 跎 | 跏 | 跛 | 跆 | 跬 | 跷 | 跸 | 跣 | 跹 | 跻 | 跤 | 踉 | 跽 | 踔 | 踝 | 踟 | 踬 | 踮 | 踣 |
| 60 | 踯 | 踺 | 蹀 | 踹 | 踵 | 踽 | 踱 | 蹉 | 蹁 | 蹂 | 蹑 | 蹒 | 蹊 | 蹰 | 蹶 | 蹼 | 蹯 | 蹴 | 躅 | 躏 |
| 80 | 躔 | 躐 | 躜 | 躞 | 豸 | 貂 | 貊 | 貅 | 貘 | 貔 | 斛 | 觖 | 觞 | 觚 | 觜 | | | | | |

（续）

| 86区 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | | 觥 | 觫 | 觯 | 訾 | 謇 | 靓 | 雩 | 雳 | 雯 | 霆 | 霁 | 霈 | 霏 | 霎 | 霪 | 霭 | 霰 | 霾 | 龀 |
| 20 | 龃 | 龅 | 龆 | 龇 | 龈 | 龉 | 龊 | 龌 | 黾 | 鼋 | 鼍 | 隹 | 隼 | 隽 | 雎 | 雒 | 瞿 | 雠 | 銎 | 銮 |
| 40 | 鋈 | 錾 | 鍪 | 鏊 | 鎏 | 鐾 | 鑫 | 鱿 | 鲂 | 鲅 | 鲆 | 鲇 | 鲈 | 稣 | 鲋 | 鲎 | 鲐 | 鲑 | 鲒 | 鲔 |
| 60 | 鲕 | 鲚 | 鲛 | 鲞 | 鲟 | 鲠 | 鲡 | 鲢 | 鲣 | 鲥 | 鲦 | 鲧 | 鲨 | 鲩 | 鲫 | 鲭 | 鲮 | 鲰 | 鲱 | 鲲 |
| 80 | 鲳 | 鲴 | 鲵 | 鲶 | 鲷 | 鲺 | 鲻 | 鲼 | 鲽 | 鳄 | 鳅 | 鳆 | 鳇 | 鳊 | 鳋 | | | | | |
| 87区 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 00 | | 鳌 | 鳍 | 鳎 | 鳏 | 鳐 | 鳓 | 鳔 | 鳕 | 鳗 | 鳘 | 鳙 | 鳜 | 鳝 | 鳟 | 鳢 | 靼 | 鞅 | 鞑 | 鞒 |
| 20 | 鞔 | 鞯 | 鞫 | 鞣 | 鞲 | 鞴 | 骱 | 骰 | 骷 | 鹘 | 骶 | 骺 | 骼 | 髁 | 髀 | 髅 | 髂 | 髋 | 髌 | 髑 |
| 40 | 魅 | 魃 | 魇 | 魉 | 魈 | 魍 | 魑 | 飨 | 餍 | 餮 | 饕 | 饔 | 髟 | 髡 | 髦 | 髯 | 髫 | 髻 | 髭 | 髹 |
| 60 | 鬈 | 鬏 | 鬓 | 鬟 | 鬣 | 麽 | 麾 | 縻 | 麂 | 麇 | 麈 | 麋 | 麒 | 鏖 | 麝 | 麟 | 黛 | 黜 | 黝 | 黠 |
| 80 | 黟 | 黢 | 黩 | 黧 | 黥 | 黪 | 黯 | 鼢 | 鼬 | 鼯 | 鼹 | 鼷 | 鼽 | 鼾 | 齄 | | | | | |
| 88区 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 00 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 20 | 0 | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX |
| 40 | X | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S |
| 60 | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
| 80 | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | | | | | | | |
| 89区 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 00 | | a | b | c | d | e | f | g | h | i | j | k | l | m | n | o | p | q | r | s |
| 20 | t | u | v | w | x | y | z | a | b | c | d | e | f | g | h | i | j | k | l | m |
| 40 | n | o | p | q | r | s | t | u | v | w | x | y | z | Α | Β | Γ | Δ | Ε | Ζ | Η |
| 60 | Θ | Ι | Κ | Λ | Μ | Ν | Ξ | Ο | Π | Ρ | Σ | Τ | Υ | Φ | Χ | Ψ | Ω | α | β | γ |
| 80 | δ | ε | ζ | η | θ | ι | κ | λ | μ | ν | ξ | ο | π | ρ | σ | | | | | |
| 90区 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 00 | | τ | υ | φ | χ | ψ | ω | 。 | ? | ! | ， | 、 | ； | ： | ‘ | ’ | “ | ” | ( | ) |
| 20 | — | … | . | — | • | 《 | 》 | — | | | | + | − | ± | × | ÷ | / | \ | ( | ) |
| 40 | 〔 | 〕 | { | } | < | > | ≤ | ≥ | = | ≠ | ≈ | % | ∽ | ∞ | . | · | : | ℃ | ° | ′ |

## 6　机械制图用计算机信息交换常用长仿宋矢量字体、代（符）号数据集（GB/T 13362.5—92）

### 6.1　常用范围及配置

按照机械制图的一般要求，提供了字体、代（符）号 7243 个和组合代（符）号的基本单元符号 41 个共 7284 个，均配置在 GB 2312 图形字符代码表内。

#### 6.1.1　字体

在字体中共提供了汉字、阿拉伯数字、罗马数字、拉丁字母和希腊字母共 6955 个，均配置在 16～90 区，其中汉字配置在 16～87 区，数字及字母共 192 个配置在 88～90 区。

（1）长仿宋汉字 6763 个，包括一级、二级库。

（2）阿拉伯数字共 20 个，其中斜体数字 10 个，直体数字 10 个。

(3) 罗马数字共 20 个，其中斜体数字 10 个，直体数字 10 个。

(4) 拉丁字母共 104 个，其中大写斜体字母 26 个，大写直体字母 26 个，小写斜体字母 26 个，小写直体字母 26 个。

(5) 希腊字母共 48 个，其中大写斜体字母 24 个，小写斜体字母 24 个。

### 6.1.2　代（符）号

根据绘制机械图样的一般要求，提供了标点符号、算术符号、辅助符号、图样画法用符号、装配图用零（部）件序号、尺寸标注用符号、表面粗糙度符号、形状和位置公差符号、焊缝符号、中心孔符号、滚动轴承符号、金属结构件符号、机械加工定位与夹紧符号以及工艺流程图表用图形符号 288 个，组合代（符）号的基本单元符号 41 个，共 329 个。均配置在 90～94 区。

(1) 标点符号共 21 个。

(2) 算术符号共 31 个，组合的基本单元符号共 2 个。

(3) 辅助符号共 22 个。

(4) 图框共 6 个。

(5) 标题栏 1 个。

(6) 明细栏 2 个。

(7) 附加栏 1 个。

(8) 图样画法用符号共 9 个。

(9) 装配图用零、部件序号组合的基本单元符号共 9 个。

(10) 尺寸标注用符号共 14 个，组合的基本单元符号共 9 个。

(11) 表面粗糙度符号 7 个。组合的基本单元符号共 4 个。

(12) 形状和位置公差符号共 23 个，组合的基本单元符号共 8 个。

(13) 焊缝符号共 32 个，组合的基本单元符号共 4 个。

(14) 中心孔符号共 2 个，组合的基本单元符号 2 个。

(15) 滚动轴承符号共 23 个。

(16) 金属结构件符号共 48 个。

(17) 机械加工定位夹紧符号共 33 个，组合的基本单元符号共 9 个。

(18) 工艺流程图表用图形符号共 13 个。

## 6.2　矢量字体、代（符）号的参考坐标系、数据及字模存贮格式

### 6.2.1　参考坐标系

矢量字体代（符）号的参考坐标系见图 8.21-23，其坐标原点位于左下角“O”的位置，X 轴正方向向右，Y 轴正方向向上，计量单位为 mm。

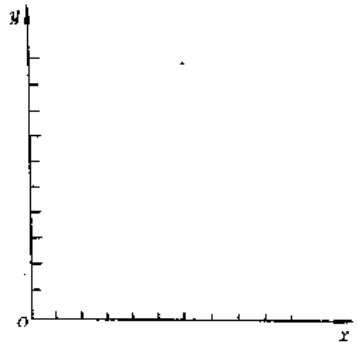



图 8.21-23　矢量字体代（符）号的参考坐标系

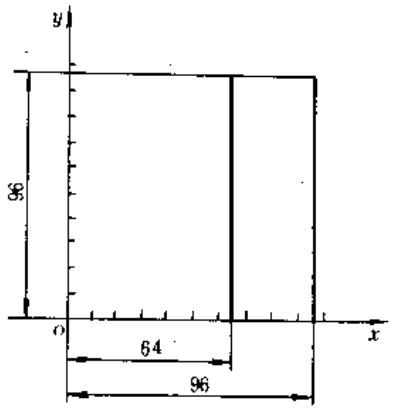



图 8.21-24　字模的坐标系

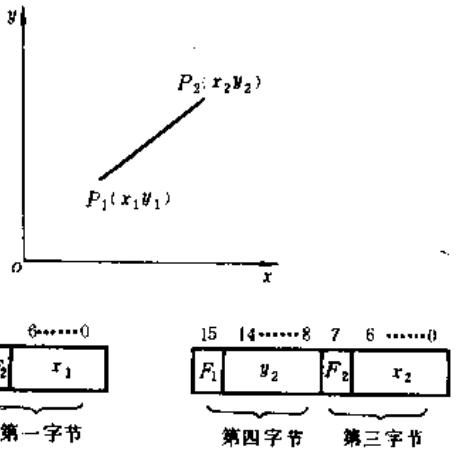



图 8.21-25　矢量字模的存贮格式

### 6.2.2　字模

矢量字体、代（符）号字模见图 8.21-24，其中字

体位于坐标系中 96mm×64mm 的字模域内，其高、宽比为 3∶2，代（符）号位于坐标系中 96mm×96mm 的字模域内，其高、宽比为 1∶1。

### 6.2.3 数据

矢量字模的笔划由若干直线组成，其数据由各线段在字模中的坐标确定，每线段的数据表示为两组 $X$、$Y$ 坐标值。数据用十进制数表示。

### 6.2.4 存贮格式

矢量字模中每一线段的起点坐标值和终点坐标值用 4 个字节的二进制位存取，其格式见图 8.21-25。图 8.21-25 中的每一字节的高位（$F_1$、$F_2$）为标记位。

6.3 矢量字体、代（符）号的数据举例（表 8.21-8）

**表 8.21-8 矢量字体代（符）号的数据举例**

2838 计

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 17.0000, | 93.0000 | 25.0000, | 77.0000 |
| 9.0000, | 61.0000 | 22.0000, | 64.0000 |
| 22.0000, | 67.0000 | 20.0000, | 20.0000 |
| 18.0000, | 17.0000 | 29.0000, | 36.0000 |
| 30.0000, | 60.0000 | 62.0000, | 64.0000 |
| 46.0000, | 94.0000 | 46.0000, | 7.0000 |

4357 算

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 24.0000, | 97.0000 | 8.0000, | 69.0000 |
| 16.0000, | 82.0000 | 36.0000, | 86.0000 |
| 22.0000, | 83.0000 | 28.0000, | 72.0000 |
| 45.0000, | 97.0000 | 36.0000, | 73.0000 |
| 40.0000, | 83.0000 | 62.0000, | 87.0000 |
| 46.0000, | 84.0000 | 53.0000, | 73.0000 |
| 22.0000, | 69.0000 | 22.0000, | 36.0000 |
| 22.0000, | 66.0000 | 47.0000, | 69.0000 |
| 48.0000, | 72.0000 | 46.0000, | 42.0000 |
| 22.0000, | 56.0000 | 42.0000, | 59.0000 |
| 22.0000, | 47.0000 | 42.0000, | 50.0000 |
| 22.0000, | 38.0000 | 48.0000, | 42.0000 |
| 6.0000, | 26.0000 | 62.0000, | 34.0000 |
| 28.0000, | 38.0000 | 26.0000, | 20.0000 |
| 26.0000, | 20.0000 | 20.0000, | 11.0000 |
| 20.0000, | 11.0000 | 9.0000, | 5.0000 |
| 42.0000, | 39.0000 | 42.0000, | 5.0000 |

2790 机

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 8.0000, | 65.0000 | 33.0000, | 69.0000 |
| 22.0000, | 95.0000 | 22.0000, | 9.0000 |
| 22.0000, | 65.0000 | 6.0000, | 27.0000 |
| 22.0000, | 59.0000 | 31.0000, | 45.0000 |
| 38.0000, | 87.0000 | 38.0000, | 48.0000 |
| 38.0000, | 48.0000 | 34.0000, | 24.0000 |
| 34.0000, | 24.0000 | 27.0000, | 7.0000 |
| 38.0000, | 81.0000 | 50.0000, | 83.0000 |
| 50.0000, | 87.0000 | 50.0000, | 23.0000 |
| 50.0000, | 23.0000 | 54.0000, | 15.0000 |
| 54.0000, | 15.0000 | 62.0000, | 15.0000 |
| 62.0000, | 15.0000 | 62.0000, | 32.0000 |

2770 绘

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 20.0000, | 91.0000 | 9.0000, | 62.0000 |
| 7.0000, | 61.0000 | 21.0000, | 64.0000 |
| 25.0000, | 71.0000 | 9.0000, | 38.0000 |
| 8.0000, | 37.0000 | 25.0000, | 45.0000 |
| 7.0000, | 18.0000 | 25.0000, | 30.0000 |
| 39.0000, | 94.0000 | 38.0000, | 87.0000 |
| 38.0000, | 87.0000 | 32.0000, | 69.0000 |
| 32.0000, | 69.0000 | 22.0000, | 51.0000 |
| 38.0000, | 87.0000 | 54.0000, | 57.0000 |
| 54.0000, | 57.0000 | 61.0000, | 57.0000 |
| 31.0000, | 56.0000 | 46.0000, | 58.0000 |
| 25.0000, | 40.0000 | 55.0000, | 45.0000 |
| 38.0000, | 41.0000 | 30.0000, | 15.0000 |
| 28.0000, | 14.0000 | 49.0000, | 21.0000 |
| 45.0000, | 31.0000 | 54.0000, | 13.0000 |

5438 制

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 20.0000, | 88.0000 | 14.0000, | 63.0000 |
| 18.0000, | 74.0000 | 40.0000, | 77.0000 |
| 10.0000, | 58.0000 | 44.0000, | 62.0000 |
| 16.0000, | 51.0000 | 16.0000, | 19.0000 |
| 16.0000, | 44.0000 | 39.0000, | 47.0000 |
| 40.0000, | 50.0000 | 37.0000, | 19.0000 |
| 37.0000, | 19.0000 | 31.0000, | 29.0000 |
| 28.0000, | 95.0000 | 28.0000, | 7.0000 |
| 47.0000, | 75.0000 | 47.0000, | 33.0000 |
| 57.0000, | 96.0000 | 57.0000, | 15.0000 |
| 57.0000, | 15.0000 | 56.0000, | 6.0000 |
| 56.0000, | 6.0000 | 47.0000, | 20.0000 |

4224 矢

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 33.0000, | 93.0000 | 26.0000, | 75.0000 |
| 26.0000, | 75.0000 | 16.0000, | 58.0000 |
| 29.0000, | 74.0000 | 53.0000, | 77.0000 |
| 11.0000, | 49.0000 | 61.0000, | 55.0000 |
| 38.0000, | 75.0000 | 36.0000, | 52.0000 |
| 36.0000, | 52.0000 | 29.0000, | 33.0000 |
| 29.0000, | 33.0000 | 22.0000, | 21.0000 |
| 22.0000, | 21.0000 | 6.0000, | 9.0000 |
| 38.0000, | 52.0000 | 55.0000, | 13.0000 |
| 55.0000, | 13.0000 | 61.0000, | 13.0000 |

（续）

3331 量

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 22.0000, | 93.0000 | 22.0000, | 64.0000 |
| 22.0000, | 87.0000 | 50.0000, | 89.0000 |
| 51.0000, | 91.0000 | 49.0000, | 70.0000 |
| 22.0000, | 77.0000 | 46.0000, | 79.0000 |
| 22.0000, | 68.0000 | 50.0000, | 70.0000 |
| 6.0000, | 57.0000 | 61.0000, | 60.0000 |
| 21.0000, | 53.0000 | 21.0000, | 26.0000 |
| 21.0000, | 48.0000 | 50.0000, | 50.0000 |
| 51.0000, | 53.0000 | 49.0000, | 31.0000 |
| 25.0000, | 39.0000 | 45.0000, | 40.0000 |
| 21.0000, | 29.0000 | 50.0000, | 31.0000 |
| 35.0000, | 49.0000 | 35.0000, | 9.0000 |
| 18.0000, | 19.0000 | 50.0000, | 21.0000 |
| 9.0000, | 7.0000 | 57.0000, | 10.0000 |

5554 字

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 32.0000, | 96.0000 | 38.0000, | 82.0000 |
| 16.0000, | 82.0000 | 14.0000, | 62.0000 |
| 16.0000, | 76.0000 | 59.0000, | 80.0000 |
| 60.0000, | 82.0000 | 54.0000, | 66.0000 |
| 20.0000, | 62.0000 | 46.0000, | 56.0000 |
| 48.0000, | 69.0000 | 37.0000, | 51.0000 |
| 36.0000, | 55.0000 | 37.0000, | 39.0000 |
| 37.0000, | 39.0000 | 37.0000, | 21.0000 |
| 37.0000, | 21.0000 | 35.0000, | 6.0000 |
| 35.0000, | 6.0000 | 24.0000, | 18.0000 |
| 8.0000, | 38.0000 | 60.0000, | 43.0000 |

4469 体

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 25.0000, | 94.0000 | 5.0000, | 50.0000 |
| 17.0000, | 76.0000 | 17.0000, | 6.0000 |
| 23.0000, | 69.0000 | 61.0000, | 74.0000 |
| 42.0000, | 96.0000 | 42.0000, | 5.0000 |
| 39.0000, | 70.0000 | 34.0000, | 54.0000 |
| 34.0000, | 54.0000 | 28.0000, | 39.0000 |
| 28.0000, | 39.0000 | 20.0000, | 23.0000 |
| 42.0000, | 70.0000 | 61.0000, | 29.0000 |
| 61.0000, | 29.0000 | 65.0000, | 29.0000 |
| 30.0000, | 30.0000 | 52.0000, | 33.0000 |

5106 应

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 41.0000, | 81.0000 | 36.0000, | 97.0000 |
| 62.0000, | 80.0000 | 22.0000, | 75.0000 |
| 20.0000, | 51.0000 | 22.0000, | 82.0000 |
| 14.0000, | 21.0000 | 20.0000, | 51.0000 |
| 6.0000, | 5.0000 | 14.0000, | 21.0000 |
| 33.0000, | 35.0000 | 28.0000, | 55.0000 |
| 42.0000, | 40.0000 | 40.0000, | 60.0000 |
| 48.0000, | 22.0000 | 56.0000, | 64.0000 |
| 62.0000, | 23.0000 | 20.0000, | 19.0000 |

2243 端

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 16.0000, | 86.0000 | 21.0000, | 71.0000 |
| 7.0000, | 60.0000 | 28.0000, | 66.0000 |
| 12.0000, | 54.0000 | 14.0000, | 38.0000 |
| 26.0000, | 60.0000 | 20.0000, | 33.0000 |
| 5.0000, | 23.0000 | 28.0000, | 37.0000 |
| 46.0000, | 95.0000 | 46.0000, | 70.0000 |
| 36.0000, | 85.0000 | 36.0000, | 68.0000 |
| 35.0000, | 67.0000 | 56.0000, | 71.0000 |
| 57.0000, | 88.0000 | 56.0000, | 68.0000 |
| 30.0000, | 53.0000 | 62.0000, | 58.0000 |
| 45.0000, | 55.0000 | 41.0000, | 41.0000 |
| 32.0000, | 43.0000 | 32.0000, | 7.0000 |
| 32.0000, | 39.0000 | 59.0000, | 43.0000 |
| 60.0000, | 45.0000 | 57.0000, | 7.0000 |
| 57.0000, | 7.0000 | 52.0000, | 16.0000 |
| 40.0000, | 40.0000 | 40.0000, | 10.0000 |
| 49.0000, | 41.0000 | 49.0000, | 10.0000 |

5393 正

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 14.0000, | 87.0000 | 57.0000, | 89.0000 |
| 36.0000, | 87.0000 | 36.0000, | 20.0000 |
| 22.0000, | 64.0000 | 22.0000, | 19.0000 |
| 36.0000, | 55.0000 | 54.0000, | 57.0000 |
| 6.0000, | 18.0000 | 62.0000, | 21.0000 |

（续）

1742　笔

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 23.0000, | 96.0000 | 6.0000, | 63.0000 |
| 17.0000, | 83.0000 | 34.0000, | 86.0000 |
| 21.0000, | 83.0000 | 26.0000, | 68.0000 |
| 45.0000, | 97.0000 | 33.0000, | 66.0000 |
| 40.0000, | 83.0000 | 58.0000, | 86.0000 |
| 42.0000, | 83.0000 | 51.0000, | 68.0000 |
| 16.0000, | 57.0000 | 47.0000, | 63.0000 |
| 14.0000, | 43.0000 | 52.0000, | 49.0000 |
| 9.0000, | 28.0000 | 58.0000, | 36.0000 |
| 32.0000, | 60.0000 | 32.0000, | 14.0000 |
| 32.0000, | 14.0000 | 36.0000, | 9.0000 |
| 36.0000, | 9.0000 | 59.0000, | 10.0000 |
| 59.0000, | 10.0000 | 58.0000, | 27.0000 |

2714　划

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 5.0000, | 55.0000 | 36.0000, | 67.0000 |
| 18.0000, | 93.0000 | 20.0000, | 54.0000 |
| 20.0000, | 54.0000 | 26.0000, | 30.0000 |
| 26.0000, | 30.0000 | 41.0000, | 6.0000 |
| 41.0000, | 6.0000 | 39.0000, | 28.0000 |
| 26.0000, | 87.0000 | 35.0000, | 75.0000 |
| 35.0000, | 53.0000 | 5.0000, | 19.0000 |
| 45.0000, | 75.0000 | 45.0000, | 33.0000 |
| 56.0000, | 93.0000 | 56.0000, | 3.0000 |
| 56.0000, | 3.0000 | 46.0000, | 15.0000 |

3969　清

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 12.0000, | 88.0000 | 20.0000, | 74.0000 |
| 6.0000, | 64.0000 | 14.0000, | 52.0000 |
| 7.0000, | 21.0000 | 13.0000, | 13.0000 |
| 13.0000, | 13.0000 | 22.0000, | 61.0000 |
| 28.0000, | 78.0000 | 54.0000, | 83.0000 |
| 40.0000, | 96.0000 | 40.0000, | 60.0000 |
| 30.0000, | 68.0000 | 52.0000, | 72.0000 |
| 25.0000, | 57.0000 | 60.0000, | 63.0000 |
| 30.0000, | 52.0000 | 30.0000, | 7.0000 |
| 30.0000, | 47.0000 | 50.0000, | 50.0000 |
| 50.0000, | 52.0000 | 49.0000, | 6.0000 |
| 49.0000, | 6.0000 | 40.0000, | 18.0000 |
| 30.0000, | 37.0000 | 44.0000, | 39.0000 |
| 30.0000, | 27.0000 | 45.0000, | 29.0000 |

1994　楚

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 12.0000, | 79.0000 | 32.0000, | 82.0000 |
| 22.0000, | 97.0000 | 22.0000, | 49.0000 |
| 22.0000, | 78.0000 | 6.0000, | 51.0000 |
| 22.0000, | 76.0000 | 31.0000, | 65.0000 |
| 35.0000, | 78.0000 | 56.0000, | 82.0000 |
| 45.0000, | 97.0000 | 45.0000, | 51.0000 |
| 45.0000, | 79.0000 | 30.0000, | 54.0000 |
| 45.0000, | 75.0000 | 56.0000, | 60.0000 |
| 14.0000, | 45.0000 | 52.0000, | 50.0000 |
| 54.0000, | 53.0000 | 47.0000, | 39.0000 |
| 34.0000, | 47.0000 | 34.0000, | 18.0000 |
| 34.0000, | 32.0000 | 50.0000, | 35.0000 |
| 23.0000, | 39.0000 | 16.0000, | 21.0000 |
| 16.0000, | 21.0000 | 6.0000, | 6.0000 |
| 18.0000, | 26.0000 | 54.0000, | 6.0000 |
| 54.0000, | 6.0000 | 62.0000, | 8.0000 |

3737　排

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 8.0000, | 69.0000 | 28.0000, | 73.0000 |
| 21.0000, | 96.0000 | 21.0000, | 6.0000 |
| 21.0000, | 6.0000 | 12.0000, | 19.0000 |
| 8.0000, | 41.0000 | 26.0000, | 57.0000 |
| 27.0000, | 67.0000 | 37.0000, | 69.0000 |
| 27.0000, | 50.0000 | 37.0000, | 52.0000 |
| 25.0000, | 33.0000 | 37.0000, | 36.0000 |
| 37.0000, | 91.0000 | 37.0000, | 7.0000 |
| 47.0000, | 96.0000 | 47.0000, | 5.0000 |
| 47.0000, | 71.0000 | 59.0000, | 74.0000 |
| 47.0000, | 54.0000 | 59.0000, | 57.0000 |
| 47.0000, | 36.0000 | 62.0000, | 40.0000 |

3348　列

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 12.0000, | 80.0000 | 40.0000, | 83.0000 |
| 26.0000, | 81.0000 | 9.0000, | 38.0000 |
| 19.0000, | 61.0000 | 35.0000, | 64.0000 |
| 36.0000, | 67.0000 | 28.0000, | 43.0000 |
| 28.0000, | 43.0000 | 19.0000, | 25.0000 |
| 19.0000, | 25.0000 | 8.0000, | 8.0000 |
| 15.0000, | 52.0000 | 23.0000, | 41.0000 |
| 45.0000, | 73.0000 | 45.0000, | 37.0000 |
| 55.0000, | 94.0000 | 54.0000, | 4.0000 |
| 54.0000, | 4.0000 | 44.0000, | 21.0000 |

（续）

5391　整

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 10.0000, | 79.0000 | 36.0000, | 82.0000 |
| 24.0000, | 96.0000 | 24.0000, | 39.0000 |
| 15.0000, | 75.0000 | 15.0000, | 55.0000 |
| 15.0000, | 70.0000 | 32.0000, | 72.0000 |
| 33.0000, | 76.0000 | 32.0000, | 62.0000 |
| 15.0000, | 60.0000 | 34.0000, | 62.0000 |
| 22.0000, | 61.0000 | 6.0000, | 35.0000 |
| 24.0000, | 57.0000 | 34.0000, | 45.0000 |
| 44.0000, | 96.0000 | 36.0000, | 57.0000 |
| 40.0000, | 73.0000 | 59.0000, | 76.0000 |
| 51.0000, | 74.0000 | 46.0000, | 54.0000 |
| 46.0000, | 54.0000 | 32.0000, | 39.0000 |
| 38.0000, | 64.0000 | 54.0000, | 38.0000 |
| 54.0000, | 38.0000 | 62.0000, | 38.0000 |
| 15.0000, | 33.0000 | 50.0000, | 37.0000 |
| 34.0000, | 35.0000 | 34.0000, | 8.0000 |
| 34.0000, | 22.0000 | 50.0000, | 24.0000 |
| 22.0000, | 27.0000 | 22.0000, | 8.0000 |
| 6.0000, | 6.0000 | 62.0000, | 11.0000 |

3875　齐

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 34.0000, | 95.0000 | 38.0000, | 85.0000 |
| 11.0000, | 77.0000 | 59.0000, | 83.0000 |
| 43.0000, | 77.0000 | 29.0000, | 55.0000 |
| 29.0000, | 55.0000 | 4.0000, | 38.0000 |
| 25.0000, | 73.0000 | 52.0000, | 39.0000 |
| 52.0000, | 39.0000 | 60.0000, | 39.0000 |
| 26.0000, | 45.0000 | 24.0000, | 25.0000 |
| 24.0000, | 25.0000 | 12.0000, | 3.0000 |
| 42.0000, | 47.0000 | 42.0000, | 3.0000 |

2868　间

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 15.0000, | 95.0000 | 20.0000, | 81.0000 |
| 13.0000, | 77.0000 | 13.0000, | 9.0000 |
| 26.0000, | 82.0000 | 54.0000, | 85.0000 |
| 54.0000, | 88.0000 | 54.0000, | 7.0000 |
| 54.0000, | 7.0000 | 45.0000, | 20.0000 |
| 25.0000, | 69.0000 | 25.0000, | 27.0000 |
| 25.0000, | 63.0000 | 44.0000, | 66.0000 |
| 45.0000, | 68.0000 | 43.0000, | 35.0000 |
| 25.0000, | 48.0000 | 38.0000, | 50.0000 |
| 25.0000, | 32.0000 | 45.0000, | 35.0000 |

2484　隔

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 10.0000, | 96.0000 | 10.0000, | 9.0000 |
| 10.0000, | 88.0000 | 22.0000, | 90.0000 |
| 22.0000, | 92.0000 | 19.0000, | 69.0000 |
| 19.0000, | 69.0000 | 22.0000, | 57.0000 |
| 22.0000, | 57.0000 | 19.0000, | 39.0000 |
| 19.0000, | 39.0000 | 14.0000, | 50.0000 |
| 29.0000, | 93.0000 | 55.0000, | 96.0000 |
| 33.0000, | 85.0000 | 33.0000, | 61.0000 |
| 33.0000, | 82.0000 | 50.0000, | 84.0000 |
| 51.0000, | 86.0000 | 49.0000, | 66.0000 |
| 33.0000, | 64.0000 | 51.0000, | 66.0000 |
| 26.0000, | 58.0000 | 26.0000, | 9.0000 |
| 26.0000, | 52.0000 | 56.0000, | 55.0000 |
| 57.0000, | 57.0000 | 55.0000, | 8.0000 |
| 55.0000, | 8.0000 | 47.0000, | 18.0000 |
| 35.0000, | 47.0000 | 39.0000, | 35.0000 |
| 48.0000, | 50.0000 | 44.0000, | 33.0000 |
| 31.0000, | 31.0000 | 52.0000, | 33.0000 |
| 41.0000, | 31.0000 | 41.0000, | 14.0000 |

3089　均

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 11.0000, | 63.0000 | 31.0000, | 66.0000 |
| 21.0000, | 91.0000 | 21.0000, | 35.0000 |
| 7.0000, | 27.0000 | 29.0000, | 39.0000 |
| 41.0000, | 95.0000 | 31.0000, | 51.0000 |
| 36.0000, | 69.0000 | 58.0000, | 73.0000 |
| 58.0000, | 75.0000 | 51.0000, | 7.0000 |
| 51.0000, | 7.0000 | 40.0000, | 21.0000 |
| 38.0000, | 56.0000 | 46.0000, | 45.0000 |
| 28.0000, | 28.0000 | 48.0000, | 40.0000 |

5240　匀

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 29.0000, | 95.0000 | 19.0000, | 66.0000 |
| 19.0000, | 66.0000 | 6.0000, | 44.0000 |
| 19.0000, | 65.0000 | 52.0000, | 71.0000 |
| 53.0000, | 76.0000 | 44.0000, | 1.0000 |
| 44.0000, | 1.0000 | 35.0000, | 22.0000 |
| 20.0000, | 57.0000 | 35.0000, | 46.0000 |
| 11.0000, | 24.0000 | 44.0000, | 40.0000 |

（续）

2090　代

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 31.0000, | 91.0000 | 7.0000, | 51.0000 |
| 22.0000, | 70.0000 | 22.0000, | 7.0000 |
| 29.0000, | 53.0000 | 59.0000, | 63.0000 |
| 39.0000, | 93.0000 | 42.0000, | 57.0000 |
| 42.0000, | 57.0000 | 52.0000, | 19.0000 |
| 52.0000, | 19.0000 | 62.0000, | 6.0000 |
| 62.0000, | 6.0000 | 61.0000, | 29.0000 |
| 48.0000, | 87.0000 | 55.0000, | 76.0000 |

2637　号

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 22.0000, | 96.0000 | 22.0000, | 64.0000 |
| 22.0000, | 88.0000 | 47.0000, | 90.0000 |
| 48.0000, | 94.0000 | 46.0000, | 70.0000 |
| 22.0000, | 68.0000 | 48.0000, | 70.0000 |
| 7.0000, | 55.0000 | 59.0000, | 59.0000 |
| 26.0000, | 56.0000 | 22.0000, | 39.0000 |
| 20.0000, | 38.0000 | 48.0000, | 42.0000 |
| 49.0000, | 45.0000 | 37.0000, | 4.0000 |
| 37.0000, | 4.0000 | 28.0000, | 20.0000 |

5010　要

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 9.0000, | 89.0000 | 54.0000, | 93.0000 |
| 16.0000, | 80.0000 | 16.0000, | 49.0000 |
| 16.0000, | 74.0000 | 49.0000, | 77.0000 |
| 30.0000, | 80.0000 | 48.0000, | 58.0000 |
| 26.0000, | 90.0000 | 26.0000, | 56.0000 |
| 38.0000, | 91.0000 | 37.0000, | 57.0000 |
| 16.0000, | 54.0000 | 49.0000, | 58.0000 |
| 32.0000, | 54.0000 | 20.0000, | 28.0000 |
| 20.0000, | 28.0000 | 53.0000, | 7.0000 |
| 43.0000, | 40.0000 | 31.0000, | 21.0000 |
| 31.0000, | 21.0000 | 6.0000, | 7.0000 |
| 5.0000, | 37.0000 | 61.0000, | 43.0000 |

2391　符

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 25.0000, | 96.0000 | 9.0000, | 64.0000 |
| 18.0000, | 81.0000 | 36.0000, | 84.0000 |
| 22.0000, | 80.0000 | 26.0000, | 69.0000 |
| 45.0000, | 97.0000 | 32.0000, | 64.0000 |
| 39.0000, | 81.0000 | 59.0000, | 85.0000 |
| 46.0000, | 81.0000 | 51.0000, | 71.0000 |
| 25.0000, | 66.0000 | 19.0000, | 51.0000 |
| 19.0000, | 51.0000 | 8.0000, | 39.0000 |
| 20.0000, | 52.0000 | 20.0000, | 8.0000 |
| 28.0000, | 49.0000 | 61.0000, | 55.0000 |
| 48.0000, | 69.0000 | 48.0000, | 8.0000 |
| 48.0000, | 8.0000 | 38.0000, | 21.0000 |
| 34.0000, | 45.0000 | 38.0000, | 33.0000 |

2647　合

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 22.0000, | 96.0000 | 22.0000, | 64.0000 |
| 22.0000, | 88.0000 | 47.0000, | 90.0000 |
| 48.0000, | 94.0000 | 46.0000, | 70.0000 |
| 22.0000, | 68.0000 | 48.0000, | 70.0000 |
| 7.0000, | 55.0000 | 59.0000, | 59.0000 |
| 26.0000, | 56.0000 | 22.0000, | 39.0000 |
| 20.0000, | 38.0000 | 48.0000, | 42.0000 |
| 49.0000, | 45.0000 | 37.0000, | 4.0000 |
| 37.0000, | 4.0000 | 28.0000, | 20.0000 |

5148　有

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 10.0000, | 73.0000 | 62.0000, | 79.0000 |
| 37.0000, | 96.0000 | 27.0000, | 64.0000 |
| 27.0000, | 64.0000 | 7.0000, | 35.0000 |
| 27.0000, | 64.0000 | 27.0000, | 6.0000 |
| 27.0000, | 60.0000 | 51.0000, | 63.0000 |
| 51.0000, | 66.0000 | 51.0000, | 5.0000 |
| 51.0000, | 5.0000 | 42.0000, | 16.0000 |
| 27.0000, | 46.0000 | 46.0000, | 49.0000 |
| 27.0000, | 30.0000 | 46.0000, | 33.0000 |

（续）

2556　关

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 21.0000, | 94.0000 | 29.0000, | 73.0000 |
| 45.0000, | 96.0000 | 38.0000, | 68.0000 |
| 15.0000, | 65.0000 | 54.0000, | 70.0000 |
| 9.0000, | 44.0000 | 62.0000, | 50.0000 |
| 35.0000, | 67.0000 | 31.0000, | 39.0000 |
| 31.0000, | 39.0000 | 24.0000, | 21.0000 |
| 24.0000, | 21.0000 | 7.0000, | 6.0000 |
| 32.0000, | 47.0000 | 54.0000, | 9.0000 |
| 54.0000, | 9.0000 | 62.0000, | 9.0000 |

1774　标

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 7.0000, | 65.0000 | 26.0000, | 69.0000 |
| 19.0000, | 93.0000 | 19.0000, | 6.0000 |
| 19.0000, | 63.0000 | 6.0000, | 33.0000 |
| 19.0000, | 63.0000 | 25.0000, | 50.0000 |
| 33.0000, | 81.0000 | 54.0000, | 85.0000 |
| 28.0000, | 58.0000 | 62.0000, | 63.0000 |
| 45.0000, | 61.0000 | 45.0000, | 6.0000 |
| 45.0000, | 6.0000 | 34.0000, | 19.0000 |
| 37.0000, | 47.0000 | 24.0000, | 21.0000 |
| 50.0000, | 45.0000 | 62.0000, | 23.0000 |

5528　准

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 10.0000, | 69.0000 | 31.0000, | 72.0000 |
| 7.0000, | 51.0000 | 32.0000, | 55.0000 |
| 24.0000, | 93.0000 | 21.0000, | 54.0000 |
| 21.0000, | 54.0000 | 15.0000, | 27.0000 |
| 15.0000, | 27.0000 | 6.0000, | 9.0000 |
| 20.0000, | 44.0000 | 30.0000, | 27.0000 |
| 36.0000, | 94.0000 | 36.0000, | 41.0000 |
| 36.0000, | 87.0000 | 56.0000, | 89.0000 |
| 56.0000, | 93.0000 | 54.0000, | 41.0000 |
| 46.0000, | 75.0000 | 41.0000, | 39.0000 |
| 41.0000, | 39.0000 | 31.0000, | 18.0000 |
| 31.0000, | 18.0000 | 18.0000, | 7.0000 |
| 47.0000, | 46.0000 | 47.0000, | 14.0000 |
| 47.0000, | 14.0000 | 50.0000, | 10.0000 |
| 50.0000, | 10.0000 | 62.0000, | 10.0000 |
| 62.0000, | 10.0000 | 61.0000, | 31.0000 |

2570　规

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 10.0000, | 69.0000 | 31.0000, | 72.0000 |
| 7.0000, | 51.0000 | 32.0000, | 55.0000 |
| 24.0000, | 93.0000 | 21.0000, | 54.0000 |
| 21.0000, | 54.0000 | 15.0000, | 27.0000 |
| 15.0000, | 27.0000 | 6.0000, | 9.0000 |
| 20.0000, | 44.0000 | 30.0000, | 27.0000 |
| 36.0000, | 94.0000 | 36.0000, | 41.0000 |
| 36.0000, | 87.0000 | 56.0000, | 89.0000 |
| 56.0000, | 93.0000 | 54.0000, | 41.0000 |
| 46.0000, | 75.0000 | 41.0000, | 39.0000 |
| 41.0000, | 39.0000 | 31.0000, | 18.0000 |
| 31.0000, | 18.0000 | 18.0000, | 7.0000 |
| 47.0000, | 46.0000 | 47.0000, | 14.0000 |
| 47.0000, | 14.0000 | 50.0000, | 10.0000 |
| 50.0000, | 10.0000 | 62.0000, | 10.0000 |
| 62.0000, | 10.0000 | 61.0000, | 31.0000 |

2208　定

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 32.0000, | 94.0000 | 38.0000, | 80.0000 |
| 16.0000, | 80.0000 | 14.0000, | 60.0000 |
| 16.0000, | 74.0000 | 59.0000, | 78.0000 |
| 60.0000, | 80.0000 | 54.0000, | 64.0000 |
| 18.0000, | 57.0000 | 53.0000, | 60.0000 |
| 36.0000, | 58.0000 | 36.0000, | 20.0000 |
| 36.0000, | 39.0000 | 52.0000, | 42.0000 |
| 24.0000, | 44.0000 | 19.0000, | 31.0000 |
| 19.0000, | 31.0000 | 6.0000, | 5.0000 |
| 20.0000, | 33.0000 | 54.0000, | 5.0000 |
| 54.0000, | 5.0000 | 61.0000, | 5.0000 |

（续）

9208

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 46.0000, | 82.0000 | 46.0000, | 16.0000 |
| 82.0000, | 16.0000 | 10.0000, | 16.0000 |

9210

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 46.0000, | 88.0000 | 46.0000, | 4.0000 |
| 88.0000, | 46.0000 | 4.0000, | 46.0000 |
| 22.0000, | 46.0000 | 24.0000, | 55.0000 |
| 24.0000, | 55.0000 | 29.0000, | 63.0000 |
| 29.0000, | 63.0000 | 38.0000, | 69.0000 |
| 39.0000, | 69.0000 | 46.0000, | 70.0000 |
| 53.0000, | 69.0000 | 46.0000, | 70.0000 |
| 63.0000, | 63.0000 | 54.0000, | 69.0000 |
| 68.0000, | 55.0000 | 63.0000, | 63.0000 |
| 70.0000, | 46.0000 | 68.0000, | 55.0000 |
| 70.0000, | 46.0000 | 68.0000, | 37.0000 |
| 68.0000, | 37.0000 | 63.0000, | 29.0000 |
| 63.0000, | 29.0000 | 54.0000, | 23.0000 |
| 53.0000, | 23.0000 | 46.0000, | 22.0000 |
| 39.0000, | 23.0000 | 46.0000, | 22.0000 |
| 29.0000, | 29.0000 | 38.0000, | 23.0000 |
| 24.0000, | 37.0000 | 29.0000, | 29.0000 |
| 22.0000, | 46.0000 | 24.0000, | 37.0000 |

9255

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 40.0000, | 76.0000 | 40.0000, | 46.0000 |
| 10.0000, | 22.0000 | 22.0000, | 22.0000 |
| 22.0000, | 22.0000 | 32.0000, | 26.0000 |
| 32.0000, | 26.0000 | 37.0000, | 31.0000 |
| 37.0000, | 31.0000 | 39.0000, | 37.0000 |
| 39.0000, | 37.0000 | 40.0000, | 46.0000 |
| 58.0000, | 76.0000 | 53.0000, | 46.0000 |
| 76.0000, | 22.0000 | 88.0000, | 22.0000 |
| 61.0000, | 28.0000 | 66.0000, | 24.0000 |
| 66.0000, | 24.0000 | 76.0000, | 22.0000 |
| 58.0000, | 46.0000 | 59.0000, | 38.0000 |
| 61.0000, | 28.0000 | 59.0000, | 36.0000 |

9267

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 22.0000, | 82.0000 | 22.0000, | 22.0000 |
| 22.0000, | 22.0000 | 82.0000, | 22.0000 |
| 82.0000, | 22.0000 | 22.0000, | 82.0000 |

9285

| X | Y | X | Y |
|---|---|---|---|
| 70.0000, | 22.0000 | 34.0000, | 22.0000 |
| 70.0000, | 40.0000 | 70.0000, | 22.0000 |
| 34.0000, | 40.0000 | 70.0000, | 40.0000 |
| 34.0000, | 82.0000 | 34.0000, | 40.0000 |
| 70.0000, | 82.0000 | 34.0000, | 46.0000 |

# 第9篇　常用图形符号


**主　编**　强　毅　陆启鹏
**编写人**　强　毅　陆启鹏
**审稿人**　汪　恺　杨树华
唐保宁　舒森茂

图形符号和语言文字一样，它们都是传递视觉信息的某种载体。在某些特定的情况里，例如机械工程行业，由于图形符号特定的醒目性、形象性和简化性，它正在发挥那种仅依赖语言、文字所不能发挥的作用。

图形符号标准化是标准化工作的一个基础组成部分。80年代以来，我国的图形符号标准化工作取得了很大的发展，截止1990年年底，共发布了127个图形符号国家标准，标准分类方面，与80年代以前相比，从原来仅有的产品技术文件用图形符号（简称tpd符号[㊀]）一类，增加了图形符号基础标准、标志用图形符号和设备用图形符号标准等，发展成为四大类图形符号标准。现有图形符号国家标准涉及的行业范围愈来愈广，例如机械、电气、建筑、船舶、铁道、交通、轻工、安全和旅游等行业。

本篇将截止1990年年底发布的，与机械行业有关的tpd符号和设备用图形符号标准，按其专业内容综合归纳，分类编写，使读者能全面、系统地了解和掌握，并在具体的机械设计工作中正确地应用和贯彻。本篇不涉及与机械设计无关的图形符号标准，有关机械制图、电气制图和液压传动的图形符号标准则由本卷其它各篇介绍。

本篇负责介绍的图形符号标准总数共计48个。属于国家标准的共40个，其中图形符号基础标准5个，tpd符号标准23个，设备用图形符号标准12个。此外，还有8个部、专业tpd符号标准。

# 第1章 基础标准

图形符号基础标准是其他各类图形符号标准均应遵守的标准。它包括有图形符号的术语、图线、图色、箭头和设计表达原则、测试评价方法以及手工、计算机管理数据库等各类标准，参看表9.1-1图形符号基础标准分类体系。该表中用“GB××”编号的都是计划制定的图形符号基础标准。

**表 9.1-1**

图形符号基础标准分类体系

- GB 1.5—88 符号、代号标准的编写规定
- GB 1252—89 图形符号箭头及其应用
- GB ×× 图形符号图线 图色
- GB 7093.1—86 图形符号表示规则 总则
  - GB 7093.2—86 图形符号表示规则产品技术文件用图形符号
  - GB 7093.3—86 图形符号表示规则设备用图形符号
  - GB 7093.4—86 图形符号表示规则标志用图形符号
- GB ×× 图形符号测试评价方法
- GB ×× 图形符号数据库、计算机处理
- GB 12103—90 标志用图形符号的制订和测试程序

本章将分别介绍与机械设计中常用图形符号有关的五个基础标准。

## 1 符号、代号标准编写规定（GB1.5—88）

“GB 1.5—88 标准化工作导则 符号、代号标准编写规定”是为了满足编写符号、代号标准的需要而制定的。就以图形符号来说，它是整个符号体系中视觉符号分类的一个分支。而且，图形符号与代号有着密切的联系，如代号经常以图形符号要素的形式，作为整个图形符号的某个组成部分。据统计，在本篇所介绍说明的图形符号标准总数内，就有三分之二的标准除图形符号外还含有代号。

该标准适用于指导国家、行业图形符号、代号和其它符号标准的编写。当有的标准，其本身不是符号、代号标准，但若含有符号、代号的内容，亦可参照使用。该标准不适用于产品代号标准。

本章节将着重于介绍标准名称的命名原则、该标准的主要技术内容，以及技术产品文件用图形符号、设备用图形符号和代号表格的应用示例。

### 1.1 图形符号、代号标准的名称

(1)“GB 1.1—87 标准化工作导则 标准编写的基本规定”的第5.3.1条规定：“标准名称应简短明确地反映标准化对象或标准的主题”。有的标准名称不符合该条规定，以下是合乎该规定的实例：

1) GB 2625—81 过程检测和控制流程图用图形符号和文字代号

2) GB 4270—84 热工图形符号与文字代号

㊀“tpd符号”的英文全称是“graphical symbol for use in technical product decumentation”

3) GB5185—85　金属焊接及钎焊方法在图样上的表示代号

(2) 与GB1.1　第5.3.1条相配合，GB1.5第6.2条规定："图形符号标准应按GB7093中的分类，写出符号类别（如技术产品文件、设备和标志用图形符号——编者注）。"

有些图形符号标准的名称是既不符合GB1.1，又不符合GB1.5的上述规定。

例如"GB5090—85　常用邮政设备图形符号"和"GB6634—86渔船捕捞机械设备图形符号"，从它们的标准名称看来，很容易使人误解为它们所规定的图形符号是应用在机械设备、仪器仪表上作为操作指示的"设备用图形符号"。实际上，前者是用于邮政设备布置图，后者是用于渔船或捕捞机械设备的布置图，它们都应从属于"技术产品文件或图样用图形符号（即tpd符号）"。

标准名称的命名符合GB1.1和GB1.5的有以下实例：

1) GB3394.6—83　船舶布置图　图形符号　救生设备

2) GB4728.1—85　电气图图形符号　总则

3) GB5465—85　电气设备用图形符号

4) HB6369　89　航空机械产品图样用图形符号

## 1.2　标准技术内容

符号、代号标准的技术内容一般包括编号（含顺序号）、符号或代号、名称和说明。它们一般应以表格列出。必要时可增加一些栏目（参见表9.1-4）。当没有应说明的内容，或是当有的符号或代号不加说明就可理解时，可省略说明（参见表9.1-2）。

### 1.2.1　编号

(1)　"符号、代号标准编写规定"的"7.3.1.1条"指出："每个符号、代号均应有编号"。这有助于科学管理。它又规定："同一标准中的编号原则应一致。"这就是说在同一标准中，按一致的编号原则和方法，一个符号或代号应有唯一的编号，而每个编号应对应其唯一的符号或代号。

(2)由于缺乏统一的编号原则和方法，大多数图形符号或代号标准仅按标准章节的顺序来对符号或代号编号。该标准的"7.3.1.2"规定："符号、代号的编号顺序宜按专业分类或隶属分类等方法编排。对那些无法或无需分类的符号、代号也可按其名称的汉语拼音字母顺序来编排。"现举实例说明如下：

1) 按专业的属种关系作为分类编号顺序

以"GB3164—82　真空技术图形符号"为例，它所规定的图形符号分为八类，其分类编号是：1—真空泵；2—真空阀门；3……；……；8—真空容器。在"1—真空泵"类之下，又可再分为十八种，其分类编号是：101真空泵（不指明类型）；102变容真空泵（不指明类型）；103……；……；118低温泵。……等。

2) 按通用和专用、基本和辅助等隶属关系作为分类编号顺序

这就是基础或通用的编号在前，专用或具体的编号在后；基本的在前，辅助的在后；主干的在前，分支的在后；总体的在前，局部的在后……等。

例如"GB5090—85常用邮政设备图形符号"将所规定的图形符号分为基本、一般和具体设备等三种，则其编号分别为"1"、"2"、和"3"，再以"1基本图形符号"为例，其中有一组表示信函传送运动的轨迹、方向的图形符号，共八个分类，它们的编号就是1.1、1.2、……、1.8。

### 1.2.2　符号、代号

"符号、代号标准编写规定"的7.3.2条明确规定：

a) 符号、代号中的数字一般应用阿拉伯数字。字符应用拉丁字母。必要时，可用其它字母或文字。

b) 技术产品文件用图形符号一般应连基本网格一起给出。

### 1.2.3　名称

应按GB1.1和GB1.5的有关规定给出每个符号或代号的中文名称。为了有助于对外开放和国际交流，最好给出英文对应词。

### 1.2.4　说明

"符号、代号标准编写规定"的"7.3.4"条作出如下规定：

a)应按需要以文字说明所列符号、代号的含义、功能、具体使用场合。

b) 如为等同采用某个国际标准（如ISO或IEC），则应说明原符号、代号所在国际标准的编号和原标准号。

c) 应列出引用的国家标准中的符号、代号在原标准中的编号及原标准号。

d) 如果标准中所列的符号、代号取代了现行国家标准中某个或几个符号、代号，则应在说明栏中列上那些被取代的符号、代号在国家标准中的编号及原标准号。

## 1.3 应用表格示例

GB1.5的8.2.4条指出："必要时，可把符号、代号的画法和制作应用的规定、方法及示例等作为补充件编入附录中"。该标准的附录列出应用示例表格四种。本章节仅介绍其中与机械设计有关的三个示例，参见表9.1-2～9.1-4。

**表9.1-2 技术产品文件用图形符号表格示例**（GB1.5）

| 编号 | 符号 | 名称 | 说明 |
|---|---|---|---|
| 1.1 | | 截止阀 | |
| 1.2 | | 闸阀 | |

（续）

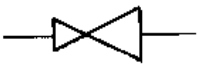
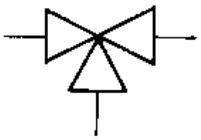
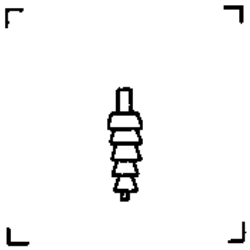
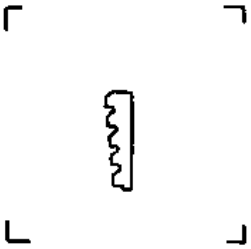
| 编号 | 符号 | 名称 | 说明 |
|---|---|---|---|
| 1.3 | | 止回阀 | 流向由空白三角形至非空白三角形 |
| 1.4 |  | 减压阀 | 小三角形一端为高压端 |
| 1.5 | | 角阀 | |
| 1.6 |  | 三通阀 | |

**表9.1-3 设备用图形符号表格示例**（GB1.5）

| 编号 | 符号 | 名称 | 说明 |
|---|---|---|---|
| 0301 |  | 内表面拉刀 | 表示内表面拉刀。例如用于拉床的控制面板上 |
| 0302 |  | 外表面拉刀 | 表示外表面拉刀。例如用于拉床的控制面板上 |

（续）

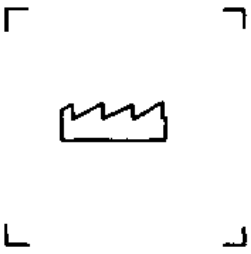
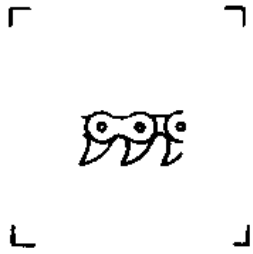
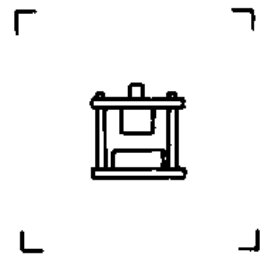
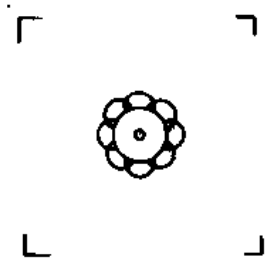
| 编　号 | 符　　号 | 名　　称 | 说　　明 |
| --- | --- | --- | --- |
| 0303 |  | 直锯 | 表示直锯。例如用于操纵直锯运动的控制器上 |
| 0304 |  | 链锯 | 表示链锯。例如用于操纵链锯运动的控制器上 |
| 0305 |  | 冲头、成套冲模 | 表示冲头。例如用于冲压机的控制面板上 |
| 0306 |  | 抛光轮 | 表示抛光轮。例如用于操纵抛光轮运动的控制器上 |

**表 9.1-4　代号表格示例**（GB1.5）

| 编　　号 | 代　号 | 名　　称 | 说　　明 | 其　他<br>（单位符号） |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 3.1.27 | $R$ | 热阻<br>气体常数 | 热导表示为：　ISO 31/N—12<br>$G=\frac{1}{R}$　　GB 3102.4—12 | kW<br>N·m（kg·K） |

（续）

| 编　号 | 代　号 | 名　称 | 说　明 | 其　他（单位符号） |
|---|---|---|---|---|
| 3.1.28 | $r$ | 汽化潜热 | | J |
| 3.1.29 | $S$ | 熵 | ISO 31/Ⅳ—17<br>GB 3102.4—17 | JK |
| 3.1.30 | $s$ | 〔比〕熵 | ISO 31/Ⅳ—18<br>GB 3102.4—18 | J/（kg·K） |
| 3.1.31 | $T$ | 热力学温度 | 又称绝对温度ISO 31/Ⅳ—1<br>GB 3102.4—1 | K |
| 3.1.32 | $t$ | 摄氏温度 | ISO 31/Ⅳ—2<br>GB 3102.4—2 | ℃ |
| 3.1.33 | $U$ | 内　能 | 表示狭义内能　ISO 31/Ⅳ—19<br>GB 3102.4—19 | J |
| 3.1.34 | $u$ | 〔比〕内能 | ISO 31/Ⅳ—20<br>GB 3102.4—20 | J kg |
| 3.1.35 | $V$ | 体　积 | ISO 31/Ⅰ—5<br>GB 3102.1—5 | m |
| 3.1.36 | $v$ | 比　容 | ISO 31/Ⅱ—4<br>GB 3102.3—4 | $m^3$ kg |
| 3.1.37 | $W$ | 功 | ISO 31/Ⅱ—24<br>GB 3102.3—24 | J |
| 3.1.38 | $w$ | 〔比〕功 | | J kg |
| 3.1.39 | $x$ | 干　度 | 湿度为：$y=1-x$　ISO/R 786 | — |
| 3.1.40 | $Z$ | 位置高度<br>压缩因子 | | m<br>— |

## 2　图形符号表示规则　总则（GB 7093.1—86）

“GB 7093—86　图形符号表示规则”是一整套涉及图形符号标准分类和设计原则的基础标准。GB 7093的制定目的是为了确定图形符号的表示规则，并为制修订图形符号标准提供设计图形符号的统一准则。

### 2.1　标准主要内容

#### 2.1.1　图形符号的主要应用领域

（1）在技术产品文件上表明：

1）制造或施工要求；

2）设备和（或）设施所用的材料；

3）设备和（或）设施的配置；

4）功能、原理、结构指示或制造、施工工艺过程；

5）其他。

（2）在各种设备、仪表上作为操作指示，如：

1）在调整件、操作件和仪表显示器上；

2）在包装件之类的物品上；

3）在连接插口上；

4）其他。

（3）在标志上表示：

1）公共信息；

2）安全信息；

3）交通规则；

4）包装运输指示；

5）其它。

### 2.1.2　配套使用的标准

GB 7093.2　图形符号表示规则　技术产品文件用图形符号

GB 7093.3　图形符号表示规则　设备用图形符号

GB 7093.4　图形符号表示规则　标志用图形符号

### 2.1.3　术语

（1）图形符号

以图形或图象为主要特征的视觉符号，它用绘画、书写、印刷或其他方法制作，用来传递事物或概念对象的信息，而不依赖语言。

（2）图形符号要素

图形符号中不能单独使用的组成部分。字母、数字、标点符号和数学符号只能在与图形符号组合使用时，才可作为图形符号要素。

（3）基准图

按照规定的表示规则，画在网格内的图形符号的既定设计图。它是作为技术文件的一种档案资料。参照其实际质量，基准图可间接或直接地用于复制。

（4）复制原图

适宜于直接复制用的高质量的基准图。

### 2.1.4　设计原则

（1）涵义

1）每个图形符号所指定的涵义由其名称和（或）定义来表明。

2）一个含义一般只能用一个图形符号来表达。特殊情况下，一个含义，按不同功能要求，允许用不同图形符号来表示。

3）由于简单几何图形的数量是有限的，只要不致引起误解，允许一个图形符号有不同的含义。

4）图形符号的内涵应尽量小些，以增加其通用性。

（2）应该从所设计图形符号的应用领域和功能出发，正确处理图形符号的形象化和抽象化的矛盾问题。

（3）图形符号的组合

各图形符号的相互组合，或是图形符号与图形符号要素的组合，可形成一个新的图形符号。它的含义可以是各个图形符号的含义的综合，也可以是与原来各单个符号不同的新含义。

（4）图形符号的构形应：

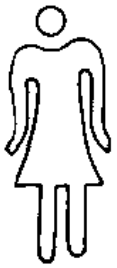


图 9.1-1

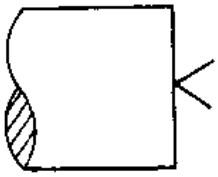


图 9.1-2

1）醒目；

2）清晰；

3）易懂；

4）易记；

5）易辨；

6）易制。

## 2.2　设计原则的应用说明和示例

### 2.2.1　功能性原则

所谓功能性原则，就是说在设计新图形符号时必须确定其应起的作用，并应适应如下情况：

1）应用范围；

2）使用场合；

3）服务对象；

4）心理习惯。

以公共信息标志用图形符号和 tpd 符号为例说明。由于对它们的功能要求不同，在各自设计的图形符号的构形、格调、要素组成等方面也就各有特色。例如 GB 3818 中的“女性”图形符号（如图 9.1-1），实为体态生动、形象具体的图象；而有如“GB 4459.5—84 机械制图　中心孔表示法”中的中心孔符号（如图 9.1-2）却是相当简化、抽象。两者差别的原因在于公共信息符号要求其服务对象，不论国籍，不分民族，不管文化程度如何，都能理解、识别它。为此其符号构形具体、形象。而中心孔这类工艺结构，其服务对象是具有一定专业技术水平的工人或技术人员。因此，不必在零件图上按投影法把已标准化的中心孔结构详尽地画出。再如，tpd 符号是在技术文件或图样上使用的，此类图形符号由一些细笔划线条、简单几何图形组成，必要时增加相关字符即能应用自如；而公共信息符号的使用场合却是安装在旅馆、饭店、车站、码头等公共服务场所的标志牌上。为了醒目，多数公共信息标志用符号是由涂黑的图象组成，甚至有的要涂以彩色。

在 tpd 符号国家标准起草过程，我们在适当性作

序测试中大力推荐简化抽象的符号方案。但结果相反，发现大多数被试还是偏爱较为形象化的符号方案。国际上不少名牌产品的商标一开始以图画、图象为主，待到产品畅销成名时，商标中的图画、图象逐渐演变为文字标志了。以著名的雀巢饮料为例，早期的商标构形是母鸟、雏鸟和鸟巢组成的图画，现在已演变为文字——NEST。这种从形象演变到抽象的过程，显然反映了用户心理习惯的变化。

### 2.2.2 通用性与专用性

以 tpd 符号为例，由于不同简图对于其组成的图形符号的功能要求不一，对各自的图形符号构形也有不同简繁要求。如有的部件，象“风机”之类在有的国家标准中设计成通用和专用两类图形符号。通用符号适用于工艺流程图，构形简单抽象；而专用符号则适用于机械结构图，构形复杂详尽。

### 2.2.3 构形形象和抽象的应用示例

所谓“按不同应用领域和使用范围的不同功能要求来设计图形符号”这一个设计原则，在某种程度上是要考虑如何处理符号构形设计，是具体、形象些，还是抽象、简化些这样的实际决策过程。

如图 9.1-3 所示，把一些图形符号按抽象到具体象（或形象），排列成三角形以表明抽象和形象化图形符号之间的区别和类似。

一般说来，图形符号的组成要素若是图形、图象，就是形象化构形；如是字符、数学符号、标点符号……为主，则为抽象化构形。

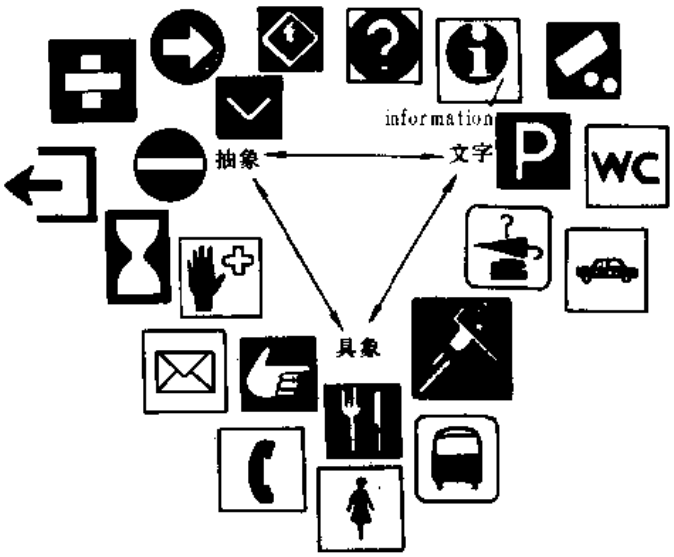


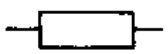

图 9.1-3

### 2.2.4 图形符号的组成要素

一个图形符号的组成要素、细节愈简单、愈少，这意味着其内涵小；反之，则为内涵大。从标准化的简化、统一原理出发，符号构形如简化些，内涵小些，其外延或使用覆盖面就大些。但是，过于简化，不免趋向抽象化以致超出服务对象所能接受的程度，不利于识别；片面强调形象化，虽然易于使用，有利于识别和推广，但不利于复制和制作标志牌。

### 2.2.5 “图形符号的组合”应用示例

表 9.1-5 图形符号组成分类表

| | 图形符号 | | 图形符号＋要素 | 图形符号＋图形符号 |
|---|---|---|---|---|
| | 图形符号 A′ | 要素＋要素 A″ | B | C |
| tpd 符号<br>I |  | | | |
| 设备用图形符号<br>II | | | | |

（续）

| | 图形符号 | | 图形符号+要素 | 图形符号+图形符号 |
|---|---|---|---|---|
| | 图形符号 A′ | 要素+要素 A″ | B | C |
| 图形标志<br>Ⅰ | | | | |

注：表 9.1-5 所列图形符号的含义：

Ⅰ A′：电阻器一般符号。

Ⅰ A″：表示表面粗糙度是用不去除材料的方法获得。

Ⅰ B：表示表面粗糙度是用去除材料的方法获得。$R_a$ 的上限值是 3.2μm。

Ⅰ C：圆锥齿轮传动。Ⅱ A′：嗽叭（警音器）。

Ⅱ A″：调节。Ⅱ B：频率调节。

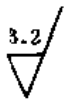
Ⅱ C：温度调节。Ⅲ A′：指示方向。

Ⅲ A′：当心！或警告！Ⅲ B：禁止吸烟！

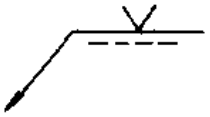
Ⅲ C：可饮用水。

图形符号可以是一个不可分割的构形整体，也可以由图形符号要素组成。图形符号加上图形符号要素可组合成一个新的图形符号。两个图形符号的组合也可形成新的图形符号。参看表 9.1-5。

表 9.1-5 表明的是三大类图形符号中任一类都列出了四种组合形式的图形符号。当然，除此以外，还会有更复杂的组合形式。如一个符号由两个以上的要素组成，或由两个以上图形符号组成一个新的符号。

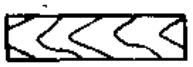



表面粗糙度符号
(GB 131—93 表面粗糙度符号、代号及其注法)

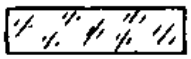


焊缝符号
(GB 324—88 焊缝符号表示法)

图 9.1-4



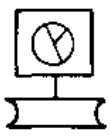
木质胶合板



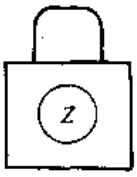
玻璃和供观察用的其它透明材料
(GB 4457.5 机械制图　剖面符号)

图 9.1-5

3.6$CO_2$ 灭火器
(GB 4327—84 消防设施图形符号)



A.1.9　起吊机
(GB 6634—86 渔船捕捞机械设备图形符号)




4.3.1　自动捆扎机
(GB 5090—85 常用邮政设备图形符号)

图 9.1-6

## 3　图形符号表示规则　技术产品文件用图形符号（GB 7093.2—86）

"GB 7093.2—86 图形符号表示规则　技术产品文件用图形符号"规定了技术产品文件(包括各种技术图样)所用图形符号的表示规则，作为制、修订有关标准时设计图形符号的准则。

### 3.1　标准主要内容

#### 3.1.1　应用范围

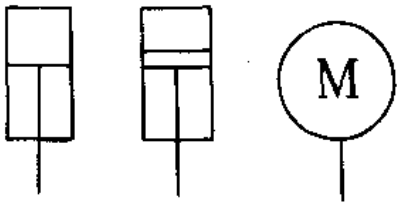
该标准规定的图形符号应用于技术产品文件，以表明：

1）制造或施工要求，如图 9.1-4。

2）设备或设施所用材料，如图 9.1-5。

3）设备和（或）设施的配置，如图 9.1-6。

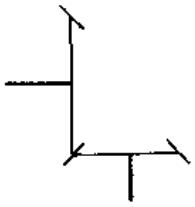
4）功能、原理、结构指示或制造、施工工艺过程。如图 9.1-7～图 9.1-10。




气动　液动　电动

(GB 4270—84 热工图形符号与文字代号)

图 9.1-7

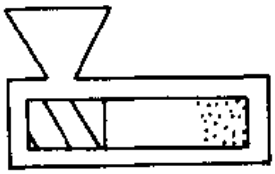


圆锥齿轮啮合

(GB 4460—84 机械制图

机构运动简图符号)

图 9.1-8



砂辊碾米机

(GB 4268.1—84

农业机械图形符号)

图 9.1-9

### 3.1.2 术语

(1) 技术产品文件用图形符号(简称为 tpd 符号)由几何线条,图形或由它们和字符组成的一种视觉符号,用来表达对象的功能或表明制造、施工、检验和安装等的特定指示。

(2) 基本网格

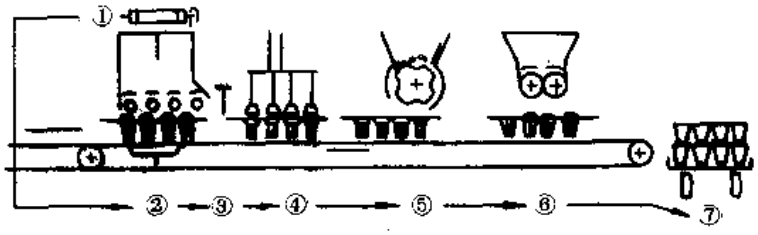



图 9.1-10 容器育苗装播工艺流程图

(GB 7227—87 林业机械图形符号)

①—运输营养土 ②—填土、振动 ③—刮平 ④—夯实 ⑤—播种 ⑥—定量覆土 ⑦—装运

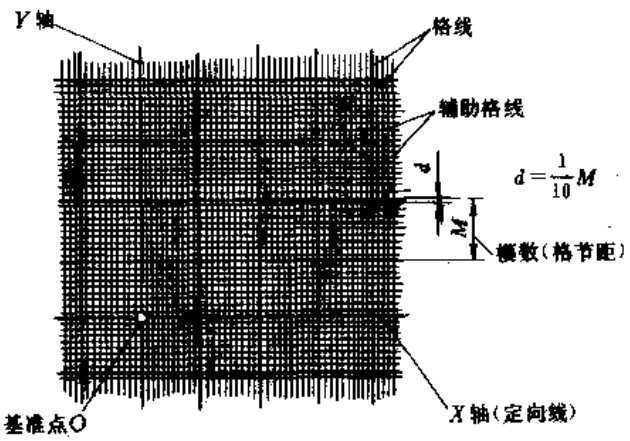



图 9.1-11

注:基本网格仅用于设计符号,在实际使用符号时,基本网格并不出现。

一个以某一模数 $M$ 为大小的方格坐标;根据绘制符号细节的需要,还可在格线之间再作 10 等分的辅助格线(见图 9.1-11)。

(3) 模数 $M$

以 $\sqrt{2}$ 为比率的模数系列以及相应的线宽系列参见表 9.1-6。

表 9.1-6 (mm)

| 模数 $M$ | 1.8 | (2.0)① | 2.5① | 3.5 | 4① |
|---|---|---|---|---|---|
| 线宽 $b=\frac{1}{10}M$ | 0.18 | (0.20) | 0.25 | 0.35 | 0.40 |
| 模数 $M$ | 5① | 7 | 10② | 14 | 20 |
| 线宽 $b=\frac{1}{10}M$ | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 1.4 | 2.0 |

①用于计算机绘图。

②用于基准图。

(4) 基准图

在模数 $M$ 为 10mm 的基本网格上，用 1mm 宽的线画出的 tpd 符号设计图。

基准图宜于用来直接或间接复制 tpd 符号，并作为存档文件用。

### 3.1.3 设计原则

(1)在一个标准内，每一个 tpd 符号只能有一个含义。为了满足在不同使用范围内的不同功能要求，一个含义可设计多个 tpd 符号。

(2)图形符号的构形设计，应从技术产品文件的功能要求出发，并根据对象的特点合理分类，尽可能使同类符号具有一定的规律性，并力求形象化和简化。

(3) 应用于简图的 tpd 符号可采用类似多面视图的表达形式，其图形数量按需要确定。

(4) tpd 符号应能采用通常的绘图工具和绘图方法绘制；此外，还要适应缩微摄影、缩印复制和计算机绘图的要求。

### 3.1.4 设计方法

(1) 图形符号要素的组合

符号要素与符号要素的组合，或符号要素与已有的 tpd 符号的组合，可形成具有新含义的 tpd 符号；在已有的 tpd 符号上增加符号要素，可给予该符号以更具体的含义（见图 9.1-12）。

(2) 功能相关的成组符号

1) 根据需要，可设计功能相关的成组符号。成组符号的特征可以是：形状相似、含义相近、所表达的对象相仿、应用相似……等等。如图 9.1-12 和图 9.1-13。

2) 成组符号可在基本符号[⊖]的基础上用增加其他图形符号或符号要素的方法构成，也可用其他方法构成（见图 9.1-12 和图 9.1-13）。

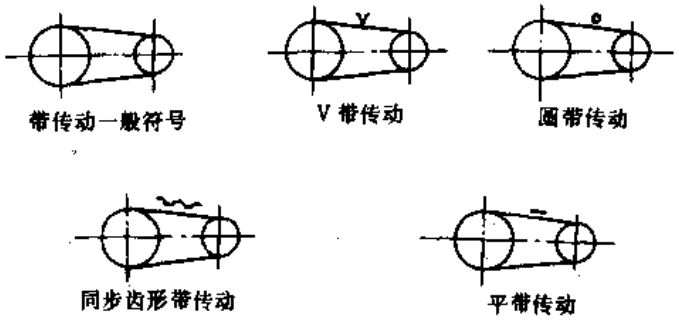



图 9.1-12　皮带传动成组符号
(GB 7093.2　图 A4)

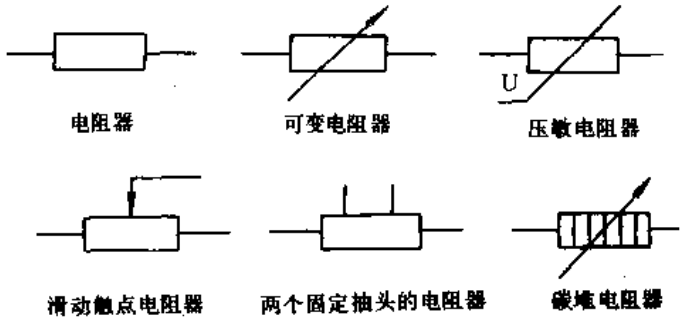



图 9.1-13　电阻器成组符号（部分）
(GB 7093.2　图 A5)

### 3.1.5 设计的具体要求

设计 tpd 符号时，应在网格中进行，以便充分利用网格作图的优点。如 tpd 符号的水平和铅垂轮廓线应与格线（或网点）重合。再如重要的设计点，例如圆和圆弧的圆心、线段的开端等要与格线的交点（或网点）重合。

符号的大小按常用大小确定，必要时可适当放大比例。

(1) 连接线

---

⊖ 基本符号的定义参见 GB 7093.3—86

1）tpd 符号的连接线应与格线重合，或在两条格线中间，如图 9.1-14 所示。

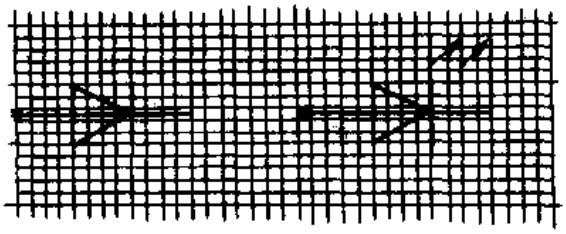


图　9.1-14

(GB 7093.2 图 A2)

2）两条连接线的最小距离为 0.5$M$，如需加标注（如线端标记、信号名称等），则最小距离为 2$M$，见图 9.1-15。

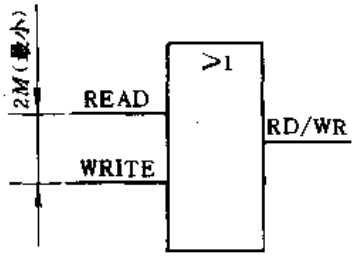



图　9.1-15

(引自《公用基础性图形符号国家标准应用指南》)

3）若要画出连接线，则需在格线交点处终止；若不需画出连接线，则其位置应由坐标参数确定。见图 9.1-16。

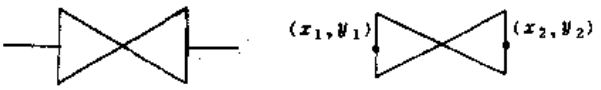



图　9.1-16

(引自《公用基础性图形符号国家标准应用指南》)

(2) 一般线

tpd 符号的一般线是指符号本身的构成线（含轮廓线）。

1）一般线尽可能采用一种线宽，此时，线宽 $b$=1/10$M$。若符号由不同线宽线条组成，则粗实线 $b$ 定为 1mm。此时，成组符号中各符号也采用相应的线宽。

2）应用于简图的 tpd 符号（或用于其它图样的符号）按需要允许采用不同宽度的图线，必要时应规定它们的含义。

3）非圆曲线尽可能由圆弧组成。

4）相交或相接的线，其夹角不应小于 15°。

(3) 字符

在图形符号内或与符号组合一起使用的字母、数字和其他字符，应按有关国家标准规定的直体或斜体书写清楚。

## 3.2　技术产品文件使用图形符号（tpd）按使用场合分类

tpd 符号按不同使用场合划分，可分为应用于机械制造和建筑施工图样的 tpd 符号和 应用于非投影的各种简图的 tpd 符号，共两大类。

### 3.2.1　应用于机械制造图样的 tpd 符号

例如图线符号、剖面符号、中心孔符号、形位公差符号、表面粗糙度符号、锥度和斜度符号、投影法符号和焊缝符号……等等。

此类图形符号的特点在于它们从属于机械制造或建筑施工图样，用以表明对图样表达的加工或施工对象的具体技术要求，而并不代表加工或施工对象本身。

### 3.2.2　应用于非投影的各种简图的 tpd 符号

应用于非投影的各种简图（如系统图、原理图、接线图、机构运动图、机械结构图、总体配置图、流程图等等）的 tpd 符号，用以表明机电设备、电气系统、管路系统、仪表装置、信息处理系统和其它有关设施等的功能原理、结构配置、组成连接相互关系和工作工艺过程程序。

此类图形符号的特点在于它们是简图的主要组成部分。也可以说简图的主体就是图形符号。

## 3.3　有关设计原则的说明

### 3.3.1　形象化和简化

GB 7093.2 的“4.2”规定：“图形符号的构形设计，应从技术产品文件的功能要求出发，并根据对象的特点合理分类，尽可能使同类符号具有一定的规律性，并力求形象化和简化”。

正如本章 2.2.3 中所介绍那样，图形符号构形趋于形象化，才能使图形符号具有直观性，而观察使用者才易于通过视觉器官而感知。如若图形符号构形抽象化或简化，则易于绘制。应该按照技术产品文件的功能要求来决定所用图形符号的构形应趋于形象化，或是简化。例如在地区工业规划图（总平面布置图）中表示行政、工业和生活设施的配置时，对于工厂、发电站之类的图形符号的构形设计，就应简化。具体地说，如发电站那样的对象，可设计成在构形上具有一定规律的成组符号。如图 9.1-17 所示。

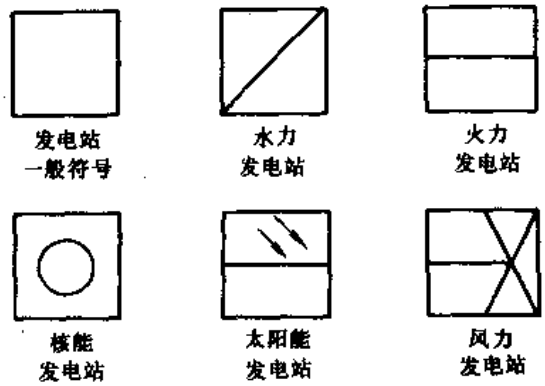



图 9.1-17　发电站成组符号（GB 7093.2—86）

### 3.3.2　类似多面视图的多图形表达形式

该标准有关这样的规定，体现了 ISO 和 IEC 国际标准所缺少的特色，更反映了机械设计用简图的特征。

某些机械设计用简图为了充分表达其结构，构件或部、零件的组成，往往需要采用类似多面视图的表达形式。因此，有的简图用 tpd 符号要设计从多个方向（一般为正面、顶面和侧面）绘制两个或三个图形，示例如图 9.1-18 所示。

一个 tpd 符号或一个简图的两个或三个图形的组合配置，一般只要求各图形的轮廓大致上对应对齐，并不要求它们如同正投影三视图之间那样的投影对应（长对正，高平齐，宽相等）。

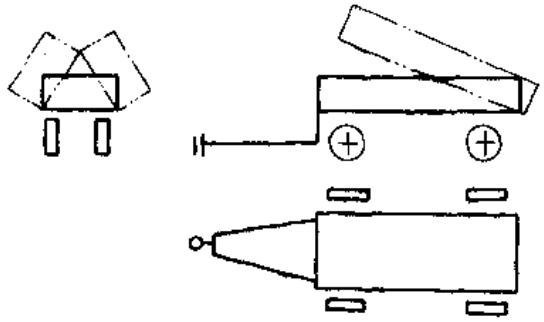


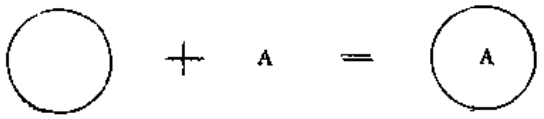
图 9.1-18　双轴自卸式托车（GB 4268.1—84）

## 3.4　设计方法应用示例

### 3.4.1　图形符号及符号要素的组合

（1）符号要素与符号要素的组合，如图 9.1-19 所示。

（2）符号与符号要素的组合，如图 9.1-20 所示。




符号要素（外壳）　符号要素（电流）　符号（电流表）

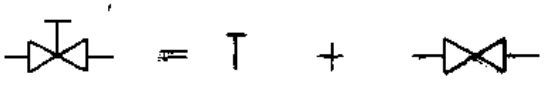
图 9.1-19

符号（二极管）　符号要素（非离子化的电磁辐射）　符号（光电二极管）

图 9.1-20[⊖]

（3）符号与符号的组合

两个符号中的某一符号作为符号要素使用，如图 9.1-21 和图 9.1-22。



符号（人工控制阀）　符号（手动）　符号（截止阀）

图 9.1-21[⊖]

符号（带电池的电话机）　符号（电话机）　符号（电池）

图 9.1-22[⊖]

### 3.4.2　基本网格应用示例

（1）图 9.1-23 采用了模数 $M$ 为 10（十等分的辅助格线）的基本网格，并标出了定向线。

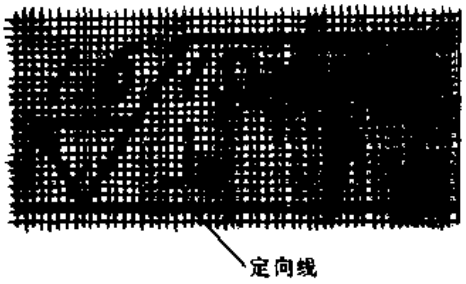



图 9.1-23

⊖ 引自《公用基础性图形符号国家标准应用指南》。

(2) 图 9.1-24 则采用了模数 $M$ 为 2.5 的点阵组成的基本网格。该示例引自“ISO/DP 10628 加工厂流程图 第二部分”的干燥器图形符号。

对比以上两个示例，后者的外形更清晰，以点阵为背景的符号很醒目。因此，以 $M$ 为 2.5 的点阵网格所绘符号的视觉效果胜过以 $M$ 为 10（辅助格线距 1mm）的格线网格。

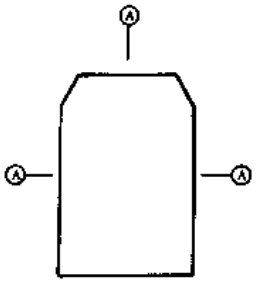
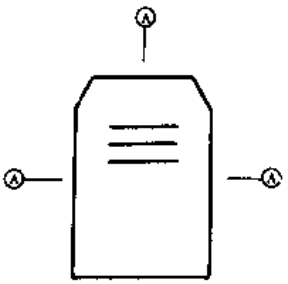
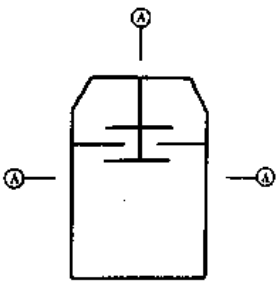
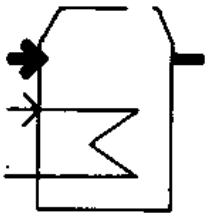
| 基本系列 | ISO 规定的带登记号的图形符号<br>具体系列 | | 示例注 |
|---|---|---|---|
| 第 9 组 | 干燥机（T）<br>推荐的模数尺寸：2.5mm | | |
|  <br>干燥机，通用式登记号 00802・A（87） |  <br>干燥炉，箱式干燥炉，架式干燥机<br>登记号 00803・A（88） |  <br>圆盘干燥机，移动架式干燥机，涡轮干燥机<br>登记号 00805・A（89） |  <br>带有刀口和进口及供热连接器的干燥机（90） |

图 9.1-24

### 3.5 有关简图和示意图

截止 1990 年年底，简图（含示意图）用图形符号国家标准数所占 tpd 符号国家标准总数的比例已超过 78%。除少数几个 tpd 符号国家标准（如 GB 6988.1 电气制图 术语等）外，大多数没有给出简图式示意图的定义。现提出下列简图、示意图的含义，供大家参考。

(1) 简图——以图形符号或和其它符号采用简化画法，来表明事物的结构配置、工作原理、相对位置和相互关系并注以必要尺寸的图。

(2) 示意图——不注尺寸，不严格按比例画的简图。

在一般不需细分的情况下，上述简图、示意图可注称为简图。

## 4 图形符号表示规则 设备用图形符号（GB 7093.3—86）

“GB 7093.3—86 图形符号表示规则 设备用图形符号”规定了设备用图形符号的表示规则及其形状、类型、尺寸的设计原则，适用于设计图形符号的基准图和复制原图，也可作为其他方面应用的基础。

### 4.1 标准的主要内容

#### 4.1.1 术语

(1) 基本符号 用以表示整个一类产品的特征，或作为成组符号中各个符号的组成基础的图形符号。

(2) 限定符号 附加于基本符号或其他符号之上，以提供某种确定意义的信息的一种图形符号要素，它不能单独使用。

#### 4.1.2 设计原则

(1) 符号应在基本图型内设计

(2) 符号的形状设计，应能用腐蚀、雕刻、印刷等普通的方法来制作。

(3) 为了满足缩微和复制的需要，以及便于准确地识别，符号中的角度应不小于 30°。

(4) 符号应尽量避免涂黑。

(5) 符号的线条宽度应均匀，为了提高图面的清晰程度和易于识别，对需要强调的细节和简单图形可采用两倍宽的线条，见图 9.1-25。

(6) 复制原图上符号的两条平行线间的距离至少应为 3mm。

(7) 根据需要，可设计功能相关的成组符号，其中每一个符号可由基本符号附加其他符号或限定符号等符号要素组成，见图 9.1-26。~9.1-28。

(8) 构成符号要素的文字、字母、数字、标点符号和数字符号，应按有关国家标准的规定书写。在基准图中，字体的高度不得小于 10mm。

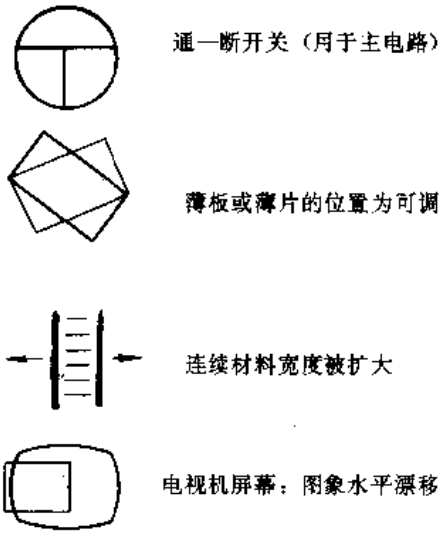



图　9.1-25

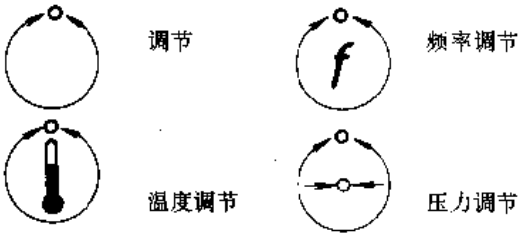



图　9.1-26

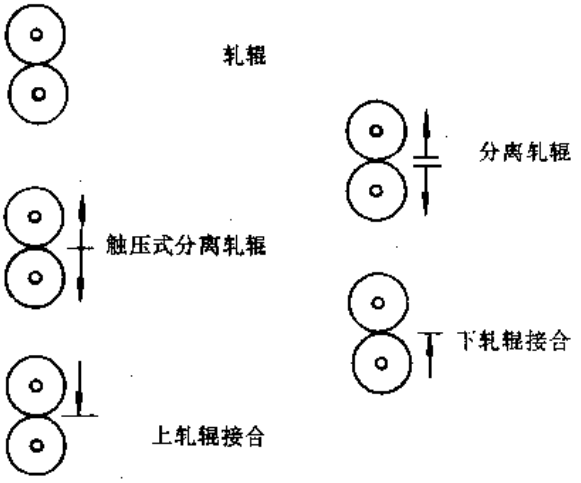



图　9.1-27

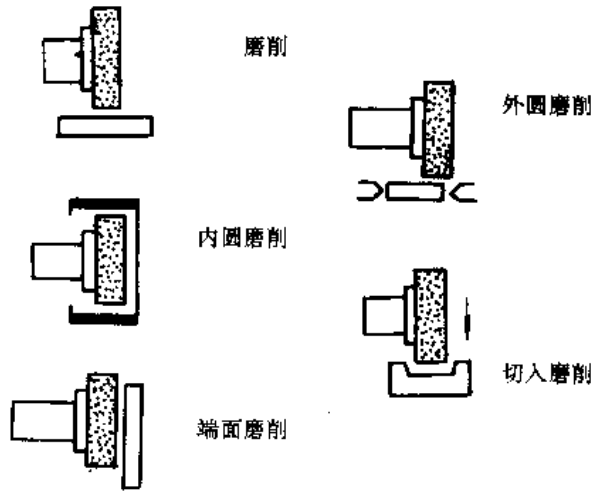



图　9.1-28

### 4.1.3　符号形状的设计

（1）应在基本图型（见图 9.1-29）中设计符号的形状。该设计图即设备用图形符号的基准图。

（2）基准图的公称尺寸 $a$ 应为 50mm，见图 9.1-29。

（3）在基准图中，图线宽度通常应为 2mm，对于简单图形的图线，可使用 4mm 宽的线条。

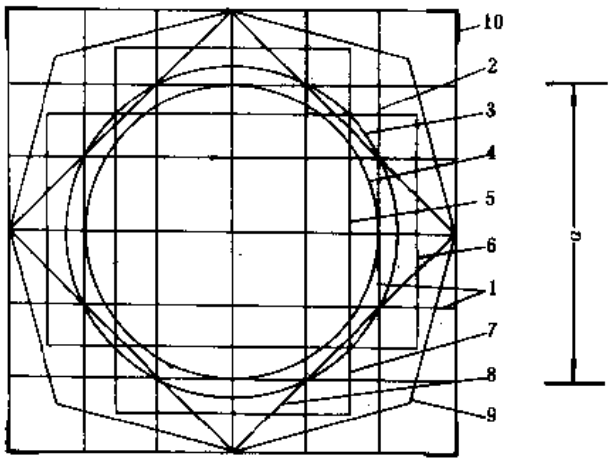



图　9.1-29

### 4.1.4　基本图形、辅助线、公称尺寸

（1）基本图形

1）基本图形由线间距离为 12.5mm 的网格（见图 9.1-29 中的 1）组成，用以确定基本正方形和其他辅助

线。

2）基本正方形（见图 9.1-29 中的 2）边长为 50mm，该尺寸与基准图的公称尺寸相等。

3）基本圆（见图 9.1-29 中的 3）的直径为 56mm，其面积与基本正方形面积大致相等。

4）第二个圆（见图 9.1-29 中的 4）的直径为 50mm，该圆内切于基本正方形。

5）第二个正方形（见图 9.1-29 中的 5）内接于基本圆。

6）两个矩形（见图 9.1-29 中的 6 和 7）边长均为 39.5mm×62.5mm，其面积与基本正方形面积大致相同。它们相互垂直且与第二个正方形的两个对边重合。

7）通过基本正方形和基本圆的交点的线条，构成了以基本图型的最长水平线和铅垂线为对角线的第三个正方形（见图 9.1-29 中的 B，基本正方形旋转 45°）。

8）从第三个正方形的四个顶点，分别向每个顶点的两邻边成 30°角画线，使这些线构成一个八边形（见图 9.1-29 中 9），并由此确定基本图型的外部边界。

9）设计基准图时，应清晰地绘出角标。角标位于基本图型的最外沿的四个拐角处（见图 9.1-29 和图 9.1-31）。

（2）基本图型和辅助线的应用

采用规则的几何图形（圆、正方形、矩形）设计符号的基准图时，可使用合适的辅助线，使符号中的线条与这些辅助线重合或对称平行。为了使符号的表观大小相近，设计时应考虑图形的匀称。例如，一个没有突出部分的圆应画在基本圆上（见图 9.1-30c），而有明显的突出部分的圆则应画在第二个圆上（见图 9.1-30d）。

（3）公称尺寸

1）基准图中的符号的真实尺寸应与公称尺寸 $a$ 成比例，它给符号形状的设计提供了尺寸根据（见图 9.1-31）。例如：高度=0.6×$a$，则符号的真实高度为 30mm（0.6×50）。符号的极限尺寸在铅垂和水平方向上均为 1.5×$a$。

2）公称尺寸是用来对符号进行照相或复制时的参考尺寸。

### 4.1.5 符号的应用

1）在实践中，应将下述尺寸作为符号的最小尺寸：

$$\text{公称尺寸 } a\ (\text{mm}) = \frac{\text{观察距离}}{100}$$

2）当使用有定位要求而已有相应标记的符号时，要特别注意避免因含糊不清而误解。例如，当符号置于旋钮上时，就可能出现这种误解。

3）如需要在符号上涂颜色，对颜色的使用必须符合有关国家标准的规定或另作专门规定，以避免混乱。

4）必要时，在不改变图形符号设计特征的视觉效果的前提下，允许对基准图确定的符号形状进行修饰性改动。例如，使边线光滑连接、画剖面线、修改线条宽度等。

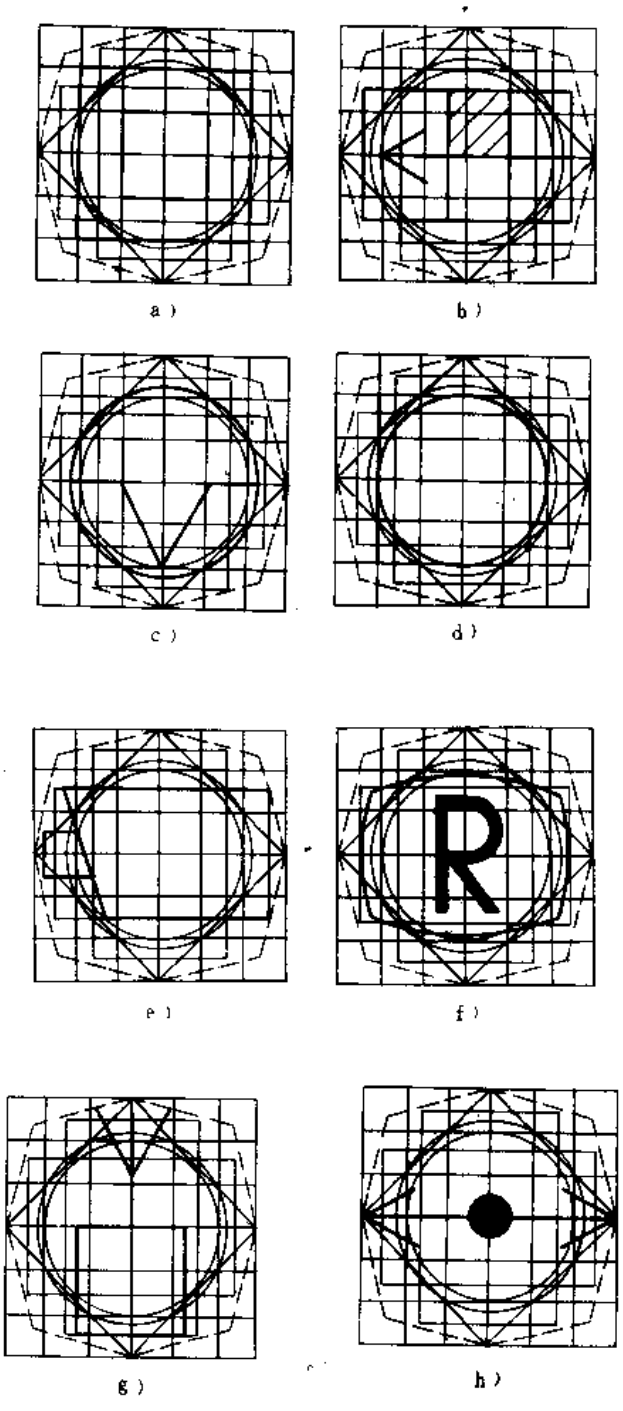



图 9.1-30

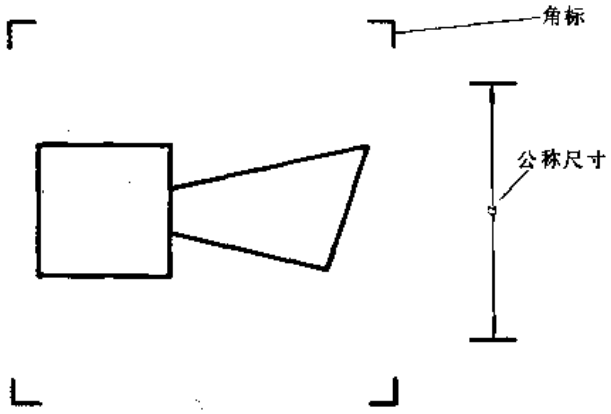



图 9.1-31

## 4.2 标准的应用

### 4.2.1 设备用图形符号在设备、仪器上的四种应用场合

(1) 在调整件、操作件和仪表显示器上，如表示“通—断开关”的符号（按钮开关），见图 9.1-32。

(2) 在包装件之类的物品上，如表示“精致易碎的物品”的符号，不仅可用于洗碗机上，表示选择开关的有关位置，也可用来表示箱内装有精致易碎的物品，要小心轻拿轻放，见图 9.1-33。

又如日常生活中，装有液体药物的密封水瓶的包装盒中往往同时装有一块小砂片，一个小胶皮套和一根塑料吸管。在使用说明上有专门指导病人如何使用水砂片在小瓶端面划出刻痕，见图 9.1-34a；如何使用水胶皮套掰下瓶口，以免用其他物品敲开瓶口时将玻璃渣误落入药水中或将手划破，见图 9.1-34b；如何使用塑料吸管吸出药水，见图 9.1-34c，给病人提供了方便。

(3) 在连接插口上，如表示连接耳机的插座，连接端或开关的符号等，见图 9.1-35。

(4) 其他，如日常生活中服装上标记的可以熨烫的符号，见图 9.1-36，就是指导人们在熨烫衣服时以便掌握温度。

图 9.1-32

图 9.1-33

a)　b)　c)

图 9.1-34

图 9.1-35

图 9.1-36

### 4.2.2 设备用图形符号的六种使用功能

(1) 识别功能　帮助操作者识别一个设备或抽象概念，如表示电动机（见图 9.1-37）、计时器（见图 9.1-38）、等电位（见图 9.1-39）、水平（见图 9.1-40）的符号。

图 9.1-39

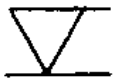


图 9.1-40

图 9.1-37

图 9.1-38

(2) 限定功能　限定变量或附属功能，如表示温度控制（见图 9.1-41），在工作温度范围之上（见图 9.1-42）和用于辐射设备，表示对体型正常患者进行的操作（见图 9.1-43）及表示对体型肥胖患者进行操作（见图 9.1-44）的符号。

图 9.1-41

图 9.1-42

图 9.1-43

图 9.1-44

(3)说明功能 提示操作者操作或使用方法,如表示在滚子左边加工(见图 9.1-45),在滚子右边加压(见图 9.1-46)和快速停止(见图 9.1-47)及停机(见图 9.1-48)的符号。

图 9.1-45

图 9.1-46

图 9.1-47

图 9.1-48

(4) 命令功能 命令操作者应该怎样去做或者不应该怎样去做,如表示用手工清洁(见图 9.1-49);自动清洁,不能用手工清洁,否则有危险,(见图 9.1-50);BF 型设备有用于患者的体外和体内,但不可直接用于患者心脏(见图 9.1-51)及 CF 型设备可主要直接用于患者心脏或主血管连接直至心脏(见图 9.1-52)的符号。

图 9.1-49

图 9.1-50

图 9.1-51

图 9.1-52

(5) 警告功能 对操作者提出警告,如表示小心(见图 9.1-53)和危险(见图 9.1-54)、程序数据有误(见图 9.1-55)及信息载体有误(见图 9.1-56)的符号。

图 9.1-53

图 9.1-54

图 9.1-55

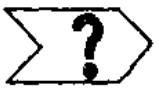


图 9.1-56

(6)指示功能 给操作者指示方向状态或数量,如表示打开(见图 9.1-57)、关闭(见图 9.1-58)和低水位(见图 9.1-59)及高水位(见图 9.1-60)的符号。

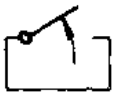


图 9.1-57

图 9.1-58

图 9.1-59

图 9.1-60

总的说来设备用图形符号可直接用于各种设备和仪表上,指导操作者了解其特性、用途及操作方法。有时也可用在安装或移动设备的场合,以指出诸如禁止、警告、规定或限制等应该注意的事项(此时该符号具有公共信息图形符号的功能)。必要时,设备用图形符号也可以用在设计图、平面图、图表及有关设备系统图中,表示一台设备或一个抽象的概念等(此时该符号具有技术产品文件图形符号的功能)。

### 4.2.3 设计设备用图形符号应注意的问题

(1)图形符号的含义必须明确,含义不同的符号其形状不能相同,并且应有明显的区别,以易于辨认。所以,符号应在该标准规定的基本图型(见 9.1-29)内设计,不能随意设计。

(2)符号的形状设计要尽可能简单,应能用腐蚀、雕刻、印刷和照相等普通的方法来制作。这条规定主要是考虑使符号能采用多种工艺方法制作,以方便制作工厂的生产要求,另一方面也要力求降低制作成本。

(3)为了满足缩微和复制的需要,以及便于准确地识别,符号中的角度应不小于 30℃;复制原图中符号的两条平行线间的距离至少应为 3mm。这些规定主要考虑无论选择什么方法或比例对图形符号进行缩微和复制,构成符号的图线之间不应产生边缘效应。也就是说复制原图经缩微或复制出来的图形符号也必须能准确地表达出与原基准图相同的含义。因此,对需要以很小的尺寸复制的符号(例如在微型设备上所使用的符号)应设计得尽可能简单,以使其含义在任何情况下都不致混淆。

(4)图形符号涂黑会给设计和制作带来不便,所以

符号应尽量避免涂黑。当功能确实需要时，也可涂黑表示。如表示微焦点或超微焦点（见图 9.1-61），小焦点（见图 9.1-62），大焦点（见图 9.1-63）和温度计（见图 9.1-64）及对比度（反差）。（见图 9.1-65）的符号。

应当指出的是，符号中的涂黑和涂色含义是不一样的。涂黑是反映符号所表达物体的内在功能（见图 9.1-61～图 9.1-65），而涂色是反映符号所表达物体的使用要求，如化工管道用涂色来表达所输送液体介质的类别等。

图 9.1-61

图 9.1-62

图 9.1-63

图 9.1-64

图 9.1-65

(5)符号的线条宽度应均匀布置。为了提高图面的清晰程度和易于识别，对需要强调的细节和简单图形可采用两倍宽的线条绘制。在基准图中，图线宽度通常应为 2mm，如果图形符号仅含有极少数线条或出于易懂易看的要求，需要加宽线条时，建议宽度采用 4mm。这些规定主要是为了增加图线的对比度，提高图面的清晰程度，使符号在实际使用时，易于识别。如表示通一断开关（用于主电路，见图 9.1-66）；工件或产品的夹紧装置（见图 9.1-67）；连续材料宽度被扩（如布匹的幅面由窄幅改变成宽幅，钢板经轧压后宽度尺寸扩大等，见图 9.1-68）；电视机屏幕，图象水平漂移（见图 9.1-69）的符号。

图 9.1-66

图 9.1-67

图 9.1-68

图 9.1-69

(6)功能相关的图形符号便于设计，容易记忆，故在设计设备用图形符号时，应尽可能地做到这一点。一组成组符号由一个基本符号附加其他符号或限定符号等符号要素构成。其中其他符号可能是由两个基本符号组成，或者是由一个基本符号附加限定符号构成（如图 9.1-73 和图 9.1-74 中的彩色电视符号就是由基本符号“电视”和限定符号“彩色”三点构成的其他符号），或者其他完整的符号。总归其他符号是一个具有完整的含义和形状的可以单独使用的符号。成组符号的示例如下：

图 9.1-70～图 9.1-74 五个符号组成了一组专门指示“磁带录制”和磁带重放或读出”的成组符号。其中磁带录音机属基本符号。磁带录制（见图 9.1-70），磁带重放或读出（见图 9.1-71），录相（见图 9.1-72），彩色录相（见图 9.1-73）和重放彩色图象（见图 9.1-74）符号中的其他符号或符号要素都是在基本符号的基础上设定的。

图 9.1-70

图 9.1-71

图 9.1-72

图 9.1-73

图 9.1-74

(7)设备用图形符号中表示运动、功能和力及尺寸的箭头应采用 GB 1252—89《图形符号箭头及其应用》中规定的箭头形式。

(8)构成符号要素的文字、字母、数字、标点数号和数字符号，应按有关国家标准的规定书写。在基准图中高度不得小于 10mm，如图 9.1-26 中的“$f$”。

(9)在实际使用时，可能需要变更线条的宽度，弄圆边缘或充填符号（如使边线光滑连接，画剖面线，修改线条宽度等），以改进其外观和使其容易理解，但必须不改变图形符号设计特征的视觉效果，保持符号的基本信息。

(10)大多数图形符号的含义不随其位置而变，然而，当图形符号的含义是取决于其方向或位置时，则必须明确说明。如电视接收机（见图 9.1-75）为与位置无关的符号；通（见图 9.1-76a）和负号、负极（见图 9.1-76b）为取决于其位置的图形符号。关于位置从属性的说明可以写为：此图形符号的含义取决于其位置，必须注意不要用在旋转的控制装置上。

(11)符号的图形能充分地识别，在有些情况下，符号的含义有赖于增加一种或几种颜色时，则必须按有关颜色国家标准的规定或另作专门规定，以避免混乱。

(12)图形符号的实际尺寸往往与该符号的公称尺

寸（通常为50mm）有出入，它们在基准图上以 $a$ 的倍数表示出来。例如报警用的喇叭（见图 9.1-31）的基准图的实际高度和宽度分别为 28mm 和 66.5mm，该符号的公称尺寸与实际尺寸的关系可按下式表达出来：

$$\text{基准图的实际高度} = 0.56 \times a = 0.56 \times 50 = 28\text{mm}$$

$$\text{基准图的实际宽度} = 1.33 \times a = 0.33 \times 50 = 66.5\text{mm}$$

在实际应用时，应根据某设备或仪表的操作面板或符号指示位置的大小按下述公式选择实际符号的最小公称尺寸 $a$：

$$\text{最小公称尺寸 } a\ (\text{mm}) = \frac{\text{观察距离 } L}{100}$$

此后，其符号的实际尺寸也随即确定。如选定喇叭（见图 9.1-31）的公称尺寸 $a=8$mm，则其符号在设备或仪表面板上的实际大小可按下式计算出来：

$$\text{实际符号的高度} = 0.56 \times a = 0.56 \times 8 = 4.48\text{mm}$$

$$\text{实际符号的宽度} = 1.33 \times a = 1.33 \times 8 = 10.64\text{mm}$$

(13) 为了便于复制和应用，在设计基准图时，应清晰地绘出角标。角标位于基本图型的最外沿的四个拐角处（见图 9.1-31）。为了方便地安排和确定某符号相对于其周围的位置或使几个图形符号之间以及相对于其周围的位置相互平衡，通常还在基准图四周边处画上四条短的可见中心线，这些中心线的延长线的假想交点即为图形符号的视觉中心。为了保证一个或几个图形符号预先定位准确，应根据需要保留中心线标记至准确定位后方可擦除。在大多数情况下，可依靠角标和视觉中心线，应用照相技术，直接从基准图复制或缩小获得实际所需要的图形符号。当使用专用模板时，可不复制网格。

### 4.2.4 设备用图形符号的实际应用举例

(1) 为了表达设备或仪表的一整套功能，在设计和使用时，可选择一套联合使用的符号。如图 9.1-77 用于洗碗机（按钮）和图 9.1-78 用于金属切削机床进给运动操作指示。

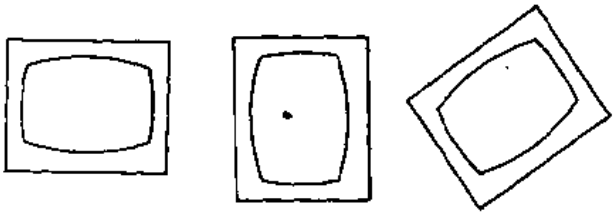


图 9.1-75

图 9.1-76

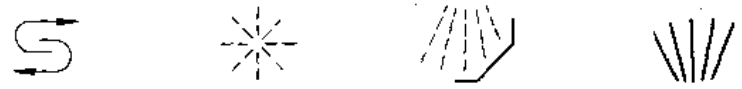



图 9.1-77

图 9.1-78

(2) 图形符号仅用于表达一个操作件的功能或仪表显示或插座连接等。如用于指示电铃的位置（见图9.1-79)；电动剃刀的插座位置（见图9.1-80）和头戴耳机的电源插座位置（见图9.1-81）及用于确定剪切高度的指示表（见图9.1-82)；调节温度的星轮（见图9.1-83)。

(3) 图形符号组用于表达操作件的多个功能或仪表显示。如用于选择滚子位置的旋钮（见图9.1-84)；表示调节检验器和电视亮度的旋钮（见图9.1-85)；使布匹成卷或成叠的开关手柄（见图9.1-86，操作时握住手柄)，及控制速度的手轮（见图9.1-87，操作时握住手轮)。

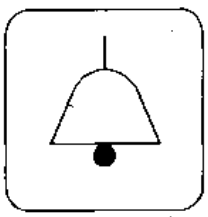


图 9.1-79

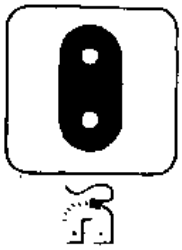


图 9.1-80

图 9.1-81

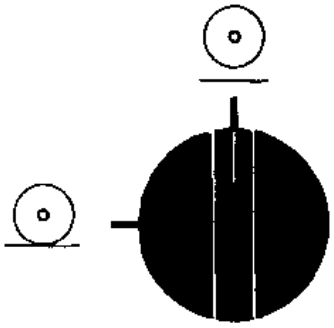


图 9.1-84

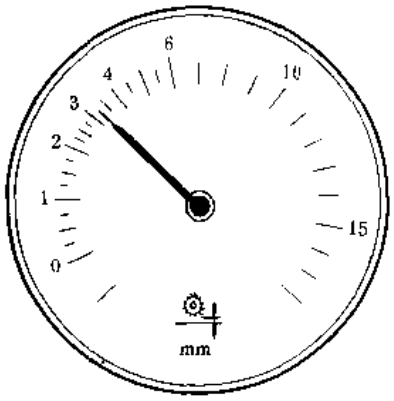



图 9.1-82

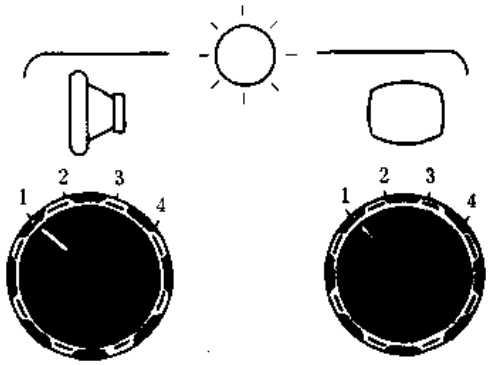



图 9.1-85

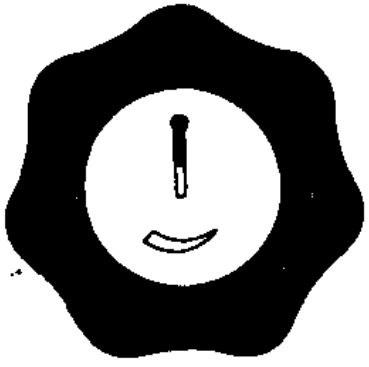


图 9.1-83

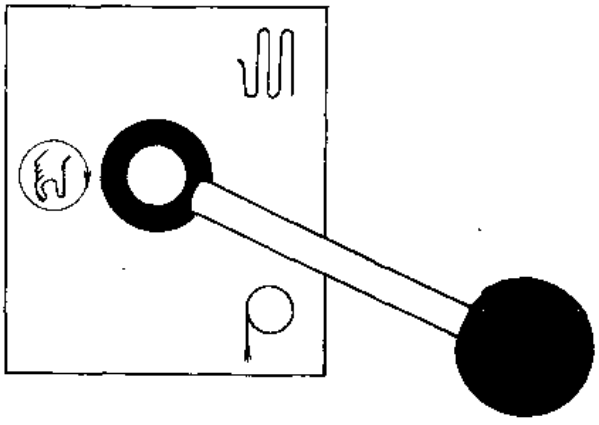


图 9.1-86

(4) 多个图形符号用于表达多于一个的操作件的功能或/和仪表显示。如用于主齿轮箱的控制板（见图9.1-88）；确定空调档次的控制板（见图9.1-89）。

(5)多个图形符号用于表达多个功能组的操作和/或指示板。如编织机的操作盘（见图9.1-90）。

## 4.3 与国外标准的对比

1972年国际电工委员会（IEC）提出了IEC416(1972)号出版物《电气设备用图形符号绘制原则》1974年国际标准化组织（ISO/TC145）参照IEC416(1972)号出版物，发布了ISO3461 1976《图形符号的一般表示原则》对统一设计和绘制设备用图形符号等起到了积极的作用。1988年，ISO/TC145对ISO3461—1976进行修订并发布了ISO3461 3：1988

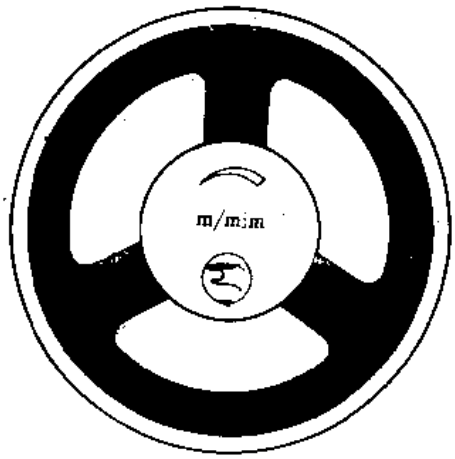



图 9.1-87

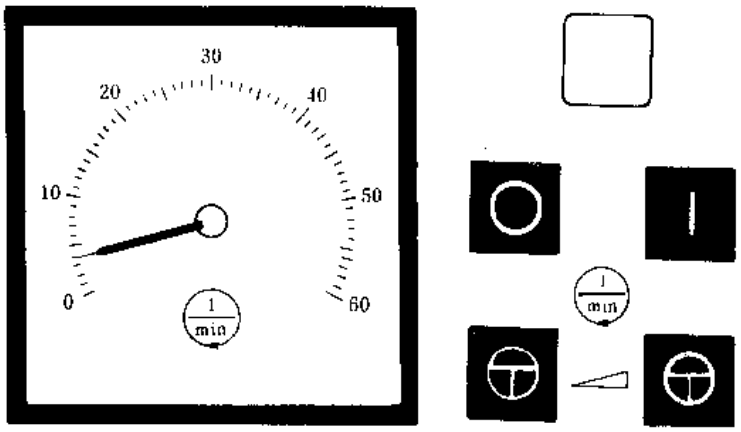



图 9.1-88

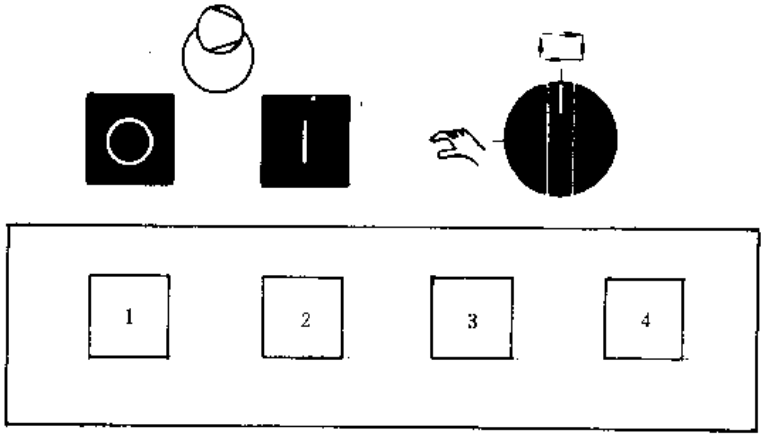



图 9.1-89

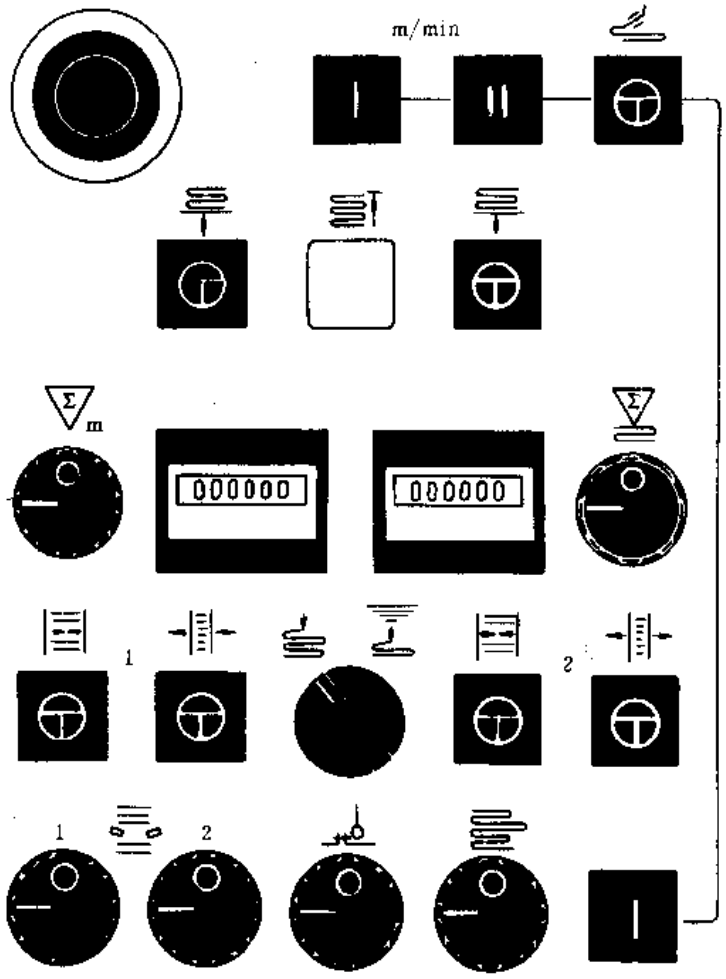



图 9.1-90

《创制图形符号的总则—第三部分：设备用图形符号》另外，其他先进国家都非常重视设备用图形符号的标准化工作，如法国早在1975年就制订了国家标准C03--416—75《信息图形符号确定的一般原则》，德国和日本也很重视开展设备用图形符号方面的工作。

1985年全国电气图形符号标准化技术委员提出了GB 5465·1—85《电气设备用图形符号绘制原则》，为统一国内电气设备图形符号提供了依据。1986年全国图形符号标准化技术委员会等效采用ISO/DIS 3461/3--1984《图形符号表示规则—第三部分：设备用图形符号》制订了国家标准GB 7093·3—86《图形符号表示规则　设备用图形符号》，为应用在各种设备和仪表上的设备用图形符号规定了表示规则及设计原则。GB 7093·3　86在ISO/DIS 3461/3—1984的基础上根据国情增加了一些图例和说明。

## 5　图形符号　箭头及其应用（GB 1252—89）

箭头在图形符号中的应用是非常广泛的，它常是图形符号的基本要素，或伴随着tpd、设备和标志用图形符号出现在技术产品文件或标志中。以机电工程的技术文件为例，就有多种箭头形式，不同形式的箭头具有不同功能。如果对箭头的形式数量、所表达功能不加限制或统一，任其发展，这必将造成概念上的混乱或误解，而不利于技术信息的交流。GB 1252的制定目的就是为了统一箭头的基本形式及其作用。该标准对于"GB 4458·4—84《机械制图　尺寸注法》"来说，起了补充作用，提供了其他几种作用和形式的箭头。

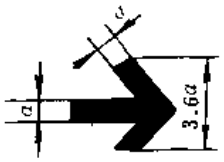
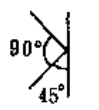
本章节侧重于介绍GB 1252规定的，各种基本形式、作为图形符号要素的箭头及其在与机械设计有关的简图中的应用。

## 5.1 标准主要内容

### 5.1.1 三种箭头基本形式

按不同作用，该标准规定了表示运动、功能和力、尺寸等三种箭头基本形式。它们又可细分为十一类，如表 9.1-7 所示。

**表 9.1-7 箭头基本形式**

| 原章节编号 | 箭头基本形式 | 名称 | 说明 | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 画法 | 用法（从略） |
| 3.1<br>3.1.1 | 或 | 运动方向箭头 | 头部角度：84°尺寸比例如图：<br>  <br><br>箭杆长度按使用情况选定 | 一般用在标志类图形符号中，以指导人的行为…… |
| 3.1.2 | a. 不表示量值<br>或<br>b. 表示量值<br>或 | 运动方向箭头 | 头部角度：<br>45°~60°<br>头部线条和箭杆线条的宽度相同<br>箭杆长度按使用情况选定 | 一般……<br>……方向。<br>使用……参照系…<br>不表示……<br>……选用 b. |
| 3.2 | 或 | 功能和力箭头 | 头部角度：84°<br>箭杆宽度：<br>0.5×头部宽度<br>箭杆长度：<br>（0.5-1）×头部宽度 | 一般……<br>…关系<br>此种……<br>……使用<br>左列……<br>……选用 |
| 3.3 | 或 | 尺寸箭头 | 头部角度：90°<br>终端线和箭头线字宽度相同<br>画法如图<br>  <br><br>终端线 | 一般用法……<br>……图表<br>此种……<br>……结合 |

a）在“3.1.2”～“3.3”中的箭头形式中，应用最广泛的是“3.1.2a”中开式箭头，常用的箭头角度是 60°。

b）“3.2”的箭头形式在设备用图形符号标准中鲜

见采用。但常应用于化工流程图。

### 5.1.2　箭头符号应用示例

GB 1252 提供了表 9.1-8～9.1-13 六个箭头应用示例。

**表 9.1-8　无量值的一般运动方向**

| 表示内容 | | 示例 |
|---|---|---|
| 直线 | 向上 |  |
| | 向下 | |
| | 向左 | |
| | 向右 | |
| | 对角线 | |
| 部分旋转 | 顺时针 | |
| | 逆时针 | |
| 整圈旋转 | 顺时针 | |
| | 逆时针 | |

**表 9.1-9　运动特征（无量值）**

| 表示内容 | | 示例 |
|---|---|---|
| 连续 | 直线 | |
| | 旋转 | |

（续）

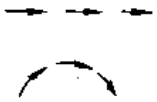
| 表示内容 | | 示例 |
|---|---|---|
| 断续 | 直线 |  |
| | 旋转 | |
| 限位 | 直线 | |
| | 旋转一周 | |
| 越位 | 越过一个限位点 | |

**表 9.1-10　物质流动方向**

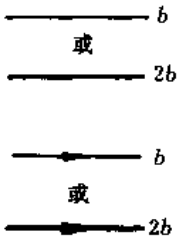
| 表示内容 | 示例 |
|---|---|
| 物质或工件的流动（由粗实线或加粗直线表示物质或工件的流动）箭头表示流动方向 |  |

**表 9.1-11　有量值的运动方向**

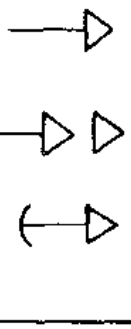
| 表示内容 | | 示例 |
|---|---|---|
| 速度 | 正常 |  |
| | 快速 | |
| | 慢速 | |

**表 9.1-12 功能和力**

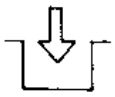
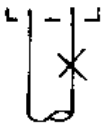
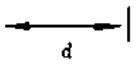
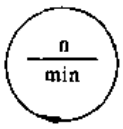
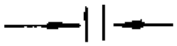
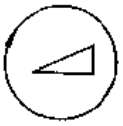
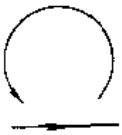
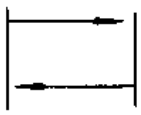
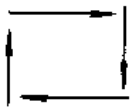
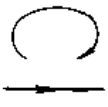
| 表示内容 | | 示例 |
|---|---|---|
| 施加在零部件或产品上的力及由此产生的弯曲、转动、接合、分离等 | 接合 |  |
| | 分离 | |

**表 9.1-13 尺寸**

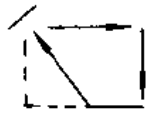
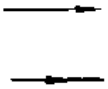
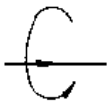
| 表示内容 | | 示例 |
|---|---|---|
| 尺寸和界限如：间隙、高度、宽度等 | 压力机的闭合高度 | |
| | 规定的壁厚 |  |

5.2 箭头符号应用的补充示例（见表 9.1-14）

**表 9.1-14 运动特征[①]**

| 图形符号 | 含义 | 图形符号 | 含义 | 图形符号 | 含义 |
|---|---|---|---|---|---|
|  a | 间断直线运动方向 | b | 按箭头方向离限位点运动 |  c | 双向运动 |
|  d | 双向运动一个限位点 |  | 每分钟转速 |  | 与产品方向相反的间断运动 |
|  | 从相对方向向两个限位点运动 |  | 转速变化 |  | 顺产品方向旋转 |
|  | 限位直线运动和返回 |  | 零点调整 | | 从产品方向上看，向上运动 |
|  | 自动循环 |  | 零点移位 |  | 以垂直产品方向为旋转轴，顺时针旋转运动 |

（续）

| 图形符号 | 含　义 | 图形符号 | 含　义 | 图形符号 | 含　义 |
|---|---|---|---|---|---|
|  | 中断自动循环并回到起始位置 |  | 与产品方向相同的运动 |  | 以平行产品方向为旋转轴，顺时针旋转运动 |

①引自《公用基础性图形符号国家标准应用指南》

## 5.3　箭头符号在简图中的应用

（1）某轧钢厂的系统框图（部分）

如图 9.1-91 所示，图中开口箭头表示控制信号流向，实心箭头表示主要过程中材料的流向。

（2）化工流程框图　如图 9.1-92 所示。

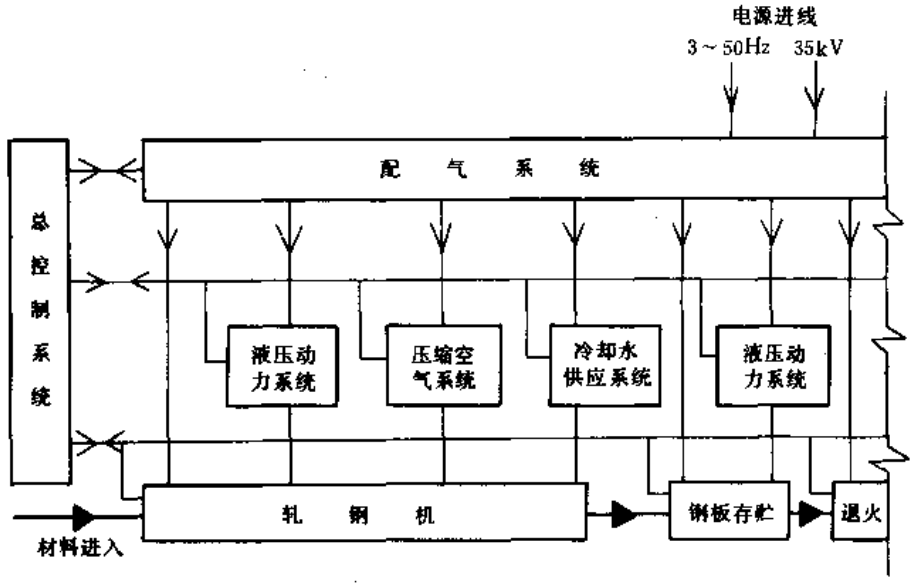



图 9.1-91　轧钢厂系统框图（部分）

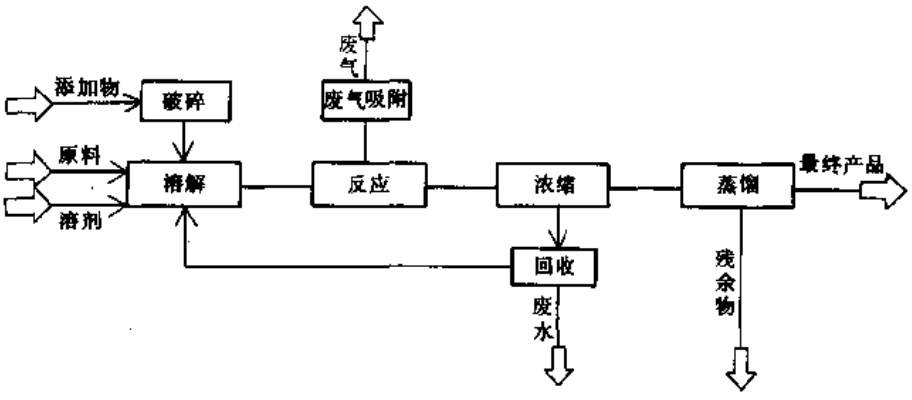



图 9.1-92　化工流程框图

# 第 2 章　技术产品图样用图形符号（1）——用于投影图

用于投影图的 tpd 符号标准，按不同使用专业划分，可分为金属结构件类、焊接类、机械加工定位与夹紧类等三大类。

本章将扼要介绍与机械设计有关的上述三大类的国家标准五个，专业标准一个。

## 1　金属结构件类

GB 4656—84《金属结构件表示法》规定了金属结构件的表示法和尺寸注法，适用于由型钢、板材构成的金属构件（包括桥梁、构架、桩基等），起重运输设备、贮液罐及压力容器、升降机、电梯、传送带等等。

### 1.1　标准的主要内容

#### 1.1.1　孔、螺栓及铆钉的表示法

(1)在垂直于孔轴线的投影面上绘制孔的视图时，应采用表 9.2-1 中的规定符号。

孔的符号用粗实线绘制，中心处不得有圆点。

表　9.2-1

| 孔 | 孔的符号 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 无沉孔 | 近侧有沉孔 | 远侧有沉孔 | 两侧有沉孔 |
| 在车间钻孔 | | | | |
| 在工地钻孔 | | | | |

(2) 在垂直于螺栓、铆钉等轴线的投影面上绘制螺栓、铆钉连接的视图时，应采用表 9.2-2 中的规定符号。

表　9.2-2

| 螺栓或铆钉 | 螺栓或铆钉装配在孔内的符号 | | | 铆钉装在两侧有沉孔的符号 |
|---|---|---|---|---|
| | 无沉孔 | 近侧有沉孔 | 远侧有沉孔 | |
| 在车间装配 | | | | |
| 在工地装配 | | | | |

（续）

| 螺栓或铆钉 | 螺栓或铆钉装配在孔内的符号 | | | 铆钉装在两侧有沉孔的符号 |
|---|---|---|---|---|
| | 无沉孔 | 近侧有沉孔 | 远侧有沉孔 | |
| 在工地钻孔及装配 | | | | |

注：可根据标记区别螺栓与铆钉（例如：螺栓标记为“螺栓 M12×50 GB 1228—84”，而铆钉的标记为“铆钉 12×50GB 867—76”）。

(3)在平行于孔轴线的投影面上绘制孔的视图时，应采用表 9.2-3 中的规定符号。符号内的水平轴线为细实线，其余均为粗实线。

(4) 在平行于螺栓、铆钉轴线的投影面上绘制螺栓、铆钉连接的视图时，应采用表 9.2-4 中的规定符号，符号内的水平轴线为细实线，其余为粗实线。

### 1.1.2 尺寸注法及标记

尺寸线终端用与尺寸成 45°的细短线表示。

(1)在平行于孔、螺栓及铆钉轴线的投影面的视图中，尺寸界线应与其符号断开，见图 9.2-1。

表 9.2-3

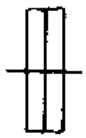
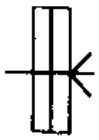
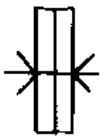
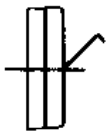
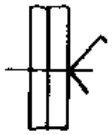
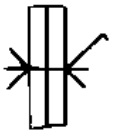
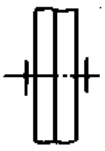
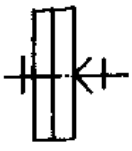
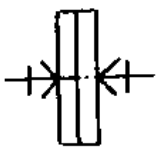
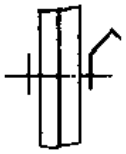
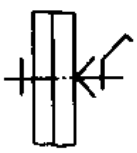
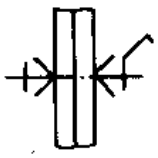
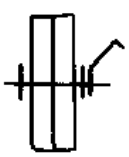
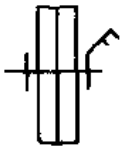
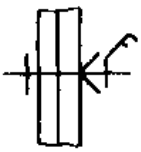
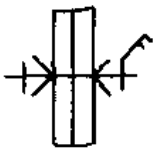
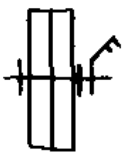
| 孔 | 孔的符号 | | |
|---|---|---|---|
| | 无沉孔 | 仅一侧有沉孔 | 两侧有沉孔 |
| 在车间钻孔 |  |  |  |
| 在工地钻孔 |  |  |  |

表 9.2-4

| 螺栓或铆钉 | 螺栓或铆钉装配在孔内的符号 | | 两侧有沉孔的铆钉连接符号 | 带有指定螺母位置的螺栓符号 |
|---|---|---|---|---|
| | 无沉孔 | 仅一侧有沉孔 | | |
| 在车间装配 |  |  |  | |
| 在工地装配 |  |  |  |  |

（续）

| 螺栓或铆钉 | 螺栓或铆钉装配在孔内的符号 | | 两侧有沉孔的铆钉连接符号 | 带有指定螺母位置的螺栓符号 |
|---|---|---|---|---|
| | 无沉孔 | 仅一侧有沉孔 | | |
| 在工地钻孔及装配 |  |  |  |  |

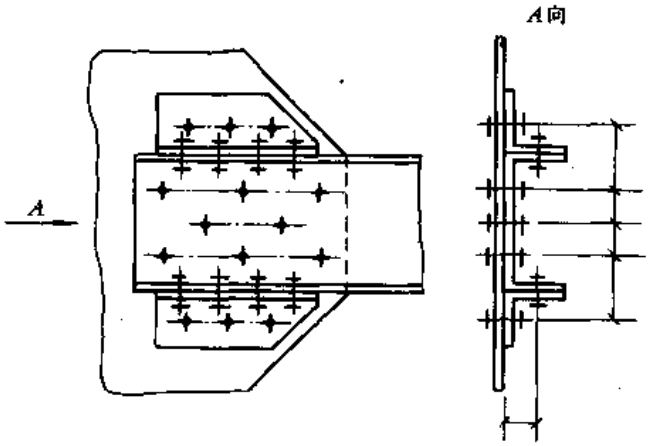



图　9.2-1

（2）若孔、螺栓及铆钉的标记指一组相同的要素时，可以只标注外侧的一个要素。此时，构成该组的孔、螺栓、铆钉的个数，应写在该标记之前，如图 9.2-2、图 9.2-3 所示。

（3）若孔、螺栓、铆钉与中心线有等间距时，应按图 9.2-3 和图 9.2-6 所示的方法标注尺寸。

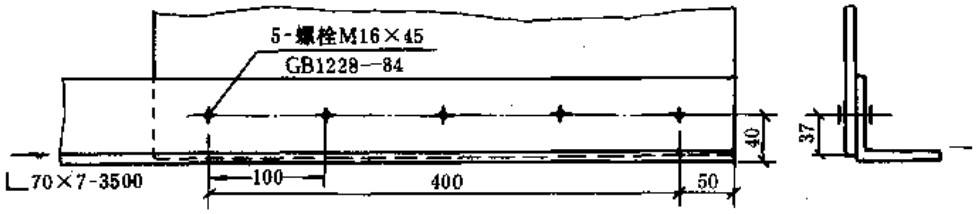



图　9.2-2

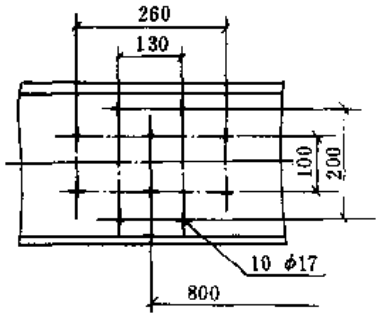



图　9.2-3

（4）孔的直径应按图 9.2-3 的方法引出标注在孔符号的附近。

（5）表示螺栓和铆钉规格的标记应按有关国家标准注出。

（6）倒角应用线性尺寸标注，如图 9.2-4a 和 b 所示。

（7）在弧的展开长度旁，应将这些长度所对应之弯曲半径表示在括号内，如图 9.2-5 和图 9.2-6 所示。

### 1.1.3　条钢、型钢及板钢的标记

（1）条钢及型钢，应按相应标准所规定的标记表

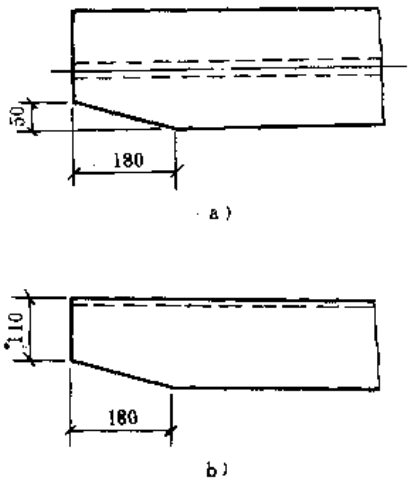



图 9.2-4

示。必要时，可在标记后注出切割长度，但需用一短划隔开。

若无其他相应的标准时，则应采用表 9.2-5 中的符号及尺寸。图上的标记应与条钢或型钢的位置一致如图 9.2-2 和图 9.2-5～9.2-7。

(2) 板钢的标记应为板厚，其后为矩形的总体尺寸，见图 9.2-7～9.2-9。

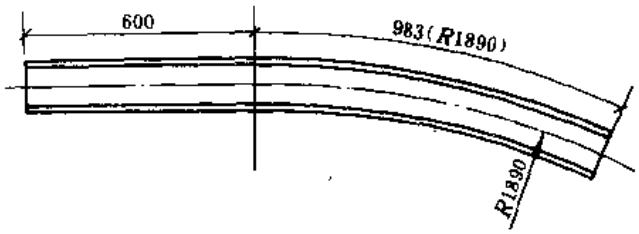



图 9.2-5

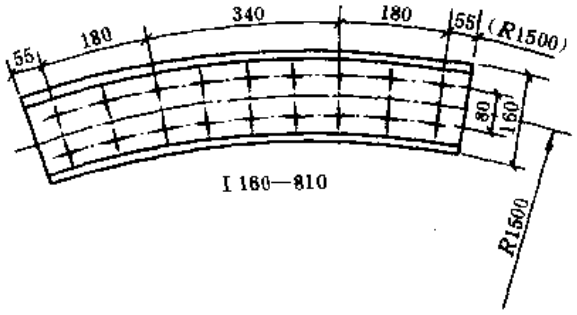



图 9.2-6

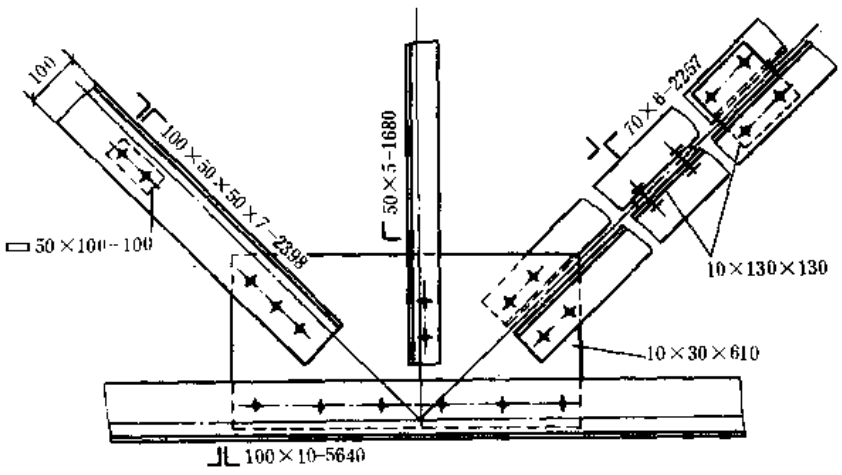
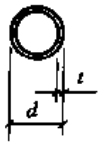
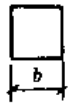
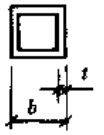
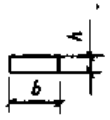
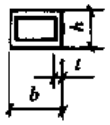
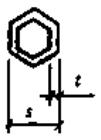
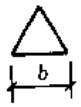
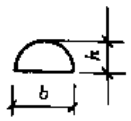



图 9.2-7

表 9.2-5

| 名　称 | 标记 | | 尺寸含义 |
|---|---|---|---|
| | 符　号 | 尺　寸 | |
| 圆钢 | | $d$ | |
| 钢管 | ∅ | $d\times t$ |  |
| 方钢　实心 | □ | $b$ |  |
| 方钢　空心 | □ | $b\times t$ |  |
| 扁钢　实心 | ▭ | $b\times h$ |  |
| 扁钢　空心 | ▭ | $b\times h\times t$ |  |
| 六角钢　实心 | ⬡ | $S$ | |
| 六角钢　空心 | ⬡ | $S\times t$ |  |

（续）

| 名　称 | 标记 | | 尺寸含义 |
|---|---|---|---|
| | 符　号 | 尺　寸 | |
| 三角钢 | △ | $b$ |  |
| 半圆钢 | ⌓ | $b\times h$ |  |
| 角钢（等边） | L | | |
| 角钢（不等边） | L | | |
| 工字钢 | I | | |
| 槽钢 | ⊏ | | |
| 丁字钢 | T | | |
| Z 字钢 | Z | | |
| 钢轨 | I | | |
| 球头扁钢 | | | |

若无其他相应的标准时，应详细地标明型钢的规格尺寸，并在规格尺寸前加注符号标记。
（例：$L80\times60\times7-500$）

### 1.1.4　节点板的尺寸注法

(1)标注节点板尺寸的基准系时，至少应由两条成定角的汇交重心线组成，其汇交点称为基准点。节点板的尺寸应包括上述重心线为基准的诸孔的位置尺寸、节点板的全部尺寸，以及节点板边缘与孔中心线间的最小距离，如图 9.2-8 和图 9.2-9。

(2) 结构型钢及条钢轴线的斜度应以直角三角形的两短边表示（三角形制）。最好注出各基准点之间的实际距离；或者用相对于 100 的比例值表示，但应加注括号，如图 9.2-8 和图 9.2-9。

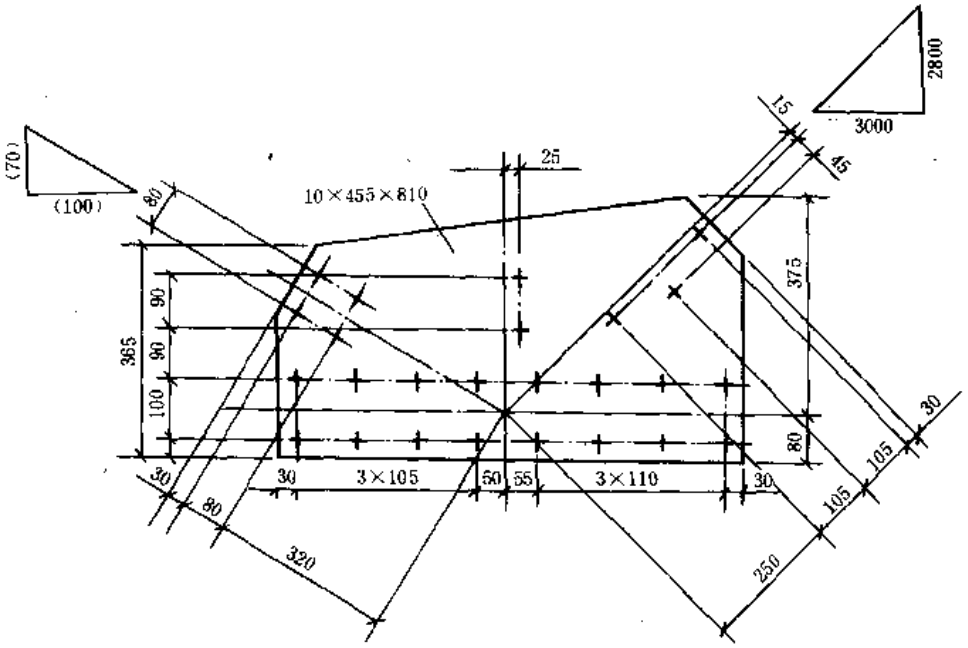



图 9.2-8

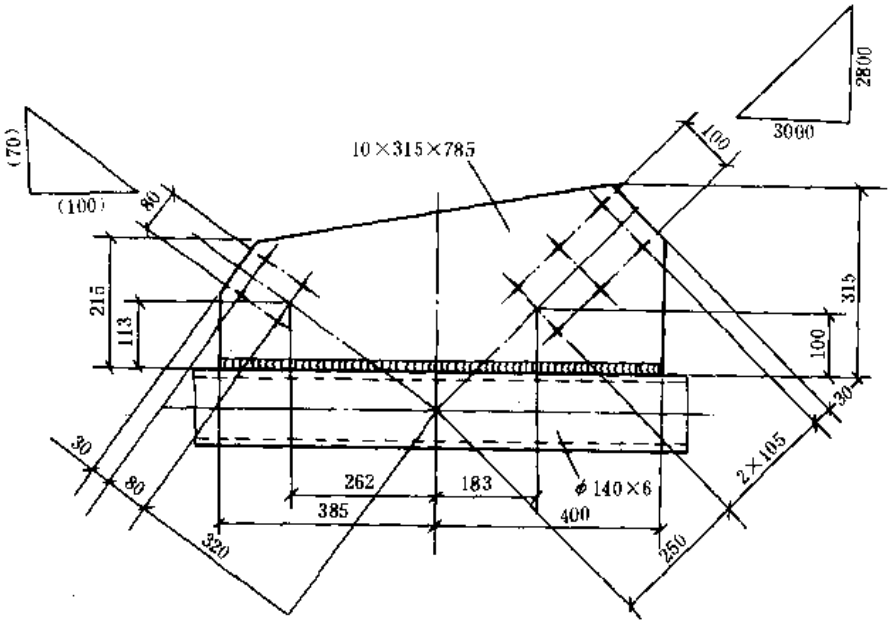



图 9.2-9

### 1.1.5　简图表示法

金属结构件可用简图表示，即用粗实线表示相交杆件的重心线。此时，重心线基准点间的距离值，应直接注在所画杆件之上，如图 9.2-10。

## 1.2　标准的特点和应用

1) 金属结构件是由型钢组合连接而成的，各种断

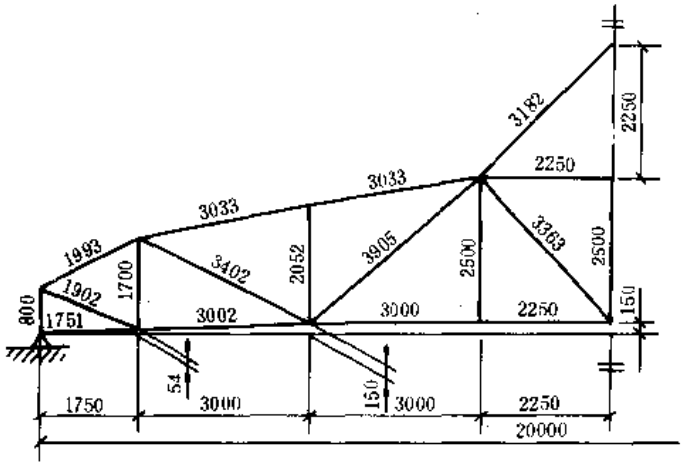



图　9.2-10

面形状的型钢则由轧钢厂按标准规格轧制而成。由于金属结构件使用原材料和其建造方法的特点，在图样上某些方面的表示方法与机械制图的表示方法有所不同。金属结构件表示法，主要是规定了构件连接的表示法及型钢、板钢在图样上的标记等内容。

2）构件的连接方法常用的有螺栓连接、铆钉连接和焊接。焊缝符号及其在图样上的表示法，已有 GB 324—88《焊缝符号表示法》和 GB 12212—90《技术制图　焊缝符号的尺寸、比例及简化表示法》给予了规定。因此，在本标准中未再作规定。需使用时，可直接按 GB 324 和 GB 12212 规定的符号和规则表示。GB 4656 仅规定了螺栓连接和铆钉连接的表示方法。根据金属结构及其制造的特点，在结构图中螺栓或铆钉的位置及数量是很重要的，而对于表达具体的螺栓或铆钉连接结构则是次要的。所以，通常是用简明形象的符号表示螺栓、铆钉以及它们的连接孔。对于某些详图或零件图，当需要表示孔的形状和螺栓、铆钉连接的装配实况时，可按机械制图所规定的投影方法来表达。

3）由于标准中规定用相同的符号表示螺栓和铆钉，区别二者的方法是其标记不同，如 4—螺栓 M12×50 GB 1228—84，4—铆钉 12×50 GB 867—76。

4）孔、螺栓、铆钉的排列，在垂直于它们轴线的视图上反映最为明显，因此，此图上表示孔、螺栓、铆钉是最主要的。所以，在此视图上表示它们时必须清楚不得有模糊之处。也就是表示它们的符号不应省略，需全部画出，如图 9.2-1、图 9.2-3 和图 9.2-6。

5）在平行孔、螺栓、铆钉轴线的视图中，有时因投影重叠而会表示不清。因此，当在垂直孔轴线的视图中，已表示清楚了孔、螺栓、铆钉的排列（用规定符号及标注）时，可以省略它们在另一视图中的符号，见图 9.2-11。

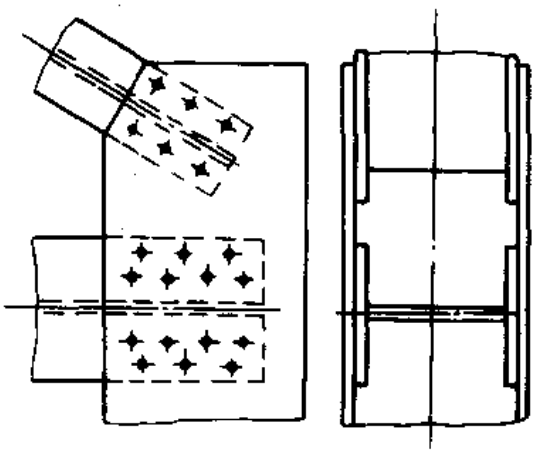


图　9.2-11

6）尺寸线的终端，采用 45°的细斜线表示。但直接注在圆弧或圆周轮廓的尺寸线的终端仍应采用箭头；尺寸界线与尺寸线不垂直时，尺寸线终端应为箭头。这样规定是为了终端明确，不致产生误解。

7）GB 4458.4—84《机械制图　尺寸注法》规定弧长要在其数字上加画弧长符号。必要时，还可将弧长数字及符号用指引线指向该弧长的曲率半径上。GB 4656 规定标注弧长尺寸时，可不在其数字上加画表示弧长的符号，但应将它所对应的弯曲半径用括号表示在弧长尺寸之后，以表示此弧长尺寸是指该半径的弧的展开长度，如图 9.2-5 和图 9.2-6。

8）在金属结构图中，对于空腹式结构有时需画出几何简图，以帮助了解构件重心线的尺寸和杆件内力情况，如图 9.2-10

## 1.3　与国际标准的对比

GB 4656—84 等效采用 ISO 5261　1981《金属结构件的技术制图》，在有些内容方面对国际标准作了补充和提高。如明确规定型钢的标记为：型钢符号　断面

尺寸（$h\times b\times t$），当需要表示型钢的长度时，应在其标记后加一短横再写长度值，如 [80×67×7　1000。特别指出型钢的符号应画得与它在图样上的方位相一致，如图 9.2-7。

## 2　焊接类

在技术产品图样上通常应用的焊接类符号和代号标准有：

GB 324—88《焊缝符号表示法》

GB 12212—90《技术制图　焊缝符号的尺寸、比例及简化表示法》

GB 985—88《手工弧焊焊接接头的基本型式和尺寸》

GB 986—88《埋弧焊焊接接头的基本型式和尺寸》

GB 5185—85《金属焊接及钎焊方法在图样上的表示代号》

### 2.1　焊缝符号（GB 324—88，GB 12212—90）

GB 324—88《焊缝符号表示法》和 GB 12212—90《技术制图　焊缝符号的尺寸、比例及简化表示法》规定了焊缝在图样上画法的一般要求、焊缝符号的尺寸、比例和表示法及简化表示法，适用于金属熔化焊、电阻焊的技术图样及有关技术文件。

#### 2.1.1　标准的主要内容

（1）基本要求

在技术图样中，一般按 GB 324 规定的焊缝符号表示焊缝。也可按 GB 4458.1—84《机械制图图样画法》和 GB 4458.3—84《机械制图　轴测图》规定的制图方法表示焊缝。

（2）图示法

1）需在图样中简易地绘制焊缝时，可用视图、剖视图或剖面图表示，也可用轴测图示意地表示。

2）视图

a）焊缝画法如图 9.2-12 和图 9.2-13（表示焊缝的一系列细实线段允许用徒手绘制）所示。也允许采用粗线（$2b\sim3b$）表示焊缝，如图 9.2-14 所示。但在同一图样中，只允许采用一种画法。

点焊缝、缝焊缝、塞焊缝和槽焊缝在长度方向或径向的视图画法见表 9.2-7。

b）在表示焊缝端面的视图中，通常用粗实线绘出焊缝的轮廓。必要时，可用细实线画出焊接前的坡口形状等，如图 9.2-15。

3）剖视图或剖面图

在剖视图或剖面图上，焊缝的金属熔焊区通常应

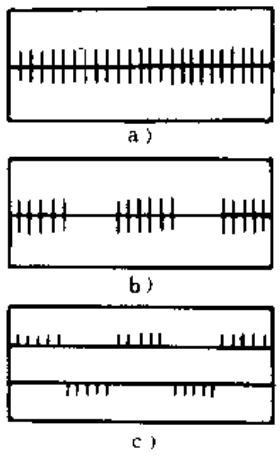



图　9.2-12

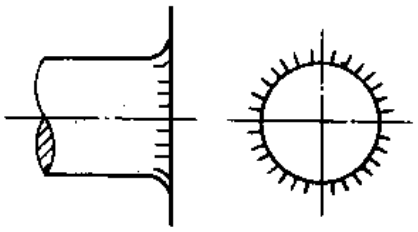


图　9.2-13

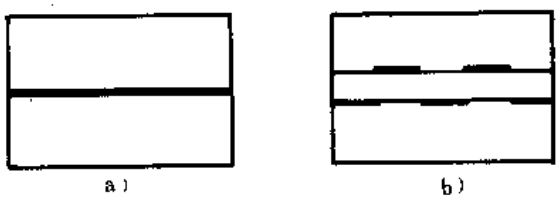



图　9.2-14

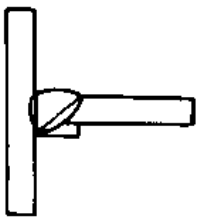


图　9.2-15

涂黑表示，如图 9.2-16 所示。若同时需要表示坡口等的形状时，熔焊区部分亦可按第 2 条 b 的规定绘制，如图 9.2-17 所示。

图　9.2-16

4）轴测图

用轴测图示意地表示焊缝的画法，如图 9.2-18 和

图 9.2-19 所示。

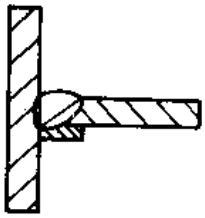


图　9.2-17

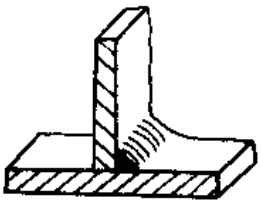


图　9.2-18

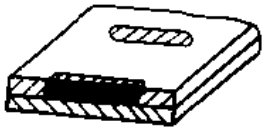


图　9.2-19

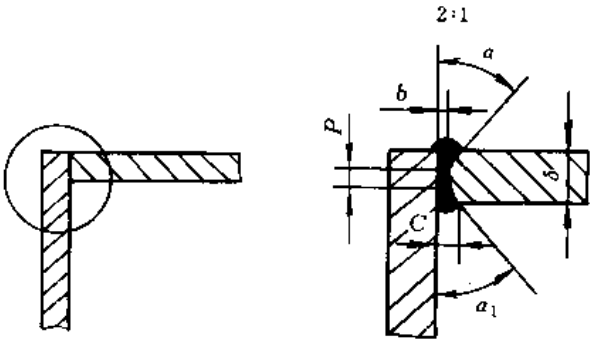



图　9.2-20

5）局部放大图

必要时，可将焊缝部位放大表示并标注，如图 9.2-20 所示。

6）图示法与标注焊缝符号的关系

当在图样中采用图示法绘出焊缝时，通常应同时标注焊缝符号，如图 9.2-21 所示。

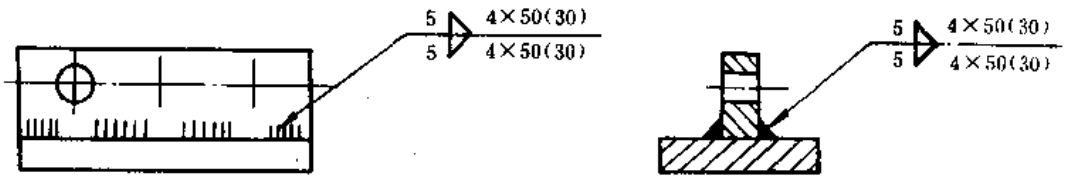



图　9.2-21

（3）焊缝符号的尺寸和比例

1）基本规定

a）焊缝图形符号及其组成应按 GB 7093.2—86《图形符号表示规则　技术产品文件用图形符号》的有关规则设计和绘制。

b）用于焊缝符号的字体和图线应符合 GB 4457.3—84《机械制图　字体》和 GB 4457.4—84《机械制图　图线》的规定。

(c) 在任一图样中，焊缝图形符号的线宽、焊缝符号中字体的字形、字高和字体笔划宽度应与图样中其他符号（如尺寸符号、表面粗糙度符号、形状和位置公差符号）的线宽、尺寸字体的字形、字高和笔划宽度相同。

(d) 焊缝符号的基准线由相互平行的细实线（GB 4457.4 中的 B 型线）和虚线（GB 4457.4 中的 F 型线）组成（图 9.2-22）。基准线一般与图样标题栏的长边相平行；必要时，也可与图样标题栏的长边相垂直。

焊缝符号的箭头线用细实线（GB 4457.4 中的 B 型线）绘制（图 9.2-22）。

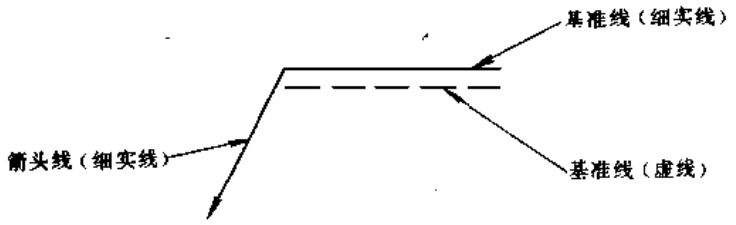



图　9.2-22

2）尺寸和比例

焊缝图形符号在双基准线上的位置及比例关系见图 9.2-23。对称焊缝图形符号在基准线上的位置及比例关系见图 9.2-24。

焊缝符号的尺寸系列见表 9.2-6。

表　9.2-6　　(mm)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 轮廓线宽度　$b$ | 0.5 | 0.7 | 1 | 1.4 | 2 |
| 数字和大写字母的高度　$h$ | 3.5 | 5 | 7 | 10 | 14 |
| 焊缝图形符号的线宽①和字体的笔划宽度　$d'=1/10h$ | 0.35 | 0.5 | 0.7 | 1 | 1.4 |

①当焊缝图形符号与基准线（细实线或细虚线）的线宽比较接近时，允许将焊缝图形符号加粗表示。

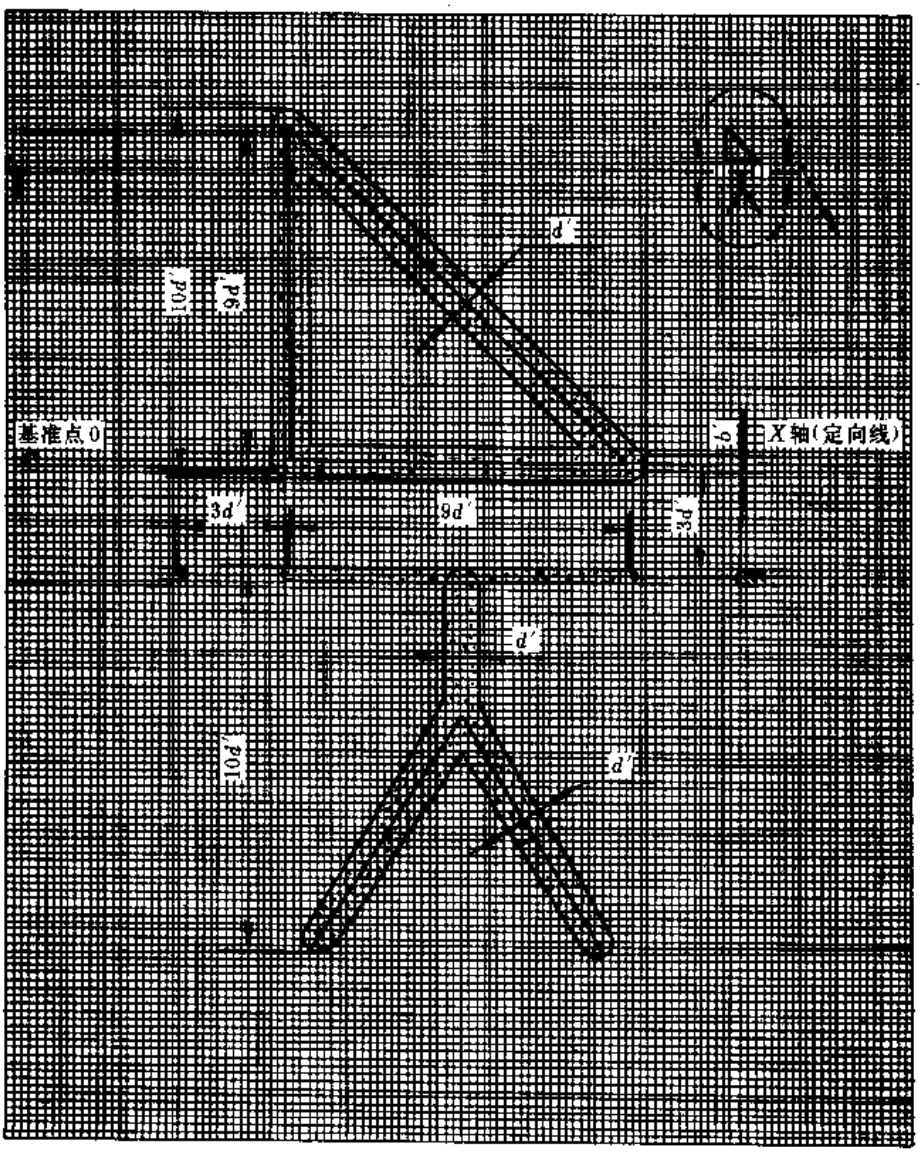



图　9.2-23

$d'$—焊缝图形符号的线宽和字体的笔划宽度　　$b'$=细实线和虚线的线宽

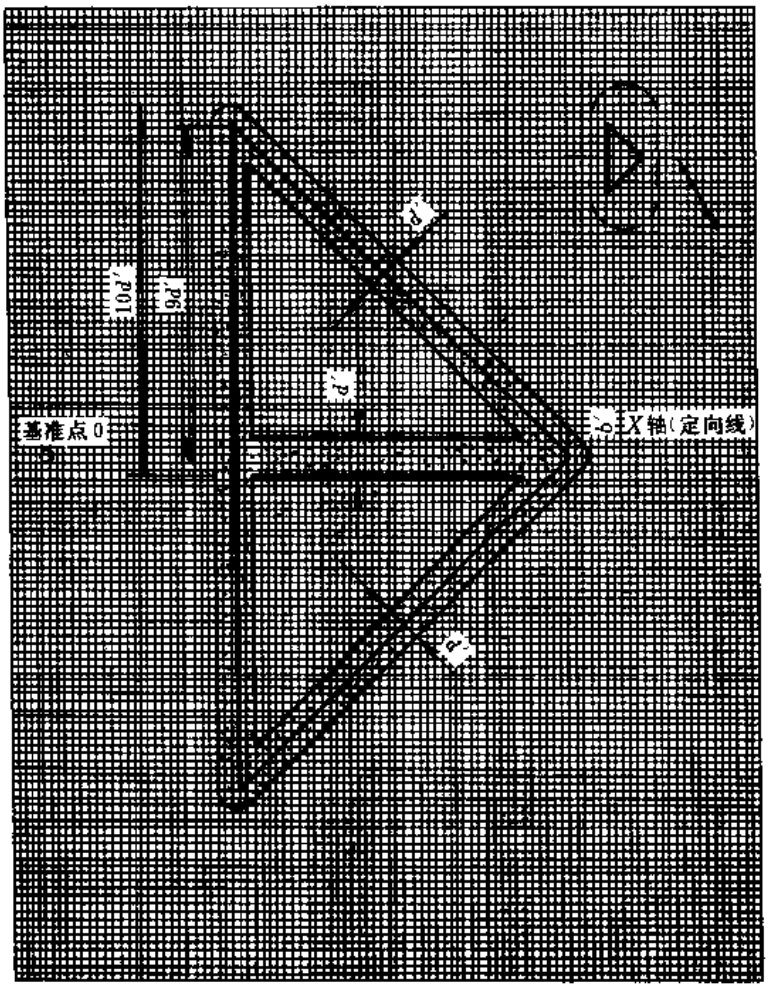
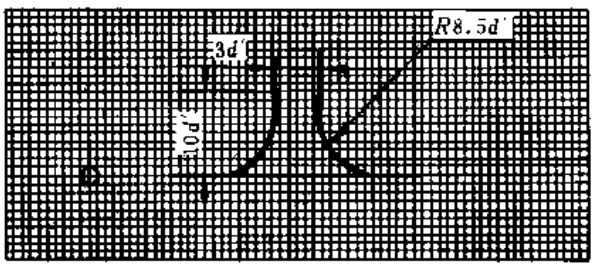



**图　9.2-24**

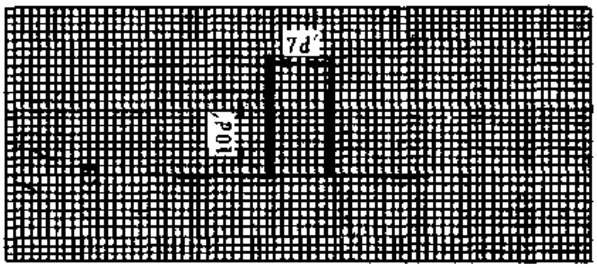
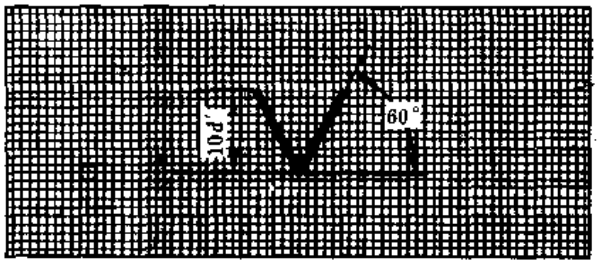
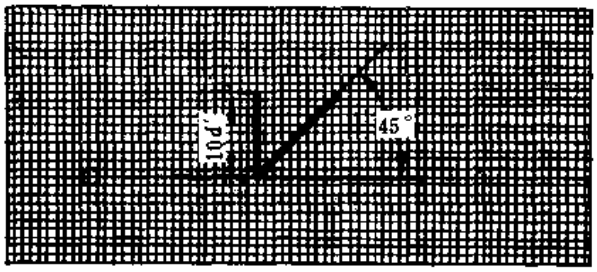
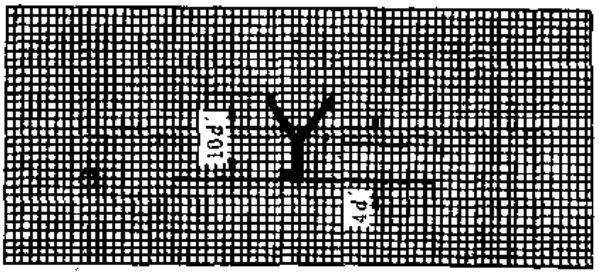
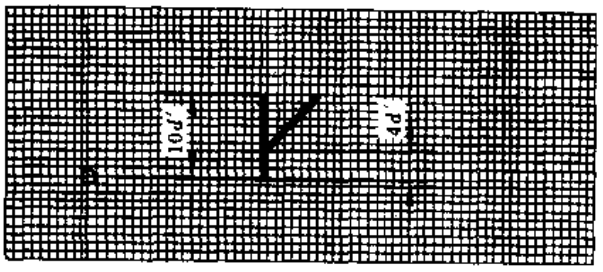
$d'$ = 焊缝图形符号的线宽和字体的笔划宽度　　$b'$ = 细实线和虚线的线宽

a）基本符号的尺寸和比例见表 9.2-7。

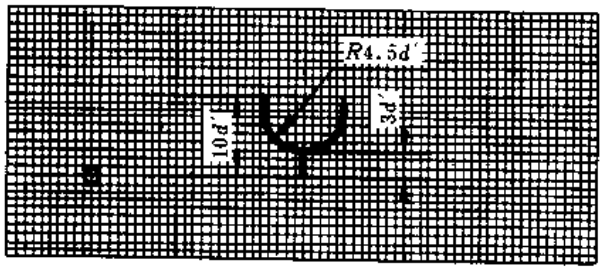
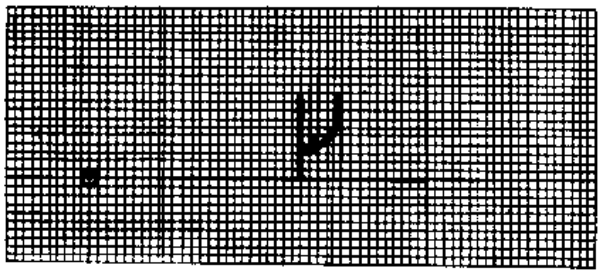
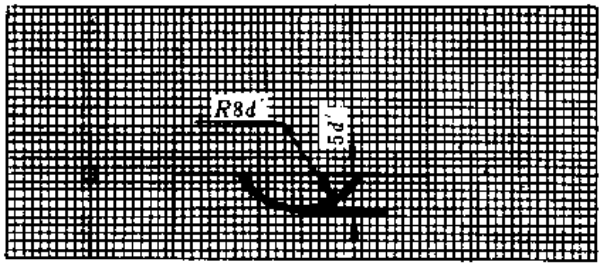
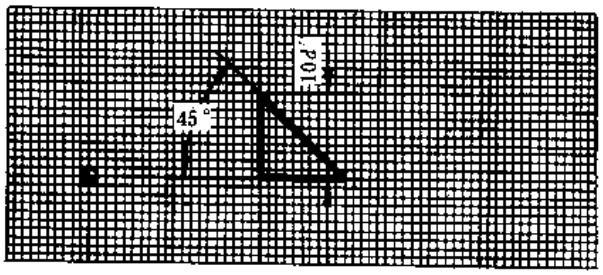
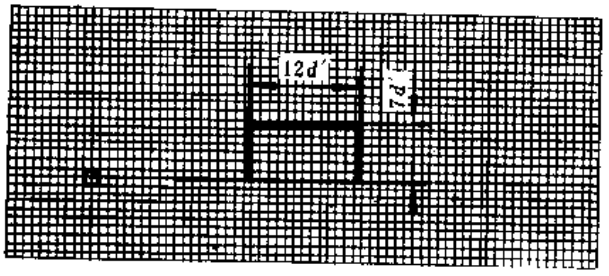
**表　9.2-7**

| 序号 | 符　　号 | 名　　称 | 说　　明 |
|---|---|---|---|
| 1 |  | 卷边焊缝 | $R8.5d'$ 为指向图线中心的尺寸 |

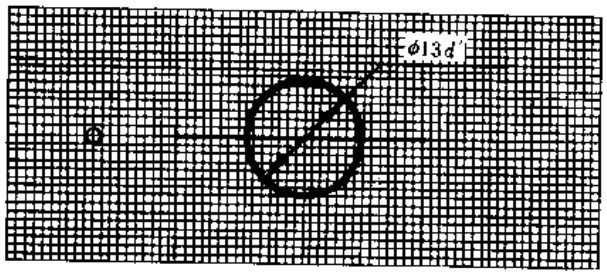
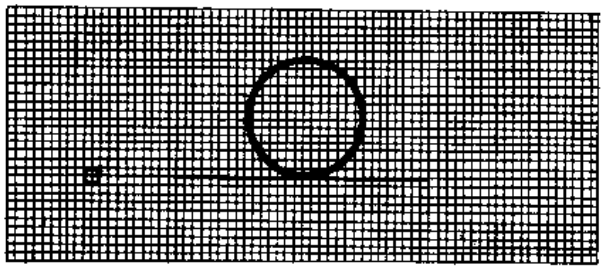
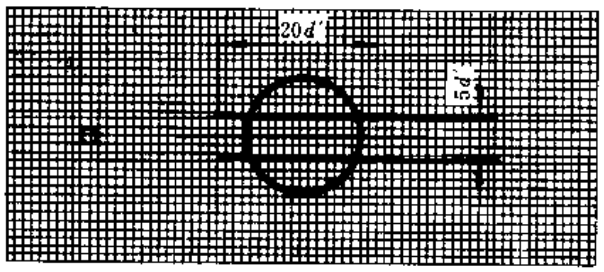
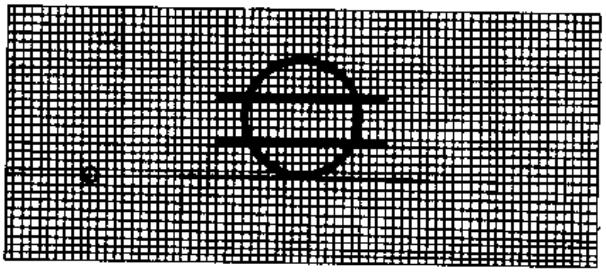
（续）

| 序号 | 符　　号 | 名　　称 | 说　　明 |
|---|---|---|---|
| 2 |  | I形焊缝 | |
| 3 |  | V形焊缝 | |
| 4 |  | 单边V形焊缝 | |
| 5 |  | 带钝边V形焊缝 | 其他尺寸参照序号3 |
| 6 |  | 带钝边单边V形焊缝 | 其他尺寸参照序号4 |

（续）

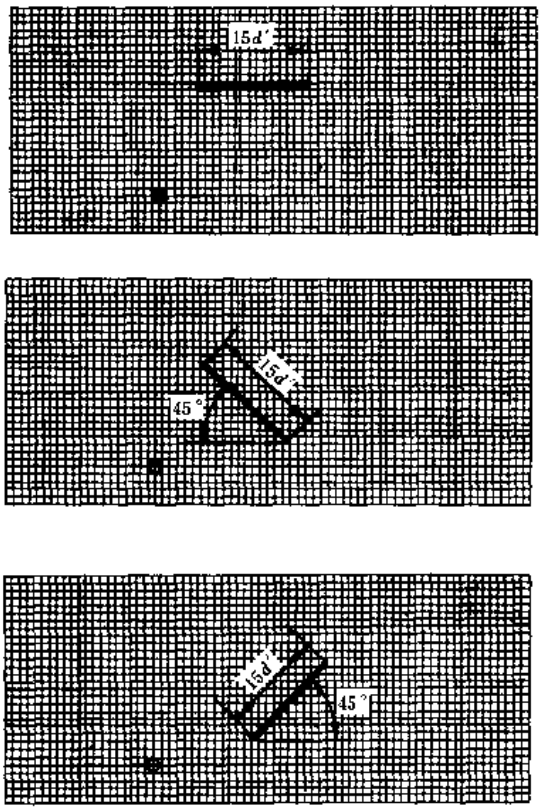
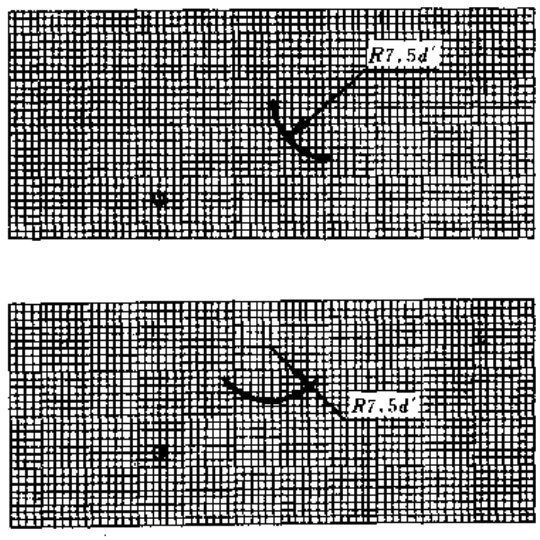
| 序号 | 符　　号 | 名　　称 | 说　　明 |
|---|---|---|---|
| 7 |  | 带钝边 U 形焊缝 | $R4.5d'$ 为指向图线中心的尺寸 |
| 8 |  | 带钝边 J 形焊缝 | 尺寸参照序号 7 |
| 9 |  | 封底焊缝 | $R8d'$ 为指向图线中心的尺寸 |
| 10 |  | 角焊缝 | |
| 11 |  | 塞焊缝或槽焊缝 | |

（续）

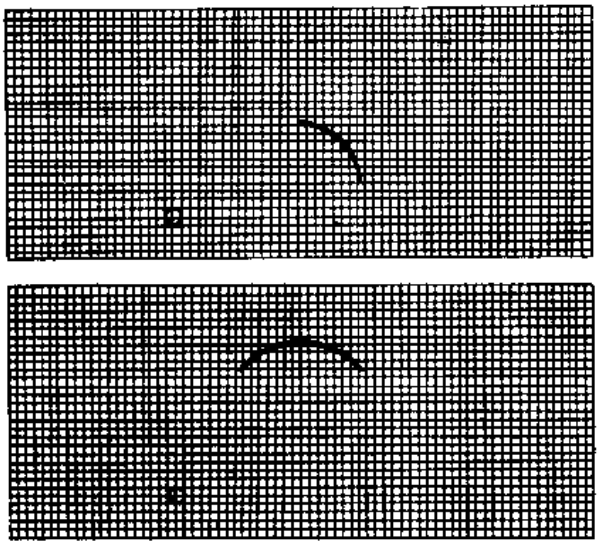
| 序号 | 符号 | 名称 | 说明 |
| --- | --- | --- | --- |
| 12 |  | 点焊缝 | φ13d'为指向图线中心的尺寸 |
| |  | | 偏离中心，尺寸参照上图 |
| 13 |  | 缝焊缝 | 其他尺寸参照序号12 |
| |  | | 偏离中心，尺寸参照上图 |

b）辅助符号的尺寸和比例见表 9.2-8。

**表 9.2-8**

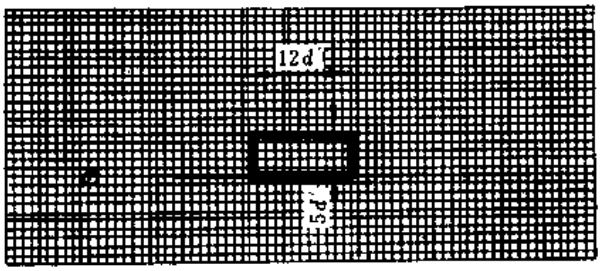
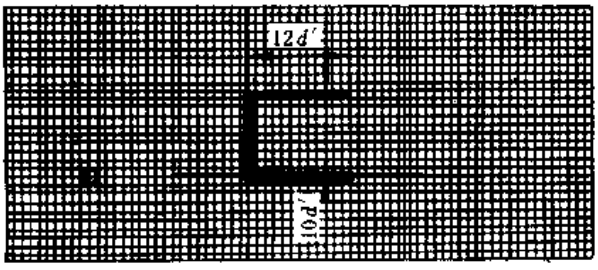
| 序号 | 符　　号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 |  | 平面符号 | 表示焊缝表面平整（一般通过加工） |
| 2 |  | 凹面符号 | 表示焊缝表面凹陷；$R7.5d'$为指向图线中心的尺寸 |

（续）

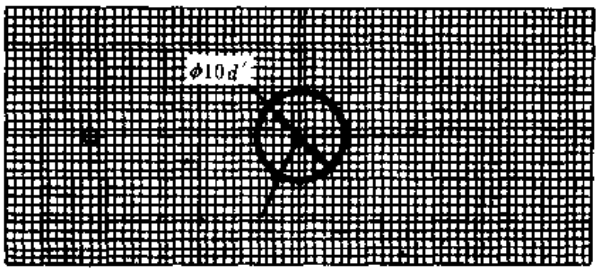
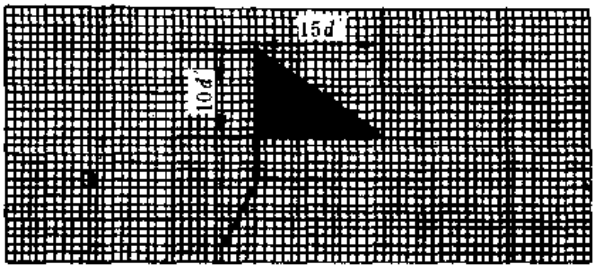
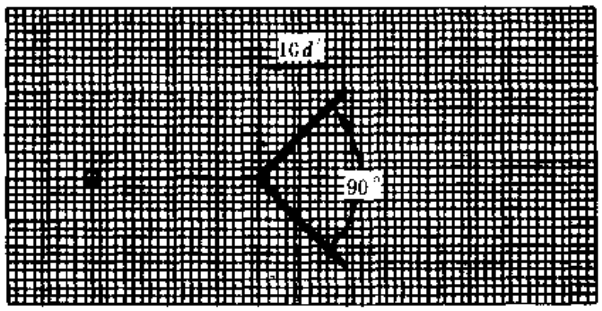
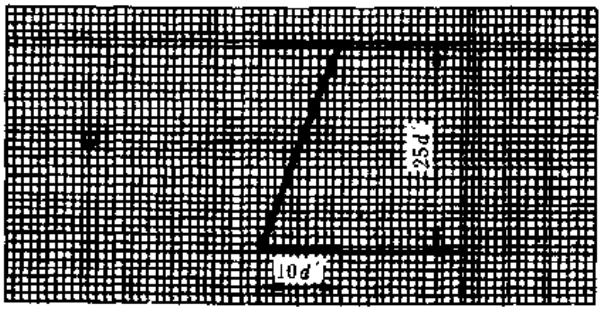
| 序号 | 符　　号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- | --- |
| 3 |  | 凸面符号 | 表示焊缝表面凸起；尺寸参照序号2 |

c）补充符号的尺寸和比例见表9.2-9。

**表 9.2-9**

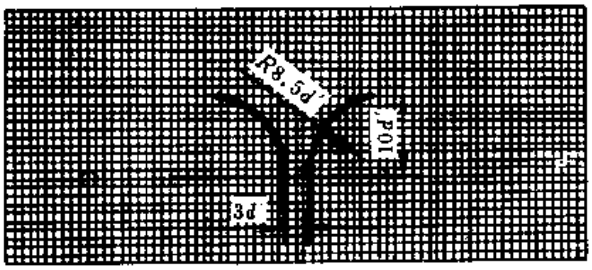
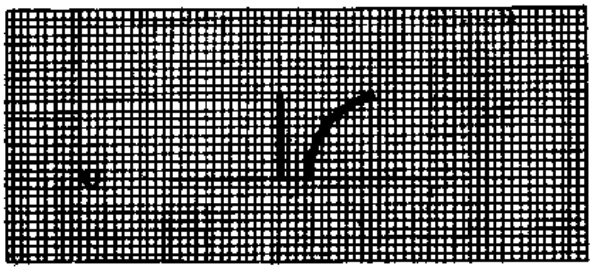
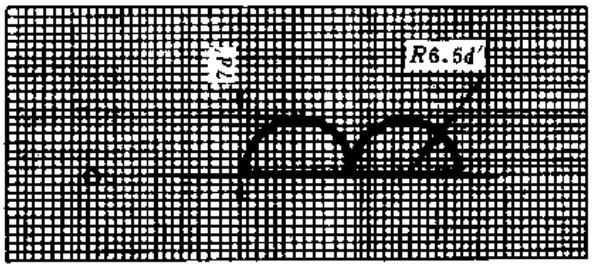
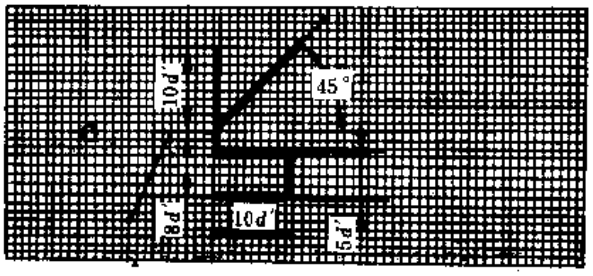
| 序号 | 符　　号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 |  | 带垫板符号 | 表示焊缝底部有垫板 |
| 2 |  | 三面焊缝符号 | 表示三面带有焊缝 |

（续）

| 序号 | 符号 | 名称 | 说明 |
| --- | --- | --- | --- |
| 3 |  | 周围焊缝符号 | 表示环绕工件周围施焊；φ10d'为指向图线中心的尺寸 |
| 4 |  | 现场符号 | 表示在现场或工地施焊 |
| 5 |  | 尾部符号 | 在该符号后面，可参照GB5185标注焊接工艺方法以及焊缝条数等内容 |
| 6 |  | 交错断续焊接符号 | 表示焊缝由一组交错断续的相同焊缝组成 |

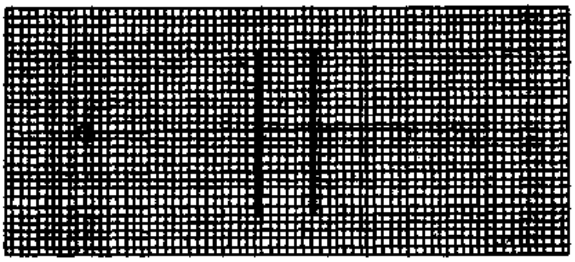
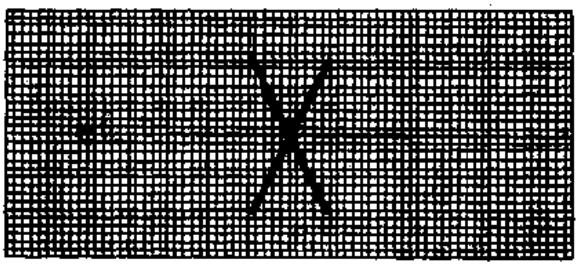
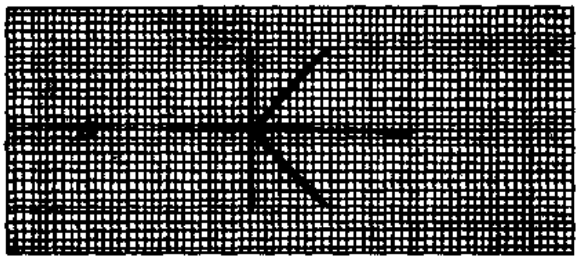
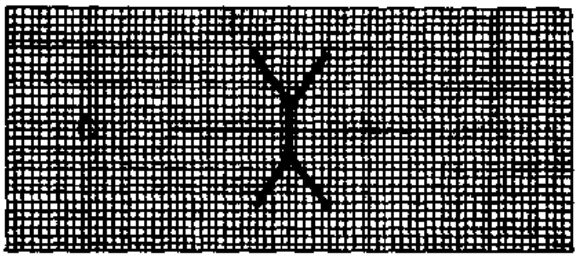
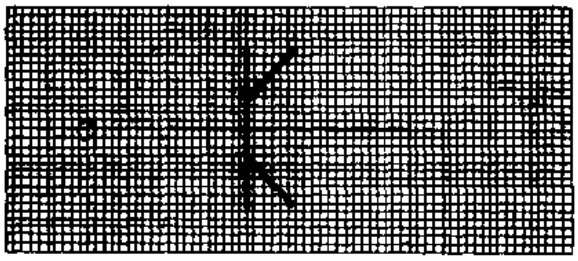
d)特殊情况下使用的焊缝符号的尺寸和比例见表　9.2-10。

表 9.2-10

| 序号 | 符　　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 1 |  | 喇叭形焊缝 | $R8.5d'$为指向图线中心的尺寸 |
| 2 |  | 单边喇叭形焊缝 | 尺寸参照序号1 |
| 3 |  | 堆焊缝 | $R6.5d'$为指向图线中心的尺寸 |
| 4 |  | 锁边焊缝 | |

e)常用的几种基本符号组合和基本符号与辅助符号、补充符号及焊缝尺寸符号组合的比例示例见表9.2-11和表9.2-12。焊缝符号的尺寸参见表9.2-7～表9.2-10。

表 9.2-11

| 序号 | 名　称 | 符　号 |
|---|---|---|
| 1 | 双面 I 形焊缝 |  |
| 2 | 双面 V 形焊缝 |  |
| 3 | 双面单边<br>V 形焊缝 |  |
| 4 | 双面带钝边<br>V 形焊缝 |  |
| 5 | 双面带钝边单边<br>V 形焊缝 |  |

（续）

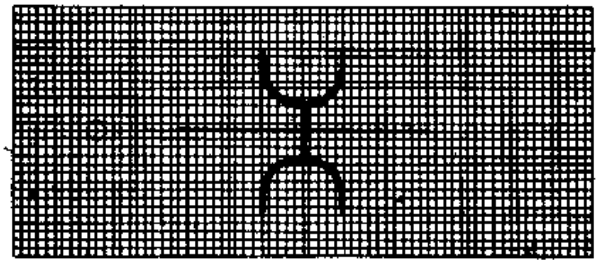
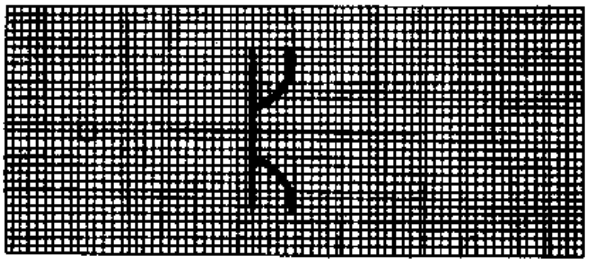
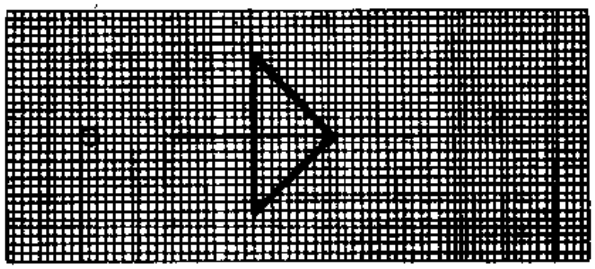
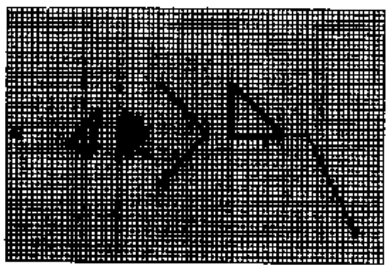
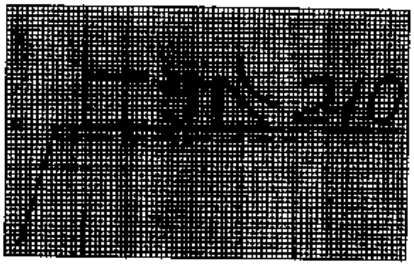
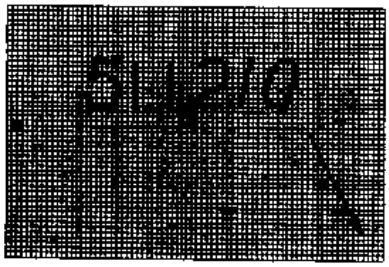
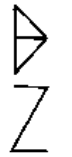
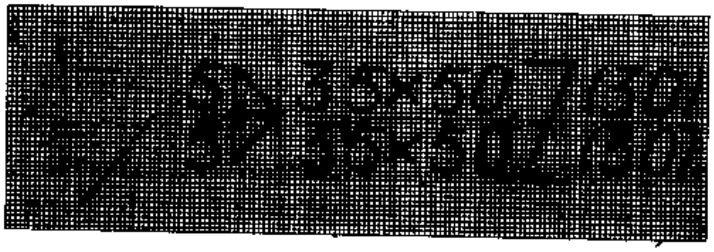
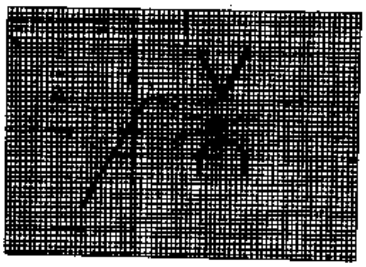
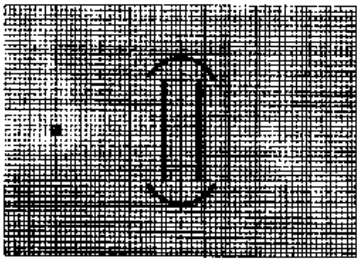
| 序号 | 名　称 | 符　号 |
|---|---|---|
| 6 | 双面带钝边<br>U形焊缝 |  |
| 7 | 双面带钝边<br>J形焊缝 |  |
| 8 | 对称角焊缝 |  |

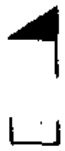
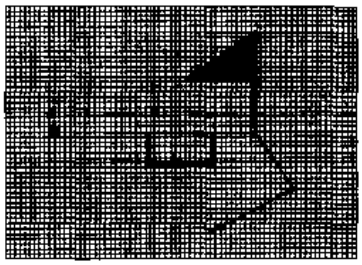
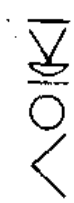
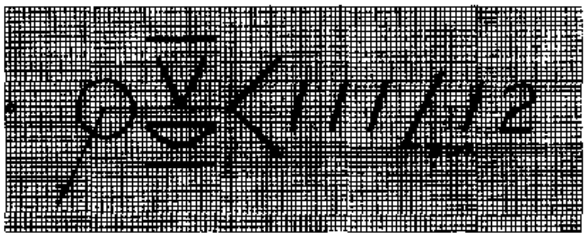
表　9.2-12

| 序号 | 符号组合 | 示　例 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 1 | |  | 表示相同角焊缝数量 $N=4$，在箭头侧 |

（续）

| 序号 | 符号组合 | 示　　例 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 2 | |  | 表示角焊缝（凹面）在箭头侧，焊脚尺寸为5mm；焊缝长度为210mm。工件三面带有焊缝 |
| 3 | |  | 表示I形焊缝在非箭头侧，焊缝有效厚度为5mm，焊缝长度为210mm |
| 4 |  |  | 表示对称交错断续角焊缝焊脚尺寸为5mm，相邻焊缝的间距为30mm，焊缝段数为35，每段焊缝长度为50mm |
| 5 | |  | 表示V形焊缝在箭头侧；带钝边U形焊缝在非箭头侧 |
| 6 | |  | 表示双面I形焊缝（凸面） |

（续）

| 序号 | 符号组合 | 示　　例 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 7 |  |  | 表示现场施焊：塞焊缝或槽焊缝在箭头侧。箭头线也可由基准线的左端引出，当标注位置受到限制时，允许弯折一次 |
| 8 |  |  | 表示周围施焊：由埋弧焊形成的V形焊缝（平整）在箭头侧；由手工电弧焊形成的封底焊缝（平整）在非箭头侧 |

（4）焊缝尺寸符号及其标注位置

1）一般要求

a）必要时基本符号可附带有尺寸符号及数据，这些尺寸符号见表9.2-13。

b）焊缝尺寸符号及数据的标注原则如图9.2-25所示。焊缝横截面上的尺寸标在基本符号的左侧；焊缝长度方向尺寸标在基本符号右侧；坡口角度、坡口面角度、根部间隙等尺寸标在基本符号的上侧或下侧；相同焊缝数量符号标在尾部；当需要标注的尺寸数据较多又不易分辨时，可在数据前面增加相应的尺寸符号。当箭头线方向变化时，上述原则不变。

c）焊缝尺寸符号的标注示例见表9.2-14。

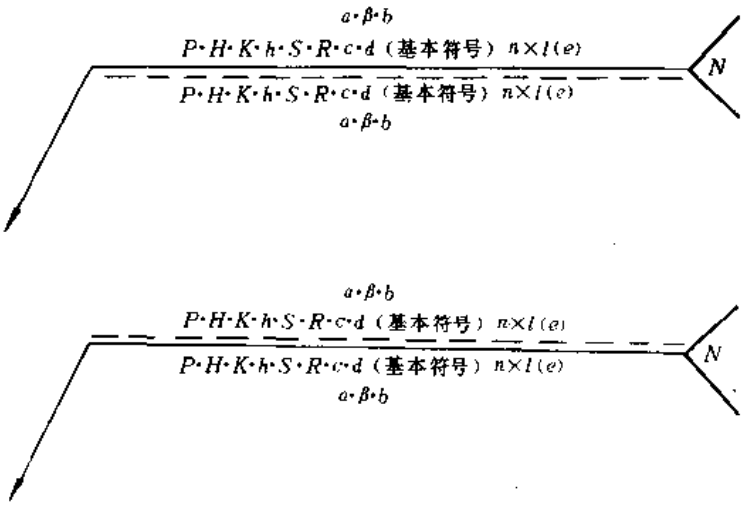
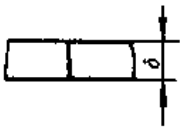
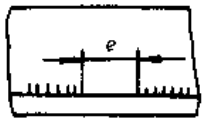
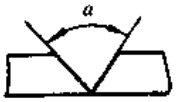
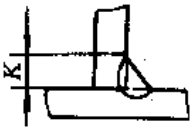
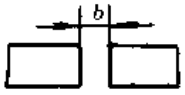
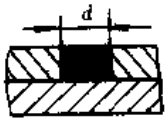
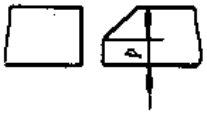
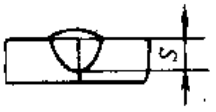
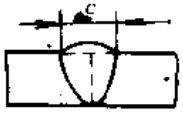
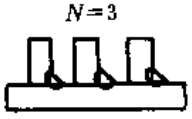
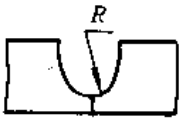
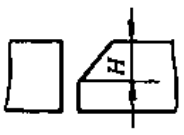



图　9.2-25

表 9.2-13

| 符号 | 名称 | 示意图 | 符号 | 名称 | 示意图 |
|---|---|---|---|---|---|
| $\delta$ | 工件厚度 |  | $e$ | 焊缝间距 |  |
| $a$ | 坡口角度 |  | $K$ | 焊角尺寸 |  |
| $b$ | 根部间隙 |  | $d$ | 熔核直径 |  |
| $p$ | 钝边 |  | $S$ | 焊缝有效厚度 |  |
| $c$ | 焊缝宽度 |  | $N$ | 相同焊缝数量符号 |  |
| $R$ | 根部半径 |  | $H$ | 坡口深度 |  |

（续）

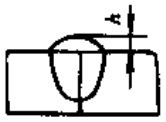
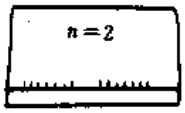
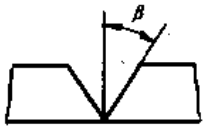
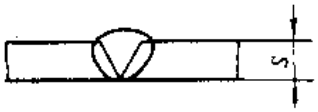
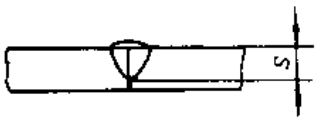
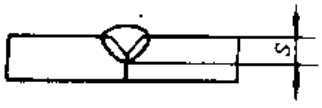
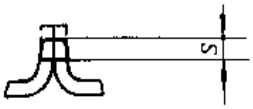
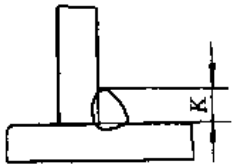
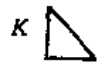
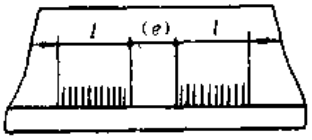
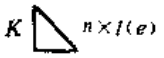
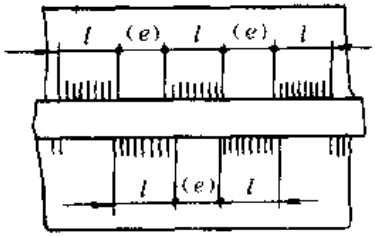
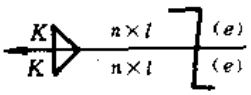
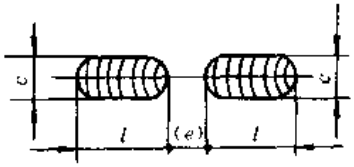
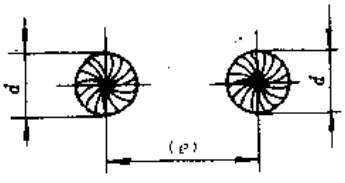
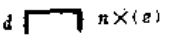
| 符　号 | 名　　称 | 示　意　图 | 符　号 | 名　　称 | 示　意　图 |
|---|---|---|---|---|---|
| $l$ | 焊缝长度 | | $h$ | 余高 |  |
| $n$ | 焊缝段数 |  | $\beta$ | 坡口面角度 |  |

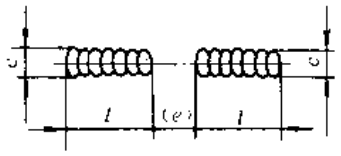
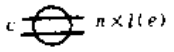
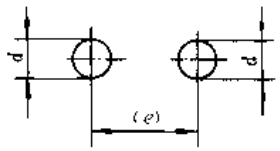
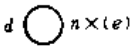
表 9.2-14

| 符号 | 名　　称 | 示　意　图 | 焊缝尺寸符号 | 示　　例 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 对接焊缝 |  | $S$：焊缝有效厚度 | |
| | |  | | |
| | |  | | |
| 2 | 卷边焊缝 |  | $S$：焊缝有效厚度 | |

（续）

| 符号 | 名　称 | 示　意　图 | 焊缝尺寸符号 | 示　例 |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 卷边焊缝 | | $S$：焊缝有效厚度 |  |
| 3 | 连续角焊缝 |  | $K$：焊角尺寸 |  |
| 4 | 断续角焊缝 |  | $l$：焊缝长度（不计弧坑）<br>$e$：焊缝间距<br>$n$：焊缝段数 |  |
| 5 | 交错断续角焊缝 |  | $l$<br>$e$<br>$n$　见序号 4<br>$K$：见序号 3 |  |
| 6 | 塞焊缝或槽焊缝 |  | $l$<br>$e$<br>$n$　见序号 4<br>$c$：槽宽 | |
| | |  | $n$<br>$e$<br>$d$　见序号 4<br>$d$：孔的直径 |  |

（续）

| 符号 | 名　称 | 示　意　图 | 焊缝尺寸符号 | 示　例 |
|---|---|---|---|---|
| 7 | 缝焊缝 |  | $l$<br>$e$ } 见序号4<br>$n$<br>$c$：焊缝宽度 |  |
| 8 | 点焊缝 |  | $n$：见序号4<br>$e$：间距<br>$d$：焊点直径 |  |

2）关于尺寸符号的说明

确定焊缝位置的尺寸不在焊缝符号中给出，而是将其标注在图样上，如表9.2-15所示；在基本符号的右侧无任何标注且又无其他说明时，意味着焊缝在工件的整个长度上是连续的；在基本符号的左侧无任何标注且无其他说明时，表示对接焊缝要完全焊透；当塞焊缝、槽焊缝有斜边时，应该标注孔底部的尺寸。

（5）焊缝符号在图样上的表示法

1）基本要求

完整的焊缝表示法除了基本符号、辅助符号、补充

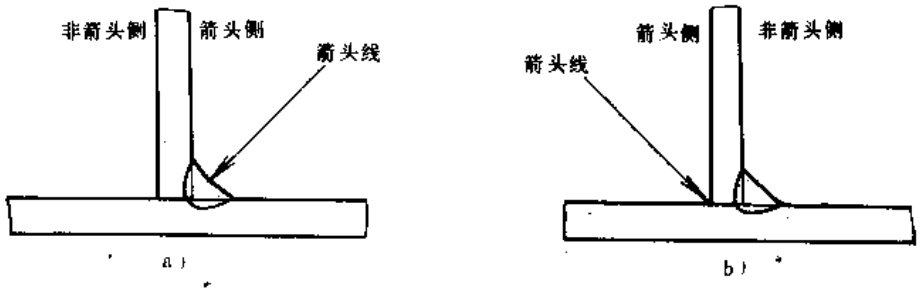



图　9.2-26

a）焊缝在箭头侧　b）焊缝在非箭头侧

符号以外，还包括指引线、一些尺寸符号及数据。

2）箭头线和接头的关系

图9.2-26带单角焊缝的T型接头和图9.2-27双角焊缝十字接头所列示例说明了“接头的箭头侧”和“接头的非箭头侧”术语的含义。

3）箭头的位置

箭头线相对焊缝的位置一般没有特殊要求，见图9.2-28a、b。但是标注单边V形焊缝、带钝边单边V形焊缝和J形焊缝时，箭头线应指向带有坡口的一侧的工件，见图9.2-28c、d。

4）基准线的位置及基本符号相对基准线的位置

基准线中的虚线可以画在基准线的细实线下侧或上侧。

为了能在图样上确切地表示焊缝的位置，特将基本符号相对基准线的位置作如下规定：

——如果焊缝在接头的箭头侧，则将基本符号标在基准线的实线侧，见图9.2-29a；

——如果焊缝在接头的非箭头侧，则将基本符号标在基准线的虚线侧，见图9.2-29b；

——标注对称焊缝时，可不加虚线，见图9.2-29c；在不致引起误解时，双面焊缝也可不加虚线，见图9.2-29d。

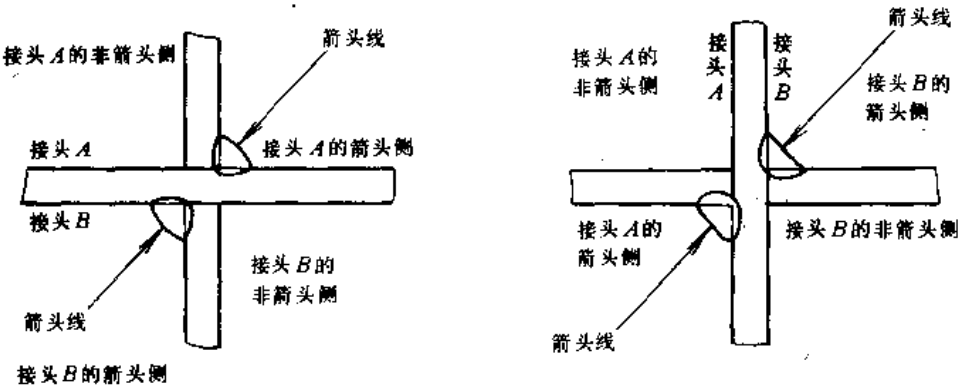



图　9.2-27

(6) 焊缝符号在图样上的简化表示法

a) 当同一图样上全部焊缝所采用的焊接方法完全相同时，焊缝符号尾部表示焊接方法的代号可省略不注，但必须在技术要求或其他技术文件中注明“全部焊缝均采用……焊”等字样；当大部分焊接方法相同时，也可在技术要求或其他技术文件中注明“除图样中注明的焊接方法外，其余焊缝均采用……焊”等字样。

b) 在焊缝符号中标注交错对称焊缝的尺寸时，允许在基准线上只标注一次，如图 9.2-30 所示。

c) 当断续焊缝、对称断续焊缝和交错断续焊缝的段数无严格要求时，允许省略焊缝段数，如图 9.2-31 所示。

d) 在同一图样中，当若干条焊缝的坡口尺寸和焊缝符号均相同时，可采用图 9.2-32 的方法集中标注；当这些焊缝同时在接头中的位置均相同时，也可采用在焊缝符号的尾部加注相同焊缝数量的方法简化标注，但其他型式的焊缝，仍需分别标注，如图 9.2-33 所示。

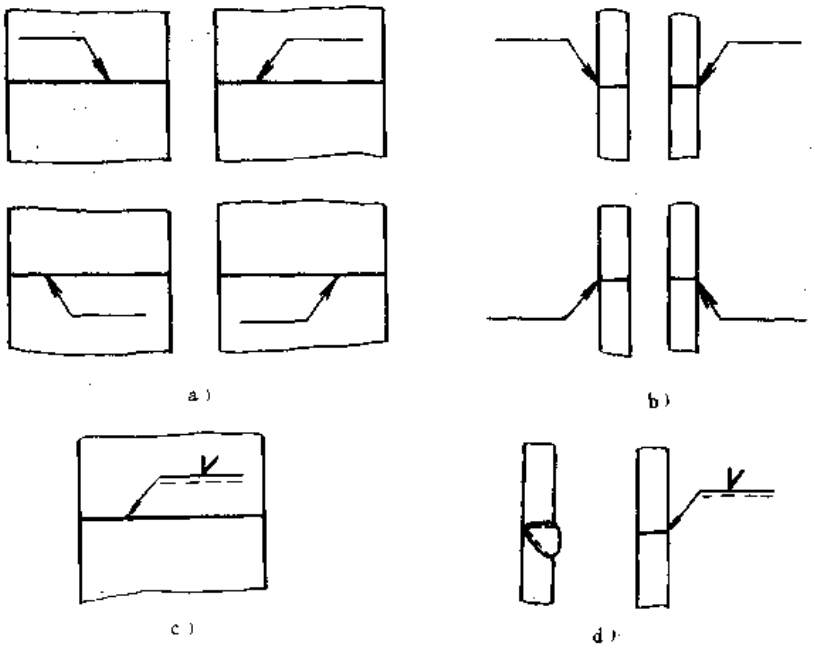



图　9.2-28

e) 当同一图样中全部焊缝相同且已用图示法明确表示其位置时，可统一在技术要求中用符号表示或用文字说明，如“全部焊缝为 5△”；当部分焊缝相同时，也可采用同样的方法表示，但剩余焊缝应在图样中明确标注。

f) 为了简化标注方法，或者标注位置受到限制时，可以标注焊缝简化代号（图 9.2-34），但必须在该图样下方或在标题栏附近说明这些简化代号的意义。

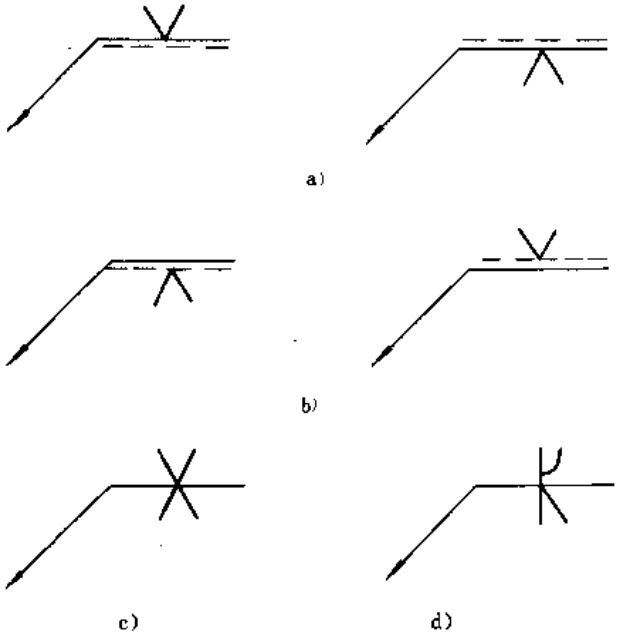



图 9.2-29

a）焊接在接头的箭头侧　b）焊接在接头的非箭头侧
c）对称焊缝　d）双面焊缝

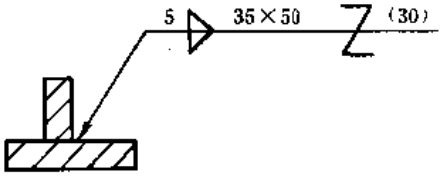



图 9.2-30

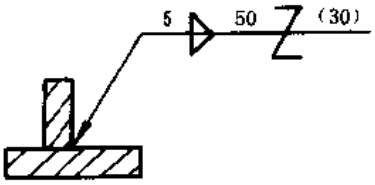



图 9.2-31

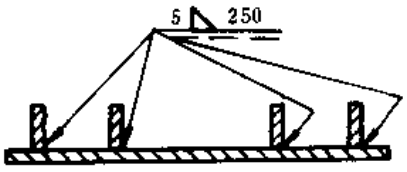



图 9.2-32

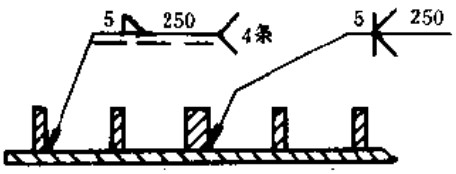



图 9.2-33

当采用简化代号标注焊缝时，在图样下方或标题栏附近的代号和符号应是图形上所注代号和符号的1.4倍（图9.2-34）。

g）在不致引起误解的情况下，当箭头线指向焊缝，而非箭头侧又无焊缝要求时，允许省略非箭头侧的基准线（虚线），如图9.2-35所示。

h）当焊缝长度的起始和终止位置明确（已由构件的尺寸等确定）时，允许在焊缝符号中省略焊缝长度，如图9.2-35所示。

i）现场符号允许简化，如图9.3-36所示。

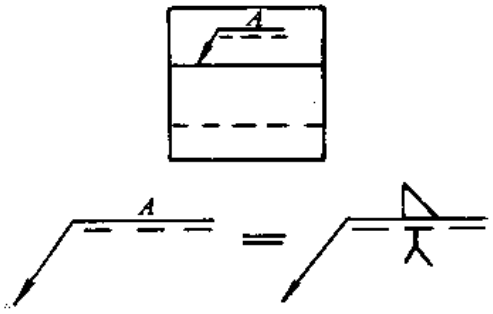



图 9.2-34

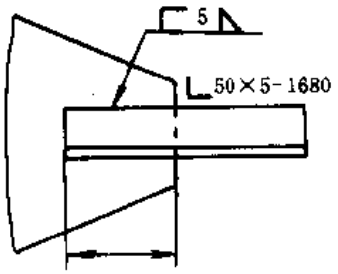



图 9.2-35

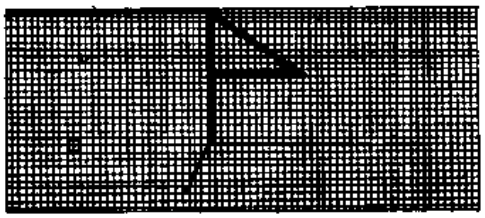


图 9.2-36

（7）综合示例

焊缝的视图、剖视图画法和焊缝符号及其焊缝位置的定位尺寸简化注法示例见表9.2-15。

### 2.1.2　标准的特点和应用

（1）GB 324主要从焊接专业及焊接工艺要求的角度规定了焊缝的基本符号、辅助符号、补充符号及特殊情况下使用的符号；焊缝尺寸符号及在图样上的表示法。GB 12212主要从设计制图的角度规定了各种符号在图样上绘制的尺寸和比例、图示法和符号简化表示法。GB 324与GB 12212配套使用。

（2）基本符号的应用举例见表9.2-16。基本符号的组合示例见表9.2-17。基本符号与辅助符号的组合应用举例见表9.2-18。特殊情况下使用的符号的标注

见表 9.2-19。错误标注示例见表 9.2-20。

### 2.1.3　与国际标准的对比

1）GB 324—88 等效采用国际标准 ISO 2553—1984《焊缝在图样上的符号表示法》。GB 12212—90 等效采用国际标准化组织第十技术委员会的有关《技术制图—焊缝图形符号—比例和尺寸》的文件和标准，以及参考了德国标准 DIN1912/T6—1979《焊接和钎焊图示表示法；尺寸标注原则》、法国标准 NFL 07—156—1975《图样上的焊接表示法》及 JISZ 3021—1981《焊缝代号》等。

2）GB 324 采用了 ISO 2553 中所有的 13 种基本符号，与原 GB 324—80《焊缝代号》相比少了堆焊。喇叭形，单边喇叭形三种基本符号，增加了卷边焊缝符号。考虑到这三种焊接型式在我国应用较广，故将其列入“特殊情况下使用的符号”中。另外为了与国际标准相统一，增加了在国际上应用广泛的卷边焊缝符号。

3）GB 324 采用了 ISO 2553 中的三种辅助符号，用以说明焊缝的表面形状，而将 GB 324—80 中的“垫板符号”、“三面焊缝符号”、“周围焊缝符号”和“现场符号作为补充符号的内容。为了便于说明焊接的工艺方法及坡口尺寸等，增设了尾部符号和交错断续焊接符号。

4）GB 324 采用了 ISO 2553 规定的双基准线，一方面是为了解决第一角画法和第三角画法在焊缝符号标注方面的不统一问题，另一方面是为了方便和简化焊缝符号的标注。

5）GB 324 没有采用 ISO 2553 中表示角焊缝的两种尺寸“$z$”和“$a$”，仍采用 GB 324—80 中的焊角尺寸“$K$”，以避免不必要的混乱。增加“$N$”表示相同焊缝数量，解决了与表示断续焊缝段数“$n$”的混淆问题。

6）GB 324 采用了 ISO 2553 中附录 A“符号应用示例”。

7）GB 12212 参照采用了 DIN 1912/T6、NFL 07—156、JISZ 3021 及 GB 324—80 等，规定了焊缝的视图，剖视图，局部放大图、轴测示意图画法，解决了我国一直无焊缝的图示法无章可循的问题。同时，还规定了焊缝符号的比例、尺寸、简化注法和综合示例等内容。

8）ISO 2553—1984，GB 324—88、GB 324—80、AWSA 2.4—1979、JISZ 3021—1981、NF E04—020、DIN 1912—1982 在基本符号方面的对照见表 9.2-21；在辅助符号，补充符号方面的对照见表 9.2-22。

## 2.2　焊缝坡口的基本形式与尺寸（GB 985—88、GB 986—88）

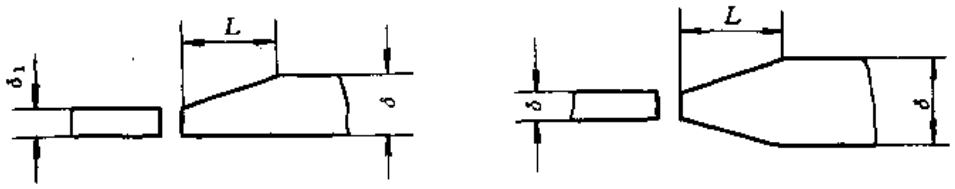
GB 985—88《气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本形式与尺寸》规定了钢焊接接头的各种坡口形式与坡口尺寸，适用于气焊（用于薄板）、手工电弧焊及气体保护焊焊接的碳钢、低合金钢焊接接头。GB 986—88《埋弧焊焊缝坡口的基本形式和尺寸》规定了埋弧焊焊缝坡口的基本形式和尺寸，适用于碳钢和低合金钢埋弧焊焊接接头。

### 2.2.1　标准的主要内容

（1）气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本形式与尺寸

a）焊缝坡口的基本形式及尺寸见表 9.2-23。

b）不同厚度的钢板对接接头的两板厚度差（$\delta-\delta_1$）不超过表 9.2-24 规定时则焊缝坡口的基本形式与尺寸按较厚板的尺寸数据来选取；否则，应在厚板上作出如图 9.2-37 所示的单面或双面削薄，其削薄长度 $L\geqslant 3(\delta-\delta_1)$。




a)　　b)

图 9.2-37

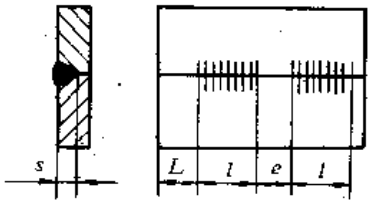
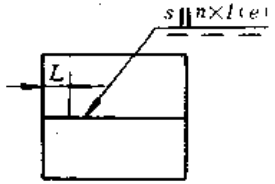
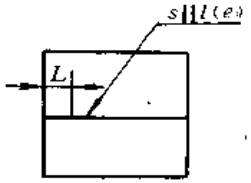
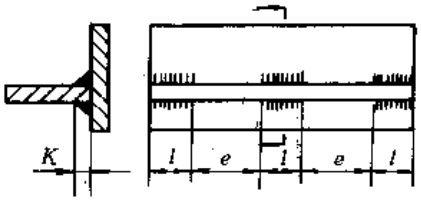
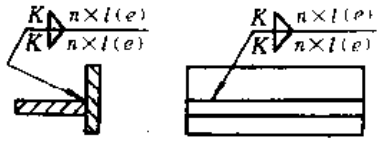
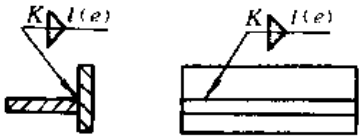
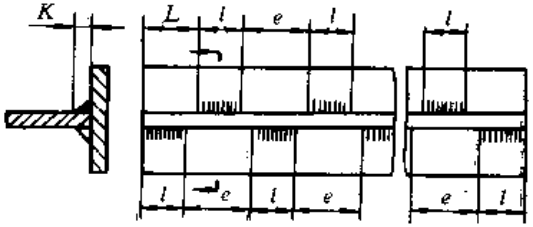
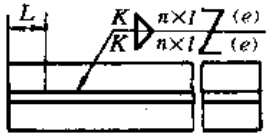
c）钝边和坡口面应去除毛刺。

d）该标准中的各种焊缝符号及标注方法按 GB324—88《焊缝符号表示法》。焊接方法代号按 GB5185—85《金属焊接及钎焊方法在图样上的表示代号》执行。

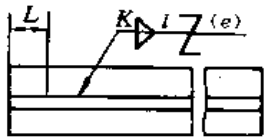
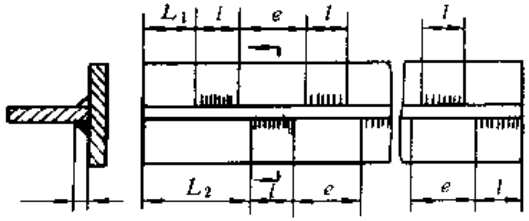
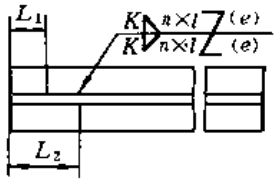
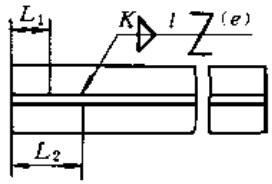
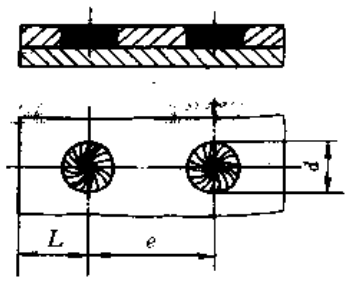
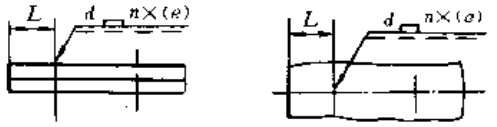
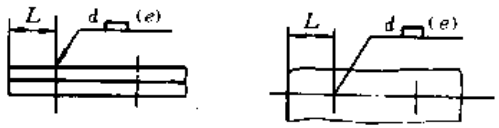
e）特殊需要的坡口形式和尺寸，可根据具体情况自行规定。

f）焊接接头为了达到全熔透的目的，允许进行清根焊接。

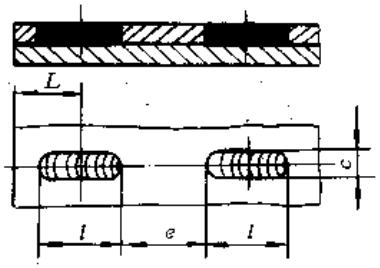
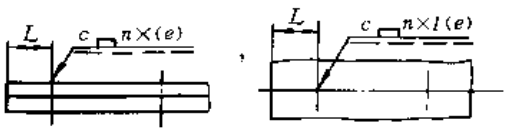
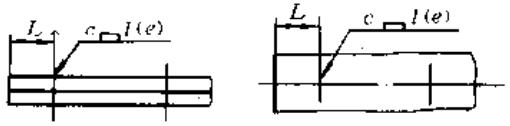
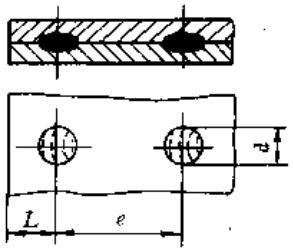
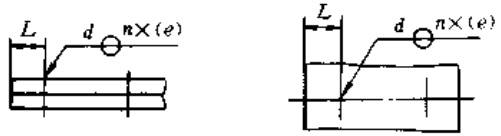
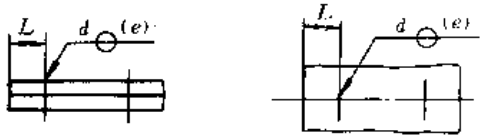
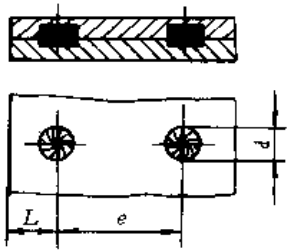
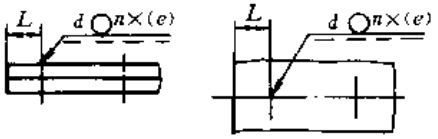
表 9.2-15

| 序号 | 视图或剖视图画法示例 | 焊缝符号及定位尺寸简化注法示例 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 1 |  |  | 断续1形焊缝在箭头侧；其中$L$是确定焊缝起始位置的定位尺寸 |
| | |  | 焊缝符号标注中省略了焊缝段数和非箭头侧的基准线（虚线） |
| 2 |  |  | 对称断续角焊缝，构件两侧均有焊缝 |
| | |  | 焊缝符号标注中省略了焊缝段数；焊缝符号中的尺寸只在基准线上标注了一次 |
| 3 |  |  | 交错断续角焊缝；其中$L$是确定箭头侧焊缝起始位置的定位尺寸；工件在非箭头侧两端均有焊缝 |

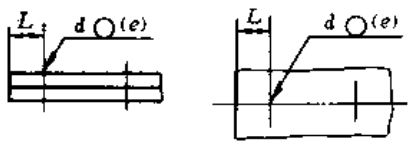
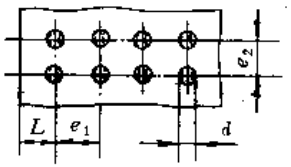
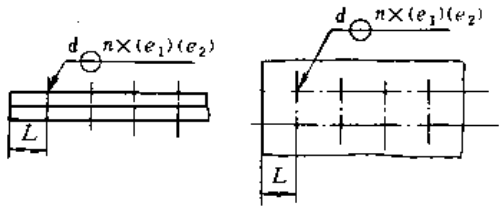
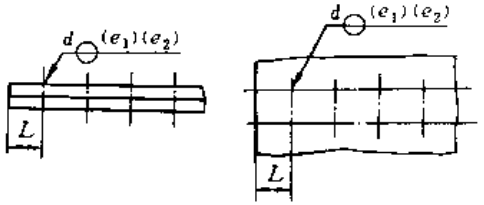
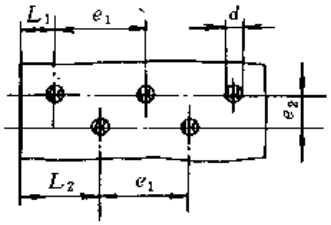
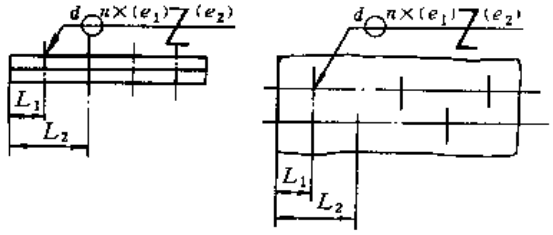
（续）

| 序号 | 视图或剖视图画法示例 | 焊缝符号及定位尺寸简化注法示例 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 3 | |  | 说明见序号2 |
| 4 |  |  | 交错断续角焊缝；其中 $L_1$ 是确定箭头侧焊缝起始位置的定位尺寸；$L_2$ 是确定非箭头侧焊缝起始位置的定位尺寸 |
| | |  | 说明见序号2 |
| 5 |  |  | 塞焊缝在箭头侧；其中 $L$ 是确定焊缝起始孔中心位置的定位尺寸 |
| | |  | 说明见序号1 |

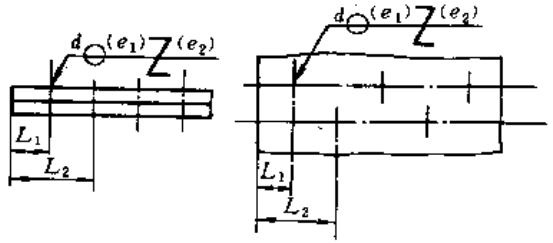
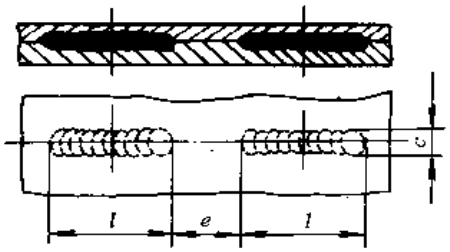
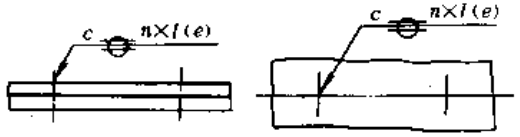
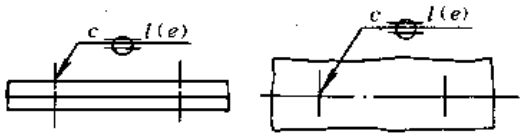
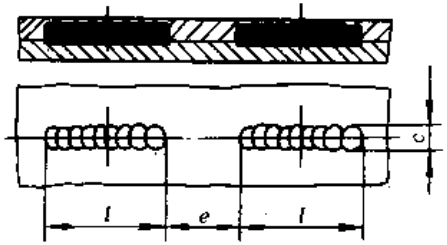
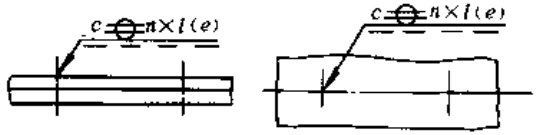
（续）

| 序号 | 视图或剖视图画法示例 | 焊缝符号及定位尺寸简化注法示例 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 6 |  |  | 槽焊缝在箭头侧；其中 $L$ 是确定焊缝起始槽对称中心位置的定位尺寸 |
| | |  | 说明见序号 1 |
| 7 |  |  | 点焊缝位于中心位置；其中 $L$ 是确定焊缝起始焊点中心位置的定位尺寸 |
| | |  | 焊缝符号标注中省略了焊缝段数 |
| 8 |  |  | 点焊缝偏离中心位置，在箭头侧 |

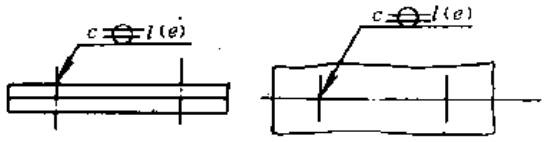
（续）

| 序号 | 视图或剖视图画法示例 | 焊缝符号及定位尺寸简化注法示例 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 8 | |  | 说明见序号1 |
| 9 |  |  | 两行对称点焊缝位于中心位置；其中 $e_1$ 是相邻两焊点中心的间距；$e_2$ 是点焊缝的行间距；$L$ 是确定第一列焊缝起始焊点中心位置的定位尺寸 |
| | |  | 说明见序号7 |
| 10 |  |  | 交错点焊缝位于中心位置；其中 $L_1$ 是确定第一行焊缝起始焊点中心位置的定位尺寸，$L_2$ 是确定第二行焊缝起始焊点中心位置的定位尺寸 |

（续）

| 序号 | 视图或剖视图画法示例 | 焊缝符号及定位尺寸简化注法示例 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 10 | |  | 说明见序号 2 |
| 11 |  |  | 缝焊缝位于中心位置；其中 $L$ 是确定起始缝对中心位置的定位尺寸 |
| | |  | 说明见序号 7 |
| 12 |  |  | 缝焊缝偏离中心位置，在箭头侧；说明见序号 11 |

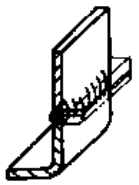
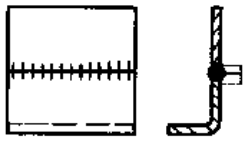
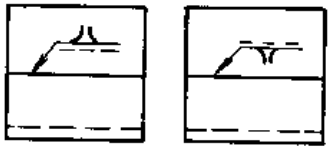
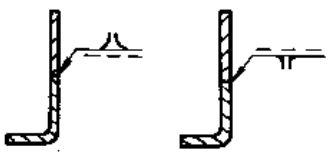
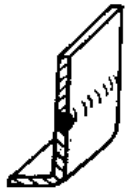
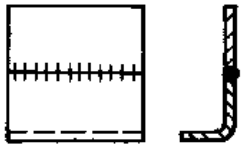
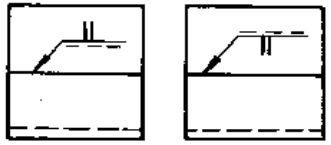
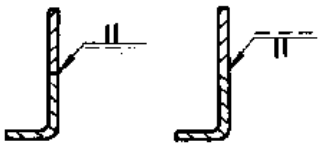
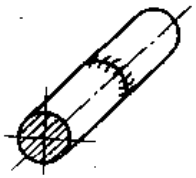
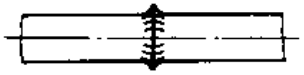
（续）

| 序号 | 视图或剖视图画法示例 | 焊缝符号及定位尺寸简化注法示例 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 12 | |  | 说明见序号1 |

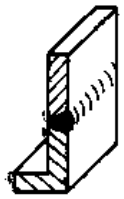
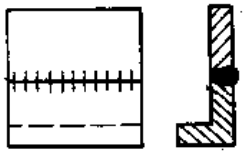
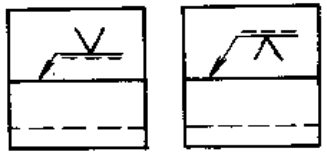
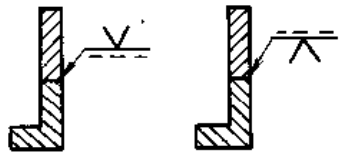
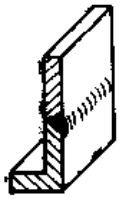
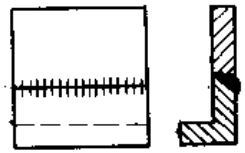
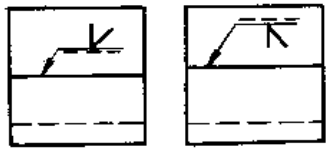
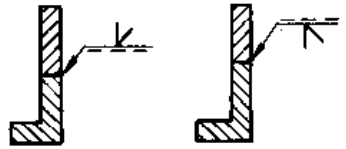
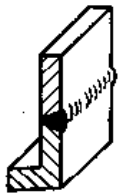
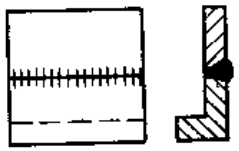
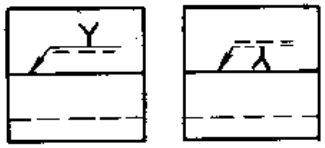
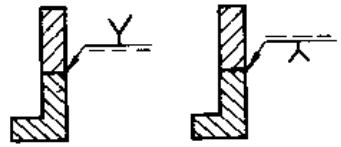
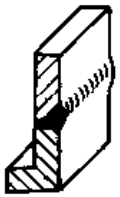
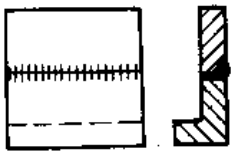
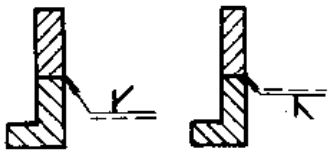
注：1. 图中 $L$、$L_1$、$L_2$、$l$、$e$、$e_1$、$e_2$、$s$、$d$、$c$、$n$ 等是尺寸代号，在图样中应标出具体数值。

2. 在焊缝符号标注中省略焊缝段数和非箭头侧的基准线（虚线）时，必须认真分析，不得产生误解。

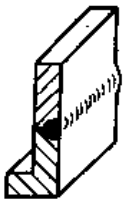
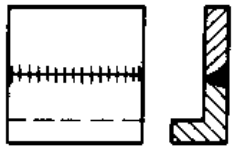
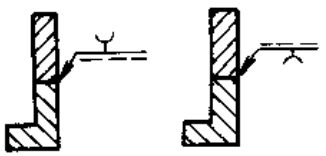
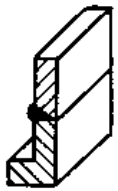
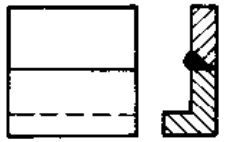
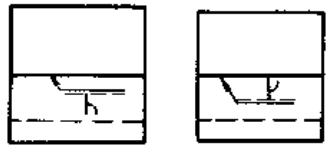
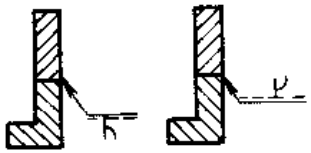
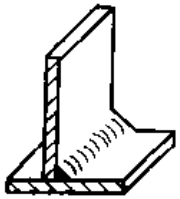
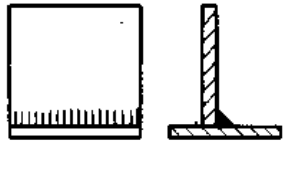
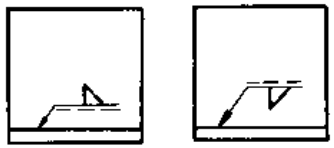
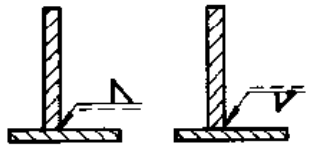
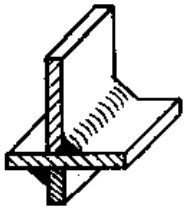
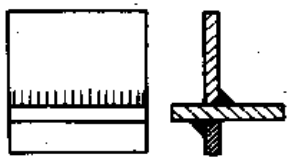
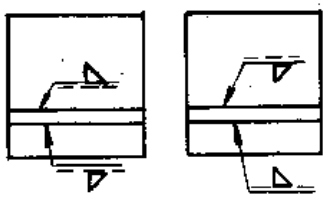
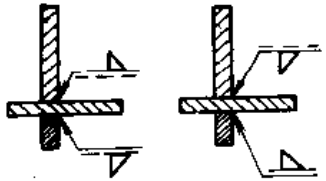
表 9.2-16

| 序号 | 符　号 | 轴测示意图 | 视图或剖视图 | 标　注　方　法 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 八 |  |  |  |  |
| 2 | ‖ |  |  |  |  |
| | |  |  | | |

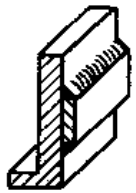
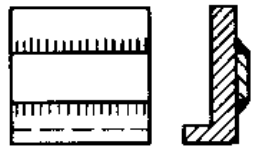
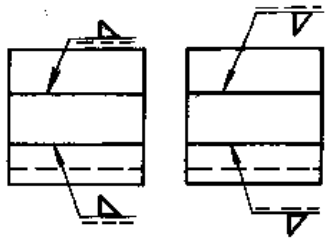
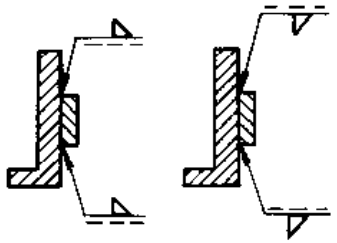
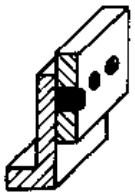
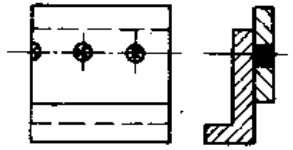
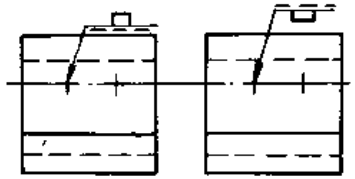
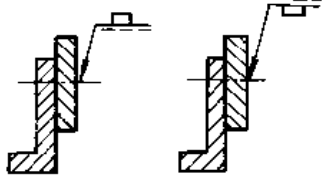
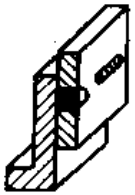
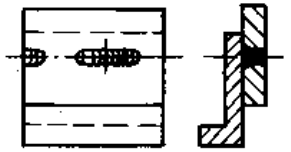
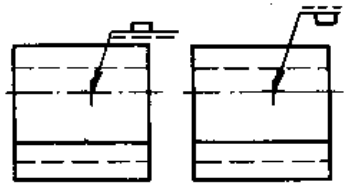
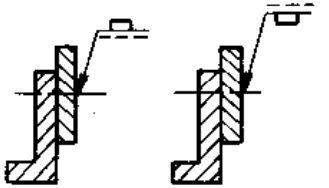
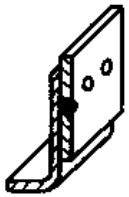
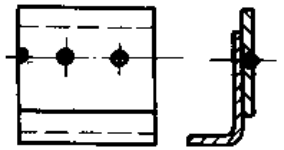
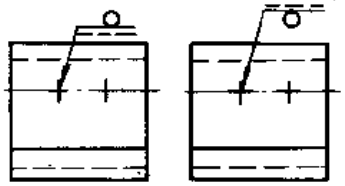
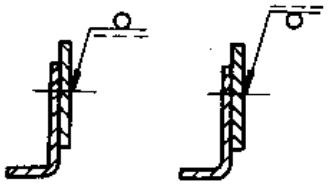
（续）

| 序号 | 符　号 | 轴测示意图 | 视图或剖视图 | 标　注　方　法 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | V |  |  |  |  |
| 4 | V |  |  |  |  |
| 5 | Y |  |  |  |  |
| 6 | Y |  |  | |  |

（续）

| 序号 | 符号 | 轴测示意图 | 视图或剖视图 | 标注方法 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 7 | |  |  | |  |
| 8 | |  |  |  |  |
| 9 | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |

（续）

| 序号 | 符　号 | 轴测示意图 | 视图或剖视图 | 标　注　方　法 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | |  |  |  |  |
| 10 | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| 11 | |  |  |  |  |

（续）

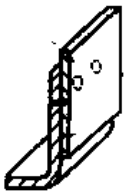
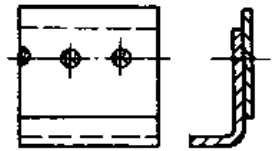
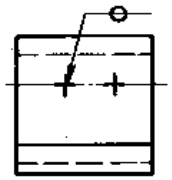
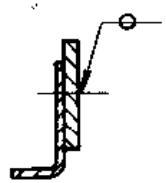
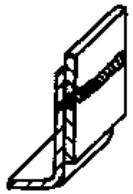
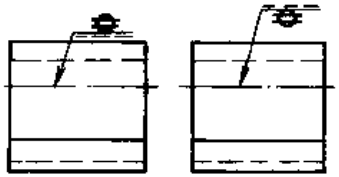
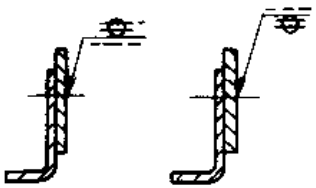
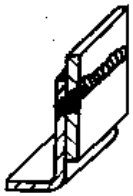
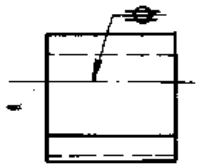
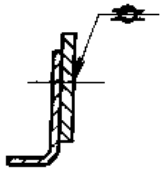
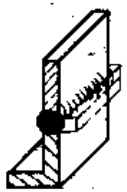
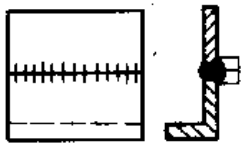
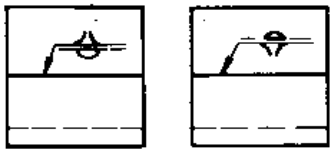
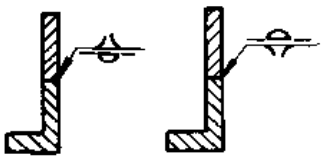
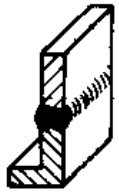
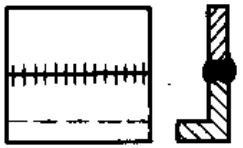
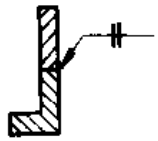
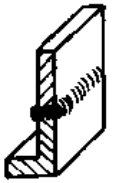
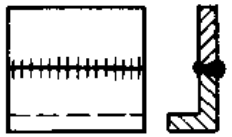
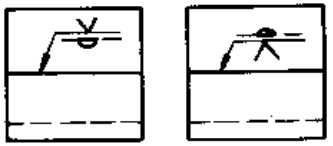
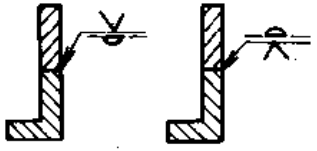
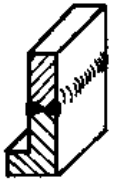
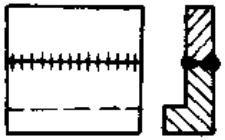
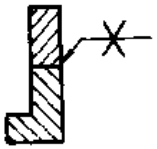
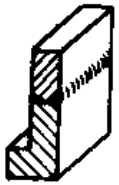
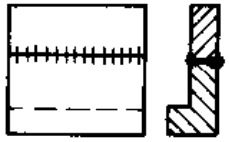
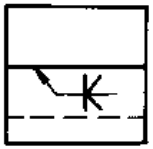
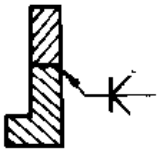
| 序号 | 符　号 | 轴测示意图 | 视图或剖视图 | 标　注　方　法 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 11 | ○ |  |  |  |  |
| 12 | ⌀ |  | |  |  |
| | |  | |  |  |

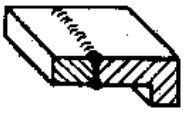
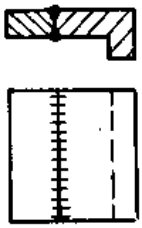
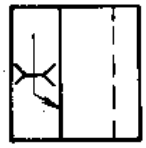
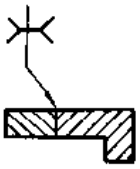
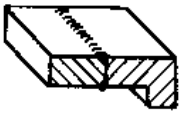
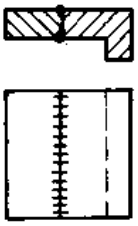
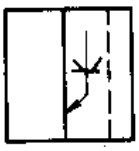
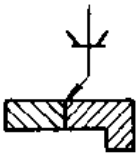
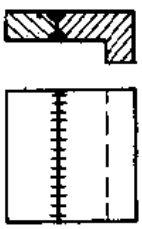
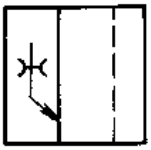
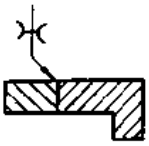
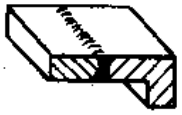
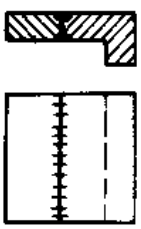
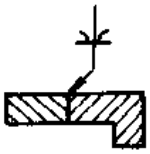
表　9.2-17

| 序号 | 符号组合 | 轴测示意图 | 视图或剖视图 | 标　注　方　法 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 八<br>⌭ |  |  |  |  |

（续）

| 序号 | 符号组合 | 轴测示意图 | 视图或剖视图 | 标注方法 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 双面 |  |  | |  |
| 3 | |  |  |  |  |
| 4 | 双面 |  |  | |  |
| 5 | 双面 |  |  |  |  |

(续)

| 序号 | 符号组合 | 轴测示意图 | 视图或剖视图 | 标注方法 |
|---|---|---|---|---|
| 6 | 双面 |  |  |   |
| 7 | 双面 |  |  |   |
| 8 | 双面 | |  |   |
| 9 | 双面 |  |  |  |

（续）

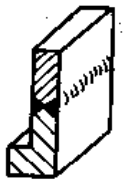
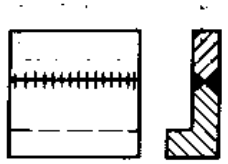
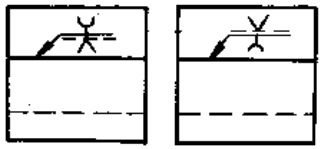
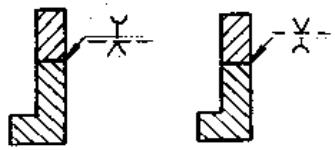
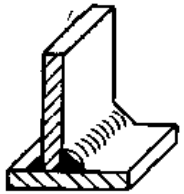
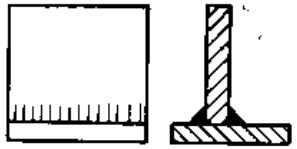
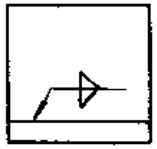
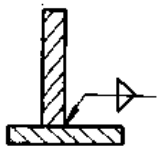
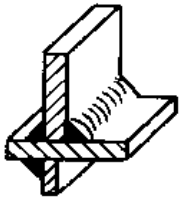
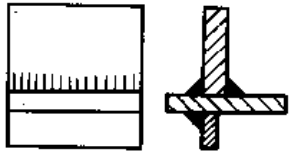
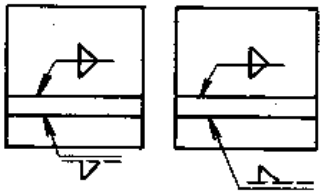
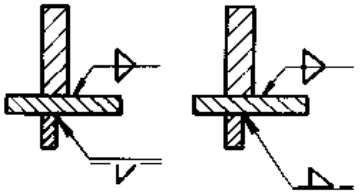
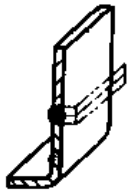
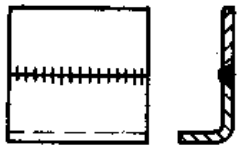
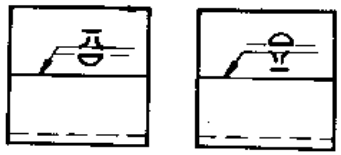
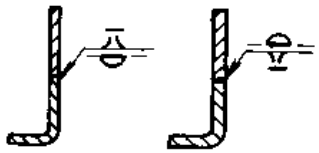
| 序号 | 符号组合 | 轴测示意图 | 视图或剖视图 | 标注方法 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 | |  |  |  |  |
| 11 | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |

**表 9.2-18**

| 序号 | 符号组合 | 轴测示意图 | 视图或剖视图 | 标注方法 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | |  |  |  |  |

（续）

| 序号 | 符号组合 | 轴测示意图 | 视图或剖视图 | 标注方法 |
|---|---|---|---|---|
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |

（续）

| 序号 | 符号组合 | 轴测示意图 | 视图或剖视图 | 标注方法 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |

表 9.2-19

| 序号 | 符号 | 轴测示意图 | 视图或剖视图 | 标注方法 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |

（续）

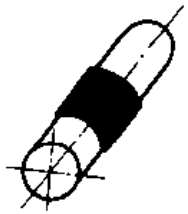
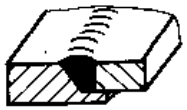
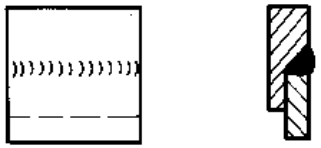
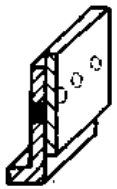
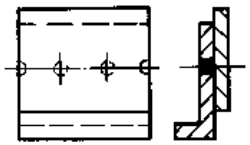
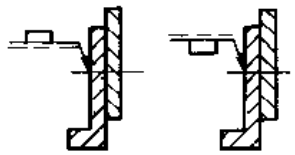
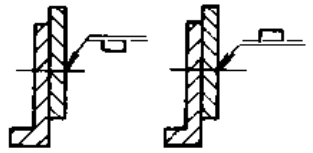
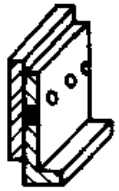
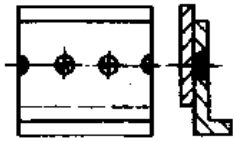
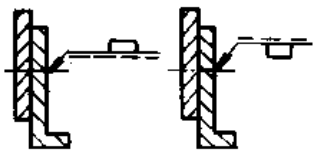
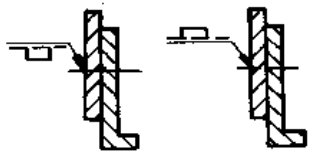
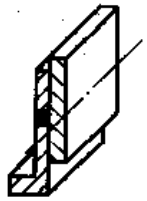
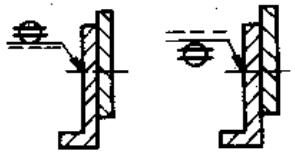
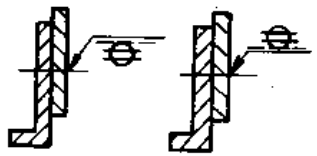
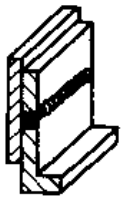
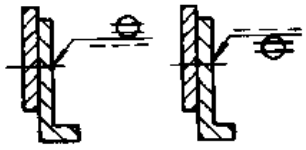
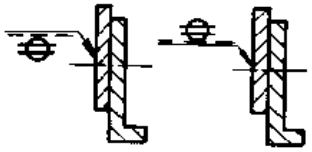
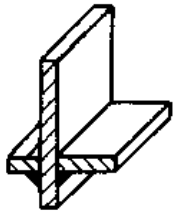
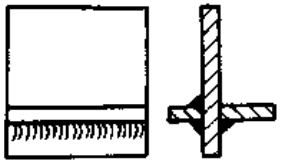
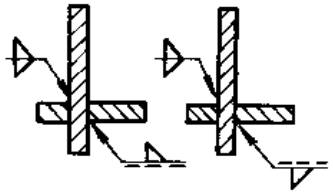
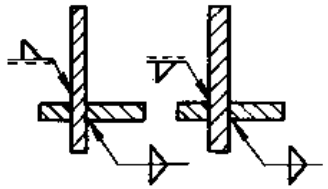
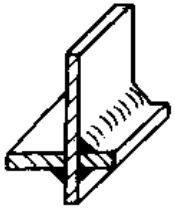
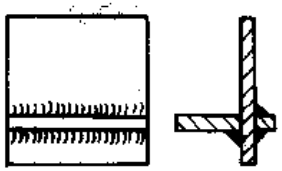
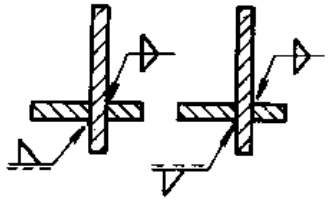
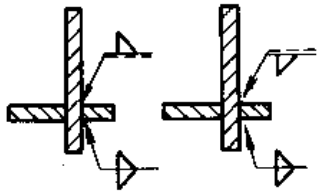
| 序号 | 符　号 | 轴测示意图 | 视图或剖视图 | 标　注　方　法 |
|---|---|---|---|---|
| 3 | |  | | |
| 4 | |  |  | |

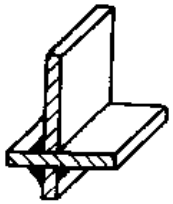
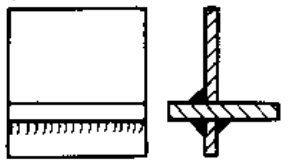
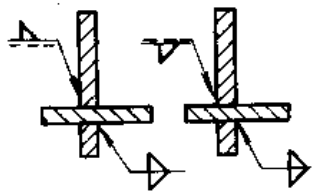
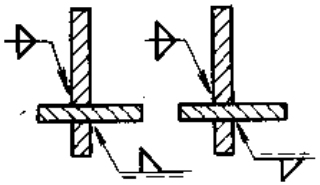
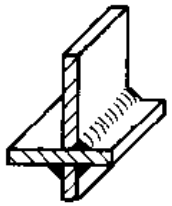
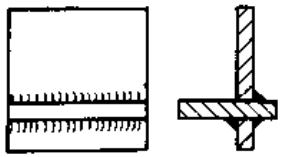
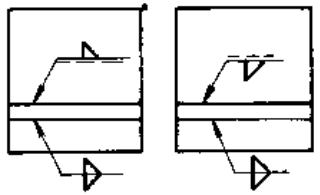
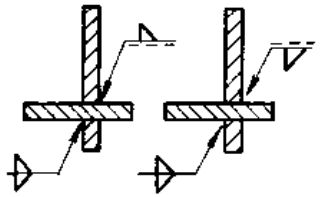
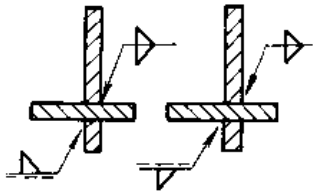
表 9.2-20

| 序号 | 轴测示意图 | 视图或剖视图 | 标　注　方　法 | | 错误标注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 |  |  | — |  |  |
| 2 |  |  | |  |  |

（续）

| 序号 | 轴测示意图 | 视图或剖视图 | 标注方法 | | 错误标注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 |  | | |  |  |
| 4 |  | | |  |  |
| 5 |  |  | |  |  |
| 6 |  |  | |  |  |

（续）

| 序号 | 轴测示意图 | 视图或剖视图 | 标注方法 | | 错误标注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 7 |  |  | |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |

注：当箭头线指不到所要表示的接头时，不可采用焊缝符号标注方法。

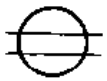
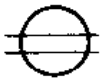
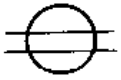
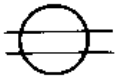
**表 9.2-21**

| 序号 | 焊缝名称 | 国际标准化组织 | 中国 | 中国 | 美国 | 日本 | 法国 | 德国 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ISO 2553—84 | GB 324—×× | GB 324—80 | AWS A2.4—79 | JIS Z3021—81 | NF E04—020 | DIN 1912—82 |
| 1 | 卷边焊缝（卷边完全熔化） |  | | | | | | |
| 2 | I型焊缝 | |  | |  |  | |  |
| 3 | V型焊缝 | | | | | | | |

（续）

| 序号 | 焊缝名称 | 国际标准化组织 | 中　国 | 中　国 | 美　国 | 日　本 | 法　国 | 德　国 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ISO 2553—84 | GB 324—×× | GB 324—80 | AWS A2.4—79 | JIS Z3021—81 | NF E04—020 | DIN 1912—82 |
| 4 | 单边V型焊缝 | | | | | | | |
| 5 | 带钝边V型焊缝 | | | | | | | |
| 6 | 带钝边单边V型焊缝 | | | | | | | |
| 7 | U型焊缝 | | | | | | | |
| 8 | J型焊缝 | | | | | | | |
| 9 | 封底焊缝 | | | | | | | |
| 10 | 角焊缝 | | | | | | | |
| 11 | 塞焊缝<br>槽焊缝 | | | | | | | |

（续）

| 序号 | 焊缝名称 | 国际标准化组织 | 中　国 | 中　国 | 美　国 | 日　本 | 法　国 | 德　国 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ISO 2553—84 | GB 324—×× | GB 324—80 | AWS A2.4—79 | JIS Z3021—81 | NF E04—020 | DIN 1912—82 |
| 12 | 点焊缝 | | | | | | | |
| 13 | 缝焊缝 |  | | |  | |  |  |
| 14 | 陡边焊缝 | | | | | | | |
| 15 | 单陡边焊缝 | | | | | | | |
| 16 | 端焊缝 | | | | | | | |
| 17 | 平焊缝 | | | | | | | |
| 18 | 斜焊缝 | | | | | | | |
| 19 | 重叠焊缝 | | | | | | | |

（续）

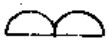
| 序号 | 焊缝名称 | 国际标准化组织 | 中　国 | 中　国 | 美　国 | 日　本 | 法　国 | 德　国 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ISO 2553—84 | GB 324—××　| GB 324—80 | AWS A2.4—78 | JIS Z3021—81 | NF E04—020 | DIN 1912—82 |
| 20 | 堆焊缝 | | | | |  | | |
| 21 | 喇叭形焊缝 | | | | | | | |
| 22 | 单边喇叭形焊缝 | | | | | | | |
| 23 | 单边卷边焊缝 | | | | | | | |

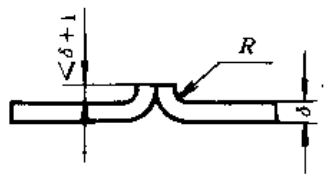
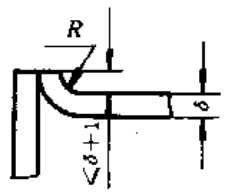
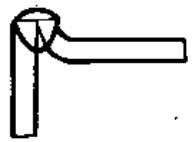
表 9.2-22

| 序号 | 符号名称 | 国际标准化组织 | 中　国 | 中　国 | 美　国 | 日　本 | 法　国 | 德　国 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ISO 2553—84 | GB 324 -×× | GB 324—80 | AWS A2.4—79 | JIS Z 3021—81 | NF E04—020 | DIN 1912—82 |
| 1 | 平面符号 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 凹陷符号 | | |  | |  |  |  |
| 3 | 凸起符号 | | | | | | | |
| 4 | 带垫板符号 | | | | | | | |

（续）

| 序号 | 符号名称 | 国际标准化组织 | 中　国 | 中　国 | 美　国 | 日　本 | 法　国 | 德　国 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ISO 2553—84 | GB 324—××| GB 324—80 | AWS A2.4—79 | JIS Z 3021—81 | NF E04—020 | DIN 1912—82 |
| 5 | 三面焊缝符号 | | | | | | | |
| 6 | 周围焊缝符号 | | | | | | | |
| 7 | 现场符号 | | | | | | | |
| 8 | 尾部符号 | | | | | | | |

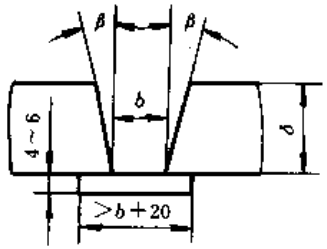
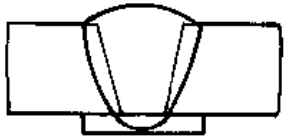
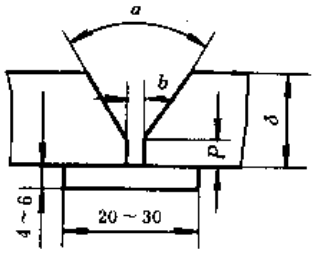
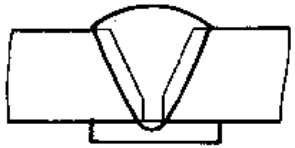
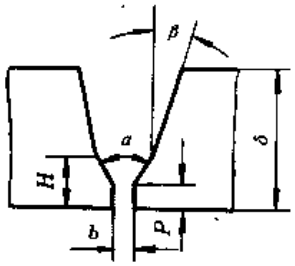
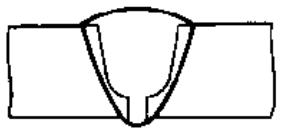
表 9.2-23

| 序号 | 工件厚度 $\delta$（mm） | 名　称 | 符　号 | 坡　口　形　式 | 焊　缝　形　式 | 坡口尺寸（mm） | | | | | 说　明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $\alpha^\circ$（$\beta^\circ$） | $b$ | $p$ | $H$ | $R$ | |
| 1 | 1～2 | 卷边坡口 | |  | | — | — | — | — | 1～2 | 大多不加填充材料 |
| | | | |  |  | | | | | | |

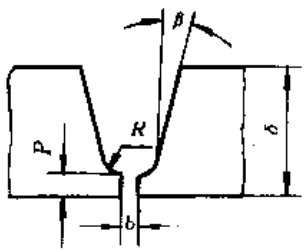
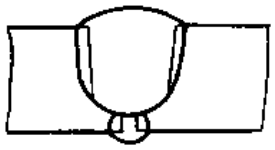
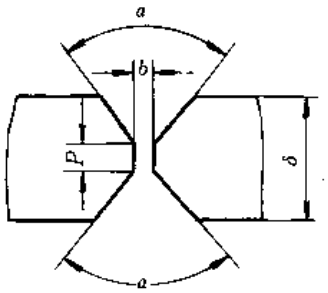
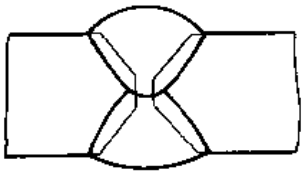
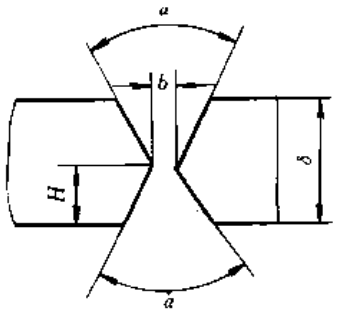
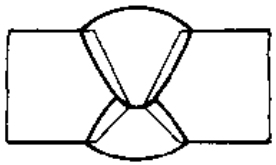
（续）

| 序号 | 工件厚度 $\delta$（mm） | 名称 | 符号 | 坡口形式 | 焊缝形式 | 坡口尺寸（mm） | | | | | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $\alpha$（$\beta$） | $b$ | $p$ | $H$ | $R$ | |
| 2 | 1～3 | I形坡口 | | $b$、$\delta$ | | — | 0～1.5 | — | — | — | |
| | 3～6 | | | | | | 0～2.5 | | | | |
| 3 | 2～4 | I形带垫板坡口 | | $b$、$\delta$、3～4、20～30 | | — | 0～3.5 | — | — | — | |
| 4 | 3～26 | Y形坡口 | | $\alpha$、$p$、$\delta$、$b$ | | 40～60 | 0～3 | 1～4 | — | — | |

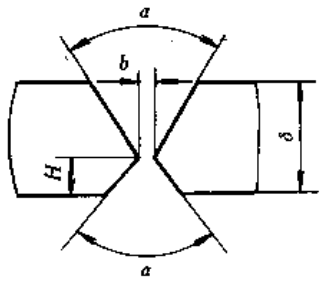
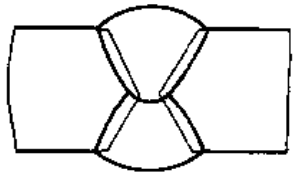
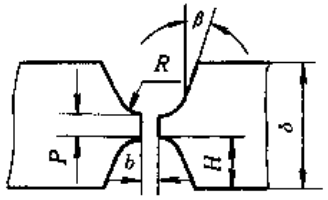
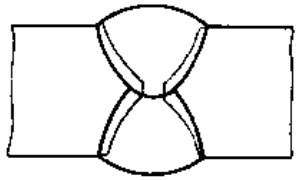
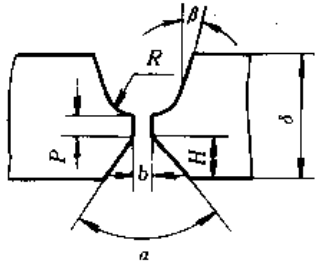
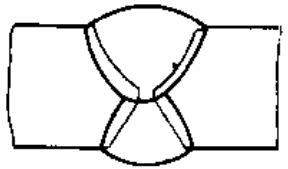
（续）

| 序号 | 工件厚度 $\delta$（mm） | 名称 | 符号 | 坡口形式 | 焊缝形式 | 坡口尺寸（mm） | | | | | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $a^{\circ}$（$\beta^{\circ}$） | $b$ | $p$ | $H$ | $R$ | |
| 5 | >16 | V形带垫板坡口 | |  |  | (5~15) | 6~15 | — | — | — | |
| 6 | 6~26 | Y形带垫板坡口 | |  |  | 45~55 | 3~6 | 0~2 | — | — | |
| 7 | >20 | VY形坡口 | |  | <br> | 60~70<br>(8~10) | 0~3 | 1~3 | 8~10 | — | |
| 8 | 20~60 | 带钝边U形坡口 | | |  | (1~8) | 0~3 | 1~3 | — | 6~8 | |

（续）

| 序号 | 工件厚度 δ（mm） | 名称 | 符号 | 坡口形式 | 焊缝形式 | 坡口尺寸（mm） | | | | | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | α°（β°） | b | p | H | R | |
| 8 | 20～60 | 带钝边U形坡口 | |  |  | (1～8) | 0～3 | 1～3 | — | 6～8 | |
| 9 | 12～60 | 双Y形坡口 | |  |  | 40～60 | 0～3 | 1～3 | — | — | |
| 10 | >10 | 双V形坡口 | |  |  | | | — | $\frac{\delta}{2}$ | — | |

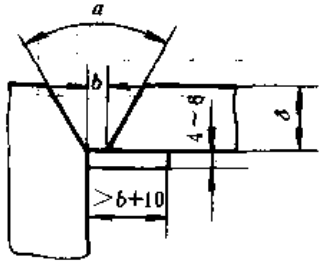
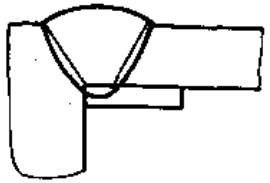
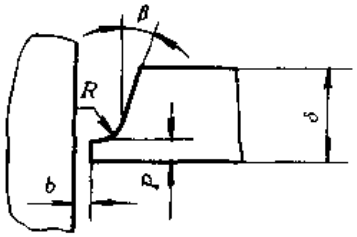
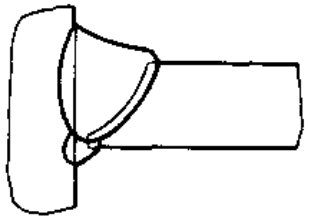
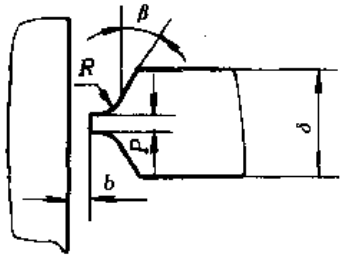
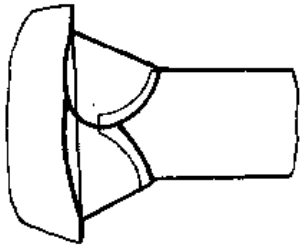
（续）

| 序号 | 工件厚度 $\delta$（mm） | 名称 | 符号 | 坡口形式 | 焊缝形式 | 坡口尺寸（mm） | | | | | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $\alpha$（$\beta$） | $b$ | $p$ | $H$ | $R$ | |
| 11 | >10 | 2/3双V形坡口 | |  |  | 40～60 | 0～3 | — | $\frac{\delta}{3}$ | — | |
| 12 | >30 | 双U形坡口带钝边 | |  |  | (1～8) | | 2～4 | $\frac{\delta-P}{2}$ | 6～8 | |
| 13 | | UY形坡口 | |  |  | 40～60<br>(1～8) | | | | | |

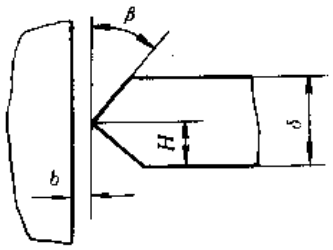
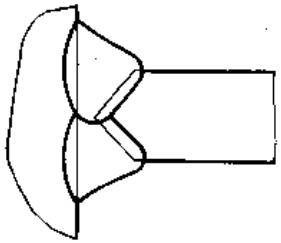
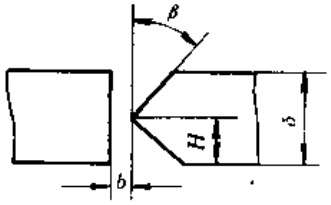
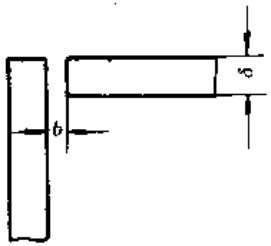
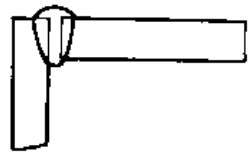
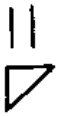
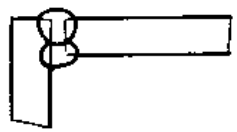
（续）

| 序号 | 工件厚度 $\delta$（mm） | 名称 | 符号 | 坡口形式 | 焊缝形式 | 坡口尺寸（mm） | | | | | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $\alpha$（$\beta$） | $b$ | $p$ | $H$ | $R$ | |
| 14 | 3～40 | 单边V形坡口 | | | | （35～50） | 0～4 | — | — | — | |
| 15 | ＞16 | 单边V形带垫板坡口 | | | | （12～30） | 6～10 | — | — | — | |

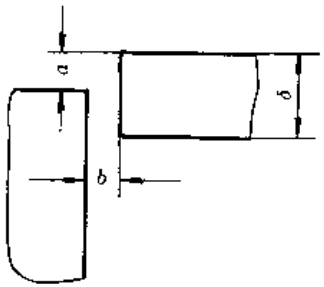
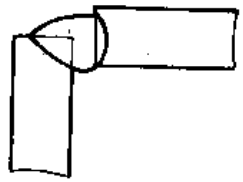
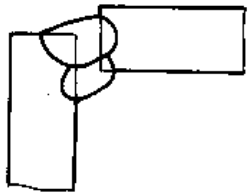
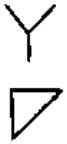
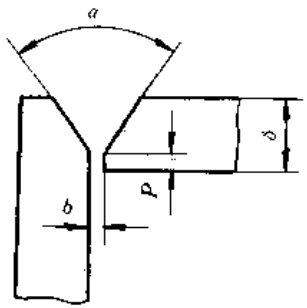
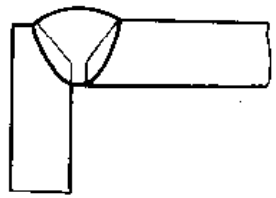
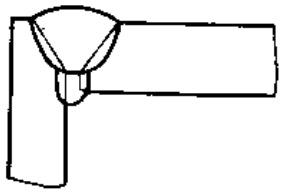
（续）

| 序号 | 工件厚度 $\delta$（mm） | 名称 | 符号 | 坡口形式 | 焊缝形式 | 坡口尺寸（mm） | | | | | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $\alpha°$（$\beta°$） | $b$ | $p$ | $H$ | $R$ | |
| 16 | 6～15 | V形带垫板坡口 | |  |  | 30～40 | 3～5 | — | — | — | |
| | >15 | | | | | 20～30 | 5～8 | | | | |
| 17 | >16 | 带钝边J形坡口 | |  |  | (10～20) | 0～3 | 2～4 | — | 6～8 | |
| 18 | >30 | 带钝边双J形坡口 | |  |  | | | | — | | |

（续）

| 序号 | 工件厚度 $\delta$（mm） | 名称 | 符号 | 坡口形式 | 焊缝形式 | 坡口尺寸（mm） | | | | | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $\alpha^\circ$（$\beta^\circ$） | $b$ | $p$ | $H$ | $R$ | |
| 19 | >10 | 双单边V形坡口 | |  |  | (35～50) | 0～3 | — | $\frac{\delta}{2}$ | — | |
| | | | |  | | | | | | | |
| 20 | 2～8 | I形坡口 | |  |  | — | 0～2 | — | — | — | |
| | | |  | |  | | | | | | |

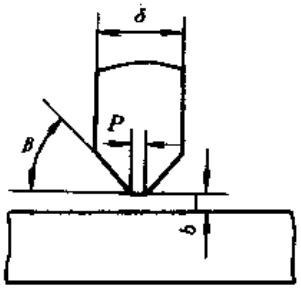
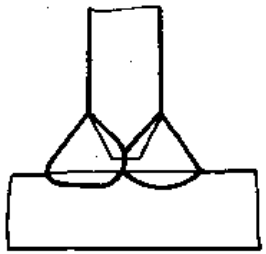
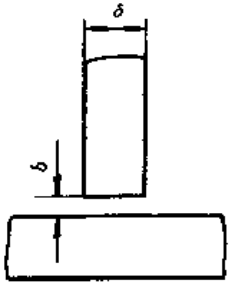
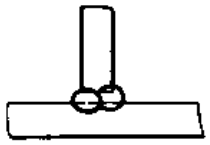
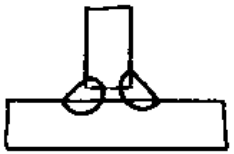
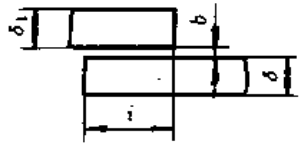
（续）

| 序号 | 工件厚度 $\delta$（mm） | 名称 | 符号 | 坡口形式 | 焊缝形式 | 坡口尺寸（mm） | | | | | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $\alpha'$（$\beta'$） | $b$ | $p$ | $H$ | $R$ | |
| 21 | 4～30 | 错边I形坡口 | |   |   | — | 0～2 | — | — | — | $a$ 值由设计确定 |
| 22 | 12～30 | Y形坡口 |  |   |   | 40～50 | 0～2 | 0～3 | — | — | |

（续）

| 序号 | 工件厚度 $\delta$（mm） | 名称 | 符号 | 坡口形式 | 焊缝形式 | 坡口尺寸（mm） | | | | | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $\alpha'$（$\beta'$） | $b$ | $p$ | $H$ | $R$ | |
| 23 | 6～30 | 带钝边单边V形坡口 | | | | 35～50 | 0～3 | 1～3 | — | — | |
| 24 | 20～40 | 带钝边双单边V形坡口 | | | | | | | — | — | |

（续）

| 序号 | 工件厚度 $\delta$（mm） | 名称 | 符号 | 坡口形式 | 焊缝形式 | 坡口尺寸（mm） | | | | | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $\alpha^\circ$（$\beta^\circ$） | $b$ | $p$ | $H$ | $R$ | |
| 25 | 20～40 | 带钝边双单边V形坡口 | |  |  | (40～50) | 0～3 | 1～3 | — | — | |
| 26 | 2～30 | I形坡口 | |  |  | — | 0～2 | — | — | — | 仅适用于薄板 |
| | | | | |  | | | | | | |
| 27 | | I形坡口 | |  | | — | | — | — | — | $i$ 值由设计确定 |

（续）

| 序号 | 工件厚度 $\delta$（mm） | 名称 | 符号 | 坡口形式 | 焊缝形式 | 坡口尺寸（mm） $\alpha^\circ$（$\beta^\circ$） | $b$ | $p$ | $H$ | $R$ | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 28 | 1～3 | 锁边坡口 | | | | 30～60<br>(0～8) | — | — | — | — | |
| 29 | >2 | 塞焊坡口 | | | | — | — | — | — | — | 孔径 $\phi \geqslant (0.8\sim 2)\delta$ 且 $\leqslant 10$，若为长孔 $L$ 由设计确定，塞焊点间距由设计确定 |

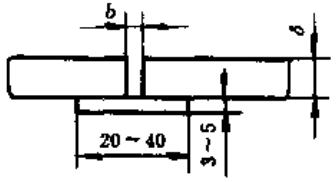
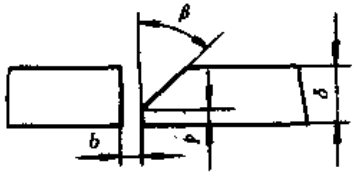
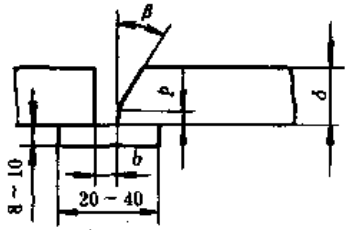
**表 9.2-24** （mm）

| 较薄板厚度 $\delta_1$ | ≥2～5 | >5～9 | >9～12 | >12 |
|---|---|---|---|---|
| 允许厚度差（$\delta-\delta_1$） | 1 | 2 | 3 | 4 |

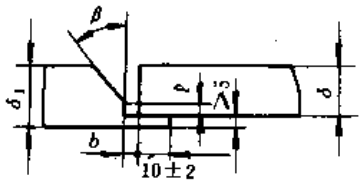
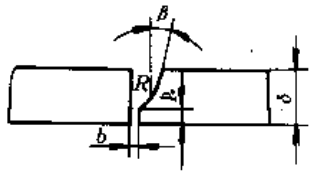
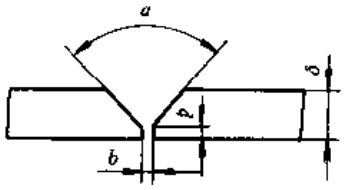
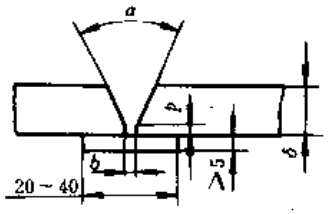
**表 9.2-25**

| 序号 | 工件厚度 $\delta$（mm） | 名称 | 符号 | 坡口形式 | 焊缝形式 | 坡口尺寸（mm） $\alpha^\circ$（$\beta^\circ$） | $b$ | $p$ | $H$ | $R$ | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3～10 | I形坡口 | | | | — | 0～1 | — | — | — | 焊缝有效厚度值由设计者确定 |
| 2 | 3～6 | | | | | — | | — | — | — | 封底焊道允许采用任何明弧焊 |
| 3 | 6～20 | | | | | — | 0～2.5 | — | — | — | 允许后焊侧采用碳弧气刨清根 |

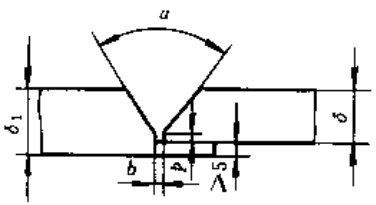
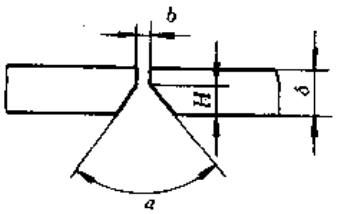
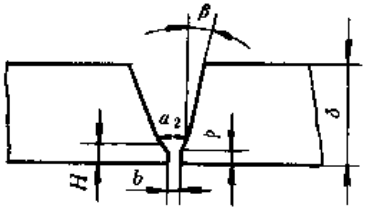
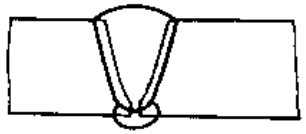
（续）

| 序号 | 工件厚度 $\delta$（mm） | 名称 | 符号 | 坡口形式 | 焊缝形式 | 坡口尺寸（mm） | | | | | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $\alpha°$（$\beta°$） | $b$ | $p$ | $H$ | $R$ | |
| 4 | 6～12 | I形坡口 | | | | — | 0～4 | — | — | — | 需采用HD[1]和TD[2]保护熔池 |
| 5 | 6～24 | | | | | — | | — | — | — | 需采用HD保护熔池 同序号3 |
| 6 | 3～12 | I形带垫板坡口 | |  | | — | 0～5 | — | — | — | |
| 7 | 10～20 | 带钝边单边V形坡口 | |  | | (35°～50°) | 0～4 | 5～8 | — | — | 同序号4 |
| 8 | | | | | | | 0～2.5 | 6～10 | — | — | 同序号3 |
| 9 | 10～30 | 带钝边单边V形带垫板坡口 | |  | | (20°～40°) | 2～5 | 0～4 | — | — | |

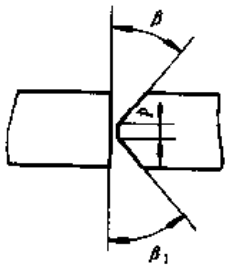
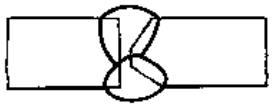
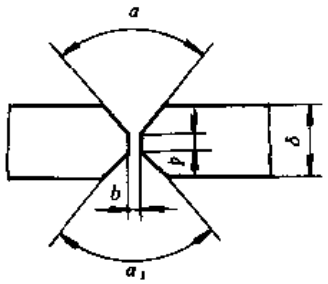
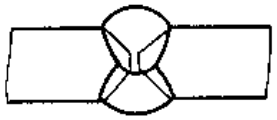
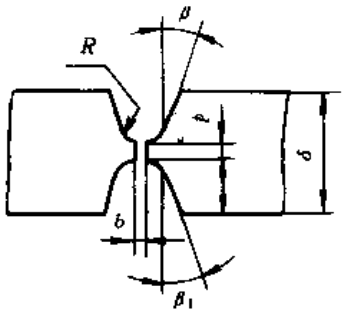
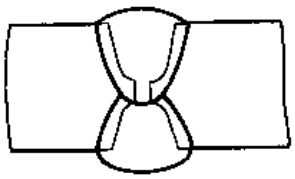
（续）

| 序号 | 工件厚度 $\delta$（mm） | 名称 | 符号 | 坡口形式 | 焊缝形式 | 坡口尺寸（mm） | | | | | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $\alpha^{\circ}$（$\beta^{\circ}$） | $b$ | $p$ | $H$ | $R$ | |
| 10 | 16～30 | 带钝边单边V形锁边坡口 | |  | | （20°～40°） | 2～5 | 0～4 | — | — | |
| 11 | 20～50 | 带钝边J形坡口 | |  | | （6°～12°） | 0～2 | 6～10 | — | 3～10 | |
| 12 | 10～24 | Y形坡口 | |  | | 50°～80° | 0～2.5 | 5～8 | — | — | 同序号4 |
| 13 | | | | | | 40°～80° | | 6～10 | — | — | 同序号3 |
| 14 | 10～30 | Y形带垫板坡口 | |  | | 40°～60° | 2～5 | 2～5 | — | — | |

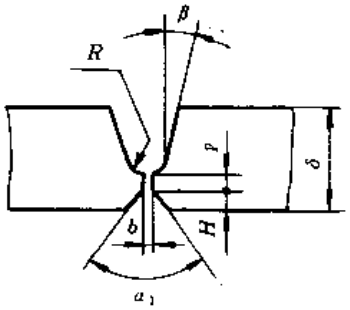
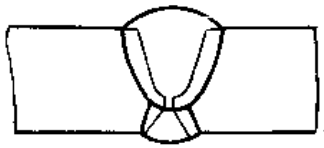
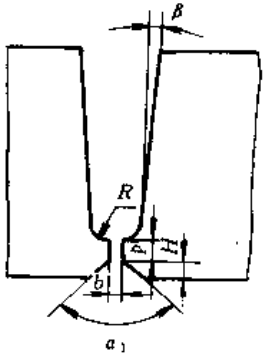
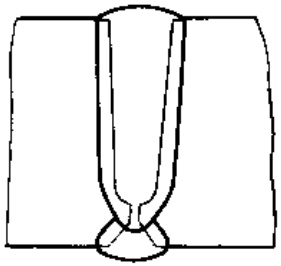
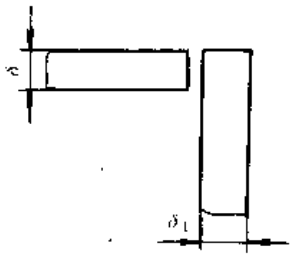
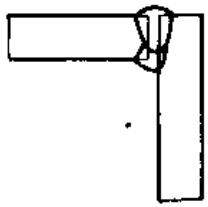
（续）

| 序号 | 工件厚度 δ（mm） | 名称 | 符号 | 坡口形式 | 焊缝形式 | 坡口尺寸（mm） | | | | | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | α°（β°） | b | p | H | R | |
| 15 | 16～30 | V形锁边坡口 | |  | | 40°～60° | 2～5 | 2～5 | | | |
| 16 | 6～16 | 反Y形坡口 | |  | | 60°～70° | 0～3 | -- | 5～10 | — | 坡口侧采用手工明弧焊同序号3 |
| 17 | 30～60 | VY形复合坡口 | |  |  | (8°～12°) 65°～72° | 0～2.5 | 1～3 | 8～12 | — | 底焊缝采用任何明弧焊，全焊透至H高度 |

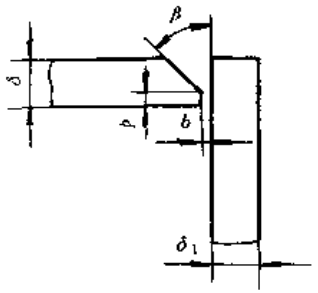
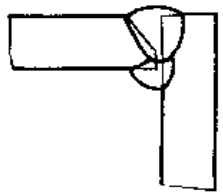
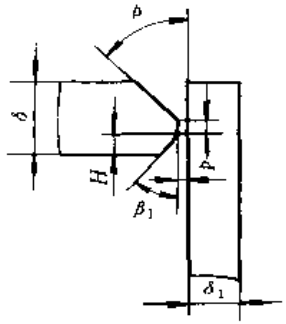
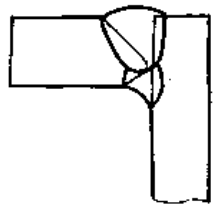
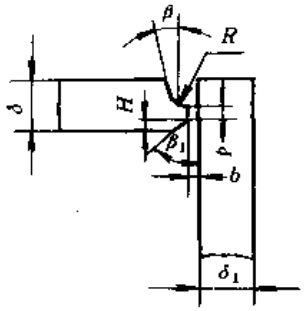
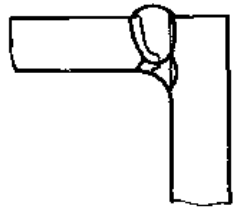
（续）

| 序号 | 工件厚度 $\delta$（mm） | 名称 | 符号 | 坡口形式 | 焊缝形式 | 坡口尺寸（mm） | | | | | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $\alpha'$（$\beta'$） | $b$ | $p$ | $H$ | $R$ | |
| 18 | 20～30 | 带钝边双单边V形坡口 | |  |  | $\beta$=45°～60° $\beta_1$=40°～50° | 0～2.5 | 5～10 | — | — | 允许采用不对称坡口 |
| 19 | 24～60 | 双Y形坡口 | |  |  | $\alpha$=50°～80° $\alpha_1$=50°～60° | | | — | — | 1. $\alpha=\alpha_1$，只标出$\alpha$值<br>2. 允许采用角度不对称，高度不对称，角度高度都不对称的双“Y”坡口 |
| 20 | 50～160 | 带钝边双U形坡口 | |  |  | (5°～12°) | 0～2.5 | 6～10 | — | 6～10 | 1. $\beta=\beta_1$，只标出$\beta$值<br>2. 允许采用角度不对称，高度不对称，角度高度都不对称的双“U”坡口 |

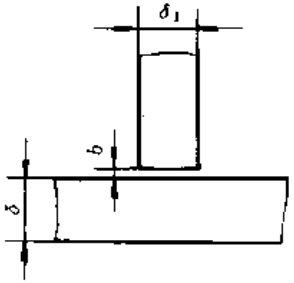
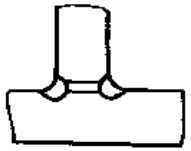
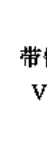
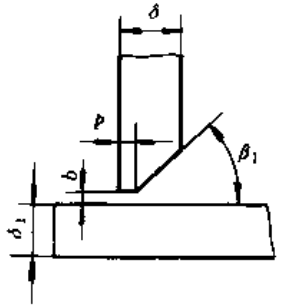
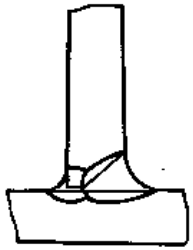
（续）

| 序号 | 工件厚度 δ（mm） | 名称 | 符号 | 坡口形式 | 焊缝形式 | 坡口尺寸（mm） | | | | | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | α°（β°） | b | p | H | R | |
| 21 | 40～160 | UY形坡口 | |  |  | （5°～10°）70°～80° | 0～2.5 | 2～3 | 9～11 | 8～11 | 同序号2 |
| 22 | 60～250 | 窄间隙坡口 | |  |  | （1°～3°）70°～80° | 0～2 | 1.5～2.5 | | | 1. 窄间隙坡口适用于首层焊一道，以后每层焊两道。<br>2. 内坡口侧采用任何明弧焊 |
| 23 | 6～14 | I形坡口 | |  |  | — | 0～2.5 | — | — | — | $\delta>\delta_1$：同序号2 |

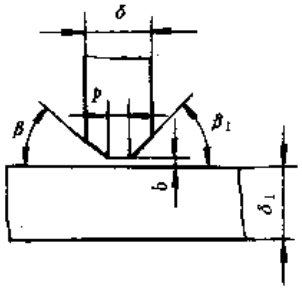
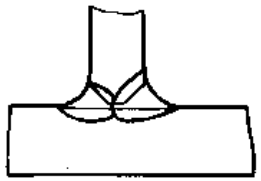
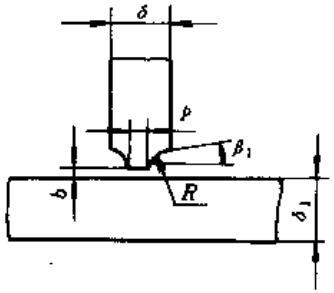
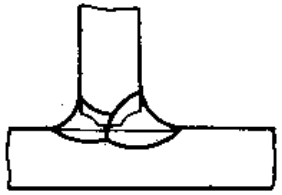
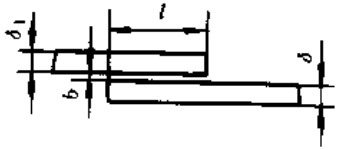
（续）

| 序号 | 工件厚度 $\delta$（mm） | 名称 | 符号 | 坡口形式 | 焊缝形式 | 坡口尺寸（mm） $\alpha$（$\beta$） | $b$ | $p$ | $H$ | $R$ | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | 10～20 | 带钝边单边V形坡口 | |  |  | （35°～45°） | 0～2.5 | 0～3 | — | — | 同序号2 |
| 25 | 20～40 | 带钝边双面单边V形坡口 | |  |  | $\beta$=35°～45° $\beta_1$=40°～50° | 0～2.5 | 1～3 | 0～10 | — | 同序号2 |
| 26 | 30～120 | 带钝边J形单边V形组合坡口 | |  |  | $\beta$=10°～20° $\beta_1$=40°～50° | 0～2.5 | 1～3 | 0～10 | 7～10 | 同序号2 |

（续）

| 序号 | 工件厚度 $\delta$（mm） | 名称 | 符号 | 坡口形式 | 焊缝形式 | 坡口尺寸（mm） | | | | | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $\alpha^\circ$（$\beta^\circ$） | $b$ | $p$ | $H$ | $R$ | |
| 27 | 2～60 | I形坡口 |  |  | | — | 0～3 | — | — | — | |
| 28 | | |  | |  | — | 0～2 | — | — | — | |
| 29 | 10～24 | 带钝边单边V形坡口 |  |  |  | （35°～45°） | 0～2.5 | 3～7 | — | — | 同序号2 |

（续）

| 序号 | 工件厚度 $\delta$（mm） | 名称 | 符号 | 坡口形式 | 焊缝形式 | 坡口尺寸（mm） | | | | | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $\alpha^{\circ}$（$\beta^{\circ}$） | $b$ | $p$ | $H$ | $R$ | |
| 30 | 10～40 | 带钝边双单边V形坡口 | |  |  | （10°～50°） | 0～2.5 | 3～5 | — | — | 允许采用对称坡口 |
| 31 | 30～60 | 带钝边双J形坡口 | |  |  | （30°～50°） | | | — | 5～7 | 同序号3 |
| 32 | 3～12 | 搭接接头 | |  | | — | 0～1 | — | — | — | 搭接长度 $l$ 根据具体情况定 |

①HD表示采用熔剂垫。

②TD表示采用铜垫。

（2）埋弧焊焊缝坡口的基本形式和尺寸

a）埋弧焊焊缝坡口的基本形式和尺寸应符合表 9.2-25 的规定。

b）焊缝在图样中的表示符号应符合 GB324—88《焊缝符号表示法》。

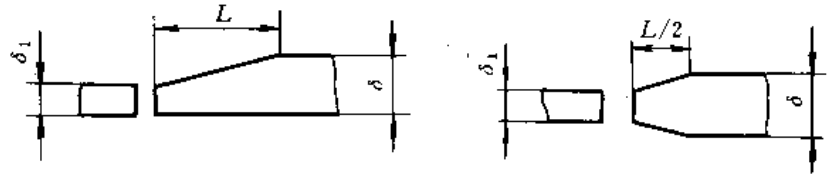
c）为了获得全焊透焊缝，允许焊缝清根。

d）不同厚度钢板对接焊的重要受力接头，如果两板厚度差（$\delta-\delta_1$）符合表 9.2-26 规定时，其坡口尺寸按厚板的厚度选择，否则，厚钢板要按图 9.2-38 规定削薄。厚板单面削薄按图 9.2-38a 规定，双面削薄按图 9.2-38b 规定，削薄长度 $L\geqslant 3(\delta-\delta_1)$。

e）特殊需要的焊缝坡口形式和尺寸，可根据具体情况自行规定。

表 9.2-26　（mm）

| 薄板厚度 | >2～5 | >5～9 | >9～12 | >12 |
|---|---|---|---|---|
| 允许厚度差（$\delta-\delta_1$） | 1 | 2 | 3 | 4 |




a）　　b）

图 9.2-38

### 2.2.2　标准的特点和应用

1）GB985—88 是对 GB985—80 的修订。这次修订增加了气焊和气体保护焊两种工艺方法，并增补了原来没有的接头形式共 14 种，这样从两个方面扩大了使用范围。此外，减少了单边 V 形、K 形、双 U 形等坡口及坡口面角度，这样可大大节省焊接材料的消耗，提高工效。

2）GB986—88 是对 GB986—80 的修订。这次修订列入了窄间隙坡口形式和尺寸等，以满足生产新技术的要求，同时取消了两种应用手工焊较方便的接头形式。由于埋弧焊工艺在压力容器、造船、重型机械、化工容器和核动力装置中应用较多，各行业中又有各自的特点，因此该标准只能作为埋弧焊接头基本形式和尺寸的通用标准。其适用范围只适用碳钢、低合金钢及某些高合金钢，至于铜、铝等有色金属及稀有金属不锈钢等高合金钢只能以该标准作参考。

### 2.2.3　与国际标准的对比

1）GB985—88 主要参照采用了德国 DIN8551—76《焊缝坡口准备：钢焊缝坡口形状、气焊、手工电弧焊和气体保护焊》，国际标准化组织 ISO/TC44/SC7 提出的同类标准草案，基本内容与 DIN8551—76 相同，在其基础上增补了一些坡口形式。从总体上来看，DIN8551 坡口形式比较全，参数合理，属通用性标准。美国 ANSI/AWSD1.1—85《钢结构焊接范围》、ANSI/AWS C5.6—76《熔化极气体保护焊推荐方法》及日本 JIS Z3605—77《半自动焊焊接作业标准》均按产品结构和焊接工艺方法不同而分别制订标准，无通用标准，但就其某些坡口具体参数基本与德国标准相近，无很大差异。

2）GB986—88 主要参照采用了德国 DIN8551T4—1976《埋弧焊用钢焊缝坡口形式》，ISO 和 TEC 国际通用标准中尚无埋弧焊接头形式和尺寸标准，美、日、英、法等国还没有较完整的国家标准。DIN8551T4 中有横焊接头形式和尺寸标准部分，由于我国在进行横焊时，一般都采用手工焊，因而这部分内容没有列入国家标准之中。另外，对 DIN8551T4 中的无钝边开口 V 形坡口，因国内应用不多，没有列入国家标准。GB986—88 中还根据国内的生产实际，增加了如窄间隙坡口形式和尺寸等内容。

## 2.3　金属焊接及钎焊方法在图样上的表示代号（GB5185—85）

GB5185—85《金属焊接及钎焊方法在图样上的表示代号》规定了用阿拉伯数字代号来表示金属焊接及钎焊等各种焊接方法，此数字代号均可在图样上作为焊接方法来使用。本标准与 GB324—88《焊缝符号表示法》配套使用。

### 2.3.1　标准的主要内容

各种焊接方法及其数字代号如下：

**1　电弧焊**

11　无气体保护的电弧焊

111　手弧焊（涂料焊条熔化极电弧焊）
112　重力焊（涂料焊条重力电弧焊）
113　光焊丝电弧焊
114　药芯焊丝电弧焊
115　涂层焊丝电弧焊
116　熔化极电弧点焊
118　躺焊
12　埋弧焊
121　丝极埋弧焊
122　带极埋弧焊
13　熔化极气体保护电弧焊
131　MIG 焊：熔化极惰性气体保护焊（含熔化极氩弧焊）
135　MAG 焊：熔化极非惰性气体保护焊（含二氧化碳气体保护焊）
136　非惰性气体保护药芯焊丝电弧焊
137　非惰性气体保护熔化极电弧点焊
14　非熔化极气体保护电弧焊
141　TIG 焊：钨极惰性气体保护焊（含钨极氩弧焊）
142　TIG 点焊
149　原子氢焊
15　等离子弧焊
151　大电流等离子弧焊
152　微束等离子弧焊
153　等离子粉末堆焊（喷焊）
154　等离子填丝堆焊（冷·热丝）
155　等离子 MIG 焊
156　等离子弧点焊
18　其它电弧焊方法
181　碳弧焊
185　旋弧焊

**2　电阻焊**

21　点焊
22　缝焊
221　搭接缝焊
225　加带缝焊
23　凸焊
24　闪光焊
25　电阻对焊
29　其它电阻焊方法
291　高频电阻焊

**3　气焊**

31　氧-燃气焊
311　氧-乙炔焊
312　氧-丙烷焊
313　氢-氧焊
32　空气-燃气焊
321　空气-乙炔焊
322　空气-丙烷焊
33　氧-乙炔喷焊（堆焊）

**4　压焊**

41　超声波焊
42　摩擦焊
43　锻焊
44　高机械能焊
441　爆炸焊
45　扩散焊
47　气压焊
48　冷压焊

**7　其它焊接方法**

71　铝热焊
72　电渣焊
73　气电立焊
74　感应焊
75　光束焊
751　激光焊
752　弧光光束焊
753　红外线焊
76　电子束焊
77　储能焊
78　螺柱焊
781　螺柱电弧焊
782　螺柱电阻焊

**9　硬钎焊、软钎焊、钎接焊**

91　硬钎焊
911　红外线硬钎焊
912　火焰硬钎焊
913　炉中硬钎焊
914　浸沾硬钎焊
915　盐浴硬钎焊
916　感应硬钎焊
917　超声波硬钎焊
918　电阻硬钎焊
919　扩散硬钎焊
923　摩擦硬钎焊
924　真空硬钎焊
93　其它硬钎焊方法
94　软钎焊
941　红外线软钎焊

942　火焰软钎焊
943　炉中软钎焊
944　浸沾软钎焊
945　盐浴软钎焊
946　感应软钎焊
947　超声波软钎焊
948　电阻软钎焊
949　扩散软钎焊
951　波峰浇注软钎焊
952　烙铁软钎焊
953　摩擦软钎焊
954　真空软钎焊
96　其它软钎焊方法
97　钎接焊
971　气体钎接焊
972　电弧钎接焊

### 2.3.2　标准的特点和应用

（1）金属焊接及钎焊方法在图样上用代号的表示方法

a）单一焊接方法代号的表示，如角焊缝采用手工电弧焊时为图 9.2-39。

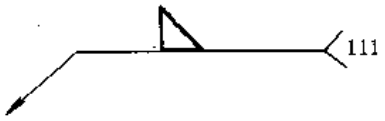



图　9.2-39

b）组合焊接方法代号的表示，即一个焊接接头同时采用两种焊接方法，如 V 型焊缝先用等离子焊打底，后用埋弧焊盖面时为图 9.2-40。

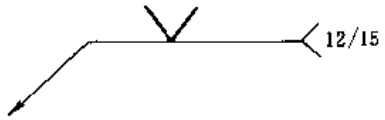



图　9.2-40

（2）焊接方法新旧代号对照表

GB5185—85 和 GB324—64《焊缝代号》中规定的焊接方法代号对照见表 9.2-27。

表　9.2-27

| 焊接方法名称 | GB 5185—85 | GB 324—64 |
|---|---|---|
| 涂料焊条电弧焊（手弧焊） | 111 | *S* |
| 埋弧焊 | 12 | *Z* |
| 熔化极气保焊（MIG） | 131 | *C* |
| 非熔化极气保焊（TIG） | 135 | *A* |
| 原子氢焊 | 149 | *Y* |
| 气焊 | 3 | *Q* |
| 摩擦焊 | 42 | *M* |
| 冷压焊 | 48 | *L* |
| 电渣焊 | 72 | *D* |
| 电阻对焊 | 25 | *J* |
| 硬钎焊 | 91 | *H* |

（续）

### 2.3.3　与国际标准的对比

GB5185 等效采用 ISO4063—1978《金属焊接及钎焊方法在图纸上的表示代号》。ISO4063—1978 在 1990 年修订为 ISO4063—1990，该标准与 GB5185—85 有以下区别：

（1）增加了以下内容：
0　熔化焊
101　金属电弧焊
222　压平缝焊
956　拖曳软钎焊
（2）减少了以下内容
116　熔化极电弧点焊
142　TIG 点焊
152　微束等离子弧焊
153　等离子粉末堆焊（喷焊）
154　等离子填丝堆焊（冷、热丝）
155　等离子 MIG 焊
156　等离子弧点焊
33　氧-乙炔喷焊（堆焊）

## 3　机械加工定位、夹紧类

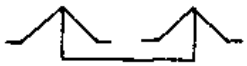
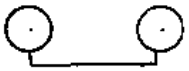
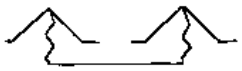
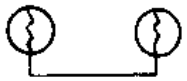
JB/T 5061—91《机械加工定位、夹紧符号》规定了机械加工定位支承符号（简称定位符号），辅助支承符号、夹紧符号和常用定位，夹紧装置符号（简称装置符号）的类型，画法和使用要求。适用于机械制造行业在设计产品零、部件机械加工工艺规程和编制工艺装备设计任务书时使用。

### 3.1　标准的主要内容

#### 3.1.1　定位支承符号

定位支承符号按表 9.2-28 的规定。

表 9.2-28

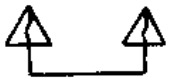
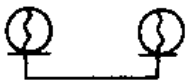
| 定位支承类型 | 符号 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 独立定位 | | 联合定位 | |
| | 标注在视图轮廓线上 | 标注在视图正面① | 标注在视图轮廓线上 | 标注在视图正面① |
| 固定式 | | |  |  |
| 活动式 | | |  |  |

① 视图正面是指观察者面对的投影面。

### 3.1.2 辅助支承符号

辅助支承符号按表 9.2-29 的规定。

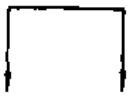
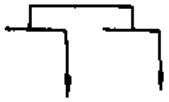
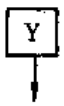
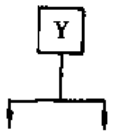
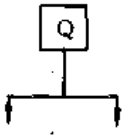
表 9.2-29

| 独立支承 | | 联合支承 | |
|---|---|---|---|
| 标注在视图轮廓线上 | 标注在视图正面 | 标注在视图轮廓线上 | 标注在视图正面 |
| | |  |  |

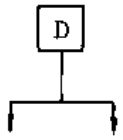
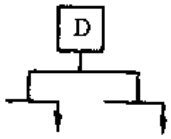
### 3.1.3 夹紧符号

夹紧符号按表 9.2-30 的规定。表中的字母代号为　　大写汉语拼音字母。

表 9.2-30

| 夹紧动力源类型 | 符号 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 独立夹紧 | | 联合夹紧 | |
| | 标注在视图轮廓线上 | 标注在视图正面 | 标注在视图轮廓线上 | 标注在视图正面 |
| 手动夹紧 |  | |  |  |
| 液压夹紧 |  | |  | |
| 气动夹紧 | | |  | |

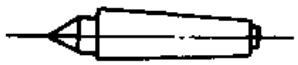
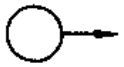
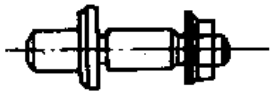
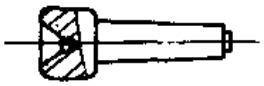
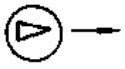
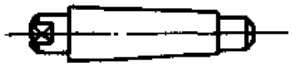
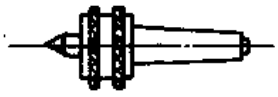
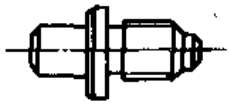
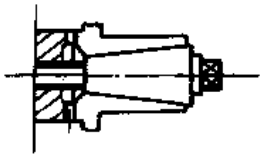
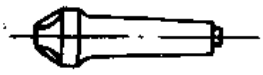
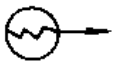
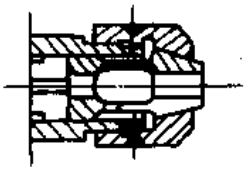
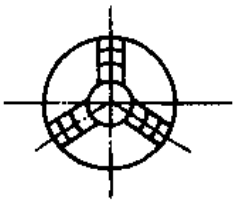
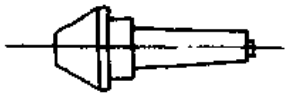
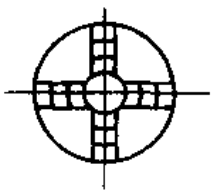
（续）

| 夹紧动力源类型 | 符号 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 独立夹紧 | | 联合夹紧 | |
| | 标注在视图轮廓线上 | 标注在视图正面 | 标注在视图轮廓线上 | 标注在视图正面 |
| 电磁夹紧 | | |  |  |

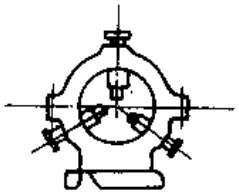
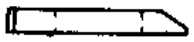
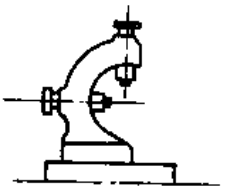
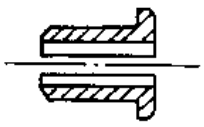
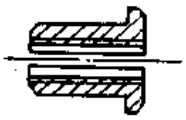
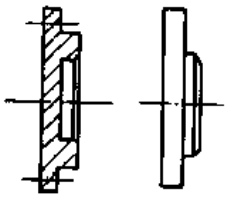
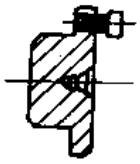
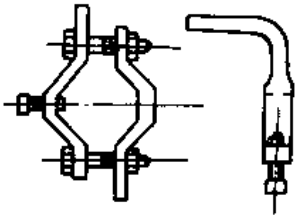
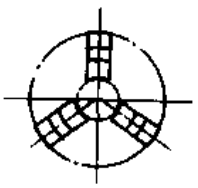
### 3.1.4　常用装置符号

常用装置符号按表 9.2-31 的规定。

**表　9.2-31**

| 序号 | 符号 | 名称 | 简图 | 序号 | 符号 | 名称 | 简图 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | 固定顶尖 |  | 8 |  | 圆柱心轴 |  |
| 2 | | 内顶尖 |  | 9 |  | 锥度心轴 |  |
| 3 | | 回转顶尖 |  | 10 | | 螺纹心轴 |  <br>（花键心轴也用此符号） |
| 4 | | 外拨顶尖 | | 11 | | 弹性心轴 |  <br>（包括塑料心轴） |
| 5 | | 内拨顶尖 |  | |  | 弹簧夹头 |  |
| 6 | | 浮动顶尖 | | 12 | | 三爪卡盘 |  |
| 7 | | 伞形顶尖 |  | 13 | | 四爪卡盘 |  |

（续）

| 序号 | 符号 | 名称 | 简图 | 序号 | 符号 | 名称 | 简图 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | | 中心架 |  | 21 | | 压板 |  |
| 15 | | 跟刀架 |  | 22 | | 角铁 | |
| 16 | | 圆柱衬套 |  | 23 | | 可调支承 | |
| 17 | | 螺纹衬套 |  | 24 | | 平口钳 | |
| 18 | | 止口盘 |  | 25 | | 中心堵 |  |
| 19 | | 拨杆 |  | 26 | | V形铁 | |
| 20 | | 垫铁 | | 27 | | 软爪 |  |

### 3.1.5　各类符号画法

1）定位支承符号和辅助支承的尺寸按图 9.2-41 的规定。活动式定位支承符号和辅助支承符号内的波纹形状不作具体规定。符号的图线按 GB4457.4—84《机械制图　图线》中规定的线型宽度 $b/3$，符号高度 $h$ 应是工艺图中数字高度的 1～1.5 倍。这些符号允许标注在视图轮廓的延长线上，或投影面的引出线上，如表 9.2-32 中的序号 19 和 29 及表 9.2-33 中的序号 3 和 4 所示。未剖切的中心孔引出线应由轴线与端面的交点开始，如表 9.2-32 中序号 1 和 2 所示。在工件的一个定位面上布置两个以上的定位点，且对每个点的位置无特定要求时，允许用定位符号右边加数字的方法进行表示，不必将每个定位点的符号都画出，符号右边数字的高度应与符号的高度 $h$ 一致。

联合定位与辅助支承符号的基本图形尺寸应符合图 9.2-41 的规定，基本符号间的连线长度可根据工序图中的位置确定。连线允许画成折线，如表 9.2-32 序号 29 所示。

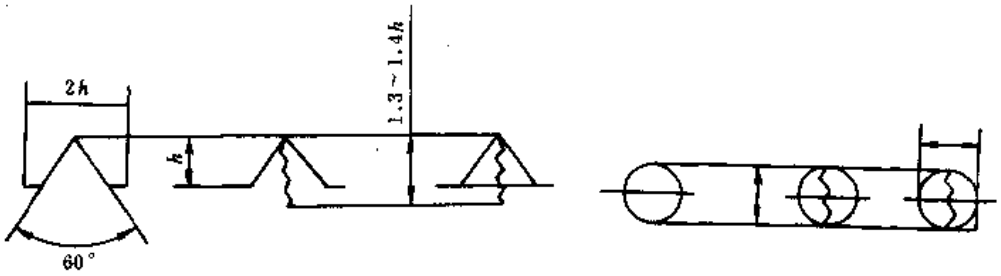



图　9.2-41

2）夹紧符号的尺寸应根据工艺图的大小与位置确定。图线宽度按 GB4457.4 中规定的线型宽度 $b/3$。

联动夹紧符号的连线长度应根据工艺图中的位置确定，允许连续画成折线，如表 9.2-32 中序号 28 所示。

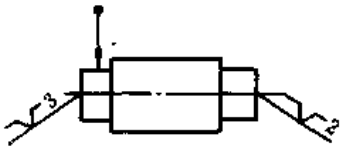
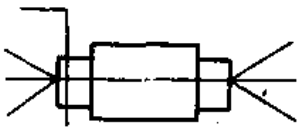
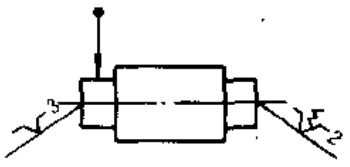
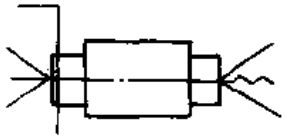
3）装置符号的大小应根据工艺图中的位置确定，其图线宽度按 GB4457.4 中规定的线型宽度 $b/3$。

## 3.2　标准的特点和应用

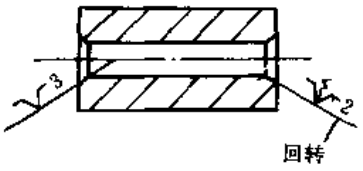
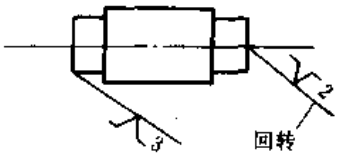
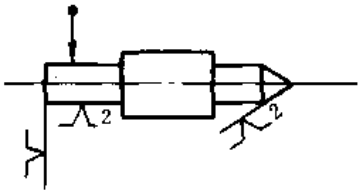
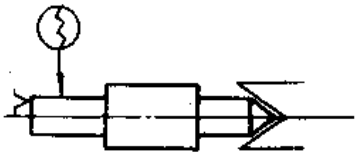
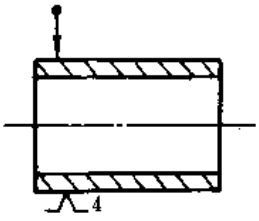
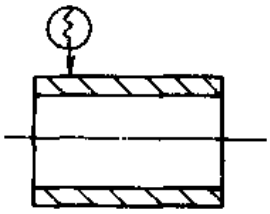
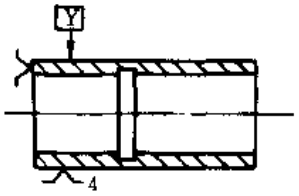
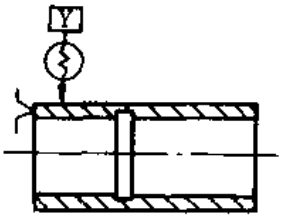
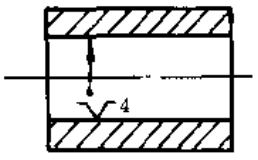
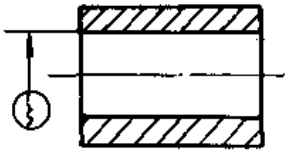
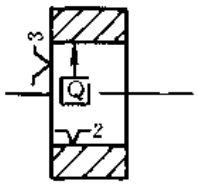
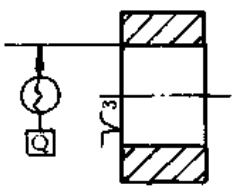
1）机械加工定位、夹紧及其装置符号是在设计零件机械加工工艺规程中经常要用的符号语言。使用这些符号比用文字叙述或给定位夹紧装置图要简单、明瞭，而且还可大大节省工艺设计时间。

2）定位符号、夹紧符号和装置符号可单独使用，也可联合使用。当仅用符号表示不明确时，可用文字补充说明。定位、夹紧符号和装置符号的标注示例见表 9.2-32。定位、夹紧符号应用及相对应的夹具结构示例见表 9.2-33。

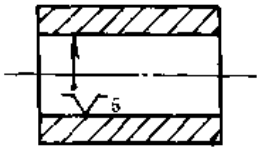
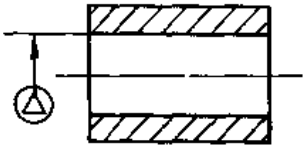
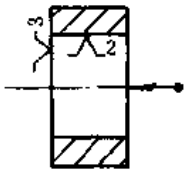
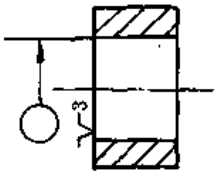
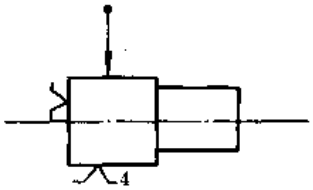
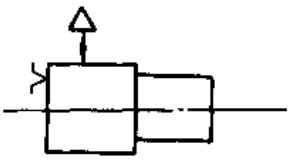
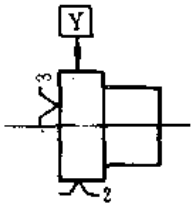
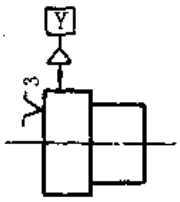
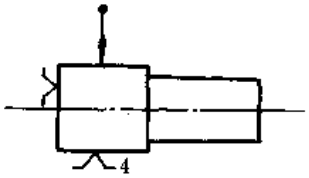
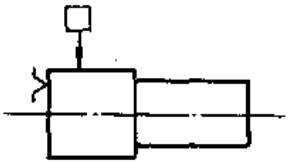
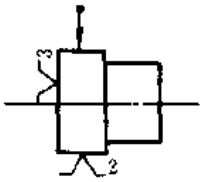
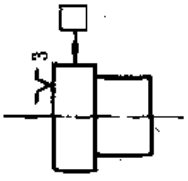
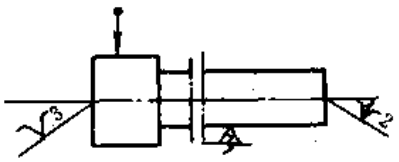
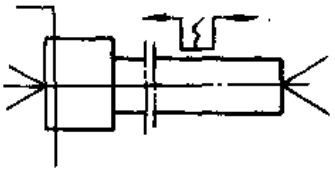
表　9.2-32

| 序号 | 说　明 | 定位、夹紧符号标注示意图 | 装置符号标注或与定位、夹紧符号联合标注示意图 |
|---|---|---|---|
| 1 | 床头固定顶尖、床尾固定顶尖定位拨杆夹紧 |  |  |
| 2 | 床头固定顶尖、床尾浮动顶尖定位拨杆夹紧 |  |  |

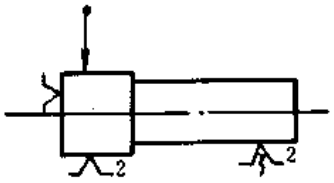
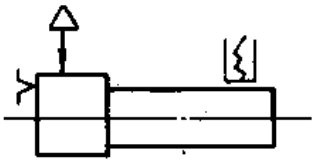
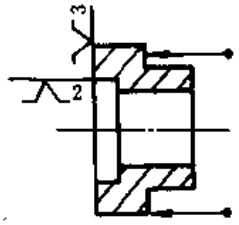
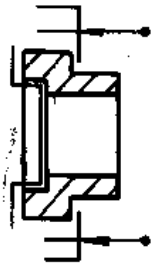
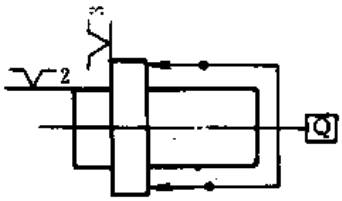
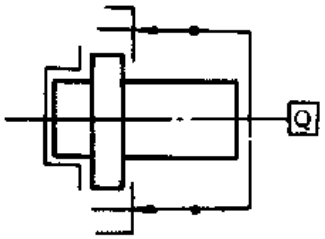
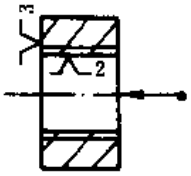
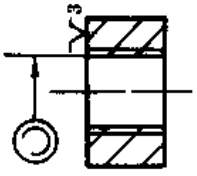
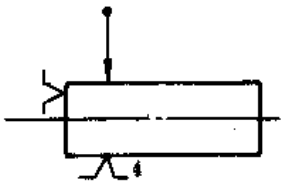
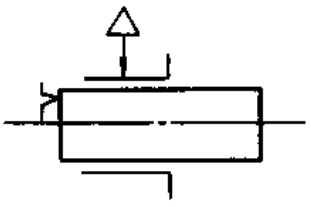
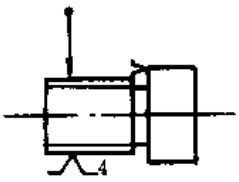
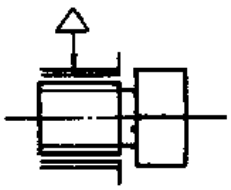
（续）

| 序号 | 说　明 | 定位、夹紧符号标注示意图 | 装置符号标注或与定位、夹紧符号联合标注示意图 |
|---|---|---|---|
| 3 | 床头内拨顶尖、床尾回转顶尖定位夹紧 |  | |
| 4 | 床头外拨顶尖，床尾回转顶尖定位夹紧 |  | |
| 5 | 床头弹簧夹头定位夹紧，夹头内带有轴向定位，床尾内顶尖定位 |  |  |
| 6 | 弹簧夹头定位夹紧 |  |  |
| 7 | 液压弹簧夹头定位夹紧，夹头内带有轴向定位 |  |  |
| 8 | 弹性心轴定位夹紧 |  |  |
| 9 | 气动弹性心轴定位夹紧，带端面定位 |  |  |

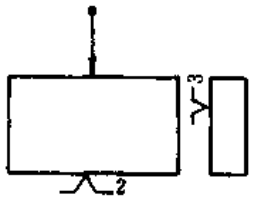
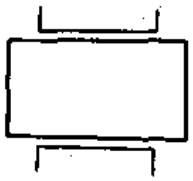
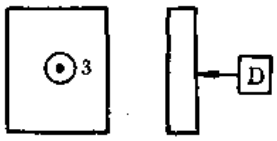
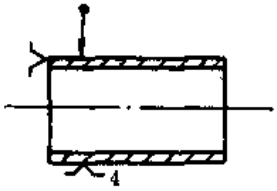
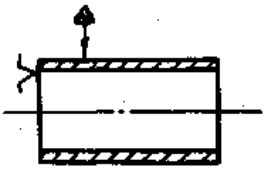
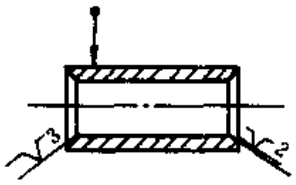
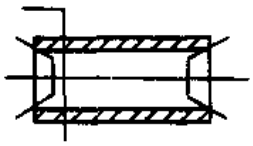
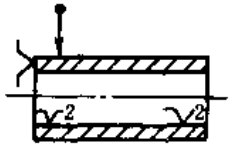
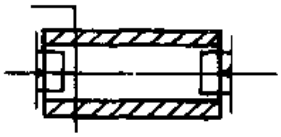
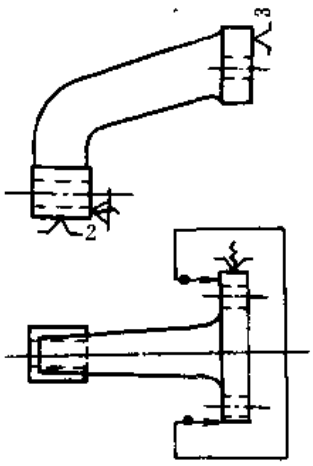
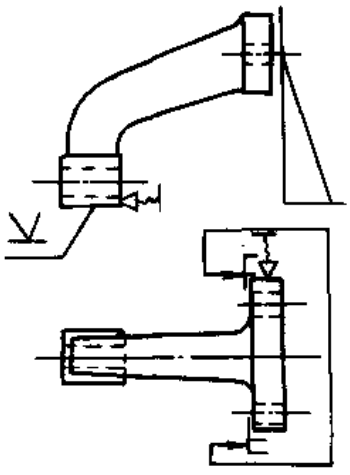
（续）

| 序号 | 说　明 | 定位、夹紧符号标注示意图 | 装置符号标注或与定位、夹紧符号联合标注示意图 |
|---|---|---|---|
| 10 | 锥度心轴定位夹紧 |  |  |
| 11 | 圆柱心轴定位夹紧，带端面定位 |  |  |
| 12 | 三爪卡盘定位夹紧 |  |  |
| 13 | 液压三爪卡盘定位夹紧，带端面定位 |  |  |
| 14 | 四爪卡盘定位夹紧，带轴向定位 |  |  |
| 15 | 四爪卡盘定位夹紧，带端面定位 |  |  |
| 16 | 床头固定顶尖，床尾浮动顶尖定位，中部有跟刀架辅助支承，拨杆夹紧（细长轴类零件） |  |  |

（续）

| 序号 | 说　明 | 定位、夹紧符号标注示意图 | 装置符号标注或与定位、夹紧符号联合标注示意图 |
|---|---|---|---|
| 17 | 床头三爪卡盘带轴向定位夹紧，床尾中心架支承定位 |  |  |
| 18 | 止口盘定位螺栓压板夹紧 |  |  |
| 19 | 止口盘定位气动压板联动夹紧 |  |  |
| 20 | 螺纹心轴定位夹紧 |  |  |
| 21 | 圆柱衬套带有轴向定位，外用三爪卡盘夹紧 |  |  |
| 22 | 螺纹衬套定位，外用三爪卡盘夹紧 |  |  |

（续）

| 序号 | 说　明 | 定位、夹紧符号标注示意图 | 装置符号标注或与定位、夹紧符号联合标注示意图 |
|---|---|---|---|
| 23 | 平口钳定位夹紧 |  |  |
| 24 | 电磁盘定位夹紧 |  | |
| 25 | 软爪三爪卡盘定位卡紧 |  |  |
| 26 | 床头伞形顶尖，床尾伞形顶尖定位，拨杆夹紧 |  |  |
| 27 | 床头中心塔，床尾中心塔定位，拨杆夹紧 |  |  |
| 28 | 角铁、V 形铁及可调支承定位，下部加辅助可调支承，压板联动夹紧 |  |  |

（续）

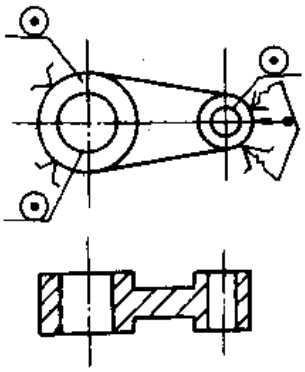
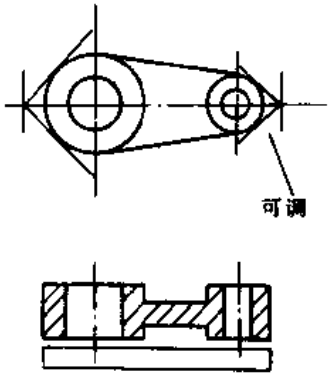
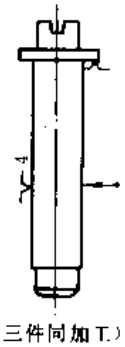
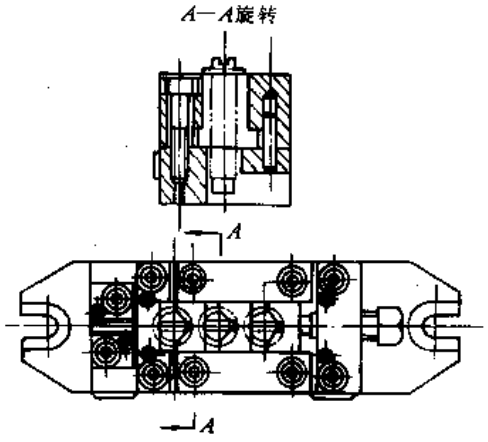
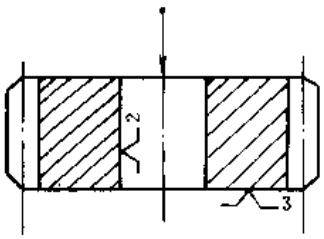
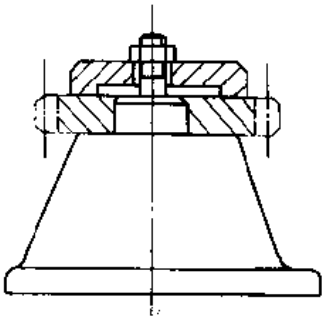
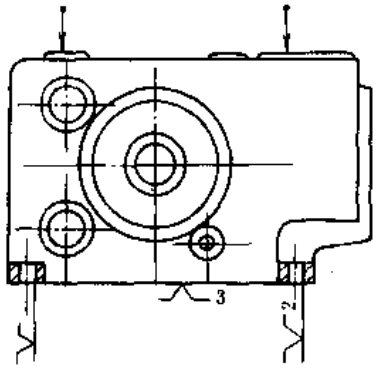
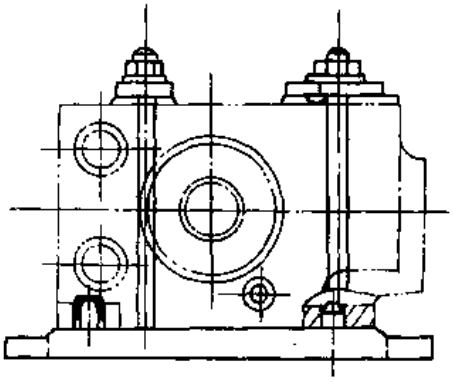
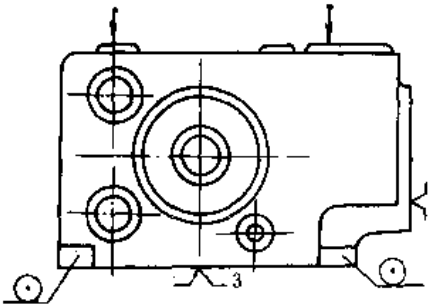
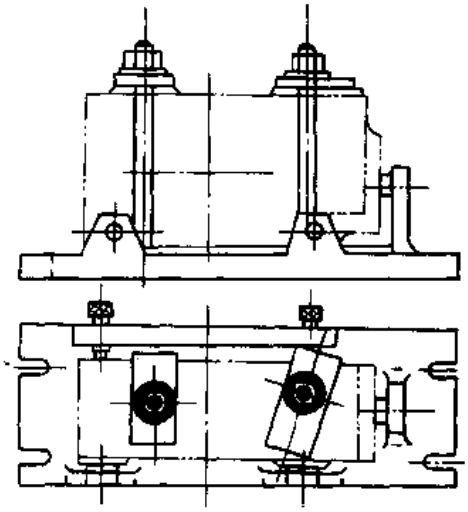
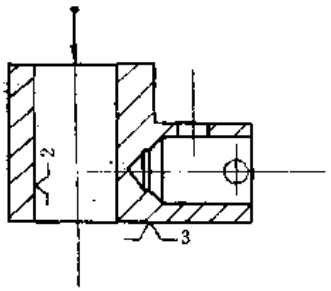
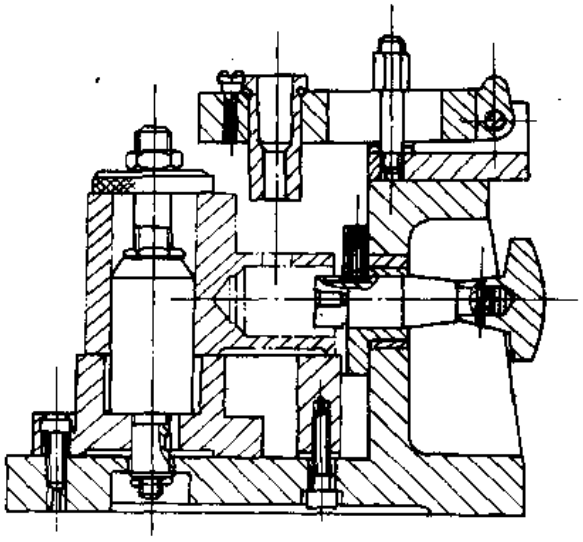
| 序号 | 说　明 | 定位、夹紧符号标注示意图 | 装置符号标注或与定位、夹紧符号联合标注示意图 |
|---|---|---|---|
| 29 | 一端固定V形铁，下平面垫铁定位，另一端可调V形铁定位夹紧 |  |  |

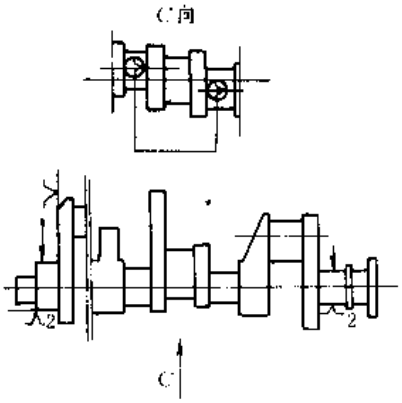
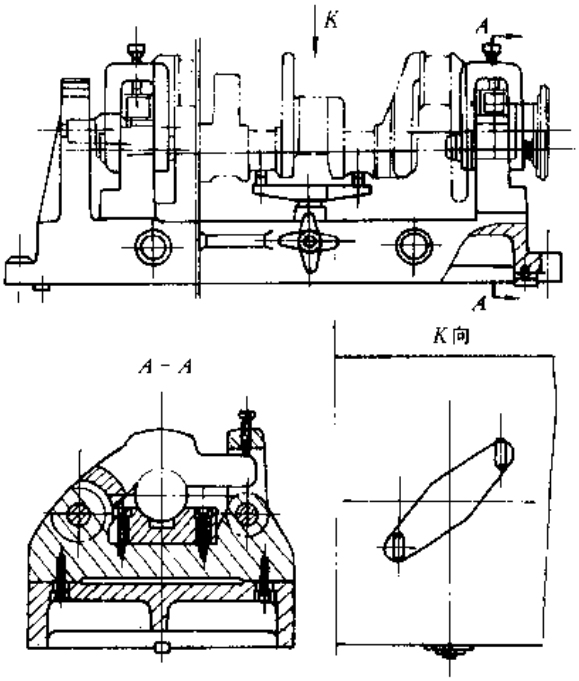
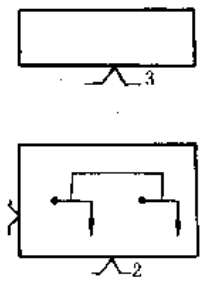
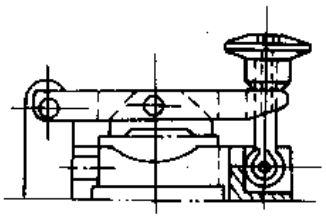
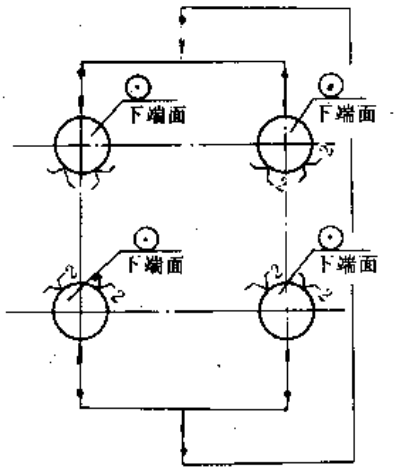
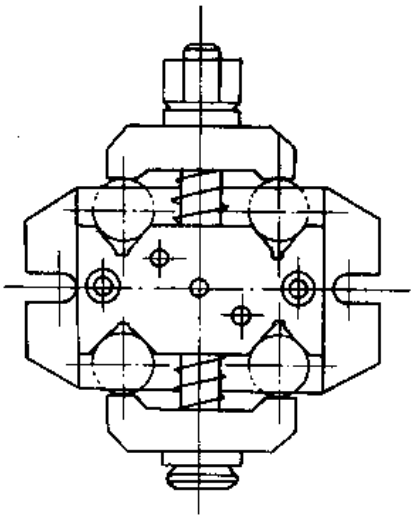
表 9.2-33

| 序号 | 说　明 | 定位、夹紧符号应用示例 | 夹　具　结　构　示　例 |
|---|---|---|---|
| 1 | 安装在V形体夹具内的销轴（铣槽） |  （三件同加工） |  |
| 2 | 安装在铣齿底座上的齿轮（齿形加工） |  |  |

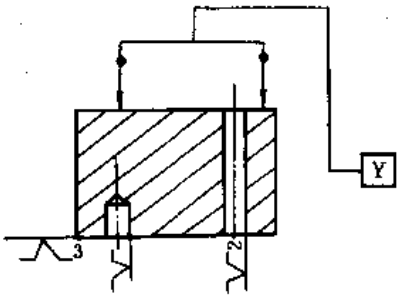
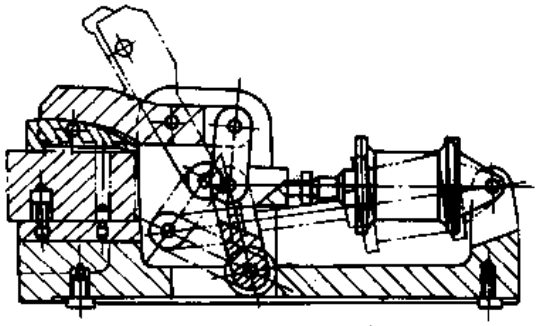
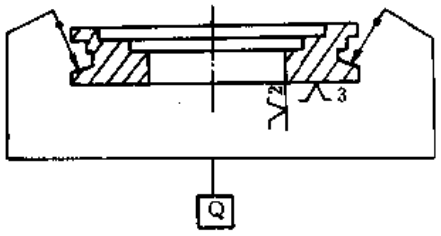
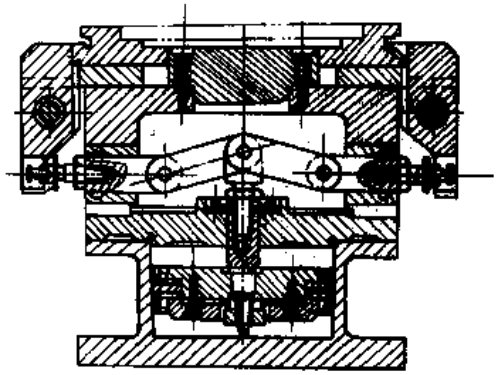
（续）

| 序号 | 说　明 | 定位、夹紧符号应用示例 | 夹　具　结　构　示　例 |
|---|---|---|---|
| 3 | 安装在一圆柱销和一菱形销上的箱体（箱体镗孔） |  |  |
| 4 | 安装在三面定位夹具上的箱体（箱体镗孔） |  |  |
| 5 | 安装在钻模支上的钻架（钻孔） |  |  |

（续）

| 序号 | 说　明 | 定位、夹紧符号应用示例 | 夹　具　结　构　示　例 |
|---|---|---|---|
| 6 | 安装在专用夹具上的曲轴（铣曲轴侧面） |  |  |
| 7 | 安装在联动夹紧夹具上的垫块（加工端面） |  |  |
| 8 | 安装在联动夹紧夹具上的多件短轴（加工端面） |  |  |

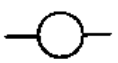
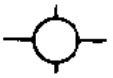
（续）

| 序号 | 说　明 | 定位、夹紧符号应用示例 | 夹　具　结　构　示　例 |
|---|---|---|---|
| 9 | 安装在液压杠杆平紧夹具上的垫块（加工侧面） |  |  |
| 10 | 安装在气动铰链杠杆夹紧夹具上的圆盘（加工上平面） |  |  |

## 3.3　与国际标准的对比

机械加工定位、夹紧符号目前还没有相应的国际标准，法国（NFE04—013）和前苏联（ГОСТ3.1107—87）等国均有相应的标准。JB/T5061—91参照采用了ГОСТ3.1107—87，该标准规定了四类符号：定位支承点符号，夹紧符号（见表9.2-34）；安装装置符号（见表9.2-35）和安装装置的工作表面形状符号。

**表　9.2-34**

| 名　称 | 符　号 | | |
|---|---|---|---|
| | 正视、后视 | 俯　视 | 仰　视 |
| 固定支承 | | | |
| 活动支承 | | |  |
| 浮动支承 | | |  |
| 可调支承 | | | |
| 独立夹紧 | | | |

（续）

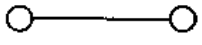
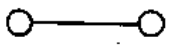
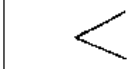
| 名　称 | 符　号 | | |
|---|---|---|---|
| | 正视、后视 | 俯　视 | 仰　视 |
| 联动夹紧 | |  |  |

表 9.2-35

| 名　称 | 固定顶尖 | 回转顶尖 | 浮动顶尖 | 圆柱心轴 | 密珠心轴 | 拨　盘 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 符　号 |  | | | | | |

JB/T5061—91 与 ГОСТ3.1107—81 的比较：

1）从符号的种类上看，JB/T5061 与 ГОСТ3.1107 都规定了四类符号，其中有一类是不同的，即在 JB/T5061 中没有规定定位夹紧装置工作表面形状符号，因为按我国各企业习惯，定位夹紧装置的具体结构、包括定位夹紧件的工作表面形状都由工装设计人员决定，工艺人员在工装设计任务书中不作规定。JB/T5061 增加了辅助支承符号，因为在工装设计中经常会遇到要加辅助支承的问题，而辅助支承加在工件的什么位置工艺员在编制工装设计任务书时应用符号标明。

2）从符号的数量上看，ГОСТ3.1107 中规定的定位支承点符号较多，但未规定各类定位支承点的联动标注形式和辅助支承点。JB/T5061 没有采用 ГОСТ3.1107 中的浮动支承和可调支承符号，将其纳入了活动支承范围。同时，JB/T5061 还规定了定位支承的联合标注形式。另外，ГОСТ3.1107 中只规定了 6 种常用的定位夹紧装置符号，而 JB/T5061 规定了生产中经常用到的 27 种符号。

3）从各类符号的形状上看，大同小异。ГОСТ3.1107 中未规定动力源符号，规定动力源用英文字母标在夹紧符号的左上角，其中气动夹紧用 P；液压夹紧用 H；电动夹紧用 E；磁力夹紧用 M；电磁夹紧用 EM，这样不够明显，而且容易遗忘。JB/T5061 规定用汉语拼音字母框在方框内再与夹紧符号相连，这样清楚醒目。

# 第3章　技术产品图样用图形符号（2）——用于简图

用于简图的 tpd 符号标准，按不同使用专业划分，现有仪表管路系统类、信息处理类和机械设施类等三大类。

本章将扼要介绍与机械设计有关的上述三大类的国家标准 13 个，专业标准 7 个。

## 1　仪表管路系统类

在技术产品图样上通常应用的仪表管路系统图形符号和文字代号有：

GB6567—86　《管路系统的图形符号》
GB4270—84　《热工图形符号与文字代号》
GB2625—81　《过程检测和控制流程图用图形符号和文字代号》
GB3164—82　《真空技术图形符号》
GB11943—89　《锅炉制图　图形符号》
JB/T3077—91　《汽轮机图形符号》
ZBN50001—88　《分析仪器常用图形符号》
HB6165—88　《飞机环境控制系统图形符号》
JB3711.2—84　《集中润滑系统图形符号》
JB4237—86　《液力元件　图形符号》

### 1.1　管路系统的图形符号（GB6567—86）

GB6567—86《管路系统的图形符号》规定了管路系统中常用的图形符号的制订，使用和组合派生的基本原则，适用于输送液体、气体及其他介质的管路系统原理图，也可用于有关的其他设计图样。

#### 1.1.1　标准的主要内容

（1）基本原则

管路系统中常用的图形符号是按形象化、简化、清

晰和便于手工、计算机绘图及缩微复制等要求制订的。

管路系统中常用的图形符号是按管路为水平时绘制的，也适用于任何位置的管路，但图形符号内的字符、指针等仍按管路为水平时表示。

管路系统中常用的图形符号一般用粗线（线宽 $b=0.5\sim2$mm）绘制，对管件、阀门及控制元件等图形符号允许用细线（线宽约为 $b/3$）绘制，同一图样上图形符号的各类线型宽度应分别保持一致，两平行线间的最小距离应为 0.7mm。

位于图形符号内或与符号组合在一起使用的字母、数字和所有其他字符，应按直体书写，它们的线宽应与符号本身的线宽相同。

功能相关的图形符号应成组设计，可由一基本符号与附加符号或符号要素组成。成组符号的特征是：

形状相似或含义相似或所表示的对象相似或用法相似等。

未作规定的管路系统中的图形符号可根据本标准的原则组合或派生。

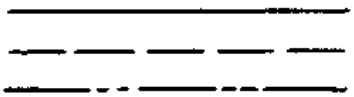
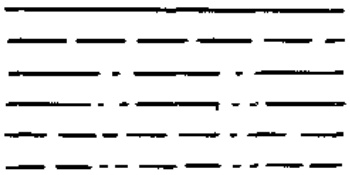
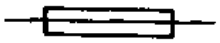
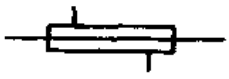
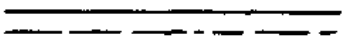
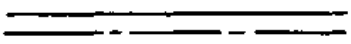
管路系统中常用的图形符号一般在单线管路中使用。必要时，也可用于双线管路。

在应用时，图形符号的大小可适当地按比例放大或缩小。

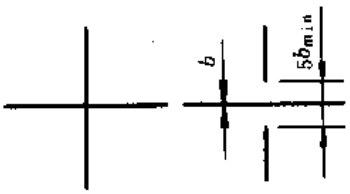
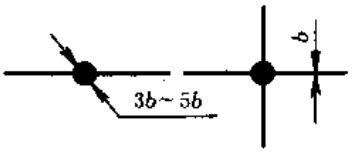
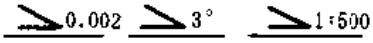
（2）管路的图形符号

a）管路的图形符号见表 9.3-1。

表 9.3-1

| 名　称 | 符　号 | 说　明 |
|---|---|---|
| 方法一[①]<br>可见管路<br>不可见管路<br>假想管路 |  | 方法一：<br>符号表示图样上管路与有关剖切平面的相对位置。介质的状态、类别和性质用规定的代号注在管路符号上方或中断处表示，必要时应在图样上加注图例说明 |
| 方法二[①] |  | 方法二：<br>符号表示介质的状态、类别和性质，并应在图样上加注图例说明。如不够用时，可按符号的规律进行派生或另行补充 |
| 挠性管、软管 | | |
| 保护管 |  | 起保护管路的作用，使其不受撞击、防止介质污染绝缘等，可在被保护管路的全部或局部上用该符号表示或省去符号仅用文字说明 |
| 保温管 | | 起隔热作用。可在被保温管路的全部或局部上用该符号表示或省去符号仅用文字说明 |
| 夹套管 |  | 管路内及夹层内均有介质出入。该符号可用波浪线断开表示 |
| 蒸汽伴热管 |  | |
| 电伴热管 |  | |

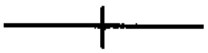
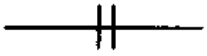
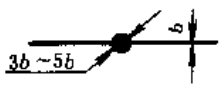
（续）

| 名　称 | 符　号 | 说　明 |
|---|---|---|
| 交叉管 |  | 指两管路交叉不连接。当需要表示两管路相对位置时，其中在下方或后方的管路应断开表示 |
| 相交管 |  | 指两管路相交连接，连接点的直径为所连接管路符号线宽 $b$ 的3～5倍 |
| 弯折管 | | 表示管路朝向观察者弯成90° |
| | | 表示管路背离观察者弯成90° |
| 介质流向 |  | 一般标注在靠近阀的图形符号处，箭头的形式按GB4458.4—84《机械制图　尺寸注法》的规定绘制 |
| 管路坡度 |  | 管路坡度符号按GB4458.4—84中的斜度符号绘制 |

①方法一和方法二应尽量避免在同一图样上同时使用。

b）管路的一般连接形式见表9.3-2。

表　9.3-2

| 名称 | 符　号 | 说　明 |
|---|---|---|
| 螺纹连接 |  | 必要时可用文字说明，省略符号绘制 |
| 法兰连接 |  | |
| 承插连接 | | |
| 焊接连接 |  | 焊点符号的直径约为所连接管路符号线宽 $b$ 的3至5倍，必要时可省略 |

c）管路中介质的类别代号见表9.3-3。

管路中其他介质的类别代号用相应的英语名称的第一位大写字母表示，如与GB6567—86中规定的类别代号重复时，则用前两位大写字母表示。也可采用该介质化合物分子式符号（如硫酸为$H_2SO_4$）或国际通用代号（如聚氯乙烯为PVC）表示其类别。

表　9.3-3

| 类　别 | 代　号 | 英文名称 |
|---|---|---|
| 空　气 | A | Air |
| 蒸　汽 | S | Steam |
| 油 | O | Oil |
| 水 | W | Water |

必要时，可在类别代号的右下角注上阿拉伯数字，以区别该类介质的不同状态和性质。

d）管路的标注：对无缝钢管或有色金属管路，应采用“外径×壁厚”标注，如$\phi108\times4$，其中$\phi$允许省略如图9.3-1所示。对水、煤气输送钢管、铸铁管、塑料管等其它管路应采用公称通径“*DN*”标注，如图

9.3-1 和图 9.3-2 所示。

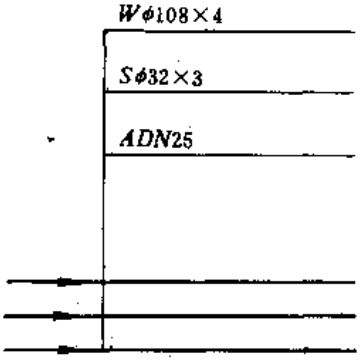



图　9.3-1

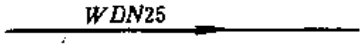



图　9.3-2

e）标高的标注：标高符号一般采用图 9.3-3a 的形式。当注写位置不够时，也可采用图 9.3-3b 的形式。标高的单位一律为 m。管路一般注管中心的标高。必要时，也可注管底的标高。标高一般注至小数点以后二位。零点标高注成±0.00，正标高前可不加正号（+），但负标高前必须加注负号（−）。标高一般应标注在路路的起始点、末端、转弯及交点处，如图 9.3-4～图 9.3-8。如需同时表示几个不同的标高时，可按图 9.3-9 的方式标注。

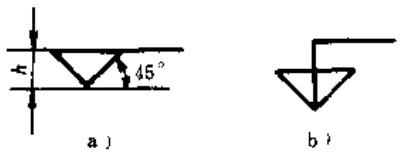



图　9.3-3

$h$ 约为 3.5～5mm，$b=\frac{1}{10}h$

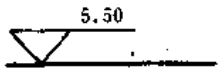



图　9.3-4

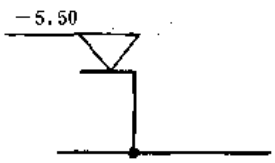



图　9.3-5

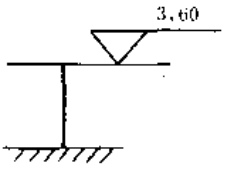



图　9.3-6

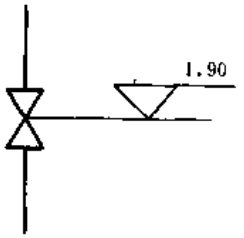



图　9.3-7

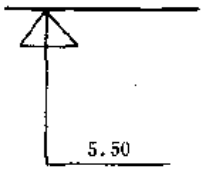



图　9.3-8

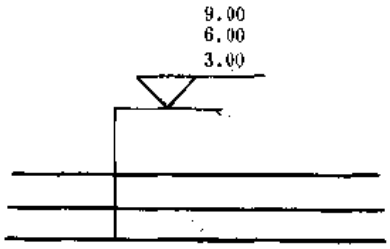
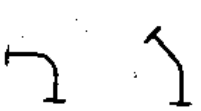
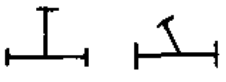



图　9.3-9

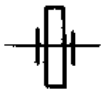
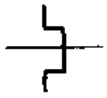
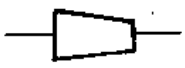
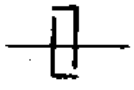
（3）管件的图形符号

a）管接头的图形符号见表 9.3-4。

表　9.3-4

| 名　称 | 符　号 | 说　明 |
|---|---|---|
| 弯头（管） |  | 符号是以螺纹连接为例。如象法兰、承插和焊接连接形式，可按规定的图形符号组合派生 |
| 三通 |  | |
| 四通 | | |

（续）

| 名　称 | | 符　号 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 活接头 | | | |
| 外接头 | |  | |
| 内外螺纹接头 | |  | |
| 同心异径管接头 | |  | |
| 偏心异径管接头 | 同底 | | |
| | 同顶 | | |
| 双承插管接头 | | | |
| 快换接头 | |  | |

b）管帽及其他图形符号见表 9.3-5。

**表　9.3-5**

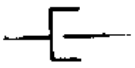
| 名　称 | 符　号 | 说　明 |
|---|---|---|
| 螺纹管帽 | | 管帽螺纹为内螺纹 |

（续）

| 名　称 | 符　号 | 说　明 |
|---|---|---|
| 堵　头 | | 堵头螺纹为外螺纹 |
| 法兰盖 | | |
| 盲　板 | | |
| 管间盲板 | | |

c）伸缩器的图形符号见表 9.3-6。

**表　9.3-6**

| 名　称 | 符　号 | 说　明 |
|---|---|---|
| 波形伸缩器 | | 使用时应表示出与管路的连接形式 |
| 套筒伸缩器 |  | |
| 矩形伸缩器 | | |
| 弧形伸缩器 | | |
| 球形铰接器 | | |

d）管架的图形符号见表 9.3-7。

表 9.3-7

| 名　称 | 符　号 | | | | | 说　明 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 一般形式 | 支（托）架 | 吊　架 | 弹性支（托）架 | 弹性吊架 | |
| 固定管架 | | | | | | |
| 活动管架 | | | | | | |
| 导向管架 | | | | | | |

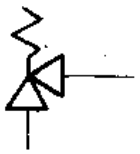
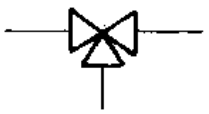
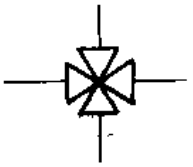
（4）阀门和控制元件的图形符号

a）常用阀门的图形符号见表 9.3-8。

表 9.3-8

| 名　称 | 符　号 | 说　明 |
|---|---|---|
| 截止阀 | | |
| 闸　阀 | | |
| 节流阀 | | |
| 球　阀 | | |
| 碟　阀 | | |
| 隔膜阀 | | |
| 旋塞阀 | | |
| 止回阀 | | 流向由空白三角形至非空白三角形 |

（续）

| 名　称 | | 符　号 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 安全阀 | 弹簧式 |  | |
| | 重锤式 | | |
| 减压阀 | | | 小三角形一端为高压端 |
| 疏水阀 | | | |
| 角　阀 | | | |
| 三通阀 | |  | |
| 四通阀 | |  | |

b）阀门与管路一般连接形式图形符号见表 9.3-9。

**表 9.3-9**

| 名　称 | 符　号 |
|---|---|
| 螺纹连接 | |
| 法兰连接 | |
| 焊接连接 | |

c）控制元件的图形符号见表 9.3-10。阀门和控制元件图形符号一般组合方式的示例如图 9.3-10 和图 9.3-11。

人工控制阀

**图 9.3-10**

电动阀

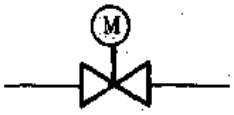
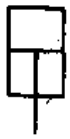
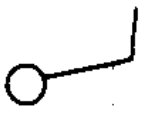
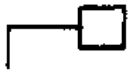



**图 9.3-11**

**表 9.3-10**

| 名　称 | 符　号 | 说　明 |
|---|---|---|
| 手动（包括脚动）元件 | | |
| 自动元件 | | |
| 带弹簧薄膜元件 | | |
| 不带弹簧薄膜元件 | | |

（续）

| 名　称 | 符　号 | 说　明 |
|---|---|---|
| 活塞元件 |  | |
| 电磁元件 | | |
| 电动元件 | | |
| 弹簧元件 | | |
| 浮球元件 |  | |
| 重锤元件 |  | |
| 遥　控 | | |

d）传感元件的图形符号见表 9.3-11。

**表 9.3-11**

| 名　称 | 符　号 |
|---|---|
| 温度传感元件 | |
| 压力传感元件 | |

（续）

| 名　称 | 符　号 |
| --- | --- |
| 流量传感元件 | |
| 湿度传感元件 | |
| 水准传感元件 | |

e）指示表（计）和记录仪的图形符号见表 9.3-12。传感元件和指示表（计）、记录仪的图形符号的组合示例见图 9.3-12 和图 9.3-13。

表　9.3-12

| 名　称 | 符　号 |
| --- | --- |
| 指示表（计） | |
| 记录仪 | |

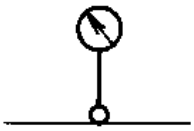


图　9.3-12
温度指示表（计）

图　9.3-13
温度记录仪

（5）管路系统图形符号的轴测图画法

a）管路或管段的轴测图一般按正等轴测投影绘制。当管路或管段平行于直角坐标轴时，其轴测图用平行于对应的轴测轴的直线绘制。当管路或管段不平行于直角坐标轴时，在轴测图上应同时画出其在相应坐标平面上的投影及投影平面。当管路或管段的所在平面平行于直角坐标平面的垂直面时，应同时画出其在水平面上的投影及投射平面，如图 9.3-14 所示。当管路或管段的所在平面平行于直角坐标平面的水平面时，应同时画出其在垂直面上的投影及投影平面，见图 9.3-15。当管路或管段不平行于任何直角坐标平面时，应按图 9.3-16 绘制。管路或管段的投射平面一般用直角三角形表示，如图 9.3-14～图 9.3-16 所示；也允许用长方形或长方体表示，如图 9.3-17～图 9.3-19 所示。当用直角三角形表示投射平面时，应在投射平面内画出与其相关投影垂直且间距相等的平行线。水平投射平面内的平行线应平行于 $X$ 轴或 $Y$ 轴，其他投射平面内的平行线应平行于 $Z$ 轴。管路或管段的投影，投射平面及投射平面内的平行线均用细实线绘制。必要时，曲率半径大的弯管可按图 9.3-20 和图 9.3-21 绘制，弯管所在平面内应用细实线画出间距相等的平行线。

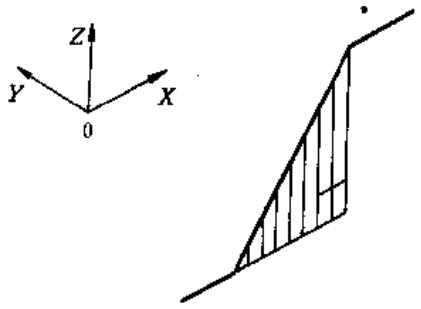



图　9.3-14

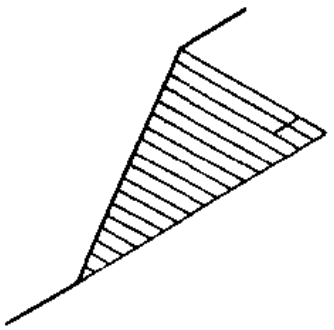


图　9.3-15

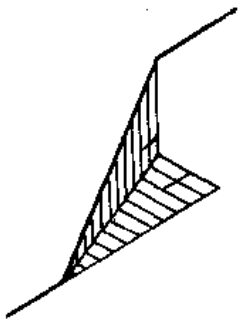


图　9.3-16

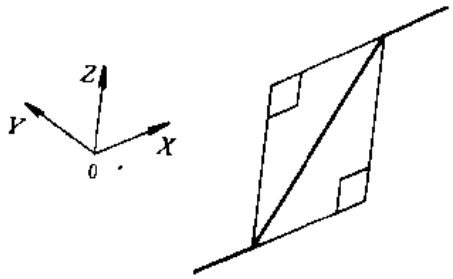



图 9.3-17

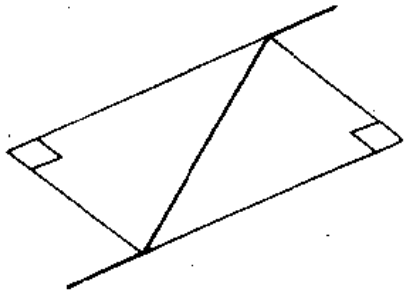


图 9.3-18

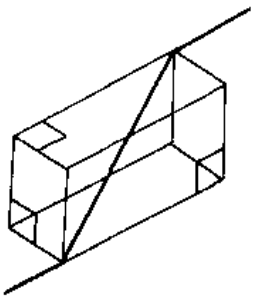


图 9.3-19

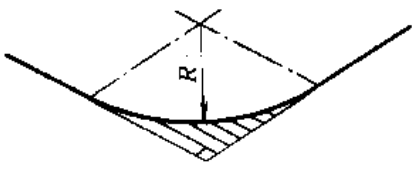



图 9.3-20

b）垂直管路或管段的法兰连接图形符号按与水平线方向成30°角绘制，如图9.3-22和图9.3-23所示。在同一张图样上法兰连接图形符号的方向应一致。水平管路或管段的法兰连接图形符号按垂直方向绘制，见图9.3-24。

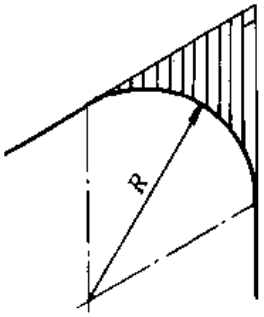



图 9.3-21

图 9.3-22

图 9.3-23

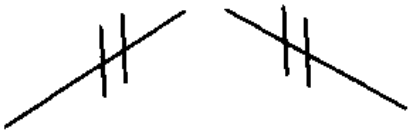


图 9.3-24

c）阀门图形符号的画法一般按图9.3-25和图9.3-26绘制。必要时，应画出阀门上的控制元件图形符号的类型（人工、活塞等）和位置。当控制元件符号的位置与任一直角坐标轴平行时，可不标注，如图9.3-27～图9.3-29，否则应标注其与直角坐标平面的相对位置，如图9.3-30。

图 9.3-25

图 9.3-26

图 9.3-27

图 9.3-28

用广泛的基础标准，适用于输送液体、气体及其他介质（包括固体、粉尘及其他双相介质等物料）的管路系统原理图。

图 9.3-29

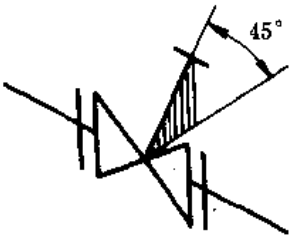
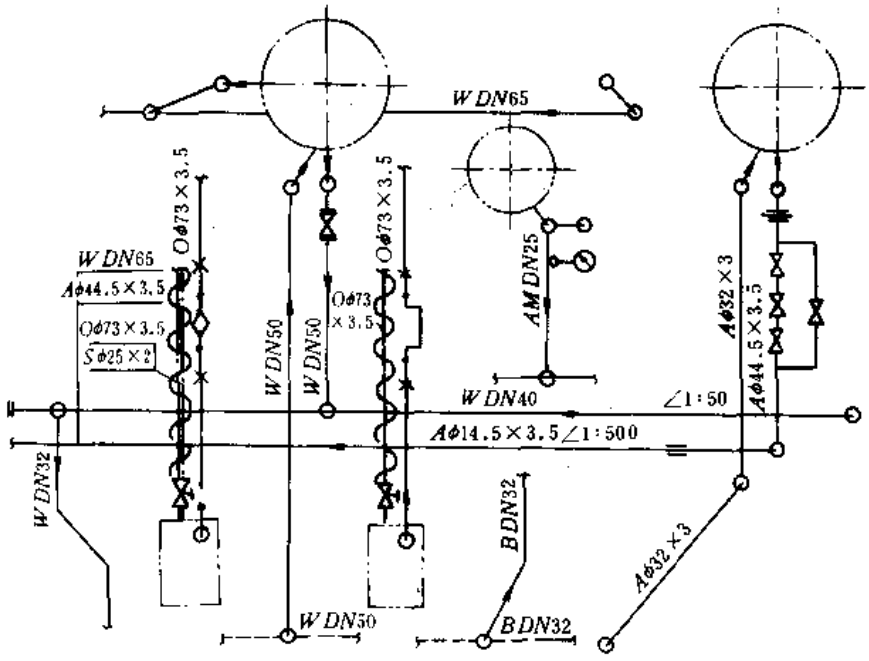



图 9.3-30

### 1.1.2　标准的特点和应用

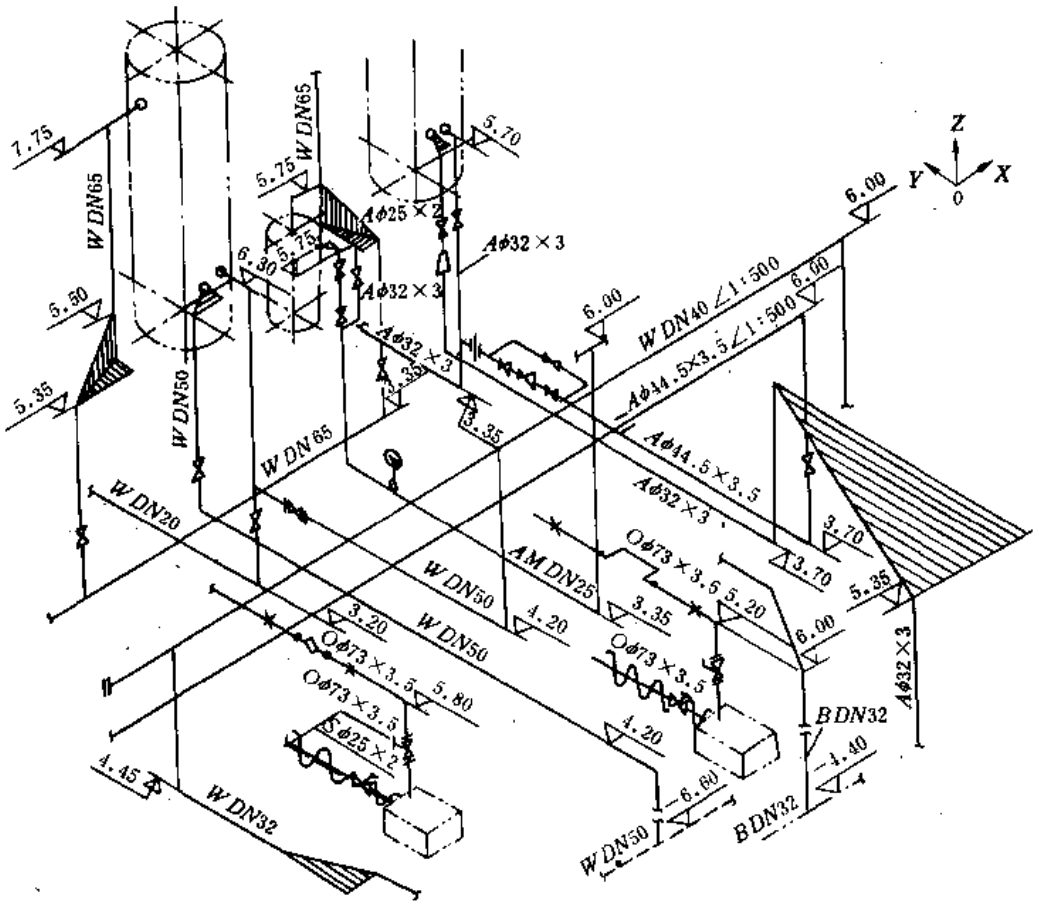
1）管路系统的图形符号涉及机械、造船、化工、真空、汽轮机、锅炉、热工、航空、建筑、液压以及水利水电、港口等有关标准及资料，GB6567—86 是一项应

2）输油管路系统的平面图应用示例如图 9.3-31a 所示，其轴测图应用示例如图 9.3-31b 所示。化工管路的单线图示例如图 9.3-32a 所示，其双线管路的示例如图 9.3-32b 所示。燃料供给系统的管路轴测图示




a)

图 9.3-31

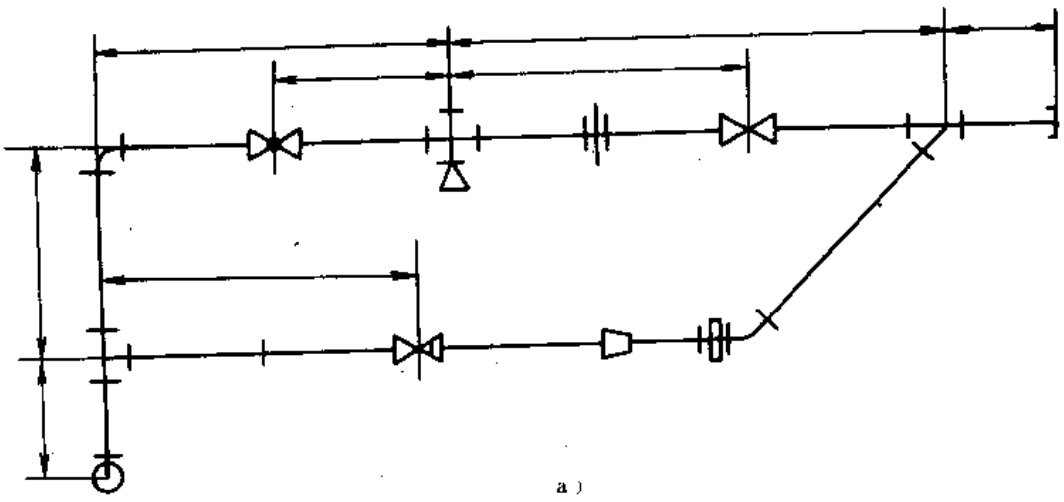



b）

**图　9.3-31（续）**

*W*—水　*B*—碱液　*A*—压缩空气　*O*—油　*AM*—氨　*S*—蒸汽

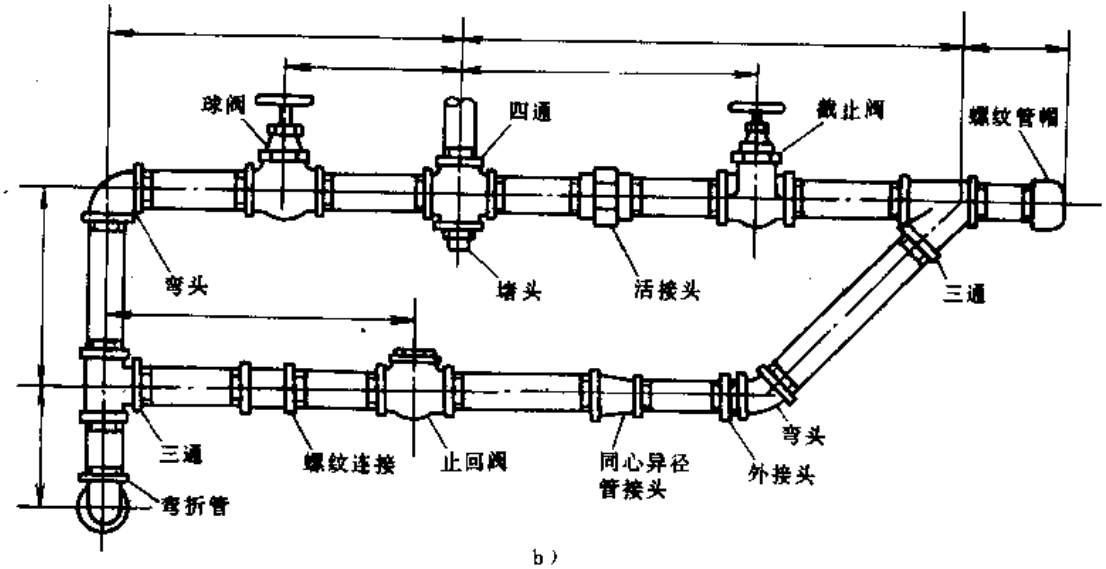
例如图 9.3-33 所示。锅炉房的管路平面图示例如图　9.3-34 所示。



a）

**图　9.3-32**

a）简化图样




b）

图　9.3-32（续）
b）普通图样

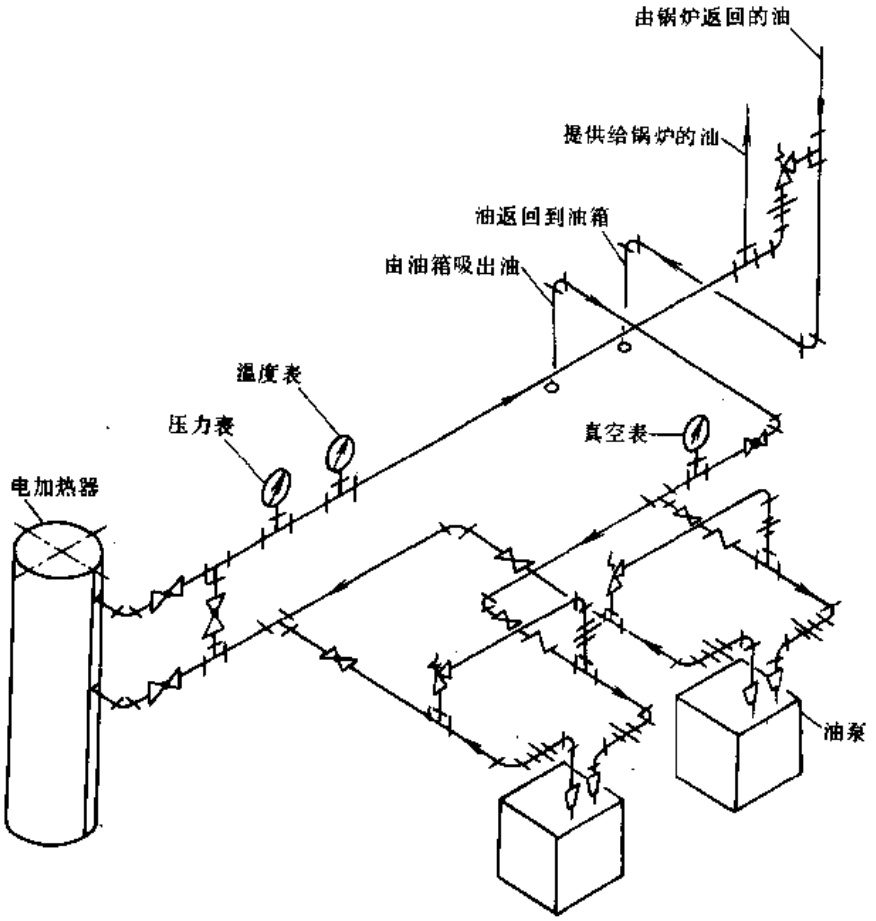



图　9.3-33

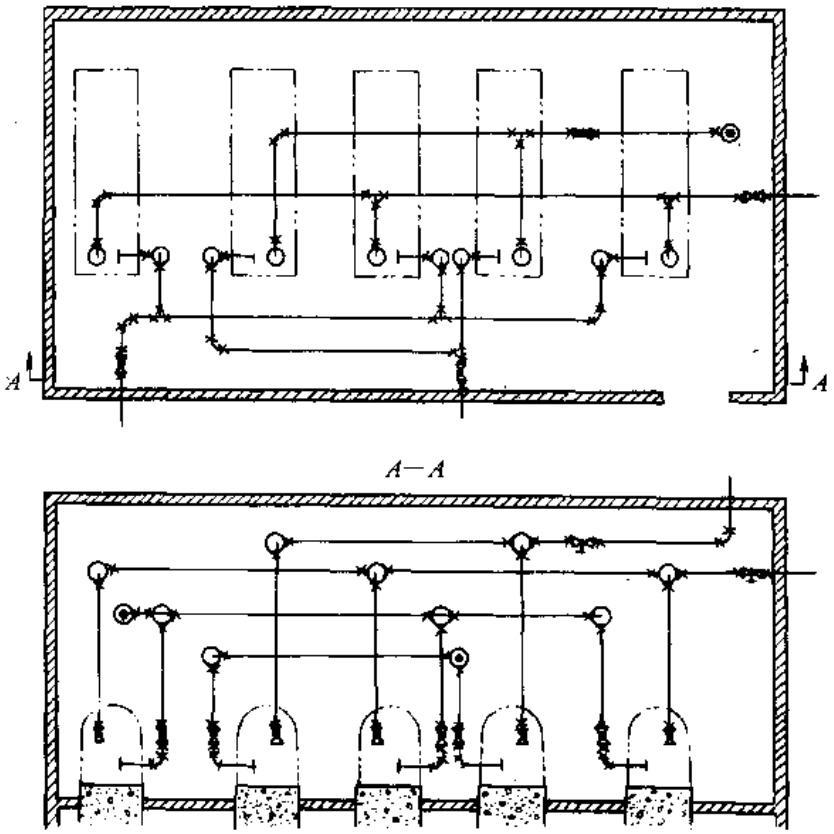



图 9.3-34

### 1.1.3 与国际标准的对比

GB6567—86 等效采用了 ISO4067/1—84《技术制图—设备—卫生、采暖、通风及管输送用图形符号》等国际标准，同时参照了 BS1553—1977《管与阀、压缩设备、加热与通风设备用图形符号》、DIN2429—1962《管路系统的符号》，JIS Z8205—1959《管道图示符号》、ГОСТ2.784- 1970《设计文件的统一制度　图形符号　管道元件》、ГОСТ2.785-- 1970《设计文件的统一制度　图形　符号　管道附件》及 NF E04 --051 -- 1976《技术图纸　阀门的图形符号》等。GB6567—86 与国外管路系统的图形符号对比见表 9.3-13。

表 9.3-13

| 名称 \ 标准 | BS 1553—77 | DIN 2429—62 | JIS Z8205—86 | ISO 4067/1～6 | ГОСТ 2.784—70 | NF E04-051—76 | GB 6567—86 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 主要管线 | ——— | ——— | ——— | ——— | ——— | | ——— 可见<br>— — — 不可见<br>——·—— 假想 |
| 辅助管线 | ——— | | | | | | |
| 原有管线 | 中粗<br>——·—·—· | | | | | | |

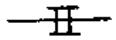
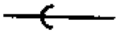
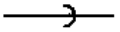
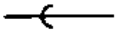
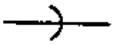
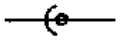
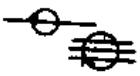
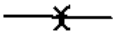
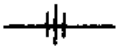
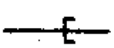
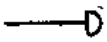
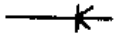
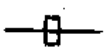
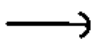
（续）

| 名称 \ 标准 | BS 1553—77 | DIN 2429—62 | JIS Z8205—86 | ISO 4067/1～6 | ГОСТ 2.784—70 | NF E04-051—76 | GB 6567—86 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 埋地管 | 中粗 | | | | | | |
| 待拆管 | | | | | | | |
| 待装管 | | | | | | | |
| 控制管 | | 短 | | | | | |
| 分压管 | | | | | | | |
| 延伸管 | | | | | | | |
| 挠性管 | | | | | | | |
| 伴行管 | | | | | | | |
| 管有绝缘部分 | | | | | | | |
| 管道在管子内在填料箱中管路 | | | | | | | |
| 交叉 | | | | | 建筑 | | 5bmin |
| 相交 | | | | | | | |
| 立管符号 | | | | | | | |

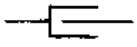
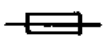
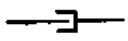
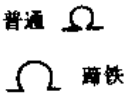
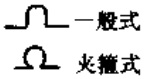
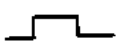
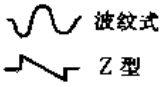
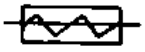
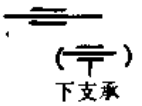
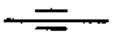
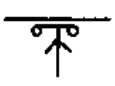
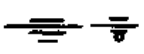
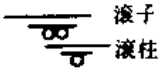
（续）

| 名称 \ 标准 | BS 1553—77 | DIN 2429—62 | JIS Z8205—86 | ISO 4067/1～6 | ГОСТ 2.784—70 | NF E04-051—76 | GB 6567—86 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 加热冷却 | | | | | | | |
| 夹套管 | | | | | | | |
| 套　管 | | | | | | | |
| 保　温 | | | | | | | |
| 流　向 | | | | | | | |
| 管子尺寸 | 150 | | 30 | | | | *WDN25* |
| 管道坡度 | FAU 1:60 | | | 2%, 1:500, 3° | | | ≥1:500 |
| 焊　接 | 线宽4倍 熔焊 | 铜焊 | | | | | |
| 一般连接 | | | | | | 阳 阴 | |
| 螺纹连接 | | | | | 联轴节式 | | |
| 压连接 | | 强力连接 | | | | | |
| 套　接 | | 联轴器 连接 滑动 | | | 挠性连接如夹布胶皮管 | | |

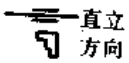
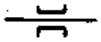
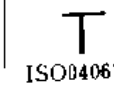
（续）

| 名称 \ 标准 | BS 1553—77 | DIN 2429—62 | JIS Z8205—86 | ISO 4067/1～6 | ГОСТ 2.784—70 2.785—70 | NF E04-051—76 | GB 6567—86 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 套　焊 |  | | | | |  焊接 | |
| 承　焊 |  |  |  | | | |  |
| 转环连接 |  | | | |  | | |
| 法兰连接 |  |  |  |  |  |  |  |
| 套管连接 | | | | | | |  |
| 活接头 | | |  | |  | | |
| 管帽一般符号 |  | | | |  | | |
| 对焊管帽 | | | | | | | |
| 螺纹管帽 | | | | | | | |
| 填焊管帽 | | | | | | | |
| 丝　堵 |  | | | | | | |
| 盲　板 | | | | | | | |
| 快启堵头 | | | | | | |  |
| 承插堵头 |  | | | | | | |

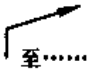
（续）

| 名称 \ 标准 | BS 1553—77 | DIN 2429—62 | JIS Z8205—86 | ISO 4067/1～6 | ГОСТ 2.784—70 2.785—70 | NF E04-051—76 | GB 6567—86 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 波形管 | | | | | | | |
| 套筒伸缩管 |  | |  | | | |  |
| 膨胀环 | |  | | |  | | |
| 方形伸缩器 | | | | | | |  |
| 折皱伸缩器 | | | | |  | | |
| 透镜形 | | | | | | | |
| 挠性伸缩管 | |  | | | | | |
| 环　型 | | | | | | | |
| 简易支架 | |  | |  | | | |
| 挠性支架 | | | | | | | |
| 可调支架 | | | | | | | |
| 滚子支架 |  |  | | |  | | |

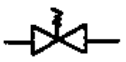
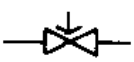
（续）

| 名称 \ 标准 | BS 1553—77 | DIN 2429—62 | JIS Z8205—86 | ISO 4067/1～6 | ГОСТ 2.784—70 2.785—70 | NF E04-051—76 | GB 6567—86 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 简易吊架 | | | | | 固定式 | | |
| 弹性吊架 | | | | | | | |
| 可调吊架 | |  直立 方向 | | | | | |
| 常载吊架 | | | | | | | |
| 导向架 | |  | | | | | |
| 锚式架 | | | | | | | |
| 紧固位置 | | | |  |  | | |
| 手　动 | | | JISZ8204 |  ISO04067/3 | | | |
| 弹　簧 | | | | | | | |
| 重　锤 | | | | | | | |
| 浮　球 | | | | | | | |

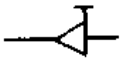
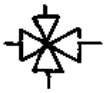
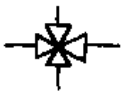
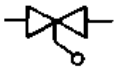
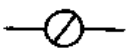
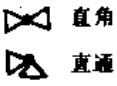
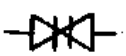
（续）

| 名称 \ 标准 | BS 1553—77 | DIN 2429—62 | JIS Z8205—86 | ISO 4067/1～6 | FOCT 2.784—70 2.785—70 | NF E04-051—76 | GB 6567—86 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 活　塞 | | | | | | | |
| 隔　膜 | | | | | | | |
| 电　动 | | | | | | | |
| 电　磁 | | | | | | | |
| 遥　控 | | | | | | |  |
| 冲　击 | | | | | | | |
| 自动元件 | | | | | | | |
| 自动手动元件 | | | | | | | |
| 手动元件 | | | | | | | |
| 离心式 | | | | | | | |
| 液（气）压式 | | | | | | | |
| 静载荷 | | | | | | | |

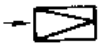
（续）

| 名称 \ 标准 | BS 1553—77 | DIN 2429—62 | JIS Z8205—86 | ISO 4067/1～6 | ГОСТ 2.784—70 2.785—70 | NF E04-051—76 | GB 6567—86 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 快　开 | | | | | | | |
| 快　闭 | | | | | | | |
| 测量点 | | | | ISO4067/3  | | | |
| 传感器 | | | | | | | |
| 一般控制单元 | | | | □或○ | | | |
| 执行机构 | | | | 带传感器 | | | |
| 直通阀 | | | | | | | |
| 直通阀螺纹关断 | | | | | | | |
| 直角阀 | | | | | |  | |
| 直通安全阀 | | （弹簧式） | |  | | | |
| 直角阀（压力或真空式） | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| 止回阀 | | | | | | | |

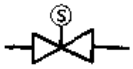
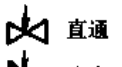
（续）

| 名称 \ 标准 | BS 1553—77 | DIN 2429—62 | JIS Z8205　86 | ISO 4067/1～6 | FOCT 2.784—70 2.785—70 | NF E04-051—76 | GB 6567—86 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 截止止回阀 | | | | | |  | |
| 三通阀 | | | | | | | |
| 四通阀 |  | | | | | |  |
| 浮子阀 |  | | | | | | |
| 法兰连接阀 | | | | | | | |
| 碟　阀 | | | | | |  | |
| 球形阀 | | | | | | | |
| 球　阀 | | | | |  直角 直通 | | |
| 楔闸阀 | | | | | | | |
| 平形滑块阀 | | | | | |  | |
| 针形阀 | | | | | | | |
| 薄膜阀 | | | | | | | |
| 直通旋塞 | | | | | | | |

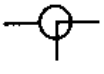
（续）

| 名称 \ 标准 | BS 1553—77 | DIN 2429—62 | JIS Z8205—86 | ISO 4067/1～6 | ГОСТ 2.784—70 2.785—70 | NF E04-051—76 | GB 6567—86 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 三通阀 | | | | | | | |
| 直通安全阀 | | | | | | | |
| 竖形止回阀 | | | | | | | |
| 减压阀 | | | | |  | | |
| 直角安全阀 | | | | | | | |
| 直角截止止回阀 | | | | | | | |
| 闸　阀 | | | | | | | |
| 直角旋塞 | | | | | | | |
| 平衡盘截止阀 | | | | | | | |
| 横形止回阀 | | | | | | | |
| 旋启式止回阀 | | | | | | | |
| 动力控制阀 | | | | | | | |
| 电动机阀 | | | | | | | |

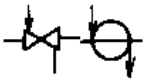
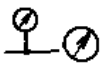
（续）

| 名称 \ 标准 | BS 1553—77 | DIN 2429—62 | JIS Z8205—86 | ISO 4067/1～6 | ГОСТ 2.784—70 2.785—70 | NF E04-051—76 | GB 6567—86 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 活塞式阀 | | | | | | | |
| 电磁式控制阀 | | |  | | | | |
| 薄膜式 | | | | | | | |
| 浮子式 | | | | | | | |
| 直角止回阀 | | | | | | | |
| 直角截止止回阀 | | | | | | | |
| 压力调节阀 | | | | |  直通 直角 | | |
| 三通截止止回阀 | | | | | | | |
| 直通防浪阀 | | | | | | | |
| 斜角防浪阀 | | | | | | | |
| 自闭阀 | | | | | | | |
| 快开截止阀 | | | | | | | |
| 快关截止阀 | | | | | | | |

（续）

| 名称 \ 标准 | BS 1553—77 | DIN 2429—62 | JIS Z8205—86 | ISO 4067/1～6 | ГОСТ 2.784—70 2.785—70 | NF E04-051—76 | GB 6567—86 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 膨胀阀 | | | | | | | |
| 二路截止阀箱 | | | | | | | |
| 二路截止止回阀箱 | | | | | | | |
| 二路排出截止阀箱 | | | | | | | |
| 二路双排截止阀箱 | | | | | | | |
| 节流阀 | | | | | | | |
| 四通旋塞 | | | | | | | |
| 直流截止阀 | | | | | | | |
| 底　阀 | | | | | | | |
| 疏水阀 | | | | | | | |
| 呼吸阀 | | | | | 自动空气阀 | | |
| T型旋塞 | | | | | | | |
| L型旋塞 | | | | | |  | |

（续）

| 名称 \ 标准 | BS 1553—77 | DIN 2429—62 | JIS Z8205—86 | ISO 4067/1～6 | TOCT 2.784—70 2.785—70 | NF E04-051—76 | GB 6567—86 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 活塞阀 | | | | | | | |
| 疏水阀（加过滤器） | | | | | | | |
| 管套阀 | | | | | |  | |
| 温　度 | | | T 一般 | | | | |
| 压　力 | | | P | | | | |
| 流　量 | | | | | | | |
| 湿　度 | | | | | | | |
| 水　准 | | | | | | | |
| 仪　表 | | | |  | | | |
| 记录仪 | | | | | | | |

## 1.2 热工图形符号与文字代号（GB 4270—84）

GB 4270—84《热工图形符号与文字代号》规定了热工中常用的基本图形符号和文字代号，适用于科研、教学、设计、工业企业及其他部门。

### 1.2.1 标准的主要内容

（1）基本原则

本标准旨在为原理图、原则性系统图、流程图和有关公式的表述规定统一的表示方法。

本标准中阀门的图形符号可根据需要与执行机构的图形符号任意组合。

绘制图形符号时，应按本标准图例所示的比例放大或缩小，图形符号位置允许转动。

在不违反本标准的条件下，各部门可作出补充规定。

（2）管路图形符号

管路的图形符号见表9.3-14。

表 9.3-14

| 名 称 | 图 形 | 备 注 | 参考标准 |
|---|---|---|---|
| 主要管路 | ——————— | 图线宽度为 $b$ | |
| 次要管路 | ——————— | 图线宽度为 $\frac{b}{2}$ | |
| 原有管路 | — — — | 图线宽度为 $\frac{b}{3}$ | |

（3）阀门的图形符号

阀门的图形符号见表9.3-15。阀门在管路中以螺纹连接的符号见图9.3-35；以法兰连接的符号见图9.3-36。

（4）执行机构图形符号

执行机构图形符号见表9.3-16。

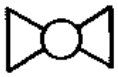
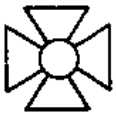
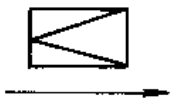
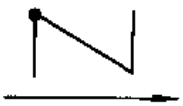
（5）设备图形符号

设备图形符号见表9.3-17。

表 9.3-15

| 名 称 | 图 形 | 备 注 | 参 考 标 准 |
|---|---|---|---|
| 截止阀 | | 不必指明阀门类型时，作为通用阀门符号 | |
| 闸 阀 | | | GB 141 |
| 角式阀 | | | GB 141 |
| 三通阀 | | | |
| 球形阀 | | | |

（续）

| 名　称 | 图　形 | 备　注 | 参考标准 |
|---|---|---|---|
| 旋　塞 |  | | GB 141 |
| 三通旋塞 | | | GB 141 |
| 四通旋塞 |  | | |
| 减压阀 |  | 实际制图时，不必画出图中箭头（箭头为流体流动方向，下同） | |
| 升降式止回阀 | | 不指明止回阀类型，作为通用止回阀图形符号。实际制图时，不必画出图中箭头 | ISO/DIS 538<br>GB 141 |
| 旋启式止回阀 |  | 实际制图时，不必画出图中箭头 | |
| 密闭式弹簧安全阀 | | | GB 141 |
| 开放式弹簧安全阀 | | | GB 141 |

（续）

| 名　称 | 图　形 | 备　注 | 参 考 标 准 |
|---|---|---|---|
| 密闭式重锤安全阀 | | | GB 141 |
| 开放式重锤安全阀 | | | GB 141 |
| 蝶　阀 | | | |
| 隔膜阀 | | | |
| 调节阀 | | | ISO 3753<br>GB 3164 |
| 针形阀 | | | |
| 底　阀 | | | |
| 插板阀 | | | |
| 自动空气阀 | | | |

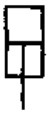
（续）

| 名　称 | 图　形 | 备　注 | 参考标准 |
| --- | --- | --- | --- |
| 疏水阀 | | 实际制图时，可不必画出图中箭头 | GB 141 |

图 9.3-35

图 9.3-36

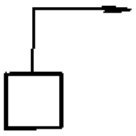
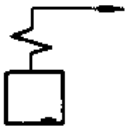
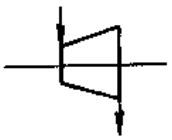
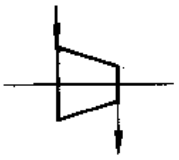
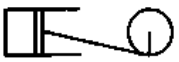
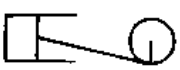
表 9.3-16

| 名　称 | 图　形 | 备　注 | 参考标准 |
| --- | --- | --- | --- |
| 通用执行机构 | | | GB 2625 |
| 薄膜执行机构 | | | ISO/DIS 3511<br>GB 2625 |
| 气动执行机构 |  | 头部长宽比为2∶1，不指明驱动源是气或液时，可作为活塞执行机构通用符号 | GB 2625 |
| 液动执行机构 | | 头部长宽比为2∶1 | ISO 3753<br>GB 3164 |
| 电动执行机构 | | 需指明电流是直流或交流时，则分别表示为<br> | ISO 3753<br>GB，2625 |

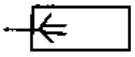
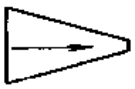
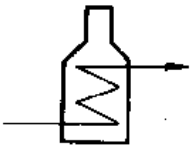
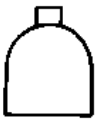
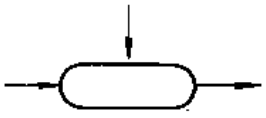
（续）

| 名　称 | 图　形 | 备　注 | 参 考 标 准 |
|---|---|---|---|
| 电磁执行机构 | | 头部长宽比为 2∶1 | ISO 3753<br>ISO/DIS 3511-Ⅰ<br>GB 3164 |

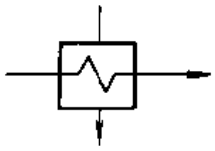
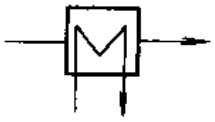
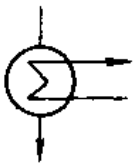
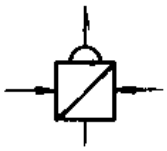
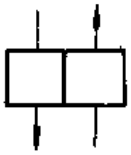
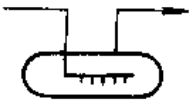
表 9.3-17

| 名　称 | 图　形 | 参考标准 |
|---|---|---|
| 锅　炉 | | |
| 不带过热器锅炉 |  | |
| 带过热器锅炉 |  | |
| 热力机具 | | |
| 汽轮机 |  | |
| 压气机 |  | |
| 蒸汽机 |  | |
| 内燃机 |  | |

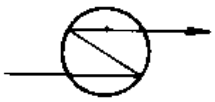
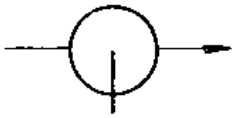
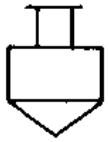
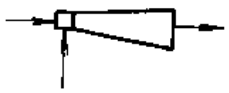
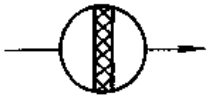
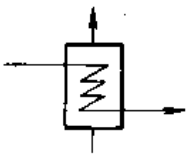
（续）

| 名　称 | 图　形 | 参考标准 |
|---|---|---|
| 燃烧室 |  | |
| 喷　管 |  | |
| 扩压管 | | |
| 炉　窑 | | |
| 工业炉 |  | |
| 工业窑 |  | |
| 热交换器 | | |
| 混合式换热器 |  | |

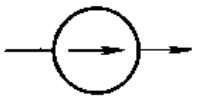
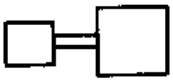
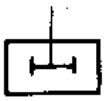
（续）

| 名　称 | 图　　形 | 参考标准 |
| --- | --- | --- |
| 加热器 |  | |
| 冷却器 |  | |
| 冷凝器 |  | |
| 干燥器 | | |
| 蒸发器 |  | |
| 一般热器具 | | |
| 空　气<br>预热器 |  | |
| 蓄热器 |  | |

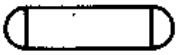
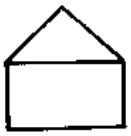
（续）

| 名　称 | 图　　形 | 参考标准 |
| --- | --- | --- |
| 冷油器 |  | |
| 分离器 | | |
| 汽　水<br>分离器 |  | |
| 热　力<br>除氧器 | | |
| 除尘器 |  | GB 141 |
| 引射器 |  | 又称喷射器 |
| 过滤器 |  | |
| 省煤器 |  | |

（续）

| 名　称 | 图　　形 | 参考标准 |
| --- | --- | --- |
| 其他机具 | | |
| 叶轮泵 |  | |
| 往复泵 |  | |
| 风　机 | | ISO/DIS 538 |
| 送料器 | | |
| 搅拌机 |  | |
| 粉碎机 | | |
| 电动机 | | |

（续）

| 名　称 | 图　　形 | 参考标准 |
| --- | --- | --- |
| 容　器 | | |
| 压力容器 |  | |
| 罐 |  | |
| 塔 | | |
| 冷却水塔 | | |

（6）热工文字符号

热工文字代号用于表示热工范围内各种不同的物理量、名词和术语。

热工文字代号执行国际标准 ISO 31 的基本原则，即：一般采用单个的拉丁字母或希腊文字母，有时带有下角标或其他附加记号。热工文字代号应采用斜体印刷（无论正文的其余部分是否是这种字体）。

对于角标，只有代表物理量符号的角标，在印刷中要采用斜体，这种文字代号一律不带实点。

化学元素一律采用正体（无论正文的其余部分是否是这种字体）。

无量纲量用二个字母构成，第一个字母要大写，第二个字母小写。如果这种由二个字母构成的符号在公式中表示相乘的一个因子，则应与另外的符号间留有空隙，也可加一个乘号或括以括号。

列出单位符号是为了便于识别量的物理意义。单位符号采用国际单位制。根据本标准中的基本单位，还可以使用其导出单位。

常用的热工文字符号见表 9.3-18。

表 9.3-18

| 代号 | 名　称 | 单位符号 | 备　注 | 参考标准 |
|---|---|---|---|---|
| | 英文代号 | | | |
| $A$ | 面　积 | $m^2$ | | ISO 31/Ⅰ—4<br>GB 3102.1—4 |
| $a$ | 吸收系数 | $m^{-1}$ | | ISO 31/Ⅵ—31<br>GB 3102.6—31 |
| | 热扩散率 | $m^2/s$ | $a=\frac{\lambda}{\rho \cdot C_p}$ | ISO 31/Ⅳ—13<br>GB 3102.4—13 |
| | 声　速 | m/s | 又称音速 | |
| $B$ | 燃料量 | kg | | |
| $C$ | 比　热 | J/(kg·K) | | ISO 31/Ⅳ—15<br>GB 3102.4—15 |
| | 光　速 | m/s | | |
| $C_p$ | 定压比热 | J/(kg·K) | | ISO 31/Ⅳ—15<br>GB 3102.4—15 |
| $C_v$ | 定容比热 | J/(kg·K) | | ISO 31/Ⅳ—15<br>GB 3102.4—15 |
| $C_n$ | 多变比热 | J/(kg·K) | 又称多方比热 | |
| $D$ | 蒸发量 | kg/h | | |
| $d$ | 比湿度 | kg/kg | 又称含湿量 | |
| $E$ | 能〔量〕 | J | | ISO 31/Ⅲ—24<br>GB 3102.3—24 |
| $E$ | 〔广义〕内能 | J | 表示广义内能 | |
| | 辐射力 | $W/m^2$ | 又称辐射照度 | GB 3102.6—14 |
| $E_x$ | 㶲 | J | 又称有效能 | |
| $e$ | 〔比〕能 | J/kg | | |
| $e_x$ | 〔比〕㶲 | J/kg | 又称比有效能 | |
| $F$ | 力 | N | | ISO 31/Ⅲ—10<br>GB 3102.3—10 |
| | 角系数 | — | | |
| | 亥姆霍兹自由能 | J | | ISO 31/Ⅳ—19<br>GB 3102.4—19 |
| $f$ | 〔比〕亥姆霍兹自由能 | J | | ISO 31/Ⅳ—25<br>GB 3102.4—20 |
| $G$ | 吉布斯自由能 | J | | ISO 31/Ⅳ—19<br>GB 3102.4—19 |
| $g$ | 〔比〕吉布斯自由能 | J/kg | | ISO 31/Ⅳ—20<br>GB 3102.4—20 |
| | 重力加速度 | $m/s^2$ | | ISO 31/Ⅰ—10<br>GB 3102.1—10 |
| $H$ | 焓 | J | | ISO 31/Ⅳ—19<br>GB 3102.4—19 |
| $h$ | 〔比〕焓 | J/kg | | ISO 31/Ⅳ—20<br>GB 3102.4—20 |
| | 压头 | m | | |
| $I$ | 辐射强度 | W/sr | | ISO 31/Ⅵ—11<br>GB 3102.6—11 |
| $K_p$ | 〔化学〕平衡常数 | — | | |
| $k$ | 传热系数 | $W/(m^2 \cdot K)$ | | |
| $l$ | 气体辐射厚度 | m | | |
| $M$ | 摩尔质量 | — | | ISO 31/Ⅷ—5<br>GB 3102.8—5 |
| | 热绝缘系数 | $m^2 \cdot K/W$ | 又称热绝缘度 | ISO 31/Ⅳ—11<br>GB 3102.4—11 |
| $m$ | 质　量 | kg | | ISO 31/Ⅲ—1<br>GB 3102.3—1 |
| $N$ | 分子数 | — | | ISO 31/Ⅷ—2<br>GB 3102.8—2 |
| $n$ | 多变指数 | — | 又称多方指数 | |
| | 摩尔数 | — | | ISO 31/Ⅷ—3<br>GB 3102.8—3 |
| | 折射率 | — | | ISO 31/Ⅵ—33<br>GB 3102.6—33 |
| $P$ | 功　率 | W | | ISO 31/Ⅲ—25<br>GB 3102.3—25 |

（续）

（续）

| 代号 | 名称 | 单位符号 | 备注 | 参考标准 |
|---|---|---|---|---|
| $P$ | 压力 | Pa | 又称绝对压力 | ISO 31/Ⅲ—13<br>GB 3102.3—13 |
| $P_{atm}$ | 大气压 | Pa | | |
| $P_g$ | 表压 | Pa | | |
| $P_v$ | 真空度 | Pa | 可用负表压表示 | |
| $P_{sat}$ | 饱和压力 | Pa | | |
| $Q$ | 〔传〕热〔量〕 | J | | ISO 31/Ⅳ—6<br>GB 3102.4—6 |
| $q$ | 热流密度 | $W/m^2$ | 又称热流通量 | ISO 31/Ⅳ—8<br>GB 3102.4—8 |
| $R$ | 热阻 | K/W | 热导表示为：$G=\frac{1}{R}$ | ISO 31/Ⅳ—12<br>GB 3102.4—12 |
| | 气体常数 | N·m/(kg·K) | | |
| $r$ | 汽化潜热 | J | | |
| $S$ | 熵 | J/K | | ISO 31/Ⅳ—17<br>GB 3102.4—17 |
| $s$ | 〔比〕熵 | J/(kg·K) | | ISO 31/Ⅳ—18<br>GB 3102.4—18 |
| $T$ | 热力学温度 | K | 又称绝对温度 | ISO 31/Ⅳ—1<br>GB 3102.4—1 |
| $t$ | 摄氏温度 | ℃ | | ISO 31/Ⅳ—2<br>GB 3102.4—2 |
| $U$ | 内能 | J | 表示狭义内能 | ISO 31/Ⅳ—19<br>GB 3102.4—19 |
| $u$ | 〔比〕内能 | J/kg | | ISO 31/Ⅳ—20<br>GB 3102.4—20 |
| $V$ | 体积 | $m^3$ | | ISO 31/Ⅰ—5<br>GB 3102.1—5 |
| $v$ | 比容 | $m^3/kg$ | | ISO 31/Ⅲ—4<br>GB 3102.3—4 |
| $W$ | 功 | J | | ISO 31/Ⅲ—24<br>GB 3102.3—24 |
| $w$ | 〔比〕功 | J/kg | | |

（续）

| 代号 | 名称 | 单位符号 | 备注 | 参考标准 |
|---|---|---|---|---|
| $x$ | 干度 | — | 湿度为：$y=1-x$ | ISO/R 786 |
| $Z$ | 位置高度 | m | | |
| | 压缩因子 | — | | |
| | 希腊文代号 | | | |
| $\alpha$ | 对流传热系数 | $W/(m^2\cdot K)$ | | ISO 31/Ⅳ—10 |
| | 吸收率 | | | |
| $a$ | 空气系数 | — | 又称过量空气系数 | |
| $\alpha_l$ | 线〔膨〕胀系数 | $K^{-1}$ | | ISO 31/Ⅳ—3<br>GB 3102.4—3 |
| $\alpha_v$ | 体〔膨〕胀系数 | $K^{-1}$ | | ISO 31/Ⅳ—3<br>GB 3102.4—3 |
| $\alpha_p$ | 相对压力系数 | $K^{-1}$ | | ISO 31/Ⅳ—3<br>GB 3102.4—3 |
| $\beta$ | 压力系数 | Pa/K | | ISO 31/Ⅳ—4<br>GB 3102.4—4 |
| $\gamma$ | 比热比 | — | $\gamma=\frac{C_p}{C_v}$ | ISO 31/Ⅳ—16<br>GB 3102.4—16 |
| | 绝对湿度 | $g/m^3$ | | |
| $\delta$ | 边界层厚度 | m | | |
| $\varepsilon$ | 辐射率 | — | 又称黑度 | ISO 31/Ⅵ—18 |
| | 压缩比 | — | | |
| $\varepsilon_0$ | 制冷系数 | — | 又称制冷性能 | ISO/R786 |
| $\varepsilon_h$ | 供热系数 | — | 又称热泵性能 | |
| $\zeta$ | 能量损失系数 | — | | |
| | 阻力系数 | — | | |
| $\eta$ | 效率 | — | | |
| $\eta$ | 热效率 | — | | |
| $\eta_{ex}$ | 㶲效率 | — | 又称有效能效率 | |

（续）

| 代号 | 名　称 | 单位符号 | 备　注 | 参考标准 |
|---|---|---|---|---|
| $k$ | 定熵指数 | — | 对于理想气体 | ISO 31/Ⅳ—16 |
| | 压缩率 | Pa | $k=r$ | GB 3102.4—16<br>ISO 31/Ⅳ-5<br>GB 3102.4—5 |
| $\lambda$ | 热导率 | W/（m·K） | 又称导热系数 | ISO 31/Ⅳ—9<br>GB 3102.4—9 |
| | 波　长 | m | | ISO 31/Ⅵ-3<br>GB 3102.6-3 |
| $\mu$ | 动力粘度 | Pa·s | | ISO 31/Ⅰ-21<br>GB 3102.3—21 |
| $\nu$ | 运动粘度 | $m^2/s$ | | ISO 31/Ⅰ-22<br>GB 3102.3—22 |
| | 频率 | $s^{-1}$ | | ISO 31/Ⅵ 1<br>GB 3102.6—1 |
| $\rho$ | 密　度 | $kg/m^3$ | | ISO 31/Ⅰ—2<br>GB 3102.3—2 |
| | 反射率 | — | | ISO 31/Ⅵ—30 |
| $\tau$ | 时　间 | s | | |
| | 透射率 | — | | ISO 31/Ⅵ—30 |
| $\Phi$ | 热流量 | W | 又称热流率 | ISO 31/Ⅳ—7<br>GB 3102.4—7 |
| | 辐射通量 | W | 又称辐射功率 | ISO 31/Ⅳ-9<br>GB 3102.6—9 |
| $\Phi_0$ | 致冷量 | J | | ISO /R 786 |
| $\phi_p$ | 相对湿度 | — | | SO/R 786 |

无量纲准数

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $Bi$ | 毕奥数 | | | |
| $Ec$ | 埃克特数 | | | |
| $Eu$ | 欧拉数 | | | ISO 31/Ⅻ—2<br>GB 3102.12—2 |
| $F_0$ | 傅里叶数 | | | ISO 31/Ⅻ—9<br>GB 3102.12—9 |
| $Fr$ | 弗劳德数 | | | ISO 31/Ⅻ-3<br>GB 3102.12-3 |
| $Gr$ | 格拉晓夫数 | | | ISO 31/Ⅻ—4<br>GB 3102.12-4 |

（续）

| 编　号 | 代号 | 名　称 | 单位符号 | 备注 | 参考标准 |
|---|---|---|---|---|---|
| 3.3.7 | $Gz$ | 格雷茨数 | | | |
| 3.3.8 | $Kn$ | 努森数 | | | ISO 31/Ⅻ—7<br>GB 3102.12—7 |
| 3.3.9 | $Le$ | 路易斯数 | | | ISO 31/Ⅻ—21<br>GB 3102.12—21 |
| 3.3.10 | $Ma$ | 马赫数 | | | ISO 31/Ⅻ—6<br>GB 3102.12—6 |
| 3.3.11 | $Nu$ | 努塞尔数 | | | ISO 31/Ⅻ—12<br>GB 3102.12—12 |
| 3.3.12 | $Pe$ | 贝克来数 | | | ISO 31/Ⅻ—10<br>GB 3102.12—10 |
| 3.3.13 | $Pr$ | 普朗特数 | | | ISO 31/Ⅻ—19<br>GB 3102.12—19 |
| 3.3.14 | $Ra$ | 瑞利数 | | | ISO 31/Ⅻ—11<br>GB 3102.12—11 |
| 3.3.15 | $Re$ | 雷诺数 | | | ISO 31/Ⅻ—1<br>GB 3102.12—1 |
| 3.3.16 | $Sc$ | 施密特数 | | | ISO 31/Ⅻ—20<br>GB 3102.12—20 |
| 3.3.17 | $Sh$ | 舍伍德数 | | | |
| 3.3.18 | $Sr$ | 斯特劳哈尔数 | | | ISO 31/Ⅻ—8<br>GB 3102.12—8 |
| 3.3.19 | $St$ | 斯坦顿数 | | | ISO 31/Ⅻ-13<br>GB 3102.12—13 |

3.4　上标与上角标

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3.4.1 | — | 平均值 | | 上标 | |

| 代号 | 名　称 | 单位符号 | 备　注 | 参考标准 |
|---|---|---|---|---|
| o | 滞止 | | 上角标 | |

下角标

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| a | 绝对的 | | 下角标 | GB 1434 |
| act | 实际的 | | 下角标 | |
| b | 黑　体 | | 下角标 | |
| c | 临界值 | | 下角标 | |
| e | 外<br>环　境 | | 下角标<br>下角标 | |
| eff | 有　效 | | 下角标 | |
| i | 内 | | 下角标 | |
| in | 入口状态 | | 下角标 | |

（续）

| 代号 | 名 称 | 单位符号 | 备 注 | 参考标准 |
|---|---|---|---|---|
| out | 出口状态 | | 下角标 | |
| irr | 不可逆 | | 下角标 | |
| rev | 可 逆 | | 下角标 | |
| f | 生 成 | | 下角标 | |
| R | 反 应 | | 下角标 | |
| k | 运 动 | | 下角标 | GB 1434 |
| p | 位 势 | | 下角标 | GB 1434 |
| m | 摩 尔<br>质 量 | | 下角标<br>下角标 | GB 1434<br>GB 1434 |
| max | 最 大 | | 下角标 | GB 1434 |
| min | 最小 | | 下角标 | GB 1434 |
| n | 正常的 | | 下角标 | GB 1434 |
| o | 基准状态 | | 下角标 | |
| P | 定 压 | | 下角标 | |
| r | 相对<br>额定 | | 下角标<br>下角标 | GB 1434 |
| s | 饱和状态<br>表面状态<br>定 熵 | | 下角标<br>下角标<br>下角标 | |
| T | 定 温 | | 下角标 | |
| v | 体 积<br>定 容 | | 下角标<br>下角标 | |

### 1.2.2 标准的特点和应用

GB4270—84是一项涉及面较广的基础性标准，其热工范围包括热工理论（工程热力学、传热传质学、气动热力学、燃烧学等工程热物理学科），热工技术（即热工理论在生产实际中的应用），热设备（包括热力设备和热工设备等）。这些内容适用于锅炉、汽轮机、船舶、真空电力勘测设计等与热能动力有关的装置。

### 1.2.3 与国际标准的对比

GB4270—84参照采用了ISO3511.1～4《控制功能的测量过程和仪器——符号表示》，ISO3753—1977《真空技术—图形符号》，ISO/R538—1967《船舶管道系统安装图图形符号》，ISO/R784—1968《船舶卫生系统安装符号》及ISO31/1—1978《空间和时间的量的单位》及ISO31/4—1978《热学的量和单位》等。同时，根据国内的实际情况和有关相应标准，如GB2625—81《过程检测和控制流程图用图形符号和文字代号》增补了一些符号。

## 1.3 过程检测和控制流程图用图形符号和文字代号（GB 2625—81）

GB 2625—81《过程检测和控制流程图用图形符号和文字代号》规定了过程检测和控制流程图所用的仪表装置的统一表示方法，适用于化工、石油、冶金、电力、轻工、纺织、建材和其它工业。还可供其它设计文件和技术文件。

仪表装置的标志是由图形符号和文字代号组成的。

### 1.3.1 标准的主要内容

（1）定义

下列定义仅适用于本标准

过程 能使能量状态、成分、尺寸或可用数据定义的其他特性产生变化的任何操作或一系列操作。

功能 仪表所完成的目的或动作。

回路 用来测量、控制或测量和控制过程变量的一个或多个相关仪表的组合。

仪表圆圈 用来表示仪表或仪表标志的圆形符号。

测量点 对过程变量可进行测量的点。

测试点 仪表并不永久接于其上的测试接头，它是为临时、间歇或今后连接仪表之用。

检测元件 直接响应被测变量之值，并将它转换成适于测量形式的元件。

变送器 借助检测元件接受被测变量，并将它转换成标准输出信号的仪表。变送器可包括亦可不包括检测元件。

继动器 接受一个或多个仪表信号形式的信息，需要时，可以改变信息，并输出一个或多个输出信号的仪表，它是转换器、计算器、信号选择器、放大器等的总称，但不包括开关、调节器等。

计算器 完成一种或多种计算、逻辑或计算和逻辑功能，并输出一个或多个信号的仪表。

转换器 接受仪表信号形式的信息，改变信息的形式，并输出一个信号的仪表。

信号选择器 在两个或多个输入信号中自动选择最高或最低输入信号的仪表。

报警 当存在不正常状态时，发出声、光或二者的信号，以引起注意。

具有上述功能的仪表称为报警器。

扫描 顺序地对若干输入信号进行自动采样。

指示灯 表示过程或设备处于某种正常状态的

灯。它不同于表示非正常状态的报警灯。

注：指示灯可伴随声响信号

开关 接通、断开或变换一个或多个线路的装置，但不是指调节器、继电器或调节阀

本术语亦适用于开关所完成的功能。

调节器 自动操作以控制某个被控变量的仪表。

操作器 能手动选择控制回路的手动或自动控制方式的仪表。

手动操作器 仅有人工调整的输出，用来操作一个或多个远程装置的仪表。

设定点 用来设定被控变量预期值的输入变量。这输入变量值可以是手动、自动或程序设定的。

执行器 响应信号以改变操纵变量值的仪表。它是由执行机构和调节机构组成的。

调节阀 响应信号以改变流体流量的执行器。

执行机构 执行器的一部分，它响应例如调节器来的信号，以调整调节机构。

调节机构 执行器的一部分，它用来直接改变操纵变量之值。

仪表盘 盘 由一个或几个安装仪表的屏、柜、台或架组成的构件。

盘面安装 仪表安装在正常使用时操作人员可接近的盘面上称为盘面安装。

盘后安装 仪表安装在正常使用时操作人员不能接近的仪表 表盘区域之内称为盘后安装。

注：盘后安装包括盘内安装。

就地 既不在盘上亦不在盘后的仪表的位置，通常指测量点或操纵点附近。

就地盘 通常是指过程设备分系统或分区附近的仪表盘。

多笔记录仪 适用于多个输入信号的记录仪（指示仪），每个输入信号供有单独的记录笔（指针）或其它记录装置（指示装置）。

多点记录仪(指示仪) 适用于多个输入信号的记录仪（指示仪），不同的输入信号顺序地接到记录仪（指示仪）的测量线路上，因此记录仪（指示仪）按顺序记录（指示）输入信号的值。

(2) 测量点图形符号

测量点是由过程设备轮廓线或管道线引到仪表圆圈的线的起点。一般无特定的图形符号，如图 9.3-37 所示。当有必要标出测量点在过程设备中的位置时，线应引到过程设备轮廓线内的适当位置上，并在线的起点加一个直径约为 2mm 的小圆符号，如图 9.3-38 所示。测量点的位置在功能顺序上应正确，但并不表示其确切位置。

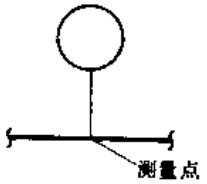



图 9.3-37

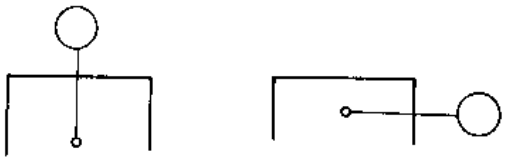


图 9.3-38

(3) 检测元件图形符号

在流程图上，检测元件一般无需表示。必要时，可用仪表圆圈和仪表位号或表 9.3-19 所示的图形符号表示。

表 9.3-19

| 检测元件名称 | 图 形 符 号 | 备 注 |
|---|---|---|
| 热电偶 | | |
| 热电阻 |  | |
| 嵌在管道中的检测元件① | | 圆圈内应标志仪表位号 |
| 取压接头（无孔板） | | |
| 孔 板 | | |

（续）

| 检测元件名称 | 图　形　符　号 | 备　注 |
|---|---|---|
| 文丘里管及喷嘴 | | |

①嵌在管道中是指检测元件占有一段管道。

（4）线

机械连接线、仪表能源线（包括冲洗流体源）的符号为细实线。

注：①当有必要区分仪表能源类别时，可在仪表能源线符号之上标注下列缩写字母：

AS　空气源

ES　电源

FS　其他冲洗液源

GS　气源

HS　液压源

NS　氮气源

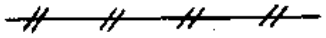
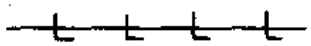
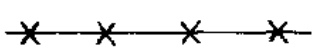
SS　蒸汽源

WS　水源

②仪表能源额定值可加注在能源缩写字母之后，例如，AS1.4 为 0.14MPa 的空气源；ES24DC 为 24V 的直流电源。

仪供仪表标志用的仪表圆圈，其连接到过程设备轮廓线或管道线上的线为细实线。通用的不分类的信号线为细实线。当有必要区分信号线的类别时，应采用表 9.3-20 所列的图形符号。由测量点或检测元件符号引到表示仪表的仪表圆圈的线，除表示机械连接的线外，应为信号线。当有必要标明信息传输时的方向时，应在信号线上加箭头，如图 9.3-39 所示（以通用信号线为例）。

表　9.3-20

| 信号线类　别 | 图　形　符　号 | 备　注 |
|---|---|---|
| 电信号线 |  | |
| 气压信号线① |  | 短划线与细实线成 60°角 |
| 液　压信号线 |  | |
| 毛细管 |  | |
| 电磁或声信号② | | |

（续）

①如不是采用空气作为气压信号线的介质，应在气压信号线之上或用其它方式注明所用的气体。

②电磁现象包括热、无线电波、核辐射和光等。

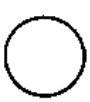


图　9.3-39

（5）仪表圆圈图形符号

仪表圆圈是直径为 10mm 的细实线圆，必要时可适当放大或缩小。当仪表位号字数较多，圆圈不能容纳时，可以断开，如图 9.3-40 所示。一个仪表圆圈可用来表示一台仪表，一个回路中多个仪表的组合、仪表连同其附件，或者仅用来标志测量点位号。有时，一台仪表也会用两个或多个仪表圆圈来表示。当有必要区别仪表的安装位置时，仪表圆圈应按表 9.3-21 所示方法表示。处理两个或多个变量（不采用多变量字母 U 时）的仪表（例如多笔记录仪或多点记录仪）或处理一个变量但有多个功能的仪表，可用两个或多个相切的仪表圆圈表示，如图 9.3-41 所示。上述情况，当两个测量点在图纸上距离较远，或不在同一张图纸上，需要时，可在两测量点附近分别如图 9.3-42 所示用两个相切的实线圆圈和虚线圆圈表示。

表　9.3-21

| 安装位置 | 图　形　符　号 | 备　注 |
|---|---|---|
| 就地安装 |  | |
| | | 嵌在管道中 |

（续）

| 安装位置 | 图　形　符　号 | 备　注 |
|---|---|---|
| 盘面安装 | | |
| 盘后安装 | | |
| 就地盘面安装 | | |
| 就地盘内安装 | | |

注：多级控制要求区别不同控制级别的仪表盘或有必要标志盘号时，可在仪表圆圈外中间位置上标志文字或数字。

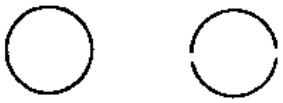


图　9.3-40

图　9.3-41

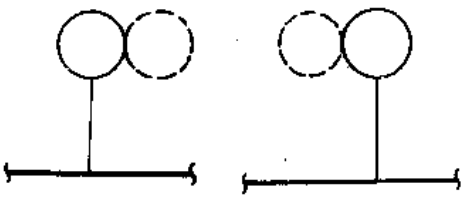


图　9.3-42

(6) 执行器图形符号

执行器的图形符号是由执行机构和调节机构的图形符号组合而成的。

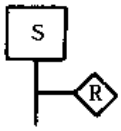
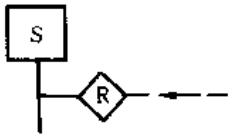
a)执行机构　不区别型式的通用的执行机构图形符号是直径约 5mm 的细实线圆与调节机构图形符号相连接的细实线，如图 9.3-43。当有必要区分执行机构型式时，应采用表 9.3-22 所列的图形符号。当有必要表示执行机构的附加装置时，应采用表 9.3-23 所列的图形符号。

图　9.3-43

表　9.3-22

| 执行机构型式 | 图　形　符　号 |
|---|---|
| 带弹簧的薄膜执行机构 | |
| 不带弹簧的薄膜执行机构 | |
| 活塞执行机构 | |
| 电动机执行机构 | M |
| 电磁执行机构 | $\overline{S}$ |

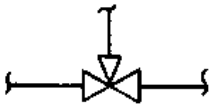
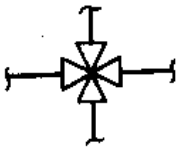
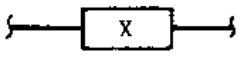
表 9.3-23

| 附加装置名称 | 图形符号 | 附注 |
| --- | --- | --- |
| 执行机构与手轮组合（以带弹簧的薄膜执行机构为例） | | 顶装或侧装均用同样方法表示 |
| 执行机构与阀门定位器组合（以带弹簧的薄膜执行机构为例） | | |
| 执行机构与带转换的阀门定位器组合（以带弹簧的薄膜执行机构为例） | | |
| 带人工复位装置的执行机构（以电磁执行机构为例） |  | |
| 带远程复位装置的执行机构（以电磁执行机构为例） |  | |

b）调节机构　不区别型式的通用的调节机构图形符号是边长约 5mm 的等边三角形，如图 9.3-44。当调节机构为阀时，各种型式的阀的图形符号应符合国家标准的有关规定。在阀的图形符号国家标准发布之前，各种常用的阀可采用表 9.3-24 的图形符号或各部门的有关规定。各种常用的二通阀可采用表 9.3-25 的图形符号或各部门的有关规定。当有必要表示仪表能源中断时调节阀的状况，可采用表 9.3-26 的附加图形符号。自力式调节阀的图形符号示于表 9.3-27。

图 9.3-44

表 9.3-24

| 阀的型式 | 图形符号 |
| --- | --- |
| 二通阀 | |
| 三通阀 |  |
| 四通阀 |  |
| 其它型式的阀* |  |

注：* 应在图例中说明阀的型式。

表 9.3-25

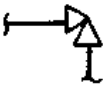
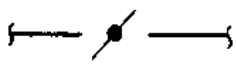
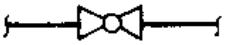
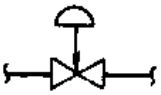
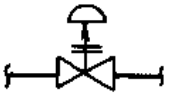
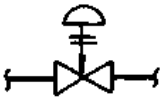
| 阀的型式 | 图形符号 |
| --- | --- |
| 球形阀、闸阀等直通阀 | |
| 角形阀 |  |
| 蝶阀、风门、百叶窗 |  |
| 旋塞、球阀 |  |

表 9.3-26

| 调节阀状况 | 图形符号 | 备注 |
|---|---|---|
| 能源中断时，阀开启 | | 以薄膜两通调节阀为例 |
| 能源中断时，阀关闭 |  | 以薄膜两通调节阀为例 |
| 能源中断时，阀保持原位置 | | 以薄膜两通调节阀为例 |
| 能源中断时，阀保持原位置，允许向开方向漂移 |  | 以薄膜两通调节阀为例 |
| 能源中断时，阀保持原位置，允许向关方向漂移 |  | 以薄膜两通调节阀为例 |

（续）

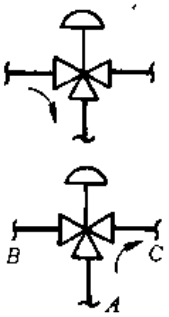
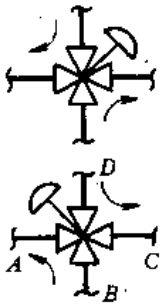
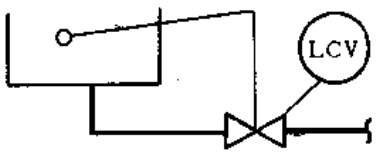
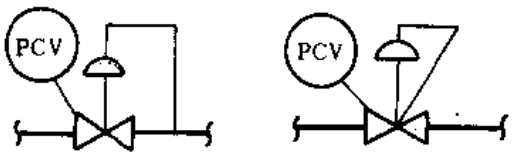
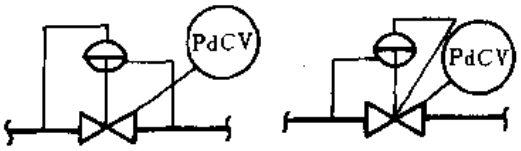
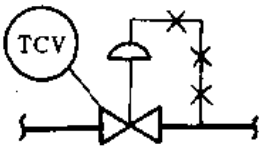
| 调节阀状况 | 图形符号 | 备注 |
|---|---|---|
| 三通阀能源中断时，流体流通方向 |  | 以薄膜三通调节阀为例。箭头示流体流通方向。需要时，可在各通路符号旁注A、B、C，以资识别，并注明接通的通路，如A—C通 |
| 四通阀能源中断时，流体流通方向 |  | 以薄膜四通调节阀为例。箭头示流体流通方向。需要时，可在各通路符号旁注A、B、C、D，以资识别，并注明接通为通路，如B—A，D—C通 |

表 9.3-27

| 自力式调节阀型式 | 图形符号 |
|---|---|
| 自力式液位调节阀（机械联接） |  |
| 自力式压力调节阀 |  |

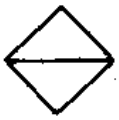
（续）

| 自力式调节阀型式 | 图　形　符　号 |
| --- | --- |
| 自力式差压调节阀 |  |
| 自力式温度调节阀 |  |

（7）其他图形符号

其他仪表和装置的图形符号示于表 9.3-28。当有必要区别物位仪表的联接形式时，可采用表 9.3-29 的图形符号。

表　9.3-28

| 仪表和装置名称 | 图形符号 | 备　注 |
| --- | --- | --- |
| 指示灯 | | 圆圈直径约 10mm |
| 线路板或矩阵接线板 |  | 边长约 10mm |
| 吹气装置或冲洗装置 | | 边长约 8mm |
| 复位装置 | | |

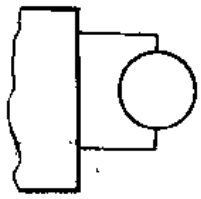
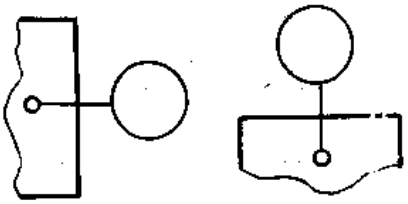
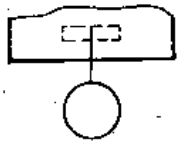
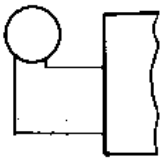
（续）

| 仪表和装置名称 | | 图形符号 | 备　注 |
| --- | --- | --- | --- |
| 连锁用 | 逻辑元件（与门） | | |
| | 逻辑元件（或门） | | |
| | 未确定或复杂的逻辑元件 | | 方框内数字（如 1-3）为详图号 |
| 隔离装置 | | | |

表　9.3-29

| 物位仪表型式 | 图　形　符　号 |
| --- | --- |
| 整体安装的液位仪表 | |

（续）

| 物位仪表型式 | 图形符号 |
| --- | --- |
| 有两根联接管的液位仪表（外浮式） |  |
| 有单根联接管的液位仪表（内浮式） |  |
| 差压式液位仪表 |  |
| 差压式液位仪表（带平衡管的单法兰仪表） | |
| 料位仪表 |  |

（8）文字代号

a. 仪表位号

仪表位号由字母代号和数字编号两部分组成，两部分之间用一短划隔开。需要时，数字编号之后尚可附加尾缀。

字母代号由表示被测变量或初始变量的第一位字母和表示功能的后继字母组成。

除非是表9.3-31注释④所述的情况，字母均为大写英文字母。

数字编号由区域编号和回路编号组成。一般情况下，区域编号为一位数字，回路编号为二位数字。必要时，区域编号和回路编号的数字位数可增减。某些情况下，亦可省略区域编号。

数字编号为阿拉伯数字。

注：区域编号可表示车间、工段、装置、系统、设备，甚至可兼表示其中二者。

尾缀可以是大写英文字母或短划之后的阿拉伯数字。

必要时，可以有其他编排形式的数字编号和尾缀。

仪表位号的实例（温度记录调节仪）如表9.3-30所示。

**表　9.3-30**

| T | RC | — | 13 | 02 | A或—2 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 第一位字母（被测变量或初始变量） | 后继字母（功能） | | 区域编号 | 回路编号 | 尾缀（通常不需要） |
| 字母代号 | | | 数字编号 | | |
| 仪表位号 | | | | | |

b. 字母代号

字母代号应选用表9.3-31所规定的字母。

表示被测变量（或初始变量）的第一位字母必须在字母代号的起始（表9.3-31注释⑨所述的“L”为唯一例外），其后有一个或多个表示功能的后继字母。

第一位字母是按被测变量（或初始变量），不是按仪表的结构确定的。例如用于测量流量的差压记录仪应写为FR，而不是PdR。

表示功能的后继字母是按读出或输出功能而不是按被操纵的变量选用的。例如，接受液位调节器来的信号以改变流量的调节阀，应标志LV，而不是FV。

c. 仪表位号的书写规则

在仪表圆圈中，仪表位号的书写方法是：字母代号写在圆圈的上半圆中，数字编号和尾缀写在下半圆中，如图9.3-45所示。

**表　9.3-31**

| 字母 | 第一位字母 | | 后继字母③⑪ |
| --- | --- | --- | --- |
| | 被测变量或初始变量 | 修饰词 | 功能 |
| A | 分析⑤ | | 报警⑫ |
| B | 喷嘴火焰 | | 供选用① |
| C | 电导率 | | 控制（调节）⑩ |
| D | 密度或比重 | 差④ | |

（续）

| 字母 | 第一位字母 | | 后继字母③⑪ |
|---|---|---|---|
| | 被测变量或初始变量 | 修饰词 | 功能 |
| E | 电压（电动势） | | 检测元件 |
| F | 流量 | 比（分数）④ | |
| G | 尺度（尺寸） | | 玻璃 |
| H | 手动（人工触发） | | |
| I | 电流 | | 指示⑧⑬ |
| J | 功率 | 扫描 | |
| K | 时间或时间程序 | | 操作器 |
| L | 物位 | | 灯⑨ |
| M | 水份或湿度 | | |
| N | 供选用① | | 供选用① |
| O | 供选用① | | 节流孔 |
| P | 压力或真空 | | 试验点（接头） |
| Q | 数量或件数 | 积分、累计④ | 积分、累计 |
| R | 放射性 | | 记录或打印⑫ |
| S | 速度或频率 | 安全 | 开关或连锁⑩⑫ |
| T | 温度 | | 传送 |
| U | 多变量⑥ | | 多功能⑦ |
| V | 粘度 | | 阀、风门、百叶窗 |
| W | 重量或力 | | 套管 |
| X | 未分类② | | 未分类② |
| Y | 供选用① | | 继动器⑩ |
| Z | 位置 | | 驱动、执行或未分类的执行器 |

①“供选用”的字母适用于在一个设计中多次使用而表9.3-31未予规定的被测变量或功能。当采用“供选用”的字母时，它作为第一位字母和后继字母应有不同的意义。例如，作为第一位字母时，可规定其意义为“弹性模数”；作为后继字母，可为“示波器”。

“供选用”字母的意义应在图例中予以说明。

②“未分类”的字母“X”适用于在一个设计中仅一次或几次使用而表9.3-31未予规定的被测变量或功能。当采用“X”时，不论作为第一位字母或后继字母，它在不同地点各均可有不同的意义。例如，XR—2可以是应力记录仪，XR—3可以是振动记录仪，而XX—4则可以是应力示波器。

应在仪表圆圈之外注明“X”在该处使用的意义。

③后继字母所表示的意义可以是名词、动词或形容词。例如，“I”可以是指示仪、指示或指示的；“T”可以是变送器、传送或传送的。

④第一位字母的修饰词字母“d”（差）、“f”（比）、“q”（积分、累计）之一与被测变量（或初始变量）的字母组合起来构成另一种意义的被测变量，因此应视为一个字母。例如：TdI和TI分别为温差指示和温度指示。修饰字母应为小写。在不致造成混淆时，也可以大写。

⑤第一位字母“A”（分析）包括表9.3-31未予规定的分析项目。当有必要表明具体的分析项目时，仪表圆圈中仍写“A”，在圆圈外上方写出所分析的项目。例如，氢的分析，应在圆圈外上方写出“$H_2$”，不能用“$H_2$”代替圆圈中的“A”。

⑥第一位字母“U”（多变量）用来代替多个表示被测变量（或初始变量）的字母，即用“U”这一个字母表示多变量。

⑦后继字母“U”（多功能）用来代替多个表示功能的字母，即用“U”这一字母表示多个功能。

⑧“I”（指示）仅适用于实际测量的读出。它不适用于无被测量输入仅供手动调整变量的标尺。

⑨L（灯）与A（报警）的区别见定义（1.3.1（1））。

如灯是回路的一部分，则L应与第一位字母组合应用。例如，指示时间周期的指示灯应为KL。

如灯并非回路一部分，可单标志一个字母“L”，也可按上述方法与一个选定的被测变量的第一位字母组合起来，例如电动机的运行灯可假定电压是它的被测变量，标为EL；或者假定它是由电动机启动器的辅助电接点触发的，标为XL。

⑩应正确区别和选用后继字母C（控制）、S（开关）、V（阀）和Y（继动器）。

开关、继动器、位式控制器和调节阀都能接通、断开或变换一个或多个线路。

调节阀是用来控制过程流体的。开关、继动器和位式控制器不能用于接通、断开和变换流体线路。凡手动操作的是开关（S）。

凡自动且又是回路中的第一个这种装置则是开关（S）或位式控制器，其中开关（S）通常用于报警、指示灯、选择、连锁或安全；而位式控制器（C）则通常用于正常操作控制。

凡自动且又不是回路中的第一个这种装置（例如，是由开关或位式控制器操作的），则是继动器（Y）。继动器包括计算器、转换器、选择器和放大器等（1.3.1（1））。

⑪后继字母应按下述顺序书写：

IRCTQSA

⑫当仪表同时具有指示和记录功能时，字母代号只写出R（记录），不必再写出I（指示）。

S是指开关或连锁。在一个仪表圆圈中，SA是专指连锁加报警；如果是通过开关触发报警，则S可省略，仅写A。

就地仪表　　盘面安装仪表

图 9.3-45

数字编号中的区域编号和回路编号一般均自1开始，按顺序编列，但允许中间有空号。

如两个或多个回路共用一台仪表时，这一台仪表应有分属于各回路的位号。

仪表应按被测变量（或初始变量）编数字编号，即同一区域的同一被测变量（或初始变量）的仪表，其回路编号应自1开始按顺序编列，中间允许有空号。

不同被测变量（或初始变量）的仪表，不含在一起连续给出回路编号。

注：必要时，不同被测变量（或初始变量）的仪表可以合在一起统一连续编排回路编号。

带有修饰词“d”、“f”、“q”的被测变量（或初始变量）应与不带修饰词的被测变量（或初始变量）合在一起编数字编号，不作为单独的被测变量（或初始变量）另行编列数字编号。例如，温差指示仪TdI-105应与温度指示仪TI—106按统一顺序编数字编号。

检测仪表只有在必要时才加修饰词“d”、“f”、“q”，例如与TdI相联接的检测元件TE—105A和TE—105B，无需加表示温差的修饰词字母“d”。

如一个回路中有一个以上相同字母代号（即被测变量或初始变量和功能相同）的仪表，应在回路编号之后加大写英文字母的尾缀，以示区别。例如，用FT—201A、FT—201B表示一个回路中的两台流量变送器；用FV—311A、FV—311B表示一个回路中的两台流量调节阀。

不同区域的多个检测元件共用一台仪表（不是多笔或多针仪表）时，检测元件可略去区域编号，并在回路编号之后隔以短划，加阿拉伯数字顺序编号，作为尾缀。例如，TE—25—1、TE—25—2、TE—25—3……等。

具有两个或多个功能的仪表应按其全部功能给出仪表位号。例如，附有压力记录PR—4的流量记录仪FR—2，在明细表中应写为FR—2/PR—4，亦可写作UR—7；两笔压力记录仪应写作PR—7/8。

流程图上无需标明仪表附件，如吹洗用转子流量计、空气过滤减压器等。如需有一个仪表位号时，可采用其所属仪表的位号，但注明其名称。例如，配有孔板FE—7的法兰组件可标为“FE—7法兰”；配用于压力表PI—8的吹洗用转子流量计—自力式调节阀组可标为“PI—8吹洗”。

大量采用的简单的就地指示仪表，如压力表、温度计等，必要时可不按上述规定编写仪表位号，仅给出被测变量的字母代号，并在区域编号后加上按顺序排列的回路编号。也可不加区域编号。例如，压力表为P—301、P—302……；温度计为T—01、T—02……等。

当有必要表示高、中、低时（例如高位报警、高高位连锁等），可在仪表圆圈外的右上方、右下方和右方中部写H（高）、L（低）、M（中），或HH（高高）、LL（低低）。

HH或LL表示有H（高）和HH（高高）或L（低）和LL（低低）。但在一个仪表圆圈上则略去H或L，只标注HH或LL。

H、L、M应与被测变量值而不是与信号值相对应。例如，反作用液位变送器提供的高液位报警应在标志LA的仪表圆圈外左上方写出H，虽然报警是在信号降低到某一低值时触发的。

H（高）、I（低）亦可用来表示阀或其它开关装置的位置：H是指阀位于或趋于全开的位置；L是指阀位于或趋于全闭的位置。

d. 继动器的附加符号和代号

继动器如需进一步表示其功能时，可在仪表圆圈外的右上方加注表9.3-32所列符号或代号。

表 9.3-32

| 符号或代号 | 所表示的意义 |
|---|---|
| 1-O或ON-OFF | 自动接通、断开或变换一个或多个线路，同时在回路中不是第一个这种装置 |
| Σ或ADD | 加或总计（加和减）② |
| Δ或DIFF | 减② |
| ±<br>+<br>− | 偏置① |
| AVG | 平均 |
| %或1：3或2：1（举例） | 增益或衰减（输入：输出）① |
| ⊗ | 乘② |
| ÷ | 除② |
| $\sqrt{\ }$或SQ. RT. | 开平方 |
| $X^n$或X 1/n | n或1/n次幂 |
| F（X） | 特性、函数 |

（续）

| 符号或代号 | 所表示的意义 |
|---|---|
| 1∶1 | 功率放大 |
| ＞或 H. S. | 高选：选择最高（较高）的被测变量（除非另有说明，不是指信号） |
| ＜或 L. S. | 低选：选择最低（较低）的被测变量（除非另有说明，不是指信号） |
| REV. | 反向 |
| a）E/P 或 P/I（举例） | 转换<br>按输入/输出的顺序，采用的字母代号的意义如下：<br>E 电压<br>H 液压<br>I 电流<br>O 电磁或声<br>P 气压<br>R 电阻<br>F 频率 |
| b）A/D 或 D/A | 按输入/输出的顺序，采用的字母代号的意义如下：<br>A 模拟<br>D 数字 |
| $\int$ | 积分（时间积分） |
| D 或 d/dt | 微分或速率 |
| I/D | 反微分 |

①用于一个输入的继动器。

②用于两个或多个输入的继动器。

e. 常用缩写

当有必要在流程图上标志文字时，可用表 9.3-33 所列的缩写。

**表 9.3-33**

（续）

| 缩　写 | 中　文 |
|---|---|
| A | 模拟信号 |
| AC | 交流电 |
| ADAPT. | 自适应调节方式 |
| A/M | 自动/手动 |
| AND | “与”门 |
| AS | 空气源 |
| AVG. | 平均 |
| C | 线路板或矩阵接线板 |
| CHP | 色谱 |
| D | 微分调节方式<br>数字信号 |
| DC | 直流电 |
| DIFF. | 减 |
| DIR. | 正作用 |
| E | 电压信号<br>电信号 |
| FF | 前馈调节方式 |
| FS | 冲洗源 |
| GS | 气体源 |
| H | 液动信号<br>高 |
| HH | 最高（较高） |
| HS | 液压源 |
| H. S. | 高选 |
| I | 电流信号<br>连锁<br>积分 |
| IN | 输入<br>入口 |
| L | 低 |
| LB | 就地盘 |
| LL | 最低（较低） |
| L. S. | 低选 |
| M | 电动机执行机构<br>中 |
| MAX. | 最大 |
| MIN. | 最小 |
| NOR. | 正常 |
| NOR | “或非”门 |
| NOT | “非”门 |
| NS | 氮源 |
| O | 电磁或声<br>信号 |
| ON-OFF | 通-断（自动地） |
| OPT. | 最佳调节方式 |
| OR | “或”门 |
| OUT. | 输出<br>出口 |

（续）

| 缩　写 | 中　文 |
|---|---|
| P | 气动信号 |
| | 比例调节方式 |
| | 仪表盘 |
| | 吹气或冲洗装置 |
| R | 自动再调调节方式 |
| | 能源中断锁住复位装置 |
| | 电阻（信号） |
| RAD. | 无线电 |
| REV. | 反作用 |
| RTD | 热电阻 |
| S | 电磁执行机构 |
| S. P. | 设定点 |
| SQ. RT. | 平方根 |

（续）

| 缩　写 | 中　文 |
|---|---|
| SS | 蒸汽源 |
| T | 疏水器 |
| T. V. C. | 电视摄象机 |
| T. V. R. | 电视接收机 |
| WS | 水源 |

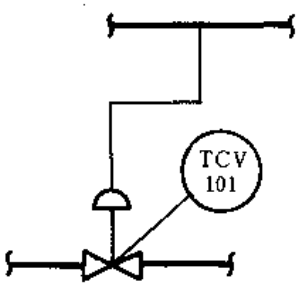
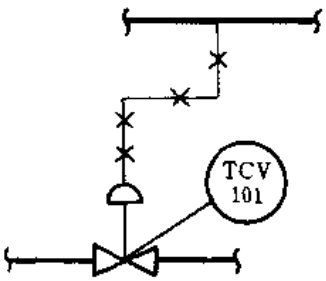
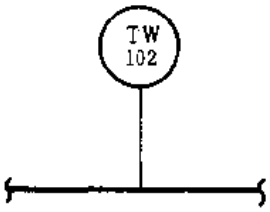
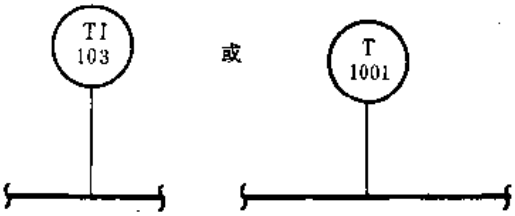
### 1.3.2　标准的特点和应用

1）GB2625—81 中规定的过程检测和控制流程图所用的仪表装置的统一符号和文字代号表示方法适用于化工、石油、冶金、电力、轻工、纺织、建材等行业，是一项应用广泛的基础性标准。

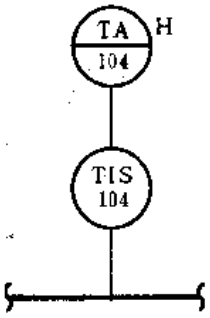
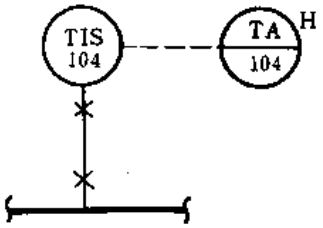
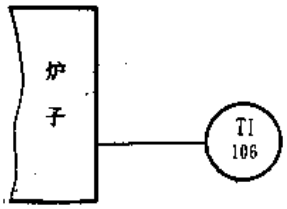
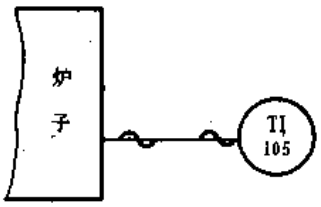
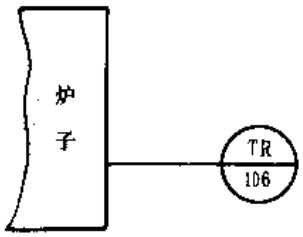
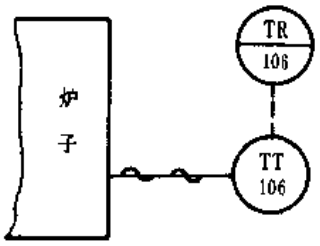
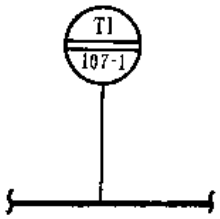
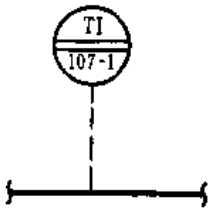
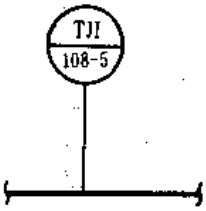
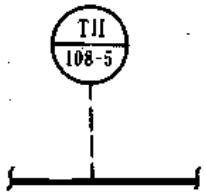
2）图形符号和仪表位号示例见表 9.3-34。

3）文字代号组合示例见表 9.3-35。

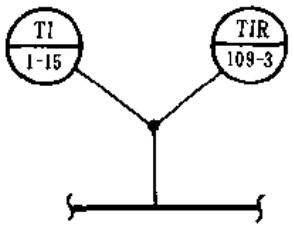
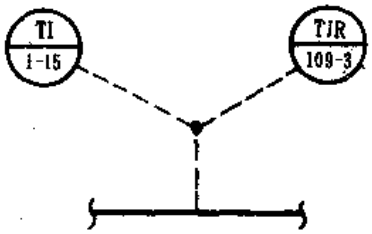
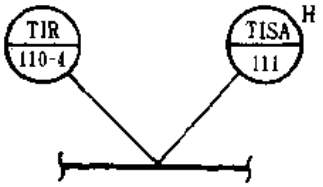
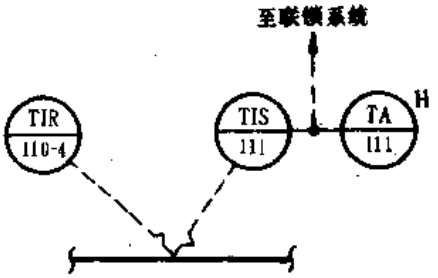
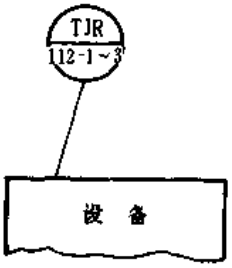
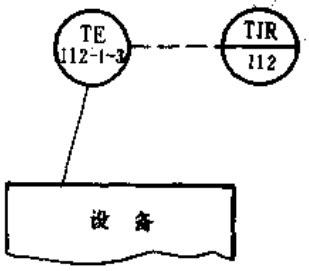
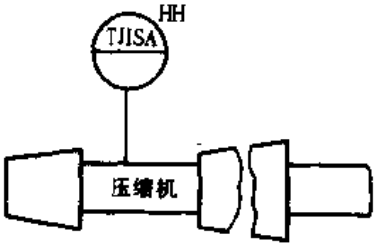
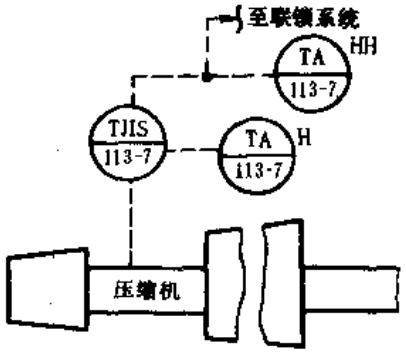
**表　9.3-34**

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 温度 | 1. 自力式温度调节阀 |  |  |
| | 2. 带测温套管的测试接头 |  | |
| | 3. 温度指示 |  | |

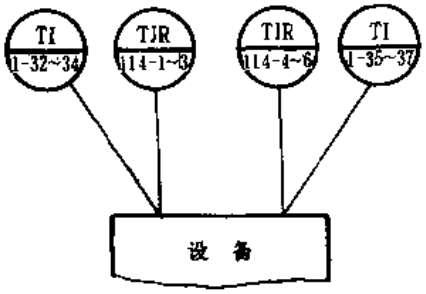
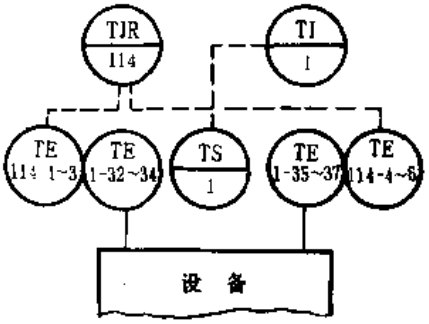
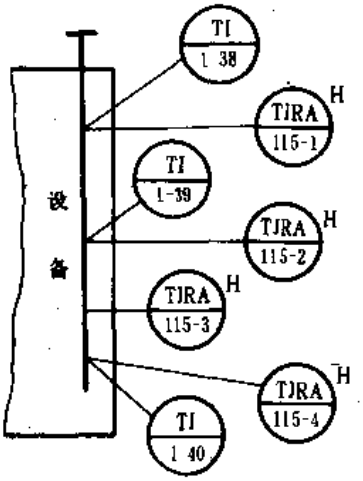
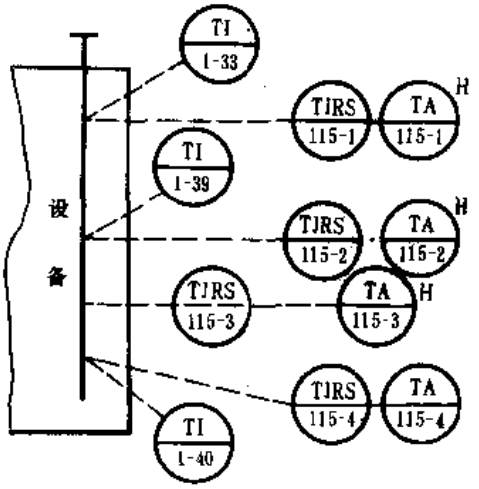
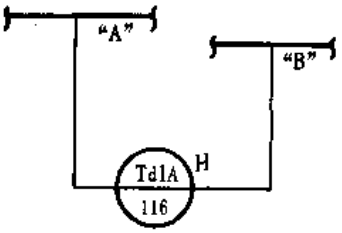
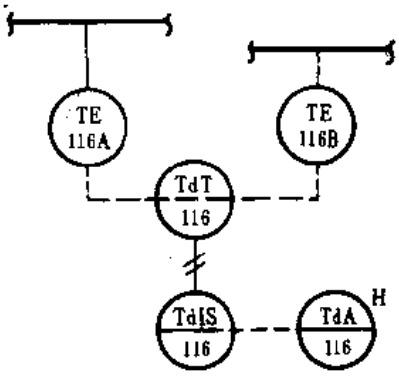
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 温度 | 4. 温度指示报警（方法一中，表示变量报警点上、中、下限的 H、M、L 可以不写出） |  |  |
| | 5. 温度指示（热辐射式） |  |  |
| | 6. 温度记录（热辐射式） |  |  |
| | 7. 温度指示（手动多点切换开关位号 TS—107） |  |  |
| | 8. 温度多点巡回指示 |  |  |

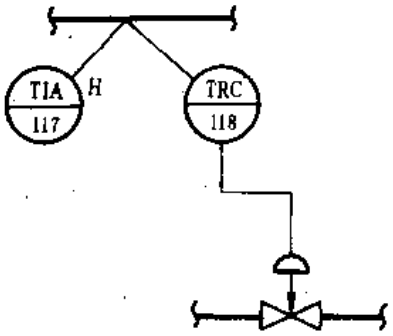
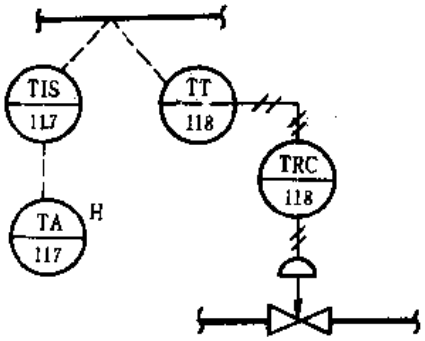
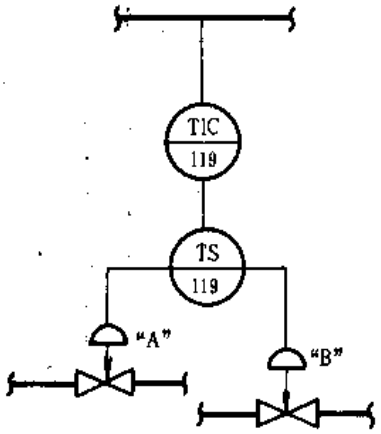
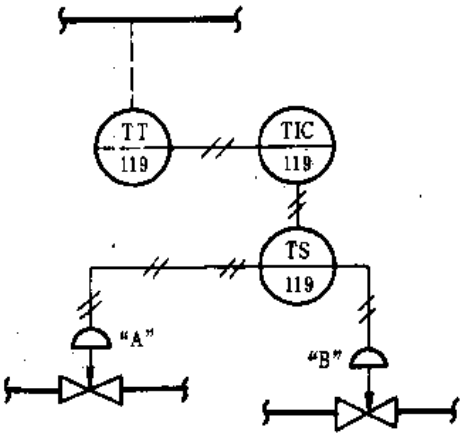
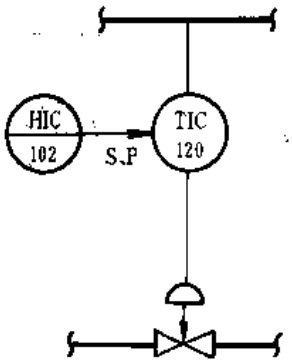
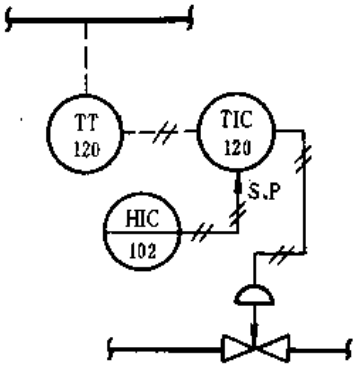
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 温度 | 9. 温度指示和记录（单支测温元件位号 TE-1-15/109-3） |  |  |
| | 10. 温度记录和指示联锁报警（双支测温元件，位号 TE-110-4/111，方法二中元件可不画出） |  |  |
| | 11. 温度多点记录（在设备上一个套管内的不同高度处安装三个测温元件，方法二中元件亦可不画出） |  |  |
| | 12. 温度多点指示联锁报警 |  |  |

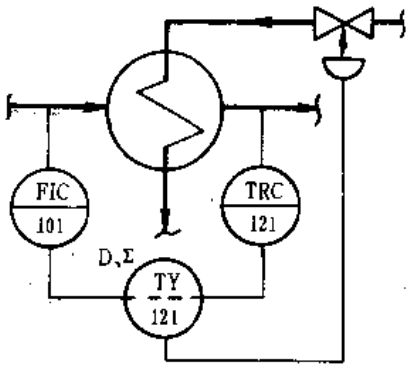
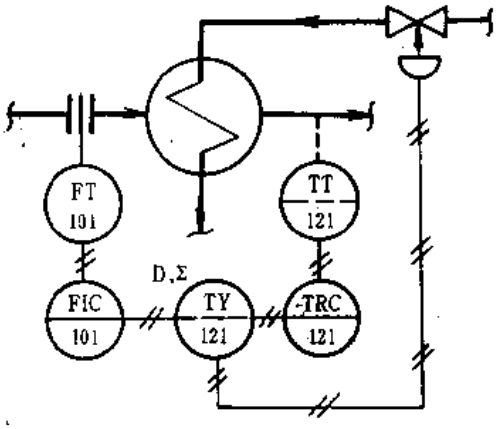
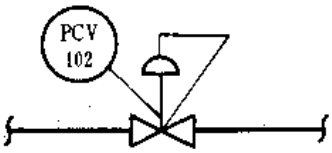
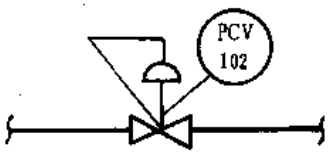
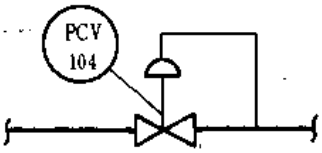
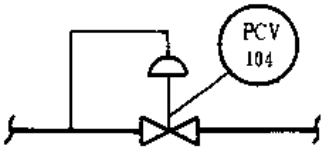
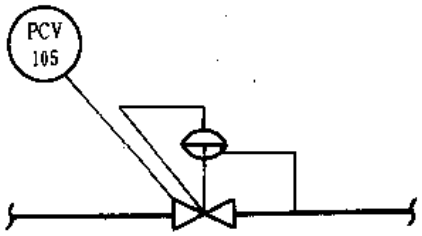
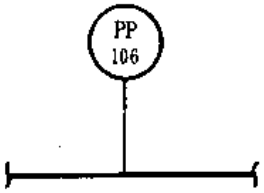
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 温度 | 13. 温度指示和记录（6 点式测温元件） |  |  |
| | 14. 温度指示和记录报警（多个双支测温元件） |  |  |
| | 15. 温差指示报警 |  |  |

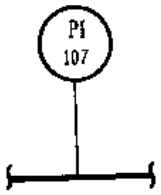
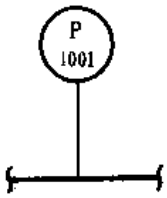
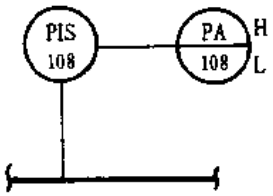
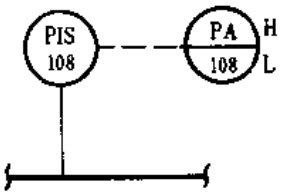
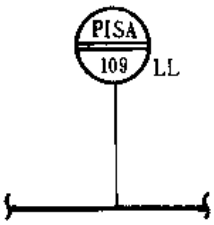
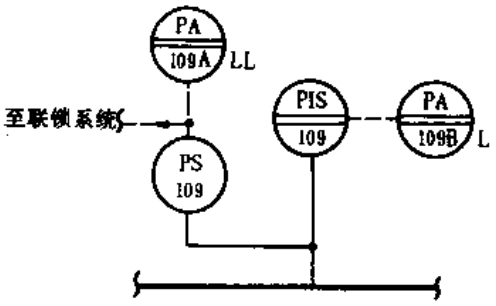
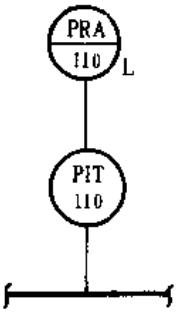
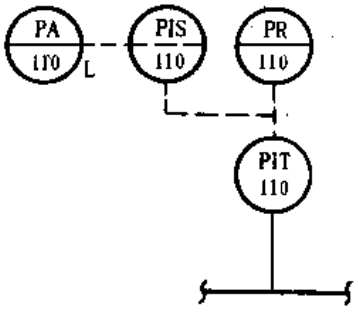
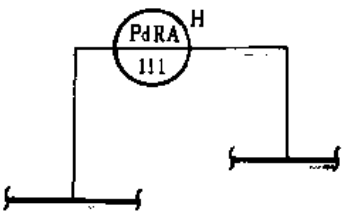
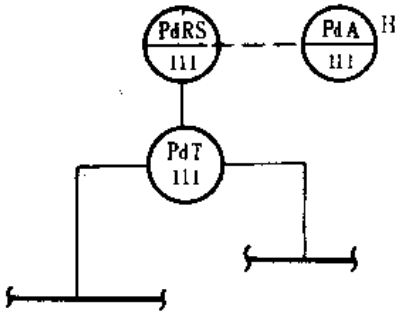
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 温度 | 16. 温度指示报警和记录调节系统 |  |  |
| | 17. 带手动切换的温度指示调节系统 |  |  |
| | 18. 带远距离手动给定温度指示调节系统 |  |  |

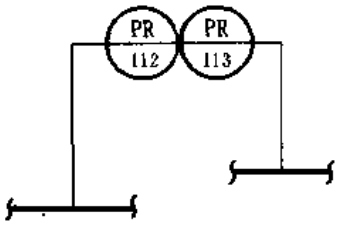
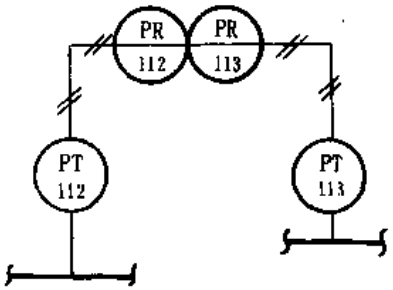
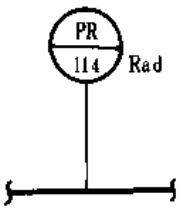
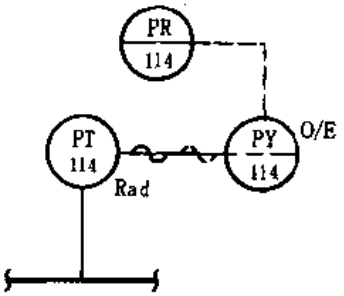
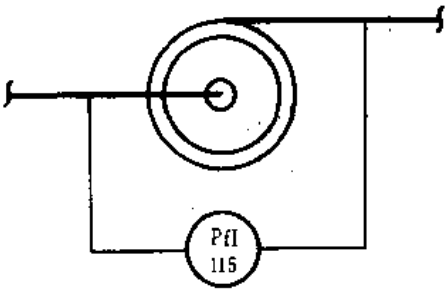
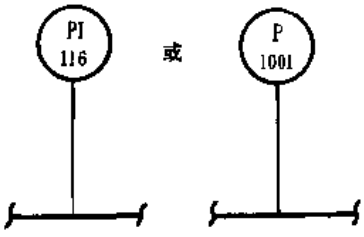
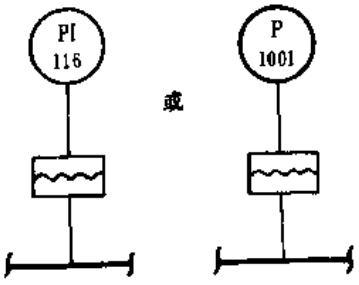
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 温度 | 19. 带流量超前继动器的温度记录调节系统（TY-121 功能应在设备表中说明） |  |  |
| 压力或真空 | 1. 带阀内取压的自力式阀后（或阀前）压力调节阀 |  |  |
| | 2. 外部取压的自力式阀后（或阀前）压力调节阀 |  |  |
| | 3. 带内部取压和外部取压的自力式差压调节阀 |  | |
| | 4. 压力或真空测试接头 |  | |

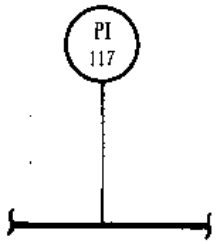
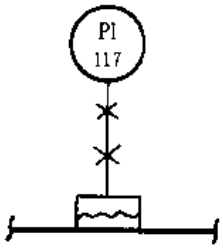
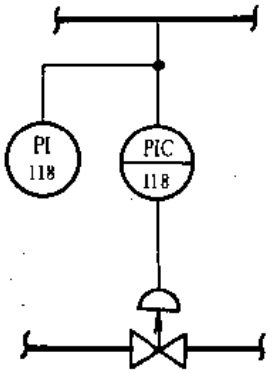
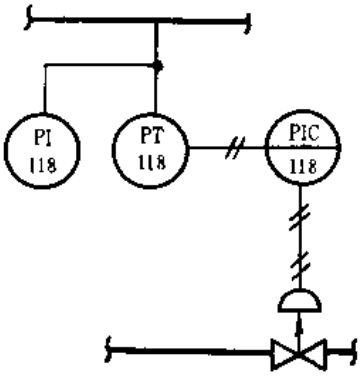
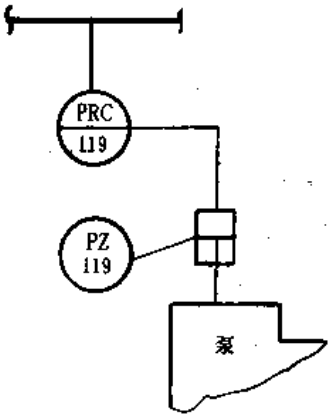
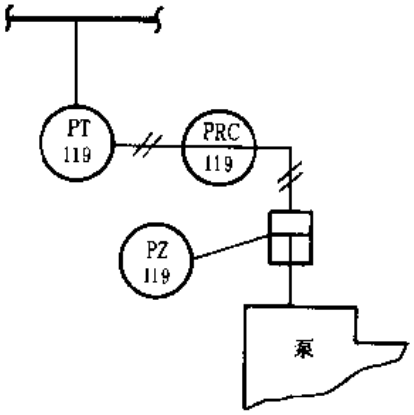
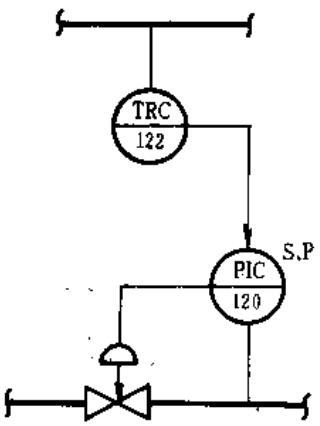
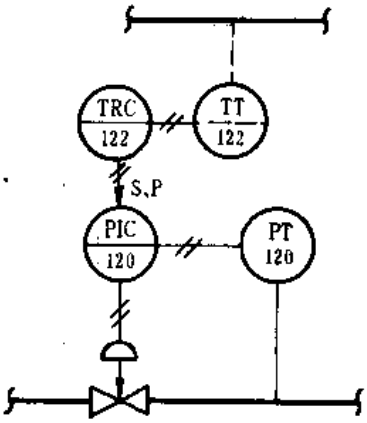
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 压力或真空 | 5. 压力或真空指示 |  或  | |
| | 6. 压力或真空指示集中报警 |  |  |
| | 7. 压力指示报警和压力联锁报警 |  |  |
| | 8. 压力指示集中记录报警 |  |  |
| | 9. 差压记录报警 |  |  |

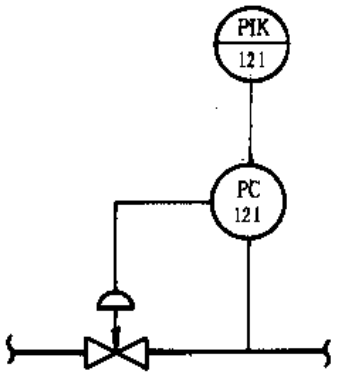
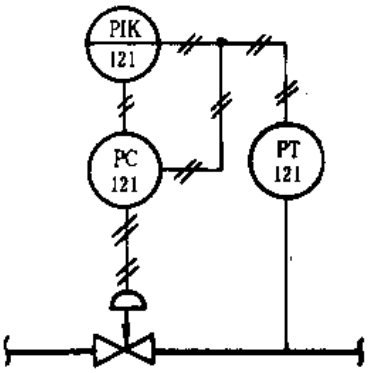
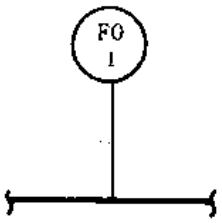
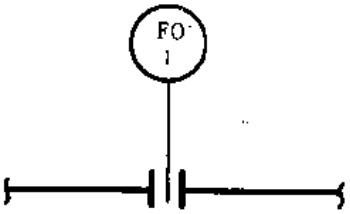
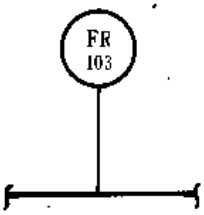
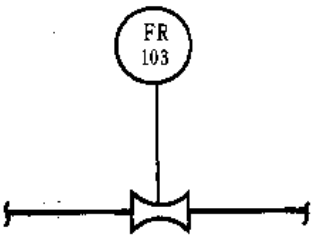
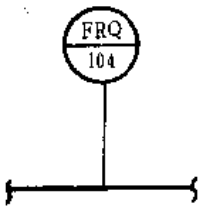
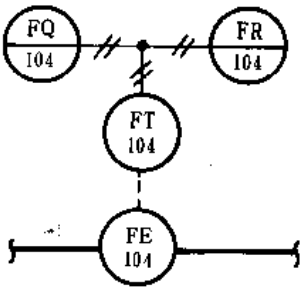
（续）

| 变量 | 内 容 | 方 法 一① | 方 法 二 |
|---|---|---|---|
| 压力或真空 | 10. 压力双笔记录（位号PR-112/113） |  |  |
| | 11. 压力记录（以无线电波或光波等信号形式传送） |  |  |
| | 12. 压缩比指示 |  | |
| | 13. 压力指示（带隔离装置） |  |  |

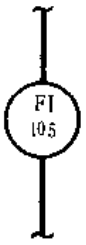
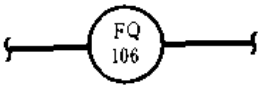
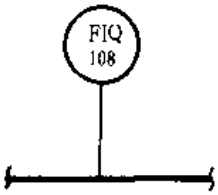
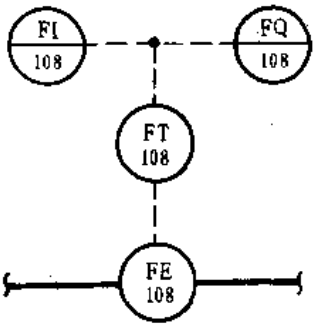
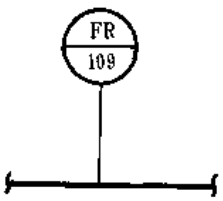
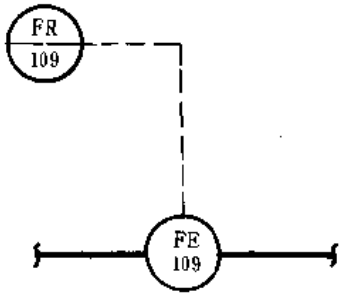
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 压力或真空 | 14. 压力指示（隔离装置直接安装在管道或过程设备上） |  |  |
| | 15. 带就地指示的压力指示调节系统 |  |  |
| | 16. 压力记录调节系统（调节泵的冲程） |  |  |
| | 17. 温度压力串级调节系统 |  |  |

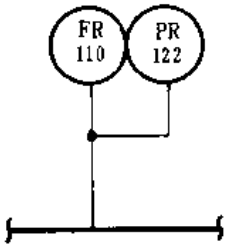
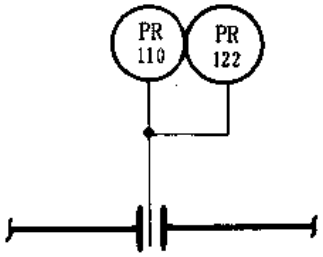
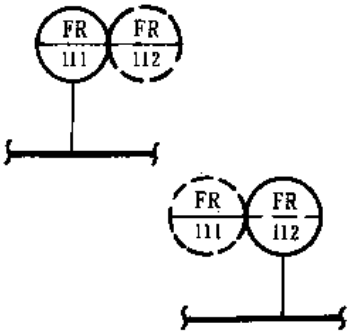
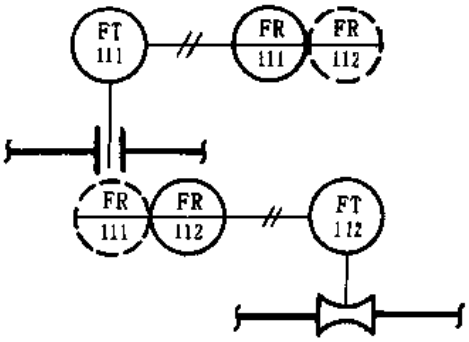
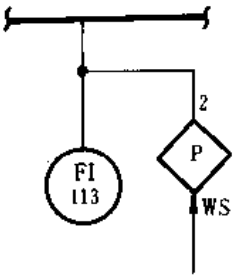
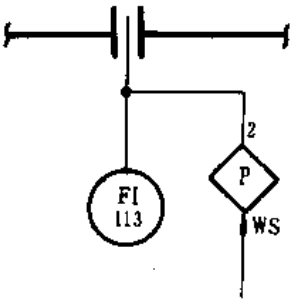
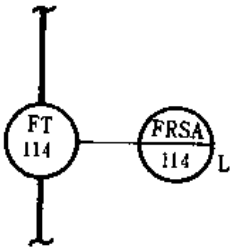
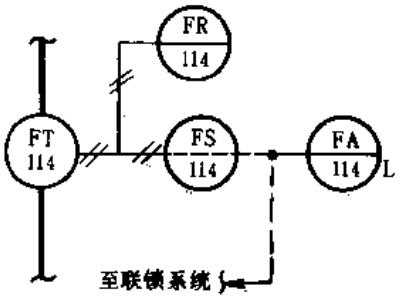
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 压力或真空 | 18. 带集中指示，自动-手动操作器的就地压力调节系统（四管系统） |  |  |
| 流量 | 1. 限流孔板 |  |  |
| | 2. 流量记录（检测元件为文丘里管或喷嘴） |  |  |
| | 3. 流量记录积算（检测元件为通用的） |  |  |

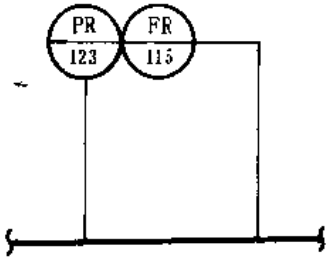
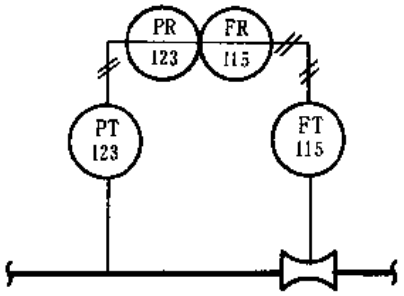
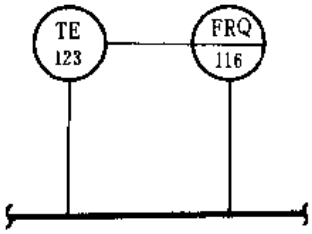
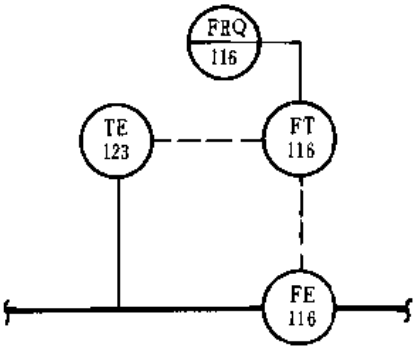
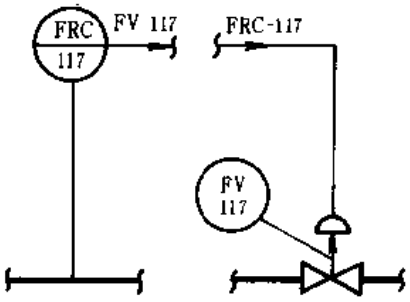
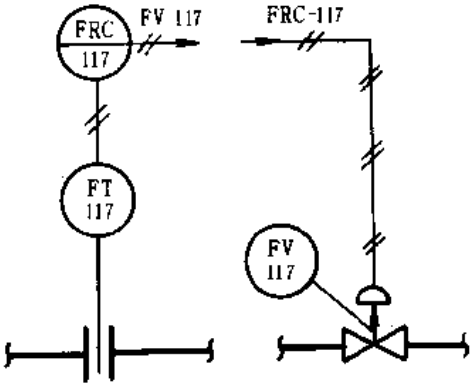
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 流量 | 4. 安装在管道上的流量指示 |  | |
| | 5. 流量积算（位号也可写为Fql-106） |  | |
| | 6. 流量指示积算 | | |
| | 7. 流量指示积算 |  |  |
| | 8. 流量记录（检测元件为电磁式） |  |  |

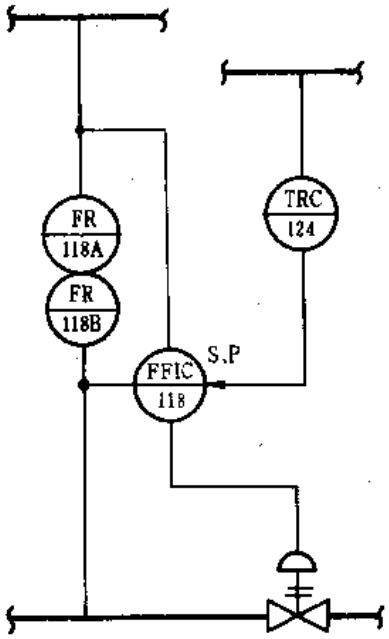
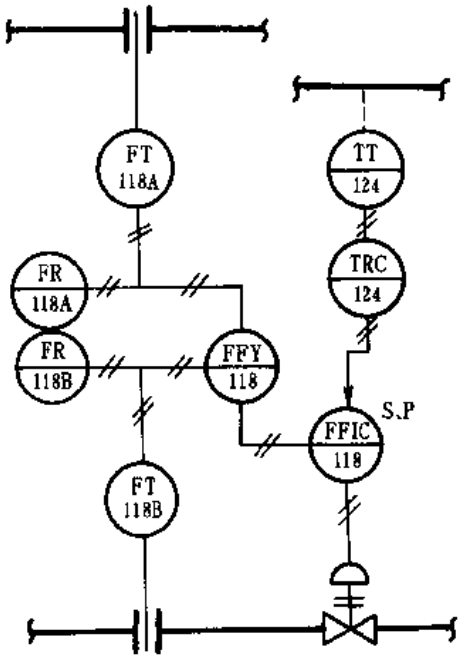
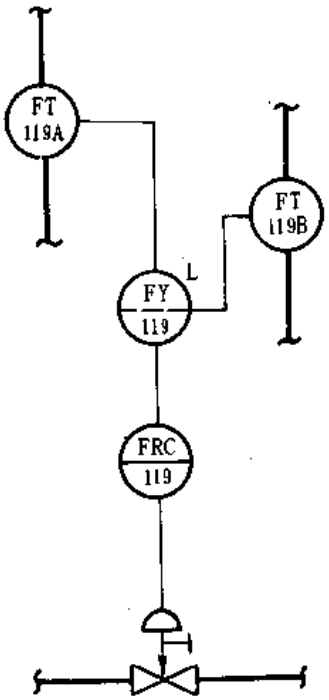
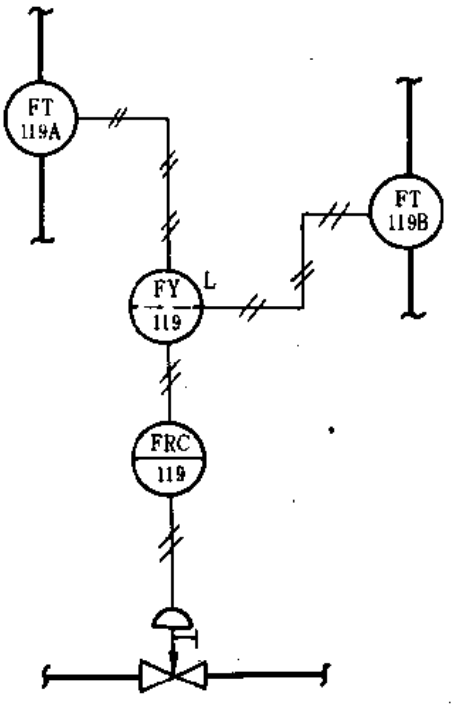
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 流量 | 9. 流量、压力双笔记录（位号 FR-110/PR-122） |  |  |
| | 10. 流量双笔记录（位号 FR-111/112，两个检测元件在图纸上相距较远，或不在同一张图上的表示方法） |  |  |
| | 11. 带两个冲洗接头的流量指示 |  |  |
| | 12. 流量记录联锁报警 |  |  |

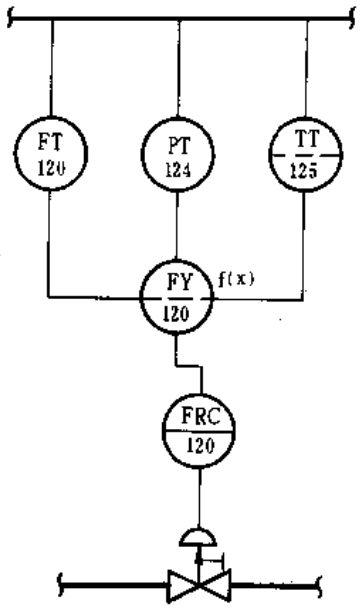
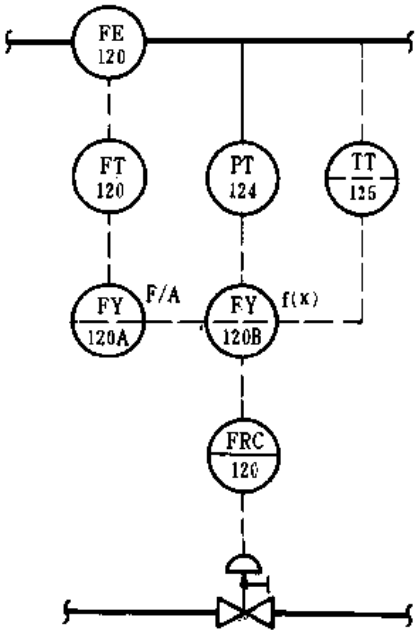
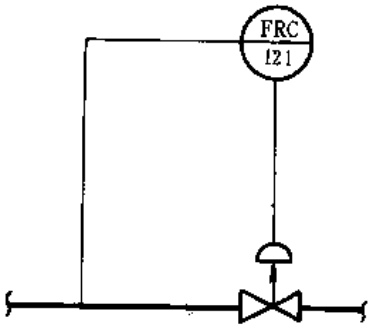
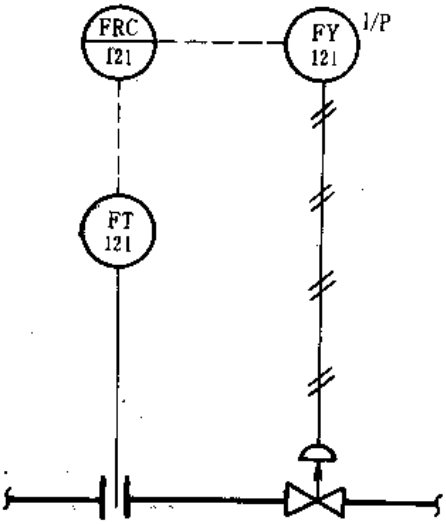
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 流量 | 13. 流量、压力双笔记录（位号 FR-115/PR-123） |  |  |
| | 14. 带温度补偿的流量记录、积算 |  |  |
| | 15. 流量记录调节系统（测量点与执行机构在图纸上距离较远或不在同一张图纸上的表示方法，也可把相应图号标上） |  |  |

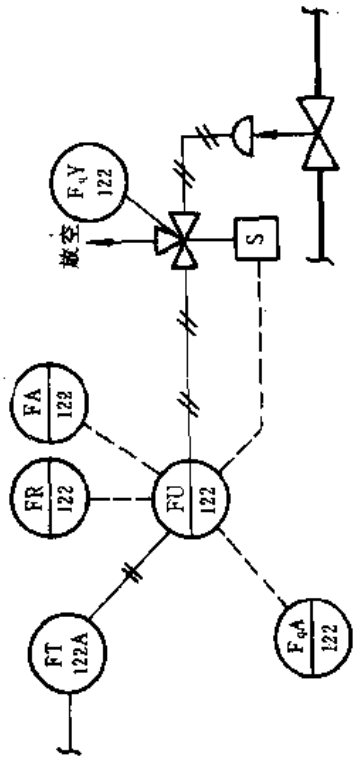
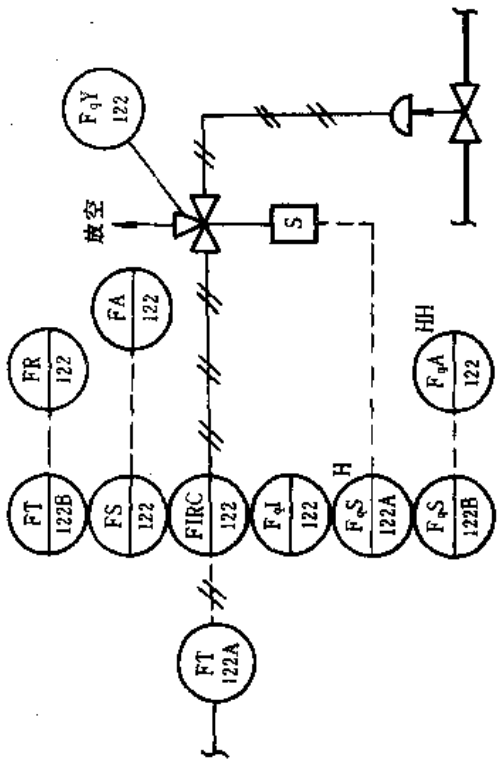
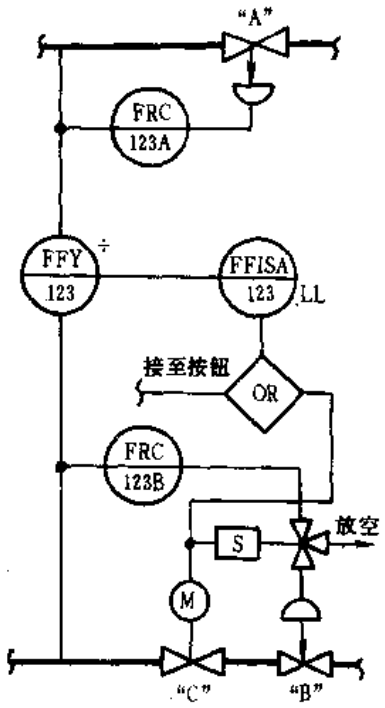
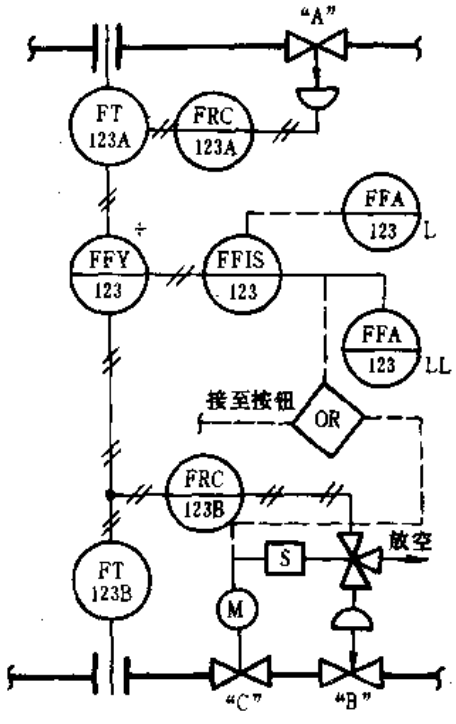
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| | 16. 温度、流量比率串级调节系统 |  |  |
| 流量 | 17. 选择流量调节系统（低流量选择） |  |  |

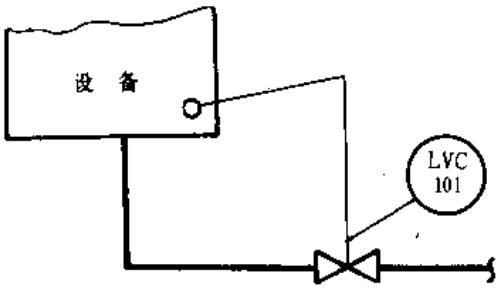
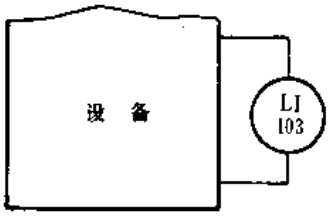
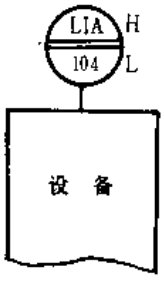
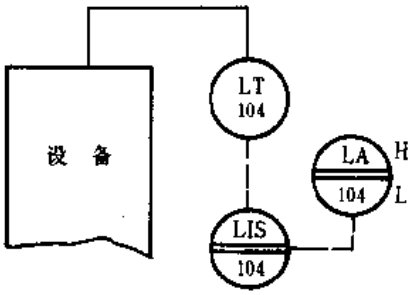
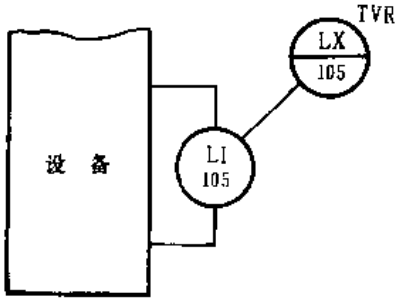
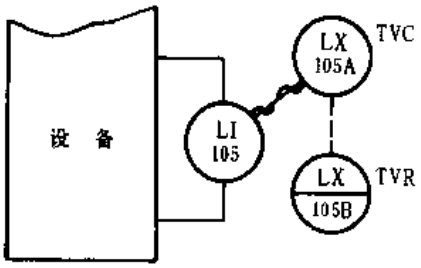
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 流量 | 18. 带压力、温度补偿的流量记录调节系统 |  |  |
| | 19. 流量记录调节系统（电信号经电-气转换器转换为气信号） |  |  |

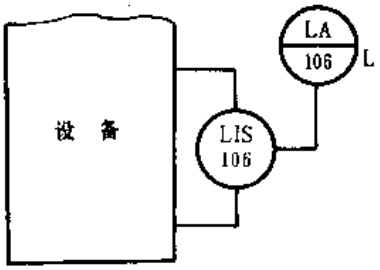
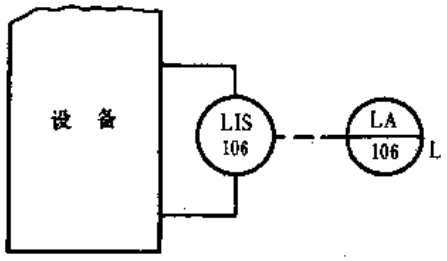
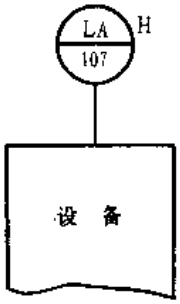
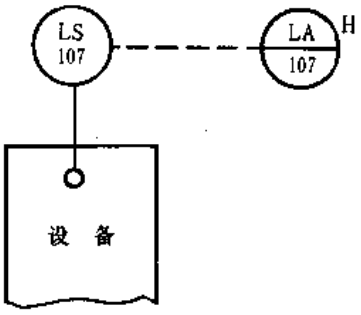
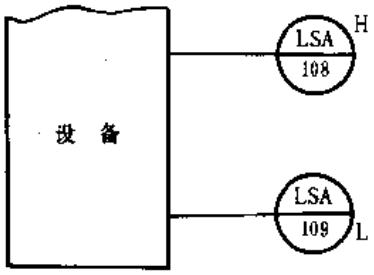
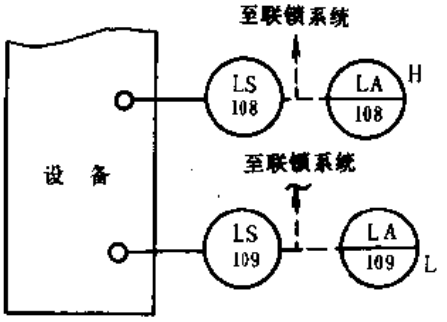
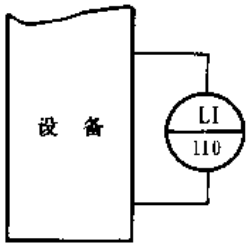
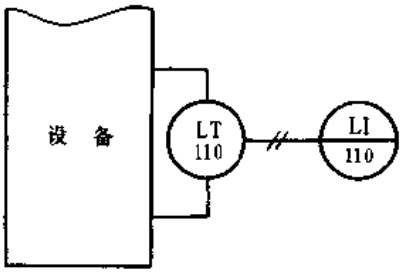
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 流量 | 20. 多功能流量显示仪表（FU 多功能记录调节流量，流量低限开关，流量再传送至主盘记录二个累计流量，高限开关，操作电磁阀，高高限开关操作报警器） |  |  |
| | 21. 带流量比率报警联锁的流量调节系统 |  |  |

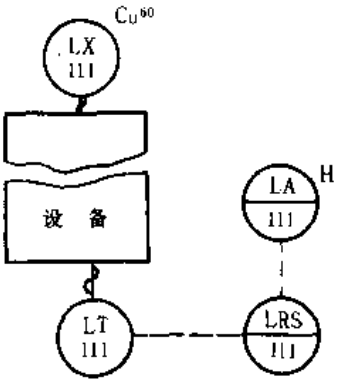
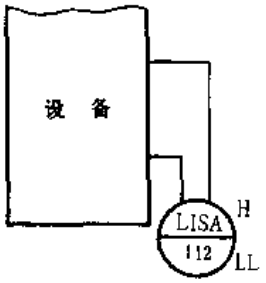
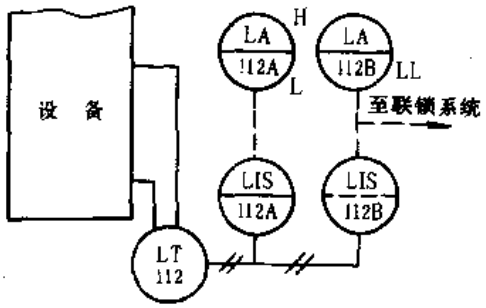
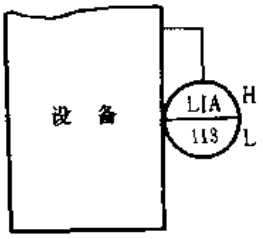
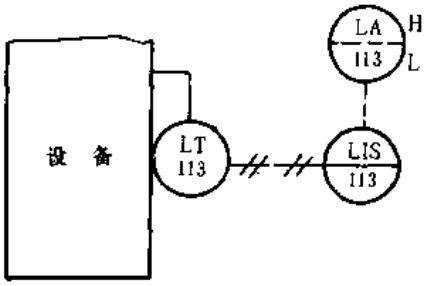
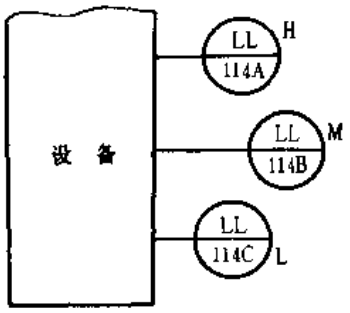
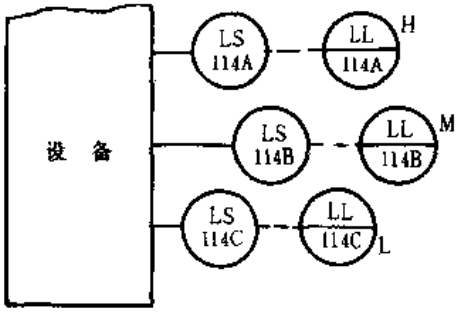
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 物位 | 1. 机械联动的自力式液位调节阀 |  | |
| | 2. 设备壁上的玻璃液位计 | | |
| | 3. 设备外部的玻璃液位计或磁性液位计 |  | |
| | 4. 液位指示报警 |  |  |
| | 5. 用电视机监视液位计 |  |  |

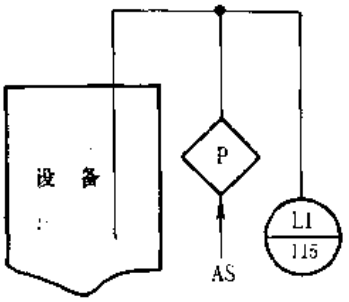
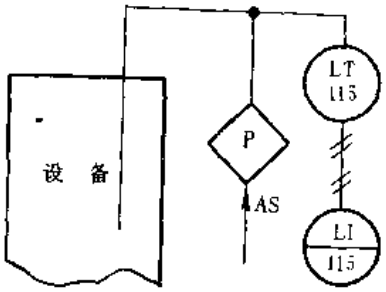
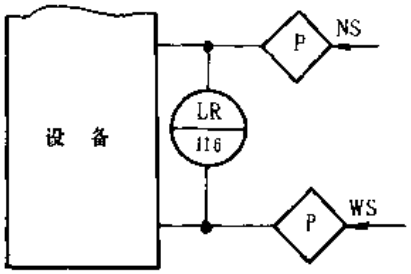
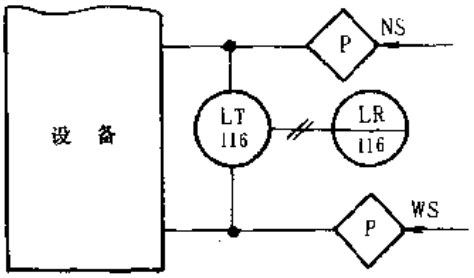
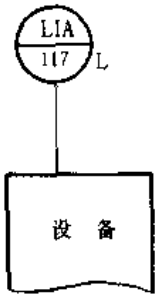
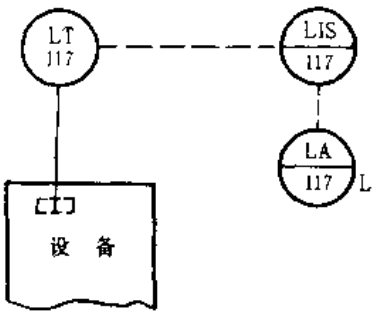
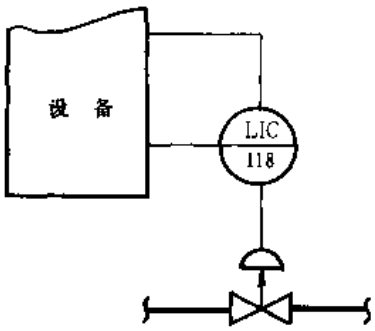
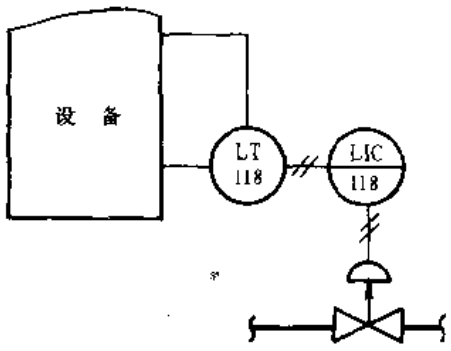
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 物位 | 6. 液位指示报警 |  |  |
| | 7. 液位报警 |  |  |
| | 8. 液位联锁报警 |  |  |
| | 9. 液位指示 |  |  |

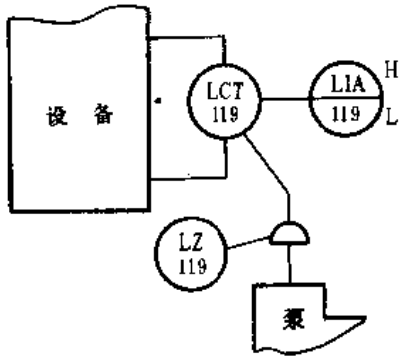
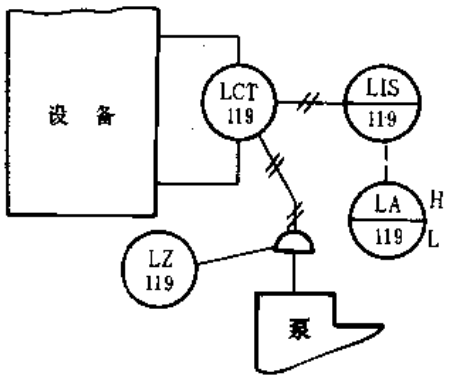
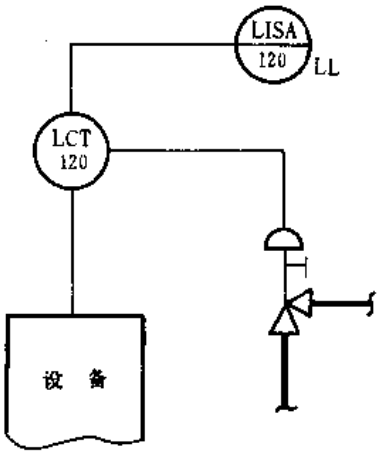
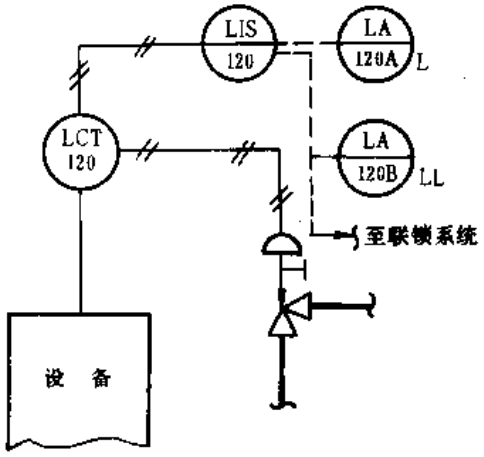
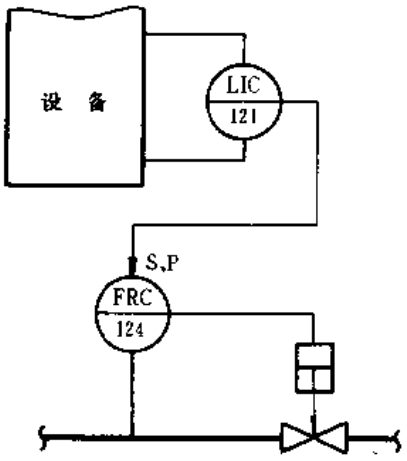
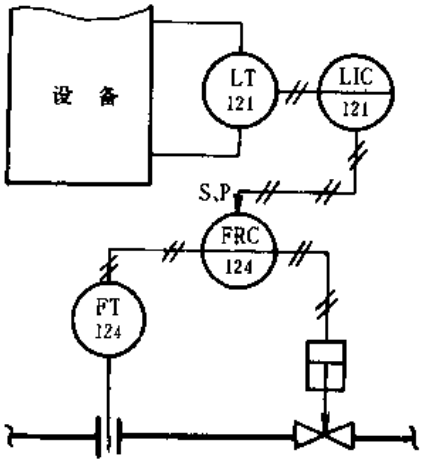
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 物位 | 10. 液位记录报警 | |  |
| | 11. 液位指示报警联锁 |  |  |
| | 12. 液位指示报警 |  |  |
| | | 常压设备时则无平衡管 | |
| | 13. 液位高度指示灯（液位高于取源口时灯亮） |  |  |

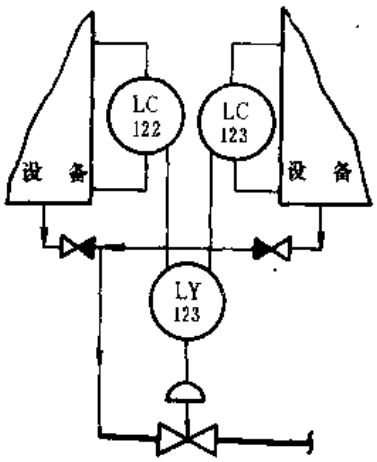
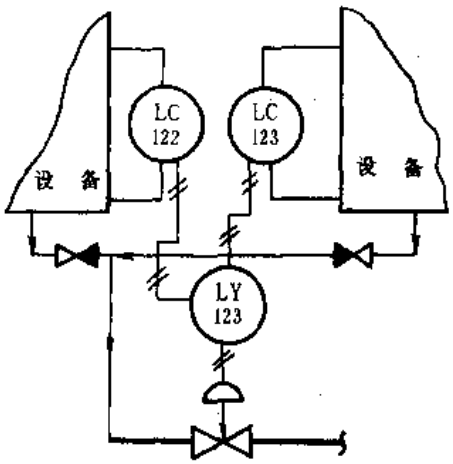
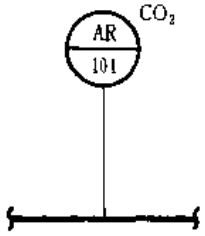
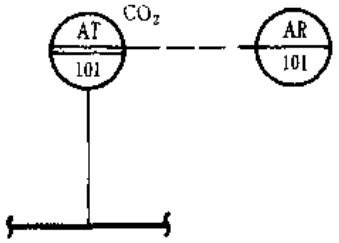
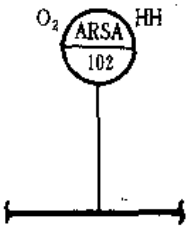
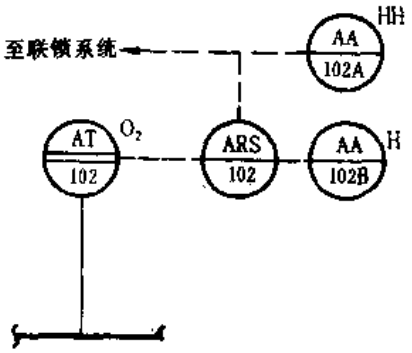
（续）

| 变量 | 内 容 | 方 法 ① | 方 法 二 |
|---|---|---|---|
| 物位 | 14. 液位指示（吹气式，适用于常压设备） |  |  |
| | 15. 液位记录（吹气、冲洗式，适用于常压或低压设备） |  |  |
| | 16. 料位指示报警 |  |  |
| | 17. 液位指示调节系统 |  |  |

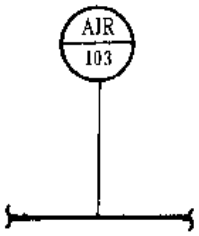
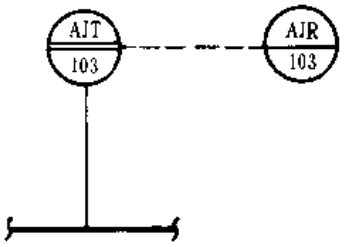
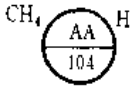
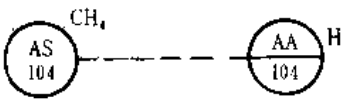
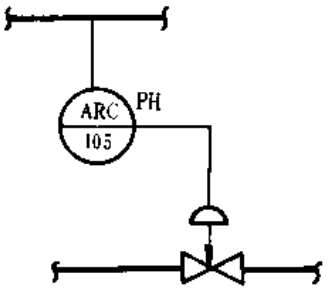
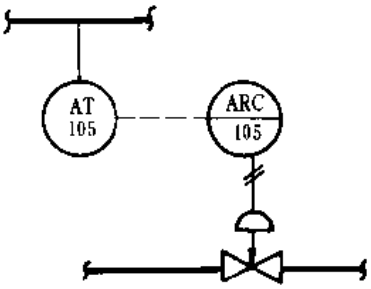
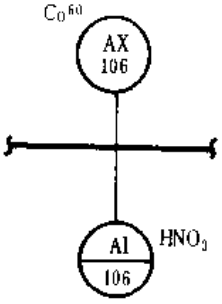
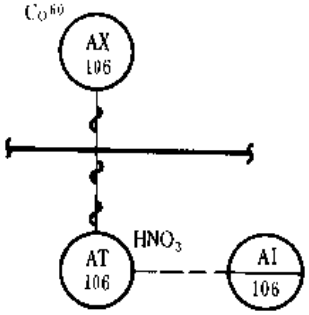
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 物位 | 18. 液位指示报警调节系统（调节泵的冲程） |  |  |
| | 19. 液位指示联锁报警调节系统 |  |  |
| | 20. 液位、流量均匀调节系统 |  |  |

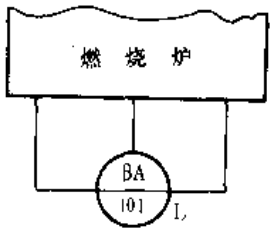
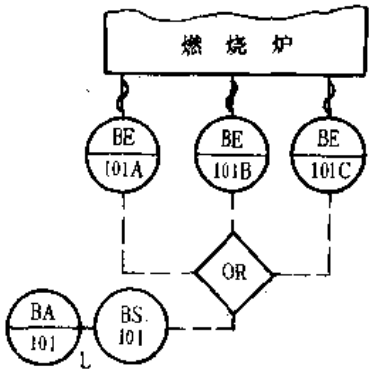
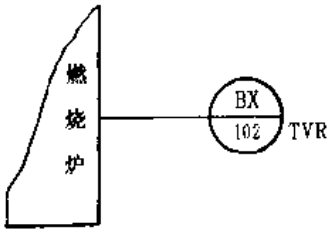
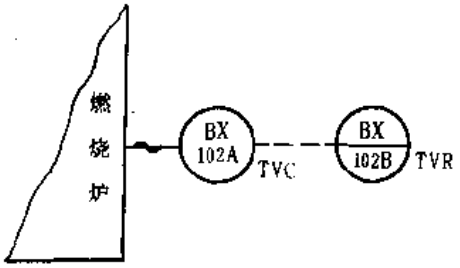
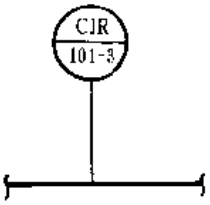
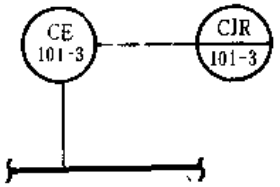
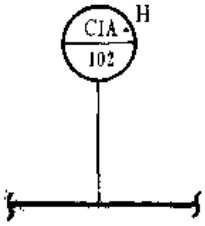
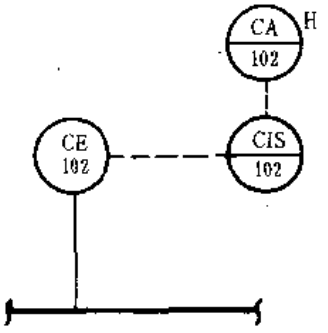
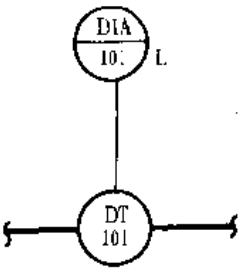
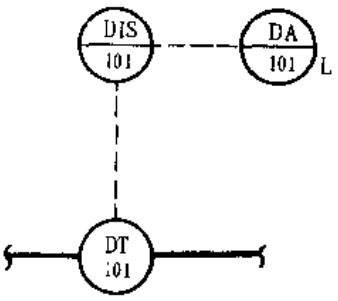
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 物位 | 21. 选择液位调节系统（注：设备出口阀，按两个液位的较高者的要求打开） |  |  |
| 分析 | 1. 自动分析记录 |  |  |
| | 2. 自动分析记录、联锁、报警 |  |  |

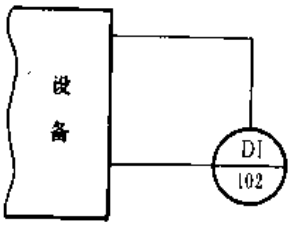
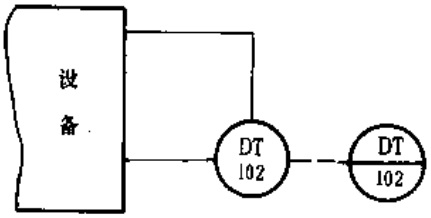
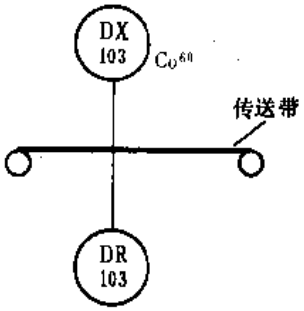
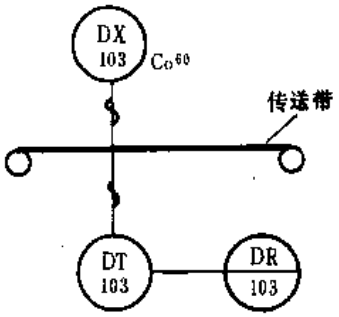
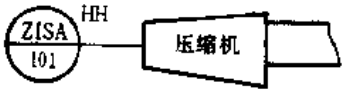
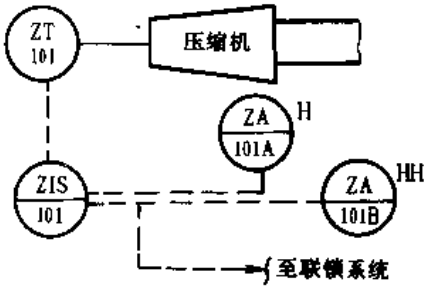
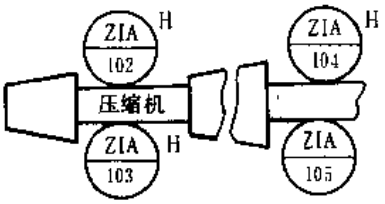
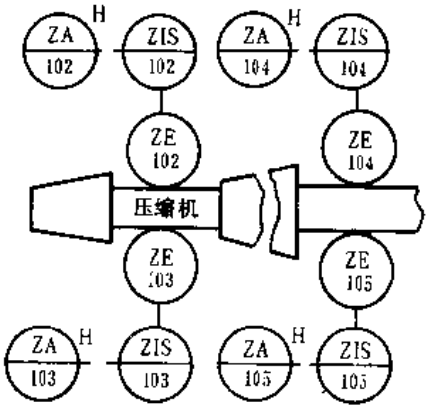
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 分析 | 3. 工业色谱分析记录（多流路分析） |  |  |
| | 4. 大气检测（对大气中的有害气体或可燃性气体进行检测、报警） |  |  |
| | 5. 自动分析记录、调节系统 |  |  |
| | 6. 自动分析指示 |  |  |

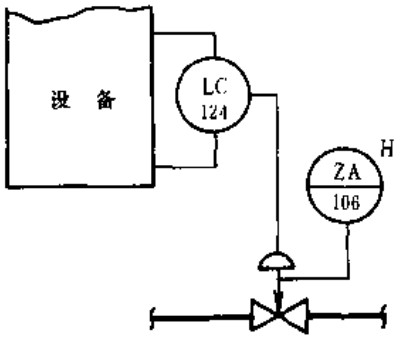
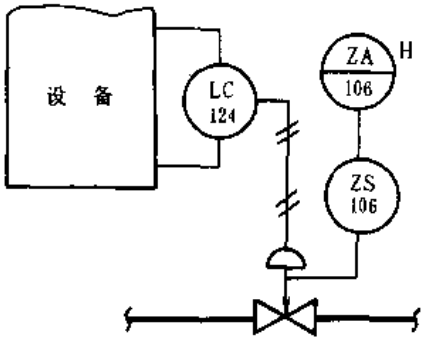
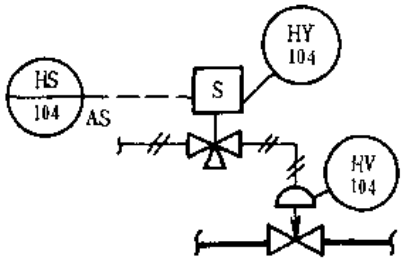
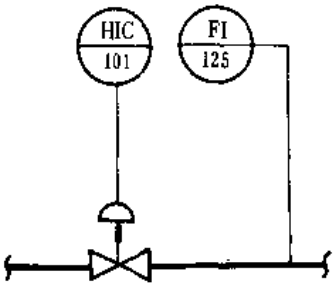
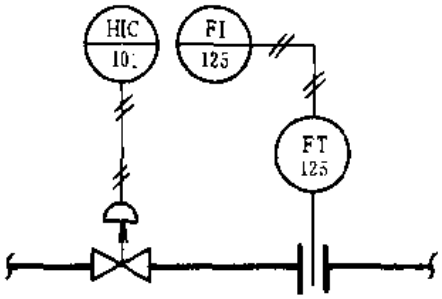
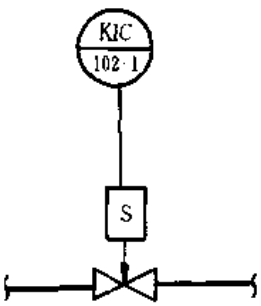
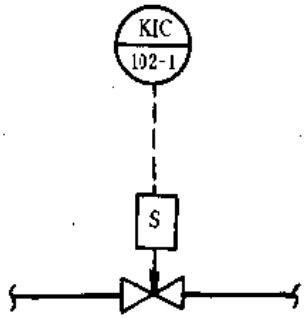
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 火焰 | 1. 多点火焰熄火报警 |  |  |
| | 2. 用工业电视监视火焰情况 |  |  |
| 电导率 | 1. 电导率记录 |  |  |
| | 2. 电导率指示报警 |  |  |
| 密度或比重 | 1. 比重指示报警 |  |  |

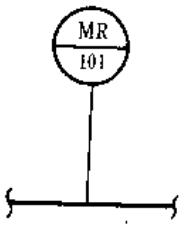
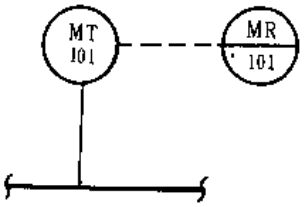
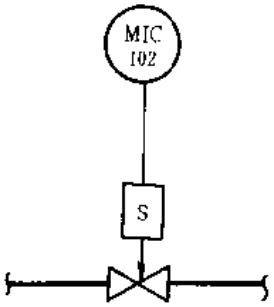
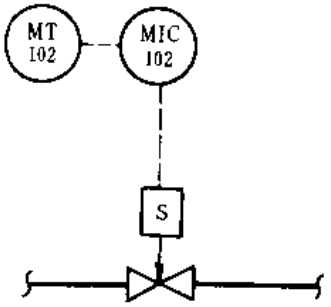
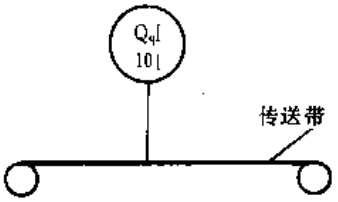
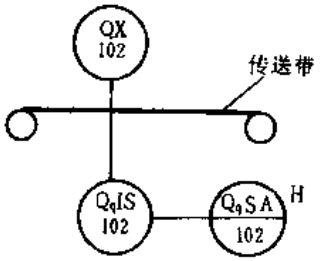
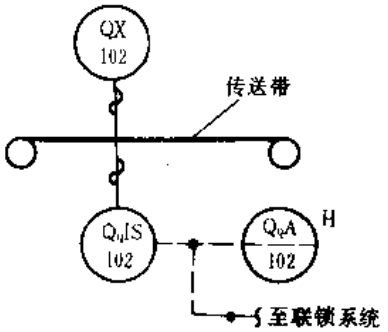
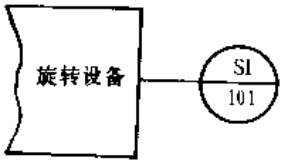
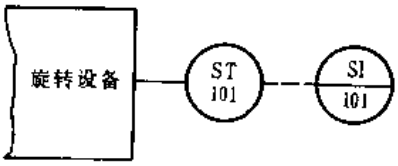
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 密度或比重 | 2. 密度指示 |  |  |
| | 3. 密度记录 |  |  |
| 位置 | 1. 轴位移指示、联锁、报警 |  |  |
| | 2. 轴振动指示、报警（圆圈可不与设备相切） |  |  |

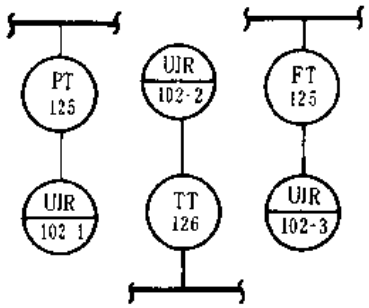
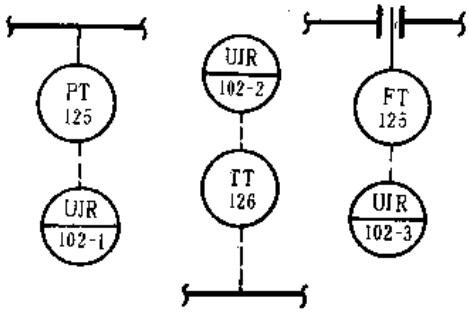
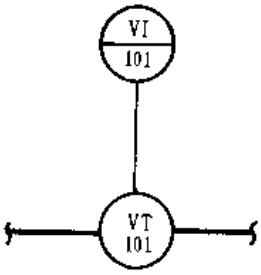
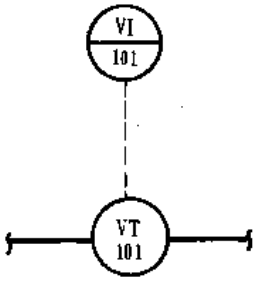
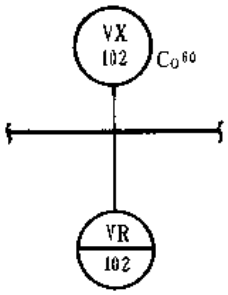
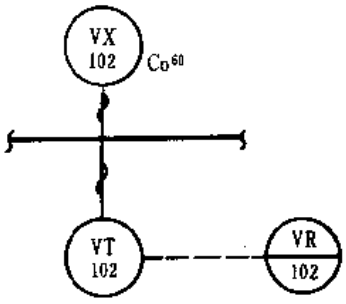
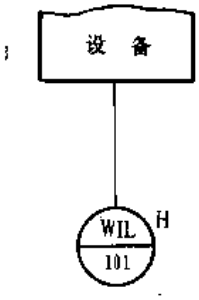
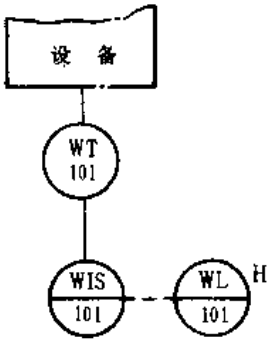
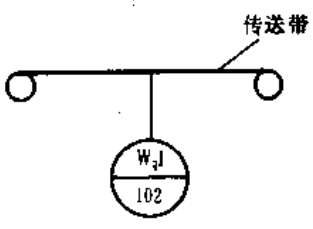
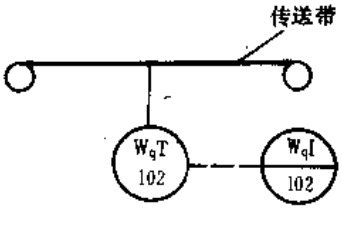
（续）

| 变量 | 内 容 | 方 法 一① | 方 法 二 |
|---|---|---|---|
| 位置 | 3. 调节阀位置报警 |  |  |
| 手动 | 1. 手动开关操作的电磁指挥阀 |  | |
| | 2. 按流量指示手动遥控 |  |  |
| 时间或时间程序 | 1. 时间或时间程序指示 | | |
| | 2. 按时间程序控制电磁阀的开或关 |  |  |

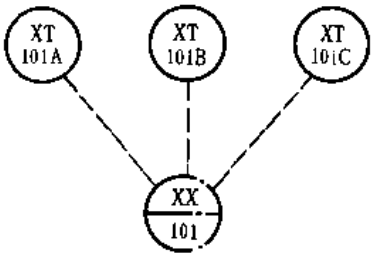
（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 水分或湿度 | 1. 水分或湿度自动分析记录 |  |  |
| | 2. 室内湿度指示、调节系统 |  |  |
| 数量或件数 | 1. 计数积算指示（机械式） |  | |
| | 2. 计数积算指示、集中联锁报警 |  |  |
| 速度或频率 | 速度或频率指示 |  |  |
| 多变量 | 1. 多变量报警（一般流程图不出现） | | |

（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 多变量 | 2. 多变量记录 |  |  |
| 粘度 | 1. 粘度指示（直流式） |  |  |
| | 2. 粘度记录 |  |  |
| 重量或力 | 1. 重量或力指示和指示灯表示重量或力达到设定值 |  |  |
| | 2. 重量积算指示 |  |  |

（续）

| 变量 | 内　容 | 方　法　一① | 方　法　二 |
|---|---|---|---|
| 未分类的变量 | 工业电视监视现场生产装置情况（多个摄象机，一个显示机） | <br>第一个X表示生产装置情况图象<br>第二个X表示工业电视 |  <br>XT 工业电视摄象机<br>XX 生产装置情况图象电视显示机 |

① 方法一为简单的表示法，方法二为详细的表示法。

表 9.3-35

| 仪表功能 \ 被测变量 | 温度 | 温差 | 压力或真空 | 压差 | 流量 | 流量比率 | 液位或料位 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 检测元件 | TE | | PE | | FE | | LE |
| 变送 | TT | TdT | PT | PdT | FT | | LT |
| 指示 | TI | TdI | PI | PdI | FI | FfI | LI |
| 扫描指示 | TJI | TdJI | PJI | PdJI | FJI | FfJI | LJI |
| 扫描指示、报警 | TJIA | TdJIA | PJIA | PdJIA | FJIA | FfJIA | LJIA |
| 指示、变送 | TIT | TdIT | PIT | PdIT | FIT | FfIT | LIT |
| 指示、调节 | TIC | TdIC | PIC | PdIC | FIC | FfIC | LIC |
| 指示、报警 | TIA | TdIA | PIA | PdIA | FIA | FfIA | LIA |
| 指示、联锁、报警 | TISA | TdISA | PISA | PdISA | FISA | FfISA | LISA |
| 指示、开关 | TIS | TdIS | PIS | PdIS | FIS | FfIS | LIS |
| 指示、积算 | | | | | FIQ | | |
| 指示、自动-手动操作 | TIK | TdIK | PIK | PdIK | FIK | FfIK | LIK |
| 指示、自力式调节阀 | TICV | TdICV | PICV | PdICV | FICV | | LICV |
| 记录 | TR | TdR | PR | PdR | FR | FfR | LR |
| 扫描记录 | TJR | TdJR | PJR | PdJR | FJR | FfJR | LJR |
| 扫描记录、报警 | TJRA | TdJRA | PJRA | PdJRA | FJRA | FfJRA | LJRA |
| 记录、调节 | TRC | TdRC | PRC | PdRC | FRC | FfRC | LRC |
| 记录、报警 | TRA | TdRA | PRA | PdRA | FRA | FfRA | LRA |
| 记录、联锁、报警 | TRSA | TdRSA | PRSA | PdRSA | FRSA | FfRSA | LRSA |
| 记录、开关 | TRS | TdRS | PRS | PdRS | FRS | FfRS | LRS |
| 记录、积算 | | | | PdC | FRS | | |
| 调节 | TC | TdC | PC | PdC | FC | FfC | LC |
| 调节、变送 | TCT | TdCT | PCT | PdCT | FCT | | LCT |
| 自力式调节阀 | TCV | TdCV | PCV | PdCV | FCV | | LCV |

（续）

| 分析 | 密度或比重 | 位置 | 数量或件数 | 速度或频率 | 多变量 | 粘度 | 重量或力 | 未分类的变量 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AE | DE | ZE | QE | SE | | VE | WE | XE |
| AT | DT | ZT | QT | ST | | VT | WT | XT |
| AI | DI | ZI | QI | SI | | VI | WI | XI |
| AJI | DJI | ZJI | QJI | SJI | UJI | VJI | WJI | XJI |
| AJIA | DJIA | ZJIA | QJIA | SJIA | UJIA | VJIA | WJIA | XJIA |
| AIT | DIT | ZIT | QIT | SIT | | VIT | WIT | XIT |
| AIC | DIC | ZIC | QIC | SIC | | VIC | WIC | XIC |
| AIA | DIA | ZIA | QIA | SIA | | VIA | WIA | XIA |
| AISA | DISA | ZISA | QISA | SISA | | VISA | WISA | XISA |
| AIS | DIS | ZIS | QIS | SIS | | VIS | WIS | XIS |
| | | | QIQ | | | | WIQ | XIQ |
| AIK | DIK | ZIK | QIK | SIK | | VIK | WIK | XIK |
| | | | | SICV | | | WICV | XICV |
| AR | DR | ZR | QR | SR | | VR | WR | XR |
| AJR | DJR | ZJR | QJR | SJR | UJR | VJR | WJR | XJR |
| AJRA | DJRA | ZJRA | QJRA | SJRA | UJRA | VJRA | WJRA | XJRA |
| ARC | DRC | ZRC | QRC | SRC | | VRC | WRC | XRC |
| ARA | DRA | ZRA | QRA | SRA | | VRA | WRA | XRA |
| ARSA | DRSA | ZRSA | QRSA | SRSA | | VRSA | WRSA | XRSA |
| ARS | DRS | ZRS | QRS | SRS | | VRS | WRS | XRS |
| | | | QRQ | | | | WRQ | XRQ |
| AC | DC | ZC | QC | SC | | VC | WC | XC |
| ACT | DCT | ZCT | QCT | SCT | | VCT | WCT | XCT |
| | | | | SCV | | | | |

| 仪表功能 \ 被测变量 | 温度 | 温差 | 压力或真空 | 压差 | 流量 | 流量比率 | 液位或料位 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 报警 | TA | TdA | PA | PdA | FA | FfA | LA |
| 联锁、报警 | TSA | TdSA | PSA | PdSA | FSA | FfSA | LSA |
| 积算指示 | | | | | FqI (FQ) | | |
| 开关 | TS | TdS | PS | PdS | FS | FfS | LS |
| 指示灯 | TL | TdL | PL | PdL | FL | FfL | LL |
| 多功能 | TU | TdU | PU | PdU | FU | FfU | LU |
| 阀、挡板 | TV | TdV | PV | PdV | FV | FfV | LV |
| 未分类的功能 | TX | TdX | PX | PdX | FX | FfX | LX |
| 继动器 | TY | TdY | PY | PdY | FY | FfY | LY |

（续）

| 仪表功能 \ 被测变量 | | 温度 | 温差 | 压力或真空 | 压差 | 流量 | 流量比率 | 液位或料位 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 其他 | TW | 带有套管的测试接头 | | | FqA | 流量积算报警 | | |
| | | | | | FqY | 流量积算继动器 | | |
| | HS | 手动开关 | | | BE | 火焰检测元件 | | |
| | HIC | 带指示的手动操作器 | | | BS | 火焰检测开关 | | |
| | PP | 压力或真空试验点 | | | BA | 火焰报警 | | |
| | PfI | 压缩比指示 | | | CI | 电导率指示 | | |
| | FO | 限流孔板 | | | CE | 电导率检测元件 | | |

| 分析 | 密度或比重 | 位置 | 数量或件数 | 速度或频率 | 多变量 | 粘度 | 重量或力 | 未分类的变量 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AA | DA | ZA | QA | SA | UA | VA | WA | XA |
| ASA | DSA | ZSA | QSA | SSA | USA | VSA | WSA | XSA |
| | | | QqI (QQ) | | | | WqI (WQ) | XqI (XQ) |
| AS | DS | ZS | QS | SS | | VS | WS | XS |
| AL | DL | ZL | QL | SL | | VL | WL | XL |
| AU | DU | ZU | QU | SU | UU | VU | WU | XU |
| AV | DV | ZV | QV | SV | | VV | WV | XV |
| AX | DX | ZX | QX | SX | UX | VX | WX | XX |
| AY | DY | ZY | QY | SY | UY | VY | VY | XY |

| | | | |
|---|---|---|---|
| CJR | 电导率扫描记录 | MR | 水分或湿度记录 |
| CIA | 电导率指示报警 | MIC | 水分或湿度指示调节 |
| CIS | 电导率指示开关 | MRC | 水分或湿度记录调节 |
| KI | 时间或时间程序指示 | QqIS | 数量或件数积算指示开关 |
| KIC | 时间程序指示控制 | QqSA | 数量或件数积算联锁报警 |
| MT | 水分或湿度变送 | QqX | 数量或件数积算未分类的功能 |
| MI | 水分或湿度指示 | WqT | 重量积算变送 |

### 1.3.3　与国际标准的对比

GB 2625—81 参照采用了 ISO 3511/1—1977《控制功能的测量过程和仪器　符号表示　部分 1：基本要求》及 ISO 3511/2—1984《控制功能的测量过程和仪器—符号表示—部分 2：基本要求的补充》、ISO 3511/3—1984《控制功能的测量过程和仪器—符号表示—部分 3：仪器连接图的详细符号》等。同时，根据国内的实际需要作了补充。

## 1.4　真空技术图形符号（GB 3164—82）

GB 3164—82《真空技术图形符号》规定了真空泵、真空阀门、挡板、阱、除尘及过滤器、真空管路及其连接、压力测量仪表及真空容器等八类图形符号，适用于与真空技术有关的各种系统图。

### 1.4.1　标准的主要内容

（1）基本原则

图中规定的设备符号，除真空阀门外，如不引起基

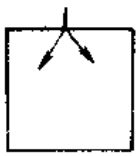
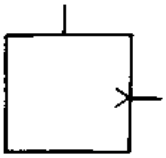
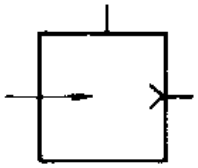
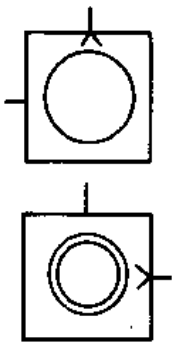
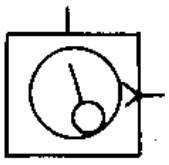
本符号的混淆，可以改变推荐的进出口位置。

新发展的泵没有符号时，可在真空泵符号内填写全名称。

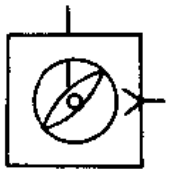
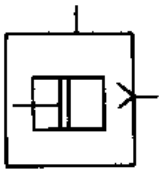
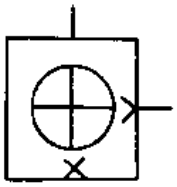
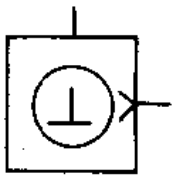
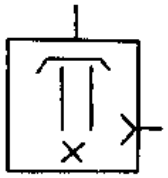
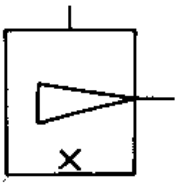
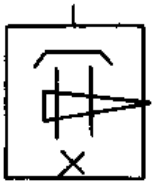
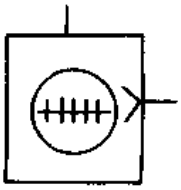
组合符号的有关尺寸，应大致与附录中图示比例对应。

（2）真空泵图形符号（见表 9.3-36）

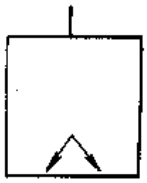
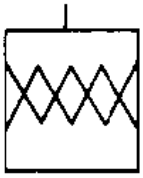
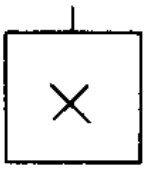
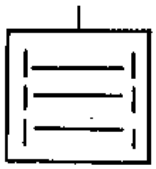
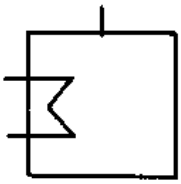
**表 9.3-36**

| 名　称 | 符　号 |
|---|---|
| 真空泵（不指明类型）<br>箭头是任意的，当与其他符号不可能相混淆时<br>可以省略 |  |
| 变容真空泵（不指明类型） |  |
| 气镇泵<br>可与其它变容真空泵符号合并 |  |
| 旋片真空泵或定片真空泵<br>一个圆圈为单级<br>二个圆圈为多级 |  |
| 滑阀真空泵<br>一个大圆圈为单级<br>二个大圆圈为多级 |  |

（续）

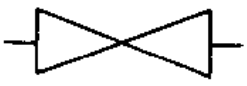
| 名　称 | 符　号 |
|---|---|
| 余摆线真空泵 |  |
| 往复真空泵 |  |
| 液环真空泵<br>一个圆圈为单级<br>二个圆圈为多级<br>所用泵液写在“×”处<br>水：$H_2O$　油：CH |  |
| 罗茨真空泵<br>一个圆圈为单级<br>二个圆圈为多级 |  |
| 扩散真空泵<br>所用泵液写在“×”处<br>油：CH　汞：Hg |  |
| 蒸汽喷射真空泵<br>所用介质符号写在“×”处<br>油：CH　水：$H_2O$　汞：Hg |  |
| 油增压泵<br>所用泵液写在“×”处<br>例：油：CH　汞：Hg |  |
| 涡轮分子泵<br>圆圈内五条垂线表示泵是多级的，不管级数多少总是同样五条 |  |

（续）

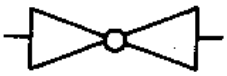
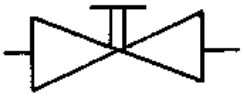
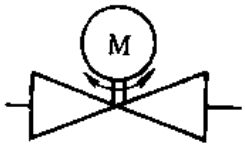
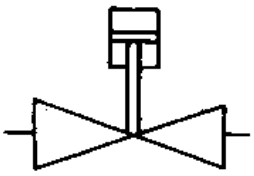
| 名　称 | 符　号 |
| --- | --- |
| 捕集真空泵（不指明类型）<br>箭头是任意的，当不与其他符号相混淆时可以省略 |  |
| 吸附泵 |  |
| 升华泵<br>吸附剂化学符号写在“×”处 |  |
| 溅射离子泵 |  |
| 低温泵 |  |

（3）真空阀门图形符号（见表 9.3-37）

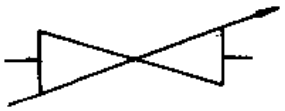
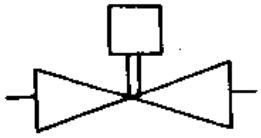
**表　9.3-37**

| 名　称 | 符　号 |
| --- | --- |
| 真空阀门（不指明类型） |  |
| 插板阀 | |

（续）

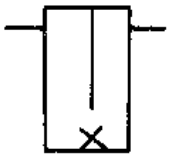
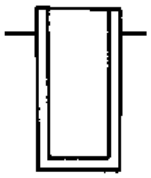
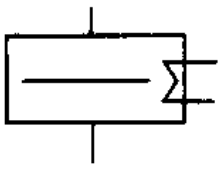
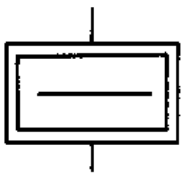
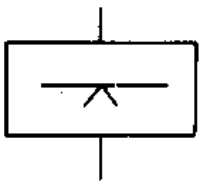
| 名　称 | 符　号 |
| --- | --- |
| 挡板阀或翻板阀 | |
| 球阀 | |
| 蝶阀 |  |
| 手动阀<br>根据需要可与结构符号合并 |  |
| 电动阀<br>根据需要可与结构符号合并 |  |
| 磁动阀<br>根据需要可与结构符号合并 | |
| 气动或液动阀<br>根据需要可与结构符号合并 |  |
| 充气阀 | |

（续）

| 名　称 | 符　号 |
| --- | --- |
| 微调阀 |  |
| 遥控阀 |  |

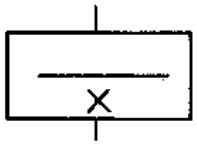
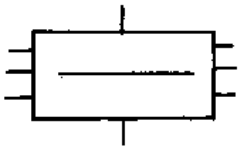
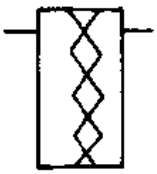
（4）挡板图形符号（见表 9.3-38）

**表　9.3-38**

| 名　称 | 符　号 |
| --- | --- |
| 挡板（不指明类型）<br>挡板温度可写在“×”处 |  |
| 空气冷却挡板 |  |
| 循环冷剂挡板<br>冷剂温度和种类分别写在左边和右边 |  |
| 注入冷剂挡板 |  |
| 珀尔帖（peltier）型挡板 |  |

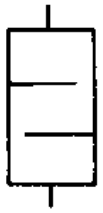
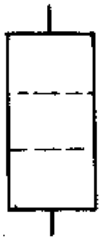
（5）阱图形符号（见表 9.3-39）

**表　9.3-39**

| 名　称 | 符　号 |
| --- | --- |
| 阱或冷凝器（不指明类型）<br>阱的温度写在“×”处 |  |
| 贮液式阱 |  |
| 吸附阱 |  |

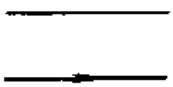
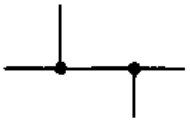
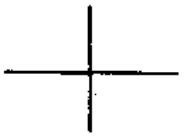
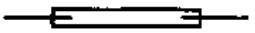
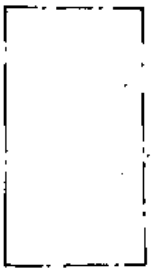
（6）除尘、过滤器图形符号（见表 9.3-40）

**表　9.3-40**

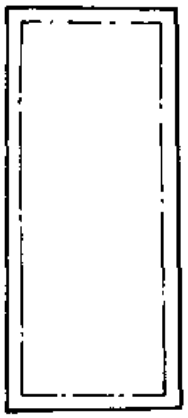
| 名　称 | 符　号 |
| --- | --- |
| 真空除尘器 |  |
| 真空过滤器 |  |

(7) 真空管路及其连接图形符号（见表 9.3-41）

**表 9.3-41**

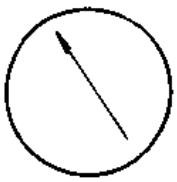
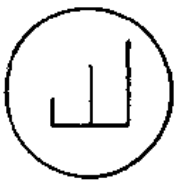
| 名　称 | 符　号 |
|---|---|
| 管路<br>流动方向可用箭头表示 |  |
| 接头<br>为实心圆，其直径为管路线粗的五倍 | |
| 带有接头的管路 |  |
| 十字接头管路 | |
| 交叉管路（不连接） |  |
| 橡胶管（塑料管）管路 |  |
| 波纹管管路 | |
| 一个由若干元件组成的外壳<br>这种情况下管路符号可以省略，直接用组合符号表示 |  |

(续)

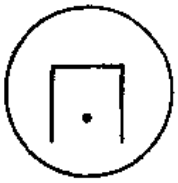
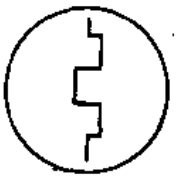
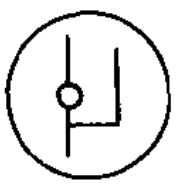
| 名　称 | 符　号 |
|---|---|
| 烘烤装置 |  |

(8) 压力测量仪表图形符号（见表 9.3-42）

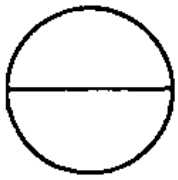
**表 9.3-42**

| 名　称 | 符　号 |
|---|---|
| 压力计（不指明类型） |  |
| 分压真空计 |  |
| 热阴极电离真空计 | |

（续）

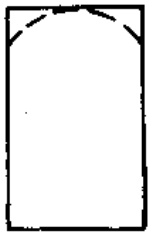
| 名 称 | 符 号 |
| --- | --- |
| 超高真空热阴极电离真空计 | |
| 冷阴极电离真空计 |  |
| 热传导真空计 |  |
| 液位压力计 | |
| 压缩式真空计（麦克劳计） |  |

（续）

| 名 称 | 符 号 |
| --- | --- |
| 薄膜真空计 |  |

（9）真空容器图形符号（见表9.3-43）

**表 9.3-43**

| 名 称 | 符 号 |
| --- | --- |
| 真空容器（真空室） | |
| 钟罩 |  |

### 1.4.2 标准的特点和应用

GB 3164—82是绘制与真空技术有关的各种系统图的基础标准，图形符号应用示例见图9.3-46。

### 1.4.3 与国际标准的对比

GB 3164—82除增加了余摆线真空泵符号外，其余部分基本与ISO 3753—1977《真空技术—图形符号》相一致。

## 1.5 锅炉制图图形符号（GB 11943—89）

GB 11943—89《锅炉制图》规定了绘制锅炉产品图样的专门要求，适用于固定式锅炉本体、锅炉范围内管道、附件和辅助设备图样的绘制工作。该标准不仅规定了锅炉制图的基本画法和尺寸注法，还规定了一些有关的图形符号。

### 1.5.1 标准的主要内容

（1）锅炉总图和炉墙总图中，门和孔以及锅炉附件的图形符号（见表9.3-44）

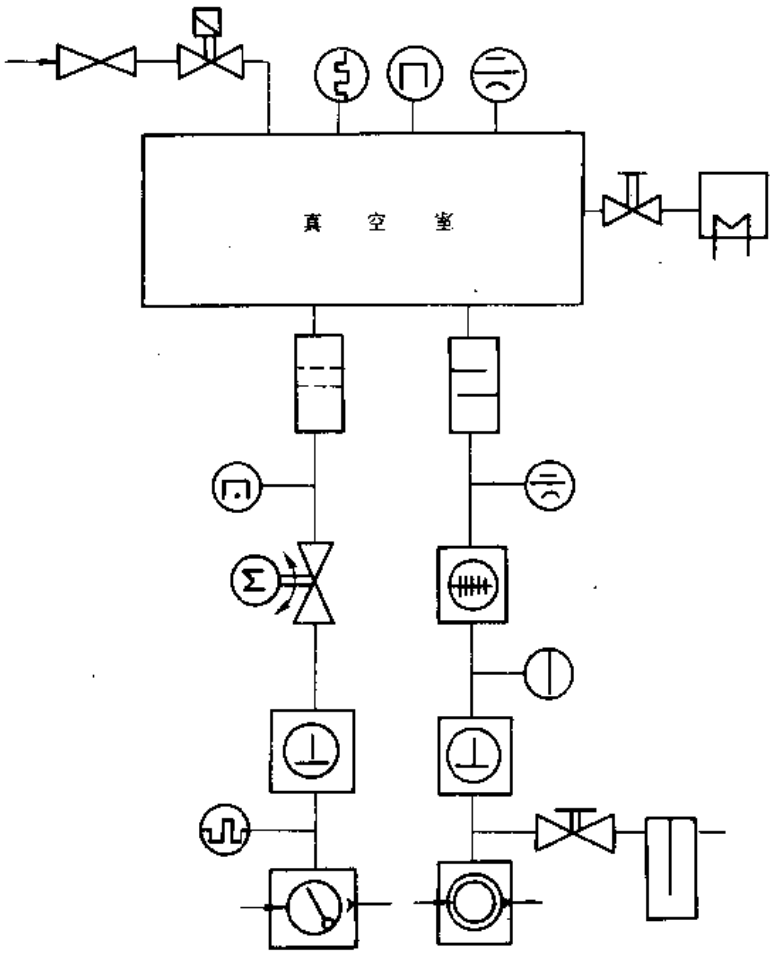
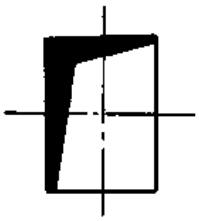
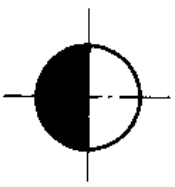
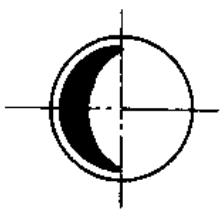
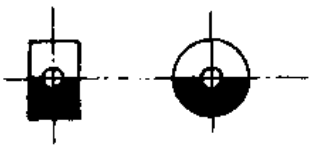
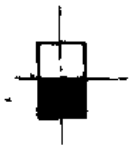
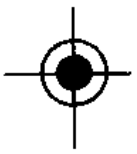
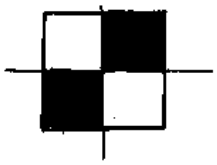
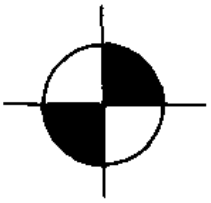
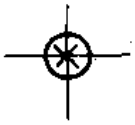



图 9.3-46

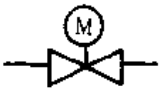
表 9.3-44

| 名　称 | 符　号 | 名　称 | 符　号 |
|---|---|---|---|
| 烟风道 |  | 防爆门 |  |
| |  | 灰灰孔 | |

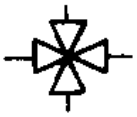
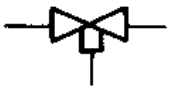
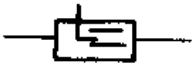
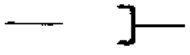
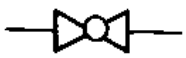
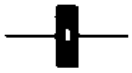
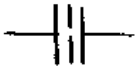
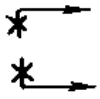
（续）

| 名 称 | 符 号 | 名 称 | 符 号 |
|---|---|---|---|
| 打焦孔<br>拨火孔 |  | 测量孔 | |
| 落灰门<br>掏灰门 |  | 窥视孔 |  |
| 人孔 |  | 火焰监视孔 | |
| |  | 绳 孔 |  |

（2）锅炉附件图形符号

| 序 号 | 名 称 | 符 号 | 序 号 | 名 称 | 符 号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 截止阀 | | 6 | 电动调节阀 | |
| 2 | 电动截止阀 |  | 7 | 气动调节阀 | |
| 3 | 闸 阀 | | 8 | 电磁阀 | |
| 4 | 电动闸阀 | | 9 | 安全装置<br>主安全阀 | |
| 5 | 调节阀 | | 10 | 安全装置<br>脉冲安全阀 | |

（续）

| 序号 | 名称 | 符号 | 序号 | 名称 | 符号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 杠杆安全阀 | | 24 | 四通阀 |  |
| 12 | 弹簧安全阀 | | 25 | 压力表 | |
| 13 | 角　阀 | | 26 | 自动记录压力表 | |
| 14 | 节流阀 | | 27 | 水位表 | |
| 15 | 止回阀 | | 28 | 水银温度计 | |
| 16 | 减压阀 | | 29 | 热电偶插座 | |
| 17 | 隔膜阀 | | 30 | 平衡容器 | |
| 18 | 给水分配阀 |  | 31 | 面式减温器<br>加热器 | |
| 19 | 球　阀 | | 32 | 喷水减温器 |  |
| 20 | 碟　阀 | | 33 | 混合器 |  |
| 21 | 旋塞阀 |  | 34 | 流量孔板 |  |
| 22 | 疏水阀 | | 35 | 节流圈 |  |
| 23 | 三通阀 | | 36 | 供货范围 |  |

### 1.5.2　标准的特点和与有关标准的对比

GB 11943—89 是绘制锅炉产品图样的专门标准，规定了基本表示法，管子的画法和尺寸注法，锅筒、集箱的画法和尺寸注法，钢结构的画法和尺寸注法及剖面符号和图形符号。该标准无相对应的国际标准，其中图形符号与 GB 6567—86《管路系统的图形符号》相一致，并根据锅炉专业的需要，补充了有关内容。

## 1.6　汽轮机图形符号（JB/T 3077—91）

JB/T 3077—91《汽轮机图形符号》规定了绘制汽轮机系统原理图的图形符号，适用于热力系统图、疏水系统图、法兰螺栓加热系统图，调节保安润滑系统图（前列各项以下称汽轮机汽、水、油系统）、测点布置图、电液调节电气系统图等。

### 1.6.1　标准的主要内容

（1）汽轮机汽、水、油系统图形符号

a）管路（见表 9.3-45）

**表 9.3-45**

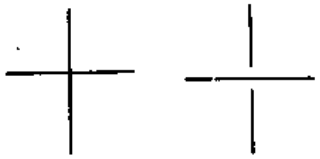
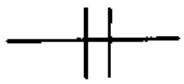
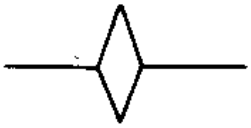
| 名　称 | 图　形　符　号 | 说　明 |
|---|---|---|
| 新蒸汽管路 | | 线宽≈2b |
| 再热前、后蒸汽管路 | | 线宽≈2b |
| 不调整抽汽管路 | 5 | （1）线宽≈2b<br>（2）数字表示抽汽级数，仅有一级不调抽汽时，仍标数字“1” |
| 调整抽汽管路 | 2 | （1）线宽≈2b，箭头倾角 60°，沿管路图线均布<br>（2）数字表示抽汽级数，仅有一级调整抽汽时，仍标数字“1” |
| 背压蒸汽管路 | | 线宽≈2b |
| 凝汽管路 | | |
| 汽封蒸汽管路 | | 线宽≈b |
| 空气管路 | | |
| 蒸汽、空气及水混合管路 | | |
| 结水管路<br>凝结水管路<br>冷却水管路 | | |
| 疏水管路 | | |
| 化学补给水管路 | | |
| 主油泵进口油管路 | | |
| 压力油管路 | | 线宽≈b |
| 脉冲油管路 | （一次）<br>2（二次）<br>n（n次） | 线宽≈b<br>脉冲符号沿管路图线均布 |
| 润滑油管路 | | 线宽≈b |
| 泄油管路 | | |
| 保安油管路 | | 线宽≈b |

注：1. 图形符号中线宽标准按 GB 4457.4—84《机械制图　图线》规定，说明中未注线宽者均为细实线。

2. 在简单系统图中，如无必要细分类时，为使阅图清晰，蒸汽管路可用线宽≈2b 粗实线表示；压力油管路可用线宽≈b 粗实线表示；水管路可用细实线表示。

b）管路连接（见表 9.3-46）

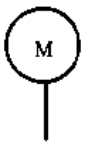
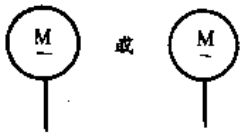
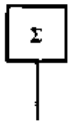
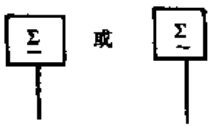
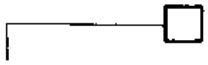
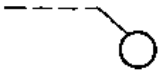
表 9.3-46

| 名称 | | 图形符号 |
|---|---|---|
| 相交管 | 连接管路 | |
| | 分支管路 | |
| 交叉管路 | |  |
| 法兰连接 | |  |
| 堵头 | | |
| 异径接头 | | |
| 对空排气 | | |
| 排入地沟 | | |
| 排入漏斗 | | |
| 波形伸缩器 | |  |
| 弧形伸缩器 | | |
| 泄油口 | | |

注：在同一图样上应统一选用一种符号，下同。

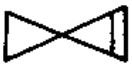
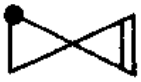
c）驱动、控制方式（见表 9.3-47）

表 9.3-47

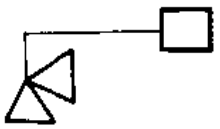
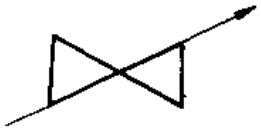
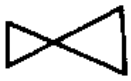
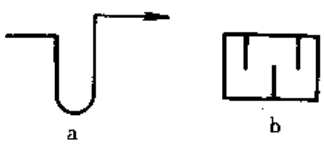
| 名称 | 图形符号 | 说明 |
|---|---|---|
| 电动式 |  | 需指明电流是直流或交流时，则分别表示为  |
| 电磁式 |  | 需指明电流是直流或交流时，则分别表示为  |
| 液压式 | | |
| 汽（气）压式 | | |
| 重锤式 |  | |
| 弹簧式 | | |
| 离心式 | | |
| 薄膜式 | | |
| 浮子式 |  | |

d）阀类（见表 9.3-48）

表 9.3-48

| 名　称 | 图形符号 | 说　明 |
|---|---|---|
| 截止阀 | | 在不需要区别型式时，本图可作为通用阀门的画法 |
| 角式阀 | | |
| 闸　阀 | | |
| 旋塞阀 | | |
| 三通旋塞 | | |
| 蝶　阀 | | |
| 球　阀 | | |
| 升降式止回阀 |  | 流向由空白三角形至非空白三角形 |
| 角式止回阀 | | |
| 旋启式止回阀 |  | 带“·”侧表示介质进口侧 |
| 滚珠式止回阀 | | |
| 弹簧加载式止回阀 | | |

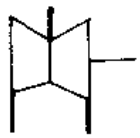
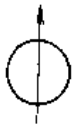
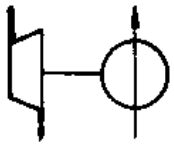
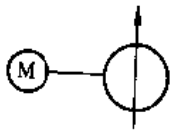
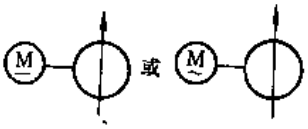
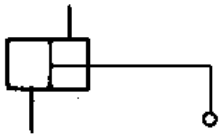
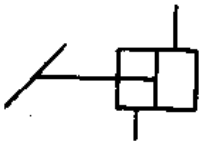
（续）

| 名　称 | 图形符号 | 说　明 |
|---|---|---|
| 弹簧式安全阀 | | |
| 重锤式安全阀 |  | |
| 调节阀 |  | |
| 针形调节阀 | | |
| 减压阀 |  | 小三角形一端为高压端 |
| 水封阀 | | |
| 三通阀 | | |
| 疏水阀 | | |
| 水封疏水阀 |  | a 单级<br>b 多级 |

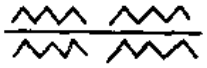
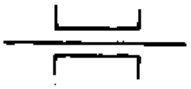
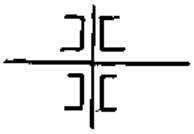
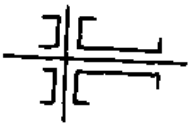
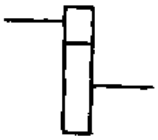
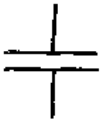
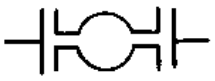
注：图示阀门的符号为阀门的基本符号，亦为手动符号。各种阀门，一般只给出手动型式的图形符号，根据需要，可在所示的手动型式图形符号的对称中心引出细实线按表 9.3-47 添加驱动、控制机构，画法可参见弹簧式安全阀和重锤式安全阀。

e）主、辅机（见表 9.3-49）

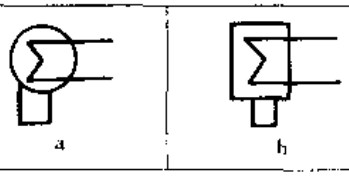
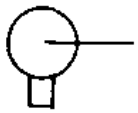
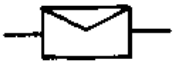
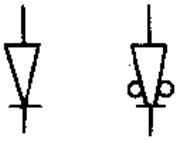
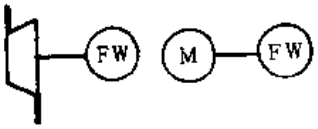
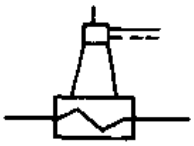
表 9.3-49

| 名　称 | 图形符号 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| 单缸汽轮机 | | |
| 单缸双流汽轮机 |  | |
| 离心泵 |  | |
| 汽动离心泵 |  | |
| 电动离心泵 |  | 需指明直流电动或交流电动时，则分别表示为<br>  |
| 齿轮泵 | | |
| 手摇活塞泵 |  | |
| 柱塞泵 |  | |
| 滑片泵 | | |

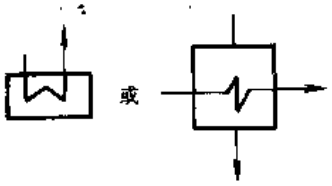
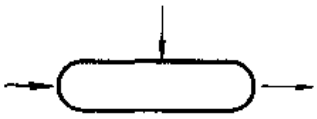
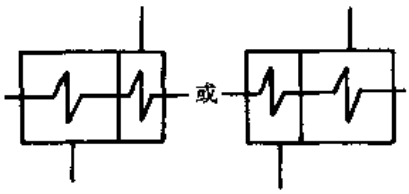
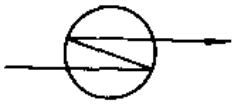
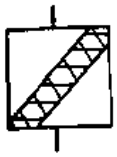
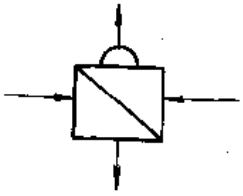
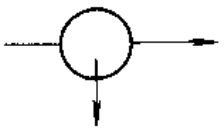
（续）

| 名　称 | 图形符号 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| 螺杆泵 | | |
| 风　机<br>压缩机 | | |
| 汽轮机轴封 |  | |
| 径向滑动轴承 |  | |
| 止推滑动轴承 |  | |
| 径向止推滑动轴承 |  | |
| 齿轮变速装置 |  | |
| 刚性联轴器 |  | |
| 齿式联轴器 | | |
| 半挠性联轴器 |  | |
| 交流发电机 | | |

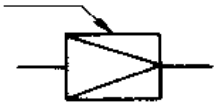
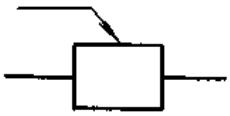
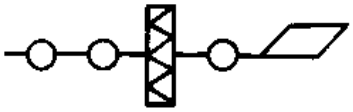
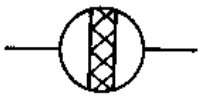
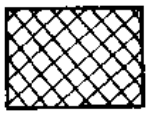
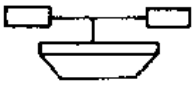
（续）

| 名　称 | | 图形符号 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 表面式凝汽器 | |  a　b | a 圆筒形<br>b 方箱形 |
| 混合式凝汽器 | |  | |
| 胶球清洗装置 | 泵入口滤网 | | |
| | 装球室 |  | |
| | 收球网 |  a　b | a 固定式<br>b 活动式 |
| | 分配器 | | |
| | 二次滤网 | | |
| 锅炉给水泵 | |  FW　M　FW | a 汽动式<br>b 电动式 |
| 真空泵 | | | |
| 抽气器 | | | |
| 主射汽抽气器 | |  | |

（续）

| 名　称 | 图形符号 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| 引射器 | | 以介质分，可表示为射水抽气器或注油器 |
| 表面式热交换器 |  | |
| 混合式热交换器 |  | |
| 带过热蒸汽冷却段和疏水冷却段的热交换器 |  | 有两个冷却段的热交换器，参考此图编号 |
| 冷油器 |  | |
| 汽轮机油净化装置 |  | |
| 除氧器 | | |
| 蒸发器 |  | |
| 汽水分离器 |  | |

（续）

| 名　称 | 图形符号 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| 减温减压器 |  | >指向为减温减压方向 |
| 减温器 |  | |
| 安全膜板 |  | |
| 箱 | <br>a　b | a 开口<br>b 有盖 |
| 滤油器 |  | |
| 滤汽（气）器 | | |
| 滤水器 | | |
| 滤网 |  | |
| 蓄能器 | | |
| 疏水扩容器 | | |
| 油涡轮 |  | |

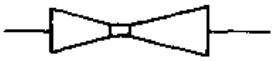
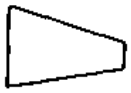
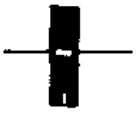
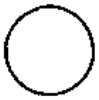
（续）

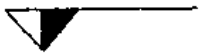
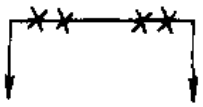
| 名　称 | 图形符号 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| 电加热器 | | |
| 排汽消音器 | | |

f）其他图形符号（见表 9.3-50）

**表 9.3-50**

（续）

| 名　称 | 图形符号 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| 孔板 | | |
| 文丘里管 |  | |
| 喷嘴 |  | |
| 压力变送器 | | |
| 流量测量喷嘴 | | |
| 流量测量孔板 |  | |
| 表计 |  | 各种表计可在图中用字母表示<br>P—压力表<br>T—温度表<br>F—流量表 |
| 开关 | <br>a　b | a 压力开关<br>b 温度开关 |

| 名　称 | 图形符号 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| 热电阻 | | |
| 热电耦 | | |
| 标高 |  | |
| 热用户 | | |
| 供应范围标志 |  | |

（2）汽轮机测量仪表图形符号

汽轮机系统原理图中测量仪表图形符号包括仪表圆圈、测量点、执行器、连接线和讯号线，其绘制方法按《GB 2625—81《过程检测和控制流程图用图形符号和文字代号》，其中作为执行器的阀用表 9.3-48 规定的图形符号表示。

仪表文字标志由字母代号和数字代号组成。汽轮机系统常用仪表的字母代号按表 9.3-51 选取。

表 9.3-51

| 被测变量 \ 仪表功能 / 字母代号 | 变送 (T) | 指示 (I) | 指示告警 (IA) | 开关 (S) | 记录 (R) | 记录积算 (RQ) | 调节 (C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 温度 T<br>变送<br>指示<br>指示告警<br>开关 | TT | TI | TIA | TS | | | |
| 压力或真空 P<br>变送<br>指示<br>指示告警<br>开关 | PT | PI | PIA | PS | | | |
| 压差 Pd<br>变送<br>指示 | PdT | PdI | | | | | |
| 转速 S<br>变送<br>指示<br>指示告警<br>开关 | ST | SI | SIA | SS | | | |
| 热膨胀 Zb<br>变送<br>指示<br>指示告警 | ZbT | ZbI | ZbIA | | | | |
| 热膨胀差 Zd<br>变送<br>指示<br>指示告警 | ZdT | ZdI | ZdIA | | | | |
| 轴向位移 Z<br>变送<br>指示<br>指示告警<br>开关 | ZT | ZI | ZIA | ZS | | | |
| 液位 L<br>变送<br>指示<br>指示告警<br>调节 | LT | LI | LIA | | | | LC |
| 振动 X<br>变送<br>指示<br>指示告警 | XT | XI | XIA | | | | |
| 流量 F<br>指示<br>记录<br>记录积算 | | FI | | | FR | FRQ | |

（3）汽轮机电液调节系统电气部分图形符号

电气元件（包括二进制逻辑元件）的图形符号按 GB 4728—85《电气图用图形符号》。

仪表表盘布置图用的图形符号应按 JB/T 1396—91《工业自动化仪表盘　盘面布置图的绘制方法》；仪表盘接管线图用的图形符号应按 JB/T 1397—91《工业自动化仪表盘　按线接管图的绘制方法》。

液压系统图形符号按 GB 786—76《液压及气动图形符号》绘制。

### 1.6.2　标准的特点和与有关标准的对比

JB/T 3077—91 是一个涉及汽、水、油系统及测量仪表、电液调节系统的综合性标准，是绘制汽轮机系统原理图的基础标准。该标准的内容与 GB 786—76、GB 2625—81、GB 4457.4—84、GB 4728—85、GB 6567—86《管路系统的图形符号》及 JB/T 1396—91、JB/T 1397—91 等密切相关。有的专业符号采用了美国 ANSIZ 3226—1950《热能动力装置的图形符号》，如表 9.3-49 中的锅炉给水泵等。

## 1.7　分析仪器常用图形符号（ZBN 50001—88）

ZBN 50001—88 规定了分析仪器常用图形符号，适用于绘制产品系统图和原理图等。

### 1.7.1　标准的主要内容

（1）基本原则

标准中的图形符号并未给出具体的尺寸，为适应不同图样或用途的要求，可以改变彼此有关的符号的尺寸。

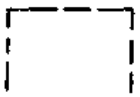
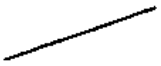
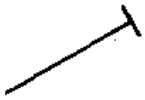
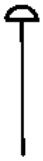
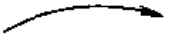
标准中给出的符号的方位不是强制的。在不改变符号含义的前提下，可根据图面布置的需要旋转放置，但文字符号不得倒置。

（2）基本符号（见表 9.3-52）

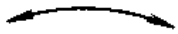
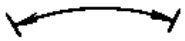
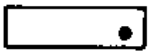
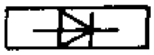
**表　9.3-52**

| 图形符号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|
| | 元件、装置、功能单元 | 填入或加上适当的符号或代号，表示元件、装置或功能 |
|  | 边界线 | 用于表示在边界线内的元件、装置等 |

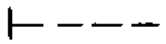
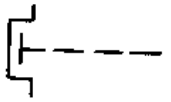
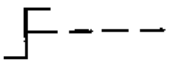
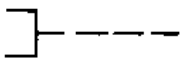
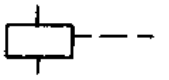
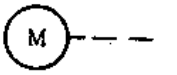
（续）

| 图形符号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|
|  | 屏蔽 | 可画成任何方便的形状 |
| | 非内在的可变性 | 可变性的符号应横跨主体符号并与中心线成 45° |
| | 非内在非线性的可变性 | |
|  | 内在的可变性 | 有关控制量如电压或温度可示于符号附近 |
|  | 预调，微调 | 有关允许的调整条件应标注于符号附近 |
| | 手动操作机构 | |
| | 手动微调 | |
|  | 控制器 | |
| | 自动控制（内在的） | 被控制量可示于符号附近 |
|  | 按箭头方向的直线运动或力 | |
|  | 双向直线的运动和力 | |
|  | 按箭头的方向单向旋转 | |

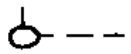
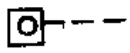
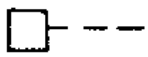
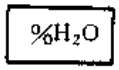
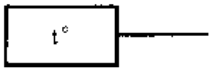
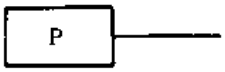
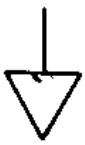
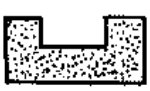
（续）

| 图形符号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
|  | 双向旋转 | |
|  | 两个方向均有限制的双向旋转 | |
| | 往复运动 | |
|  | 能量、信号的单向传播（单向传输） | |
| | 未规定类型的材料 | 以下几种材料符号与其他符号组合时矩形可省略 |
| | 固定材料 | |
| | 液体材料 | |
|  | 气体材料 | |
|  | 半导体材料 | |
| | 绝缘材料 | |
| | 热效应 | |
| | 电磁效应 | |
|  | 延时、延迟 | |

（续）

| 图形符号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| | 非电离的电磁辐射 | 如无线电波或可见光 |
| | 非电离的相干辐射 | 如相干光 |
| | 电离辐射 | 若必须表示电离辐射的具体类型可加注下列字母的补充符号：α；β；γ等 |
| | 正脉冲 | |
| | 负脉冲 | |
| | 交流脉冲 | |
|  | 一般情况下手动控制 | |
|  | 受限制的手动控制 | |
|  | 旋转操作 | |
|  | 拉拔操作 | |
| | 推动操作 | |
|  | 电磁执行器操作 | |
|  | 电动机操作 | |

（续）

| 图形符号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
|  | 液位控制 | |
|  | 计数控制 | |
|  | 流体控制 | |
|  | 相对湿度控制 | |
|  | 温度控制 | |
|  | 压力控制 | |
| | 接地一般符号 | |
| | 无噪声接地（抗干扰接地） | |
| | 保护接地 | |
| | 接机壳或接底板 | |
|  | 等电位 | |
|  | 永久磁铁 | |

（续）

| 图形符号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| | 测试点指示 | |
| | 模拟信号识别符 | |
| | 数字信号识别符 | |

（3）电气系统常用图形符号

本标准规定了电阻一般符号、可变电阻、压敏电阻等 84 个常用元器件符号和放大器一般符号，可调放大器、微电流放大器等 54 个常用组件、部件符号及灯的一般符号、蓄电池、电动机等 33 个其他符号，这些符号与 GB 4728—85《电气图用图形符号》相同。本标准中未列入的图形符号，可直接采用 GB 4728—85。

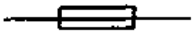
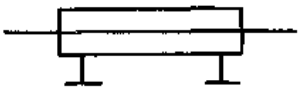
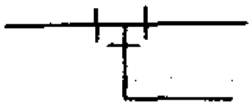
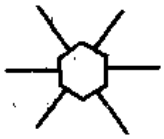
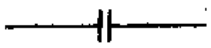
（4）液路、气路、光路系统图形符号

a. 接头、管道（见表 9.3-53）

表　9.3-53

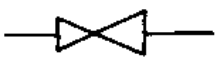
| 图形符号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
|  | 流程用管道 | 线条粗 1mm |
|  | 测量管道 | 线条粗 0.5mm |
|  | 标有流动方向的测量管道 | |
|  | 可移动的测量管道（软管道） | 徒手画的波纹线 |
| | 平行管道的组合 | |
| | 无连接点的管道的交叉 | |

（续）

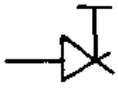
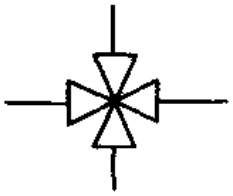
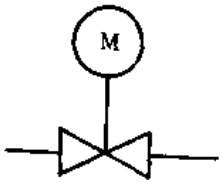
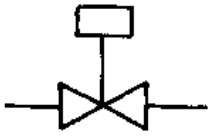
| 图形符号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| | 有连接点的管道的交叉 | |
|  | 管道连接 | |
|  | 加热管道 | |
|  | 三通接头 | |
|  | 多通接头 | 指四通以上接头 |
| | 挠性接管，如橡胶软管，塑料软管等 | |
|  | 法兰接头 | |
| | 阻力管 | |

b. 阀（见表9.3-54）

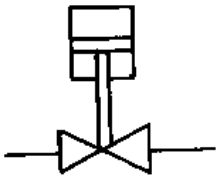
**表 9.3-54**

| 图形符号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| | 阀、真空阀的一般符号 | |
|  | 减压阀 | |
| | 调节阀 | |

（续）

| 图形符号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| | 稳压阀 | |
| | 稳流阀 | |
| | 安全阀 | |
|  | 单向阀 | |
| | 旋塞 | |
| | 三通旋塞 | |
| | 三通阀 | |
|  | 四通阀 | |
|  | 电动阀 | |
|  | 电磁阀 | |
| | 插板阀 | 用于真空技术 |

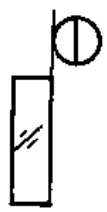
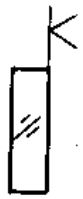
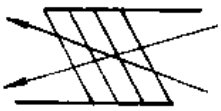
（续）

| 图形符号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| | 挡板阀或翻板阀 | 用于真空技术 |
|  | 气动或液动阀 | 用于真空技术 |
| | 微调阀 | 用于真空技术 |
| | 手动阀 | 用于真空技术 |

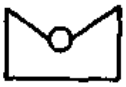
c. 光学元件、部件（见表 9.3-55）

**表 9.3-55**

（续）

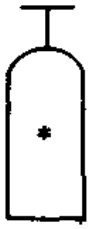
| 图形符号 | 名　称 |
| --- | --- |
| | 透镜 |
| | 棱镜 |
| | 反射镜 |
|  | 滤光片 |
|  | 分划板 |
| | 玻璃平板 |
| | 光栅一般符号 |
| | 狭缝 |
|  | 光栏 |
| | 光导纤维 |
| | 切光器 |
| | 积分球 |
|  | 红外偏振器 |

（续）

| 图形符号 | 名称 |
| --- | --- |
|  | 光束聚光器 |
| Mo | 单色仪 |
| MOG | 光栅单色仪 |
| MOP | 棱镜单色仪 |

d. 其他（见表 9.3-56）

**表 9.3-56**

| 图形符号 | 名称 | 说明 |
| --- | --- | --- |
|  | 气瓶 | 在＊处填写具体的气体名称如：$H_2$、$O_2$…… |
| | 气相色谱柱 | |
| | 液相色谱柱 | |

（5）检测系统图形符号（见表 9.3-57）

**表 9.3-57**

| 图形符号 | 名称 |
| --- | --- |
| D | 检测器一般符号 |
| TCD | 热导检测器 |

（续）

| 图形符号 | 名称 |
| --- | --- |
| FID | 火焰离子化检测器 |
| ECD | 电子捕获检测器 |
| FPD | 火焰光度检测器 |
| AFID | 碱焰离子化检测器 |
| PID | 光离子化检测器 |
| FID | 火焰温度检测器 |
| DRD | 示差折光检测器 |
| FD | 荧光检测器 |
| UVD | 紫外吸收检测器 |
| MCOD | 微库仑检测器 |
| ODM | 光密度计 |
| MSD | 微音检测器 |
| PD | 气动检测器 |
| MCD | 微流检测器 |

（续）

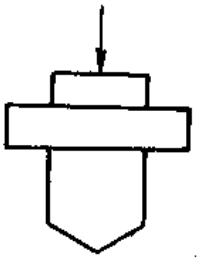
| 图形符号 | 名　称 |
| --- | --- |
| SID | 半导体红外检测器 |
| PED | 光电检测器 |
| CD | 电导检测器 |

（6）进样、取样系统图形符号（见 9.3-58）

**表 9.3-58**

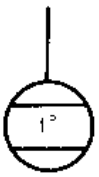
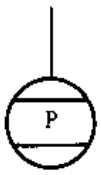
| 图形符号 | 名　称 |
| --- | --- |
| | 进样器一般符号 |
| | 自动进样器 |
| | 手动进样器 |
| | 旁通进样器 |

（续）

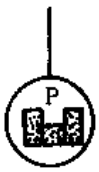
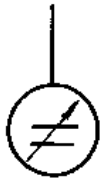
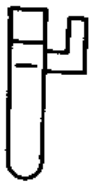
| 图形符号 | 名　称 |
| --- | --- |
|  | 采样装置 |

（7）传感器、探头图形符号（见表 9.3-59）

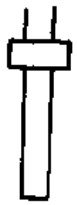
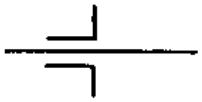
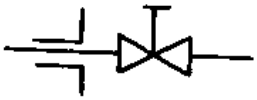
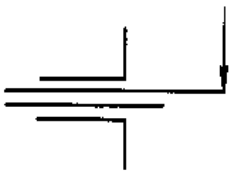
**表 9.3-59**

| 图形符号 | 名　称 |
| --- | --- |
| | 传感器一般符号 |
|  | 温度传感器 |
|  | 压力传感器 |
| | 电化学式传感器 |
| | 热磁式氧分析传感器 |

（续）

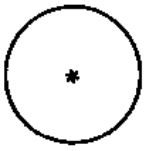
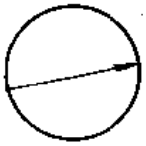
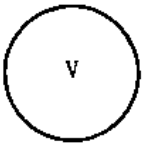
| 图形符号 | 名　称 |
| --- | --- |
| | 磁力机械式氧分析传感器 |
|  | 磁压力式氧分析传感器 |
| | 电阻传感器 |
|  | 电容传感器 |
| | 电极一般符号 |
| | 玻璃电极 |
|  | 甘汞电极 |
| | 双铂电极 |

（续）

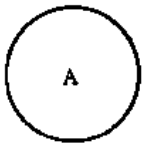
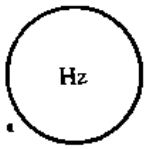
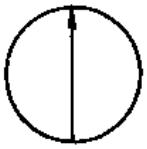
| 图形符号 | 名　称 |
| --- | --- |
|  | 温度补偿电极 |
| | 固体电极 |
|  | 探头一般符号 |
|  | 带阀的探头 |
|  | 取样探头 |

（8）测量、指示、记录仪表图形符号（见表9.3-60）

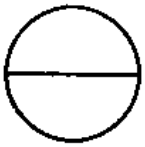
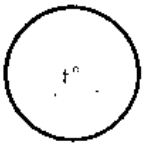
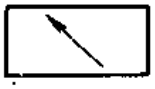
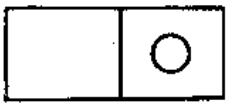
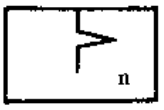
**表　9.3-60**

| 图形符号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
|  | 指示仪表一般符号 | * 可填入所用代表的文字符号或图形符号 |
|  | 压力表一般符号 | 也适于真空技术 |
|  | 电压表 | |

（续）

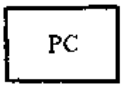
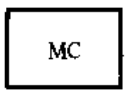
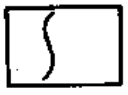
| 图形符号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
|  | 电流表 | |
|  | 频率表 | |
| | 示波器 | |
|  | 检流计 | |
| | 热阴极电离真空计 | 用于真空技术 |
| | 超高真空热阴极电离真空计 | 用于真空技术 |
| | 冷阴极电离真空计 | 用于真空技术 |
| | 热传导真空计 | 用于真空技术 |
| | 液位压力计 | 用于真空技术 |

（续）

| 图形符号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| | 分压真空计 | 用于真空技术 |
|  | 薄膜真空计 | 用于真空技术 |
|  | 温度计一般符号 | |
|  | 指示仪 | |
| | 浮子流量计 | |
|  | 记数器 | |
|  | 记录仪一般符号 | |

（9）数据处理系统图形符号（见表 9.3-61）

**表　9.3-61**

| 图形符号 | 名　称 |
| --- | --- |
|  | 程序控制装置 |
|  | 微计算机 |
|  | 积分仪一般符号 |

（续）

| 图形符号 | 名　称 |
| --- | --- |
| CRT | 显示器一般符号 |
| PR | 打印机一般符号 |

（10）其他图形符号（见表 9.3-62）

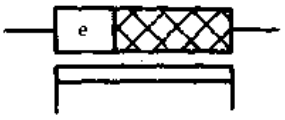
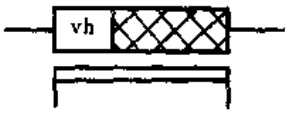
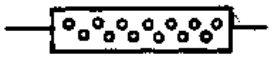
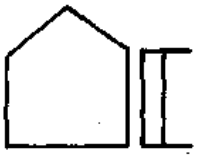
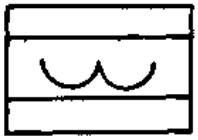
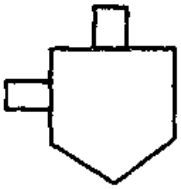
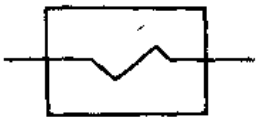
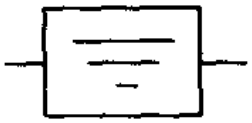
**表 9.3-62**

| 图形符号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| P | 泵的一般符号 | |
| | 往复泵 | |
| | 活塞泵 | |
| | 薄膜泵 | |
| | 真空泵一般符号 | |
| | 旋片真空泵或定片真空泵 | 一个圆圈为单级，二个圆圈为多级 |
| | 罗茨真空泵 | 一个圆圈为单级，二个圆圈为多级 |

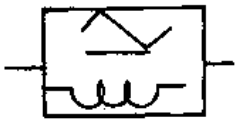
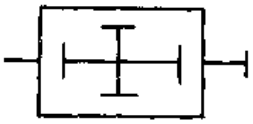
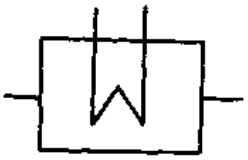
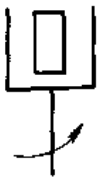
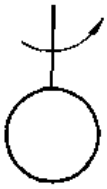
（续）

| 图形符号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| × | 扩散真空泵 | 所用泵液写在"×"处 |
| | 涡轮分子泵 | |
| | 捕集真空泵 | |
| | 吸附泵 | |
| | 溅射离子泵 | |
| | 低温泵 | |
| | 过滤器一般符号 | |
| g | 气体过滤器 | |
| ac | 活性碳过滤器 | |
| m | 膜式过滤器 | |
| c | 陶瓷过滤器 | |
| l | 液体过滤器 | |

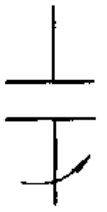
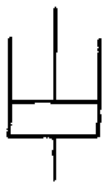
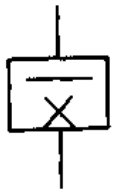
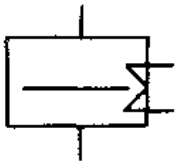
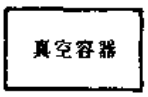
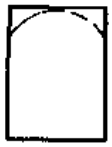
（续）

| 图形符号 | 名称 | 说明 |
| --- | --- | --- |
|  | 电加热过滤器 | |
|  | 蒸气加热过滤器 | |
|  | 干燥器一般符号 | |
|  | 除气器 | |
|  | 滤水器 | |
|  | 分离器 | |
|  | 加热器 | |
| | 冷却器 | |
|  | 搅拌器 | |
| | 柱恒温箱 | |

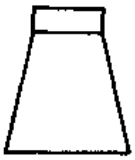
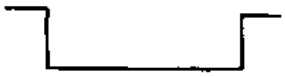
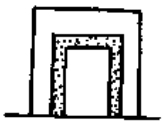
（续）

| 图形符号 | 名称 | 说明 |
| --- | --- | --- |
|  | 混合器一般符号 | |
|  | 吸收池 | |
|  | 电解池 | |
| | 原子化器 | |
| | 锥板 | 表示锥体与板组合（上旋）粘度计专用 |
|  | 转筒 | 表示转子体与转筒组合（下旋）粘度计专用 |
| | 转子 | 表示上旋转子体粘度计专用 |
| | 转锥 | 表示下旋锥板与锥度杯粘度计专用 |
|  | 转球 | 表示上旋转球粘度计专用 |

（续）

| 图形符号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| | 转半球 | 表示下旋半球与半球杯体<br>粘度计专用 |
|  | 转板 | 表示下旋转板<br>粘度计专用 |
|  | 粘壶 | 表示模型分析时，物料的粘度<br>粘度计专用 |
|  | 挡板的一般符号 | 挡板温度可写在“×”处<br>用于真空技术 |
| | 空气冷却挡板 | 用于真空技术 |
|  | 循环冷剂挡板 | 冷剂温度和种类分别写在左边和右边，用于真空技术 |
|  | 真空容器 | 用于真空技术 |
|  | 钟罩 | 用于真空技术 |

（续）

| 图形符号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
|  | 溶剂瓶 | |
| | 洗涤瓶 | |
|  | 贮液池 | |
| | 风扇一般符号 | |
|  | 隔爆器 | |

### 1.7.2　标准的特点和与有关标准的对比

ZBN 50001—88是绘制分析仪器产品系统图和原理图的基础标准。表9.3-52中规定的基本符号不能单独构成一个图形符号，需要与其他符号合并使用才能构成一完整的图形符号。电气系统所用的图形符号与GB 4728—85《电气图用图形符号》相一致。液路、气路、光路系统的图形符号主要是接头、管道、阀和光学元、部件，参照采用了DIN 30600—1985和GB 1331—77《光学制图》。检测系统的图形符号大多是用相应的文字符号填入基本符号——功能单元方框中。

## 1.8 飞机环境控制系统图形符号(HB 6165—88)

HB6165—88《飞机环境控制系统图形符号》规定的图形符号适用于绘制飞机环境控制系统原理图，也可供绘制该系统或附件地面试验原理图用。

### 1.8.1 标准的主要内容

(1) 基本原则

本标准规定的图形符号着重表示系统中常用的附件、元件及管路。

符号表示附件或元件的功能及连接通道，而不表示实际附件或元件的安装位置。

符号在系统原理图上的布置除贮液器、贮液箱和排泄装置外，可以旋转或成镜象放置，而不改变其含义。

一般情况下原理图上不标注附件或元件的名称、型号和参数（如压力、温度、流量和管径等数值），必要时可以标注在符号旁适当处。

本标准未规定的图形符号，可根据本标准所列图例的规律进行派生。当无法派生或有必要特别表明某一附件的结构原理时，允许局部采用结构简图表示。

符号的绘制以清晰、美观为原则，符号的大小与附件或元件的大小相适应，根据图样幅面的大小进行放大或缩小，以保持符号本身及其相互间的比例协调。

一个附件或元件远距离连接并控制另一个附件，无论实际有多少条线路，均采用一条信号线表示。

当需要表示某些符号同属一个附件或同属一个附件组时，可用范围线将各组成部分框起。

系统原理图中的字母、代号和文字方向一律为看图方向。

本标准所用图线的型式按GB4457.4—84《机械制图 图线》的规定选取：

a. 附件、元件和管路的轮廓线用粗实线；

b. 信号线用虚线；

c. 范围线用双点划线；

d. 其他图线用细实线。

本标准对管路符号规定了两种表示方式：双线管路和单线管路。应优先选用双线管路。

当选用双线管路时，对管径相对细小的管路（如水管、毛细管等）允许用单线表示。

当选用单线管路时，对管径相对粗大的管路（如冲压空气管等）允许用双线表示。

当需要表示管内介质时，必须选用双线管路。

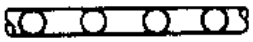
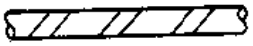
(2) 管路图形符号（见表9.3-63）

LINES

表 9.3-63

| 名 称 | 符 号 | 备 注 |
|---|---|---|
| 管路<br>LINE | | 不表示管内介质 |
| 引气管<br>BLEED AIR | | 涂色 |
| 座舱空气管<br>CABIN AIR | | |
| 冲压空气管<br>RAM AIR | | |
| 通风管<br>VENT AIR | | |
| 水管<br>WATER | | |
| 蒸汽管<br>STEAM | | |
| 氨气管<br>AMMONIA GAS | | |
| 液态氨管<br>AMMONIA LIQUID | | 涂色或涂黑 |
| 气态氟里昂管<br>FREON GAS | | |
| 液态氟里昂管<br>FREON LIQUID | | 涂色或涂黑 |
| 氮气管<br>NITROGEN GAS | | |
| 液氮管<br>NITROGEN LIQUID | | 涂色或涂黑 |
| 氧气管<br>OXYGEN GAS | | |

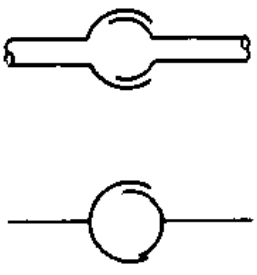
（续）

| 名　称 | 符　号 | 备　注 |
| --- | --- | --- |
| 液氧管<br>OXYGEN LIQUID |  | 涂色或涂黑 |
| 燃油管<br>FUEL |  | 涂色或涂黑 |
| 乙二醇管<br>ETHYLENE GLYCOL | | 涂色或涂黑 |
| 流动方向<br>FLOW DIRECTINO | | |
| 信号线<br>INTELLIGENCE |  | 不指明信号类别 |
| 电信号线<br>ELECTRICAL |  | |
| 液压信号线<br>HYDRAULIC |  | |
| 气动信号线<br>PNEUMATIC |  | |

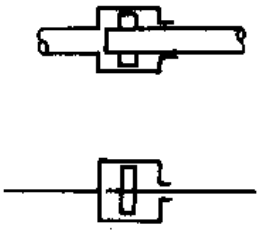
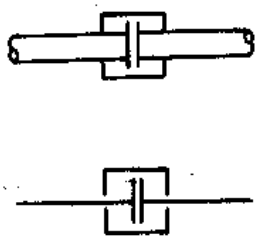
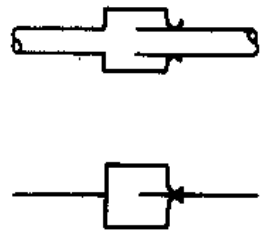
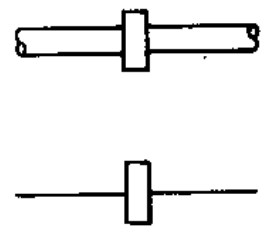
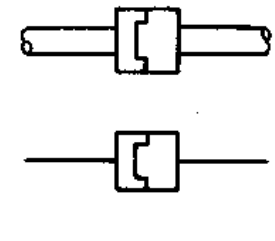
（3）连接件图形符号（见表 9.3-64）

JOINTS

**表　9.3-64**

| 名　称 | 符　号 | 备　注 |
| --- | --- | --- |
| 球形接头<br>BALL JOINT |  | |

（续）

| 名　称 | 符　号 | 备　注 |
| --- | --- | --- |
| 压力补偿接头<br>PRESSURE COMPENSATING JOINT |  | |
| 转动接头<br>ROTARY JOINT |  | |
| 滑动接头<br>SLIP JOINT |  | |
| 管路连接<br>LINE CONNECTION |  | |
| 无自封快卸管路连接<br>NON－SELF SEALING QUICK DISCONNECT LINE CONECTION |  | |

（续）

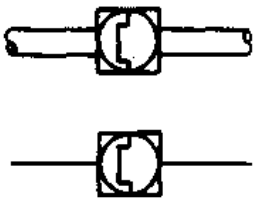
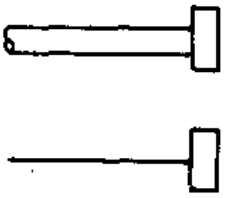
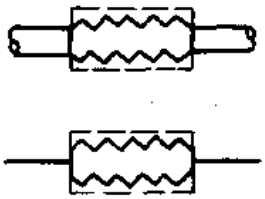
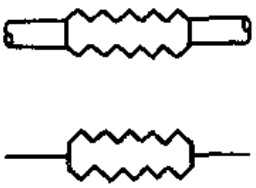
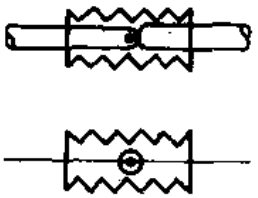
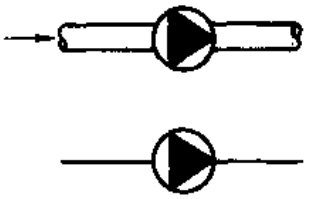
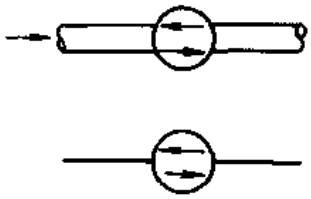
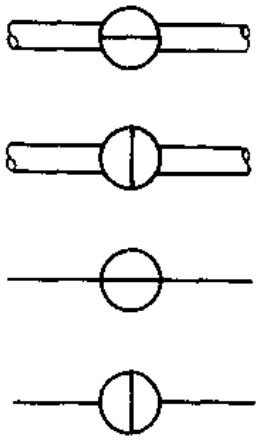
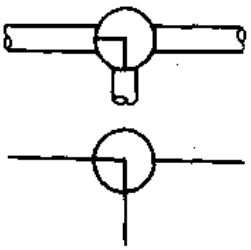
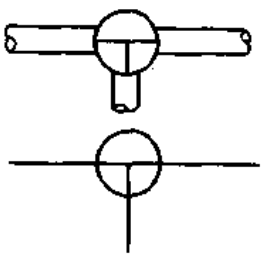
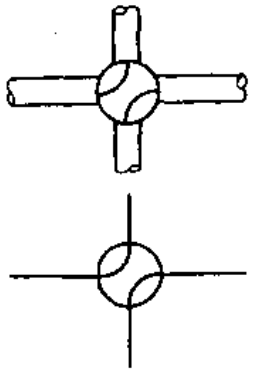
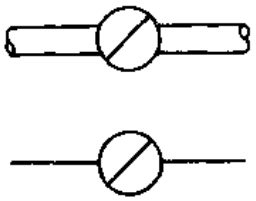
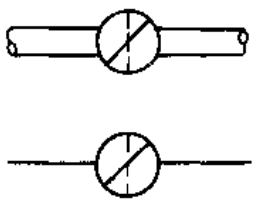
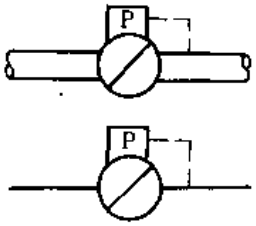
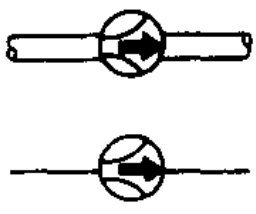
| 名　称 | 符　号 | 备　注 |
| --- | --- | --- |
| 自封快卸管路连接<br>SELF-SEALING<br>QUICK<br>DISCONNECT<br>LINE<br>CONNECTION |  | |
| 地面接头<br>GROUND<br>CONNECTION |  | |
| 有编织套的波纹管<br>BRAIDED<br>FLEX－SECTION |  | |
| 自由波纹管<br>FREE<br>FLEX－SECTION |  | |
| 限制波纹管<br>RESTRAINED<br>FLEX-SECTION |  | |

表 9.3-65

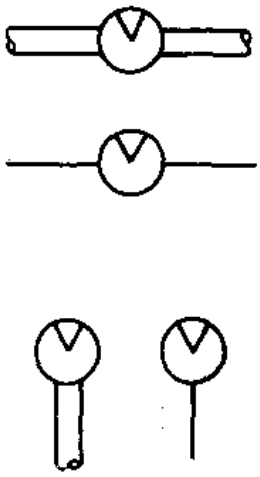
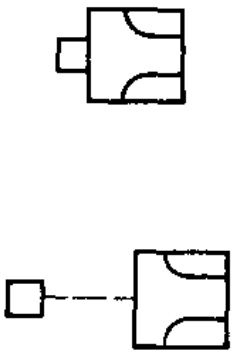
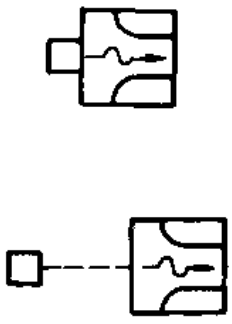
| 名　称 | 符　号 | 备　注 |
| --- | --- | --- |
| 单向活门<br>CHECK<br>VALVE |  | 涂黑或涂色 |
| 节流活门<br>RESTRICTOR<br>VALVE |  | |
| 断流活门<br>SHUTOFF<br>VALVE<br>（隔断活门<br>ISOLATION<br>VALVE） |  | 打开位置<br>关闭位置 |
| 两位三通活门<br>CONTROL-<br>2POSITION<br>3PORT<br>VALVE |  | |
| 三位三通活门<br>CONTROL-<br>3POSITION<br>3PORT<br>VALVE |  | |

（4）活门图形符号（见表 9.3-65）VALVES

（续）

| 名　称 | 符　号 | 备　注 |
| --- | --- | --- |
| 两位四通活门<br>CONTROL-2POSITION 4PORT VALVE |  | |
| 可调控制活门<br>CONTROL (MODULATING) VALVE |  | |
| 调节断流活门<br>REGULATION AND SHUT-OFF VALVE |  | |
| 压力调节活门<br>PRESSURE REGULATION VALVE |  | |
| 膨胀阀<br>EXPANSION VALVE |  | 涂黑或涂色 |

（续）

| 名　称 | 符　号 | 备　注 |
| --- | --- | --- |
| 卸压活门<br>RELIEF VALVE |  | |
| 座舱压力调节器<br>CABIN PRESSURE REGULATOR |  | 远距离控制 |
| 座舱安全活门<br>CABIN SAFETY VALVE |  | 远距离控制 |

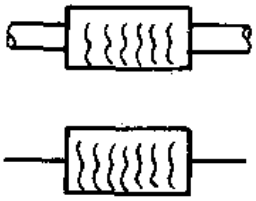
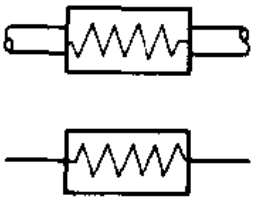
（5）热交换装置图形符号（见表 9.3-66）

HEAT EXCHANGE UNITS

**表 9.3-66**

| 名　称 | 符　号 | 备　注 |
| --- | --- | --- |
| 换热器<br>HEAT EXCHANGER | HE | 必要时，可在标识“*”位置标注型号、序号或介质 |

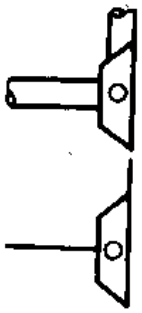
（续）

| 名　称 | 符　号 | 备　注 |
| --- | --- | --- |
| 冷凝器<br>CONDENSOR | | |
| 蒸发器<br>EVAPORATOR | | |
| 燃烧式加热器<br>COMBUSTION<br>HEATER |  | |
| 电加热器<br>ELECTRIC<br>HEATER |  | |

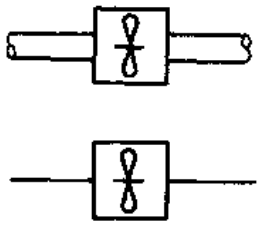
（6）旋转装置图形符号（见表 9.3-67）

ROTATING UNITS

**表　9.3-67**

| 名　称 | 符　号 | 备　注 |
| --- | --- | --- |
| 压气机<br>COMPRESSOR |  | 蒸发循环中压缩机与此符号同一 |

（续）

| 名　称 | 符　号 | 备　注 |
| --- | --- | --- |
| 风扇<br>FAN<br>鼓风机<br>BLOWER |  | |
| | | 涡轮轴驱动 |
| 泵<br>PUMP | | |

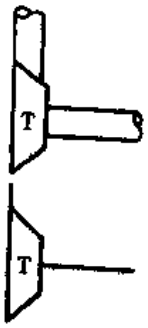
（7）驱动类图形符号（见表 9.3-68）

DRIVES

**表　9.3-68**

| 名　称 | 符　号 |
| --- | --- |
| 气动膜片<br>PNEUMATIC<br>DIAPHRAGM | |
| 电动机<br>ELECTRIC<br>MOTOR | |
| 电磁作动器<br>ELECTROMAGNET<br>ACTUATOR | |
| 力矩马达<br>TORQUE<br>MOTOR | |
| 手动<br>MANUAL | |
| 活塞<br>PISTON | |

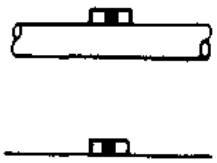
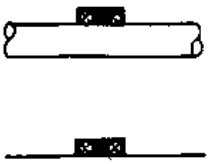
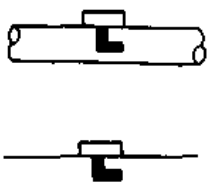
（续）

| 名　称 | 符　号 |
| --- | --- |
| 弹簧<br>SPRING | |
| 涡轮<br>TURBINE |  |

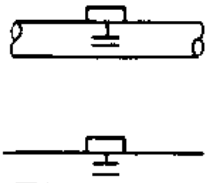
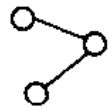
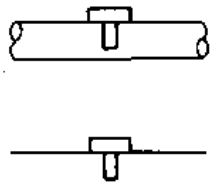
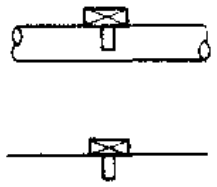
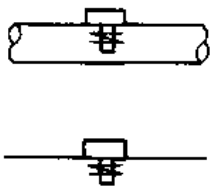
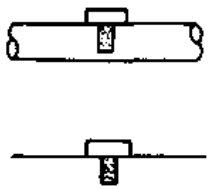
（8）传感器　开关图形符号（见表 9.3-69）

SENSORS、SWITCHES

**表　9.3-69**

| 名　称 | 符　号 |
| --- | --- |
| 环境压力传感器<br>AMBIENT<br>PRESSURE<br>SENSOR | |
| 静压传感器<br>STATIC<br>PRESSURE<br>SENSOR |  |
| 超压开关<br>OVERPRESSURE<br>SWITCH |  |
| 总压传感器<br>TOTAL<br>PRESSURE<br>SENSOR |  |

（续）

| 名　称 | 符　号 |
| --- | --- |
| 流量传感器<br>FLOW<br>SENSOR |  |
| 液位传感器<br>LIQUID LEVEL<br>SENSOR |  |
| 温度传感器<br>TEMPERATURE<br>SENSOR |  |
| 超温开关<br>OVERTEMP<br>SWITCH |  |
| 冷却效果传感器<br>COOLING<br>EFFECT<br>SENSOR |  |
| 湿度传感器<br>HUMIDITY<br>SENSOR |  |

（9）指示器图形符号（见表 9.3-70）

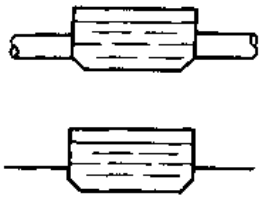
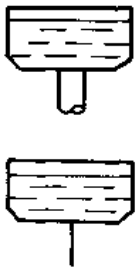
INDICATOR

表 9.3-70

| 名　称 | 符　号 | 备　注 |
|---|---|---|
| 测量仪表<br>GAGE | | 标识　*<br>压力　P<br>大气压　Patm<br>表压　Pg<br>真空度　Pv<br>高度　h<br>温度　T<br>转速　n<br>流量　q<br>相对湿度　φp |
| 指示灯<br>INDICATION<br>LIGHT | | 标识　*<br>黄色　Y<br>蓝色　B<br>绿色　G<br>红色　R<br>白色　W |

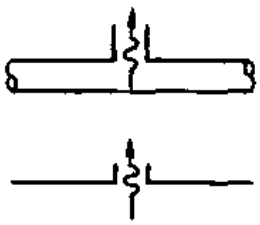
(10) 容器图形符号 (见表 9.3-71)

表 9.3-71

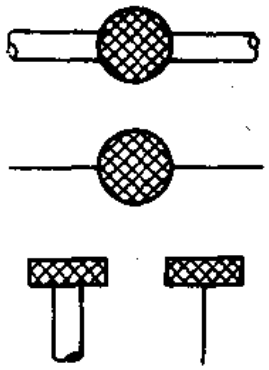
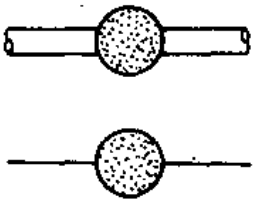
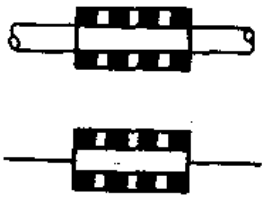
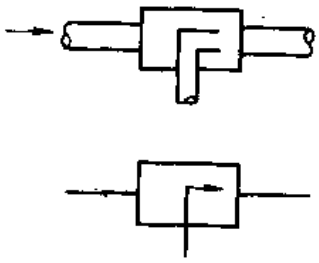
| 名　称 | 符　号 |
|---|---|
| 贮液器<br>RESERVOIR |  |
| 贮液箱<br>TANK |  |

(11) 其他图形符号 (见表 9.3-72)

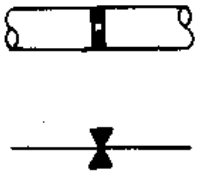
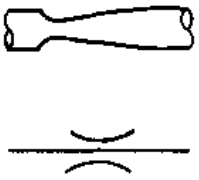
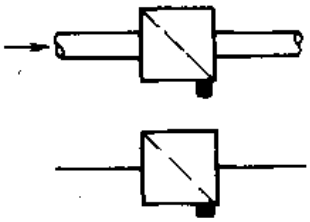
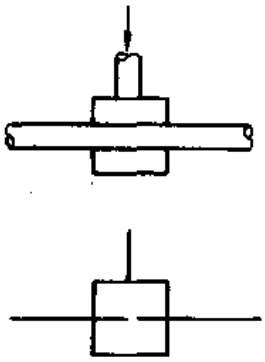
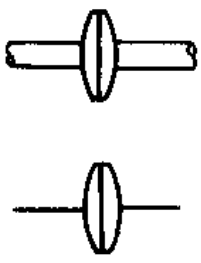
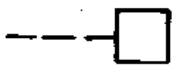
表 9.3-72

| 名　称 | 符　号 | 备　注 |
|---|---|---|
| 放气口<br>VENT |  | |

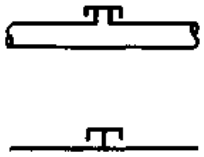
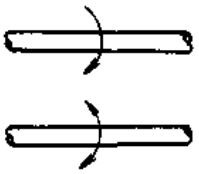
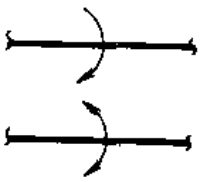
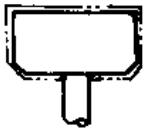
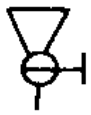
(续)

| 名　称 | 符　号 | 备　注 |
|---|---|---|
| 过滤器<br>FILTER |  | |
| 干燥器<br>DRIER |  | |
| 消声器<br>MUFFLER |  | 涂黑或涂色 |
| 引射器<br>EJECTOR |  | |
| 水喷雾器<br>WATER<br>SPRAYER | | |

（续）

| 名　称 | 符　号 | 备　注 |
| --- | --- | --- |
| 限流孔<br>ORIFICE |  | |
| 文氏管<br>VENTURI |  | |
| 水分离器<br>WATER SEPARA-TOR |  | |
| 混合器<br>MIXER |  | |
| 安全膜片<br>SAFETY DIAPHR-AGM |  | |
| 控制器<br>CONTRO-LLER |  | 必要时，可在标识“*”位置标注控制量符号 |

（续）

| 名　称 | 符　号 | 备　注 |
| --- | --- | --- |
| 测试点<br>TEST POINT |  | |
| 转轴<br>ROTARY SHAFT |  | 适用于单线管路 |
| |  | 适用于双线管路图线宽度为2b |
| 可调性符号<br>ADJUST-MENT SYMBOL | | 箭头只允许向右上方倾斜绘制 |
| 绝热<br>INSULA-TION | | 管路绝热 |
| |  | 容器绝热 |
| 排池装置<br>DRAIN UNIT |  | 带一个手动活门 |

### 1.8.2　标准的特点和与有关标准的对比

HB6165—88《飞机环境控制系统图形符号》是绘制飞机环境控制系统原理图的基础标准。其特点是对管路符号规定了两种方式，即双线管路和单线管路。飞机环境控制系统符号示例见图 9.3-47。

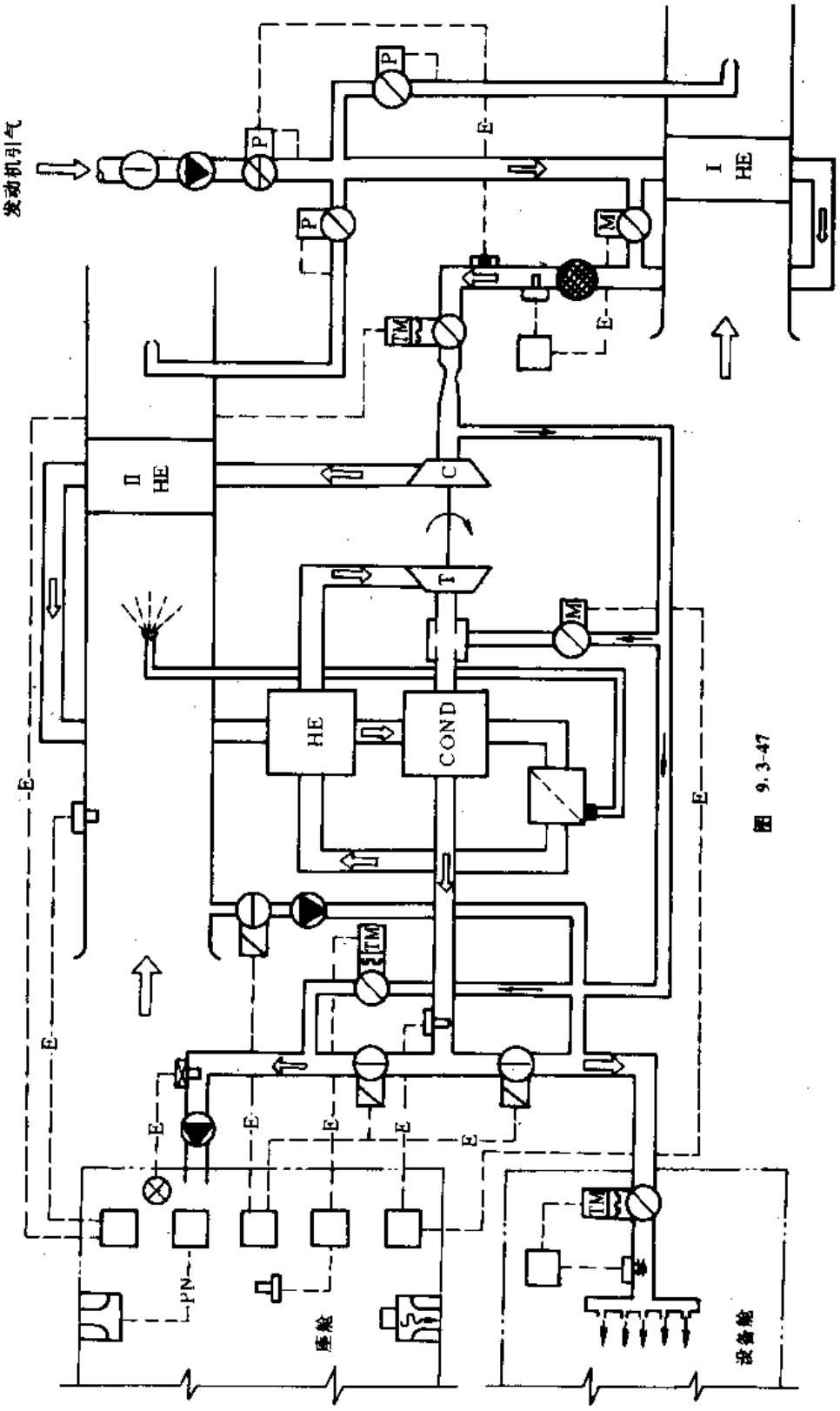



图 9.3-47

## 1.9　集中润滑系统　图形符号（JB 3711.2—84）

JB3711.2—84《集中润滑系统　图形符号》规定了绘制集中润滑系统原理图、编制说明书及各种技术文件时应用的统一图形符号，适用于润滑技术领域。

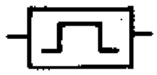
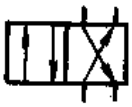
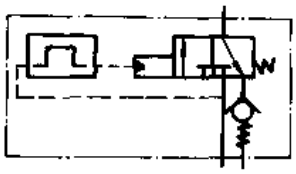
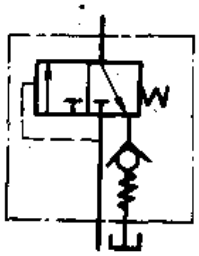
### 1.9.1　标准的主要内容

集中润滑系统图形符号见表 9.3-73。其中名词术语见 JB3711.1—84《集中润滑系统　名词术语和分类》

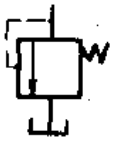
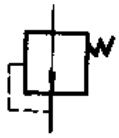
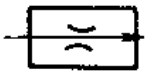
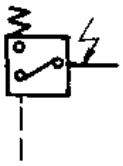
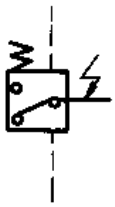
**表　9.3-73**

| 符　号 | 名词术语（见 JB 3711.1—84） |
|---|---|
| | 润滑点 |
| | 放气点 |
| | 定量润滑泵 |
| | 变量润滑泵 |
| M | 电动机 |
| M | 泵装置 |
| 5 | 定量多点泵（以 5 个出油口为例） |
| 5 | 变量多点泵（以 5 个出油口为例） |
| 或 | 搅拌器（润滑脂用） |
| 或 | 随动活塞（润滑脂用） |
| | 过滤器——减压阀——油雾器 |
| | 油雾器 |
| | 油箱 |
| | 节流分配器（以 3 个出油口为例） |
| | 可调节流分配器（以 3 个出油口为例） |
| | 单线分配器（以 3 个出油口为例） |
| | 双线分配器（以 8 个和 4 个出油口为例） |

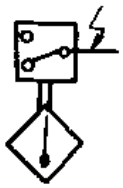
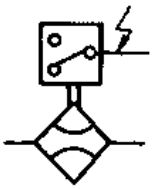
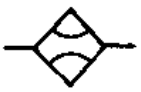
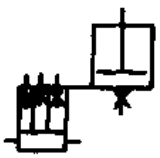
（续）

| 符　号 | 名词术语<br>（见 JB 3711.1—84） |
| --- | --- |
| | 递进分配器<br>（以 8 个出油口为例） |
| | 凝缩嘴 |
| | 喷雾嘴 |
| | 喷油嘴 |
| | 时间调节程序控制器 |
|  | 机器循环调节程序控制器 |
|  | 换向阀（操纵型式未示出） |
|  | 循环分配阀 |
|  | 卸荷阀 |
| | 单向阀 |

（续）

| 符　号 | 名词术语<br>（见 JB3711.1—84） |
| --- | --- |
|  | 溢流阀 |
|  | 减压阀 |
| | 节流阀 |
| | 可调节流阀 |
|  | 压力补偿节流阀 |
| | 节流孔 |
| | 开关 |
|  | 压力开关 |
|  | 压差开关 |
| | 电接点压力表 |

（续）

| 符　号 | 名词术语（见 JB3711.1—84） |
| --- | --- |
| | 压力表 |
| | 液位开关 |
|  | 温度开关 |
|  | 油流开关 |
| | 压力指示器 |
|  | 油流指示器 |
| | 功能指示器*（以单线分配器为例）　电气 |
|  | 机械 |

（续）

| 符　号 | 名词术语（见 JB3711.1—84） |
| --- | --- |
| | 液位指示器 |
| | 计数器（如用于润滑脉冲或容积计量） |
| | 流量计 |
| | 温度计 |

### 1.9.2　标准的特点和应用

1）JB3711.2—84 是机器润滑行业的设计、制造、使用方面的统一的技术语言。集中润滑系统原理图的应用示例见表 9.3-74。集中润滑系统的分配器应用示例见表 9.3-75。

2）组合式集中润滑系统示例：带喷油装置的单线式润滑系统见图 9.3-48；带喷雾装置的多线——递进式润滑系统见图 9.3-49；带递进分配器的多线式系统见图 9.3-50；循环型递进式润滑系统见图 9.3-51；循环型节流式润滑系统见图 9.3-52。

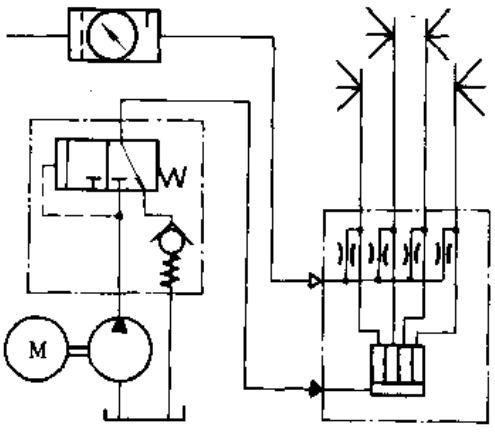
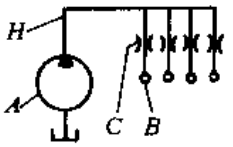
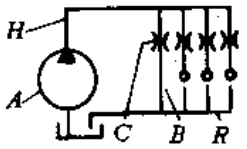
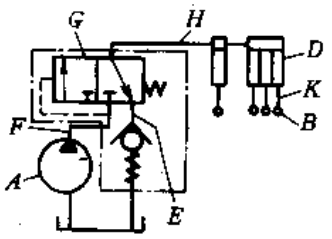
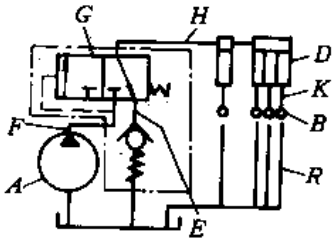
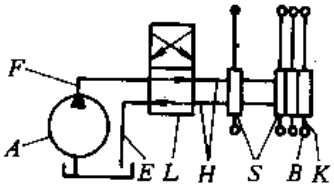
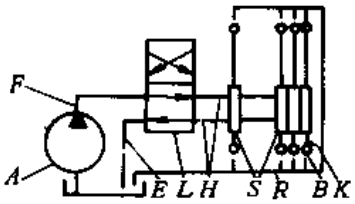
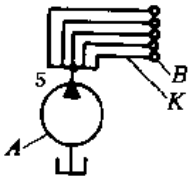
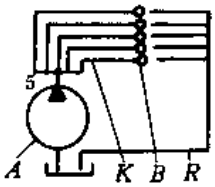
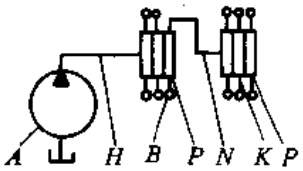
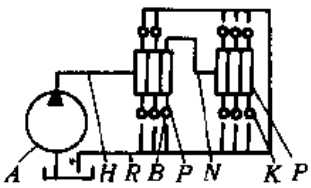
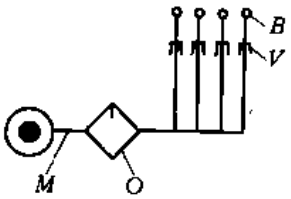



图　9.3-48

表 9.3-74

| | 消耗型润滑系统 | 循环型润滑系统 |
|---|---|---|
| 节流式系统 |  |  |
| 单线式系统 |  |  |
| 双线式系统 |  |  |
| 多线式系统 |  |  |
| 递进式系统 |  |  |
| 油雾式系统 |  | |

注：*A*—带油箱的泵；*B*—润滑点；*C*—节流阀；*D*—单线分配器；*E*—卸荷管路；*F*—压力管路；*G*—卸荷阀；*H*—主管路；*K*—润滑管路；*L*—4/2 换向阀；*M*—压缩空气管路；*N*—支管路；*O*—油雾器；*P*—递进分配器；*R*—回油管路；*S*—双线分配器；*V*—凝缩嘴。

表 9.3-75

| 集中润滑系统<br>(见 JB 3711.1 之 1) | 分　配　器<br>(见 JB 3711.1 中 2.7) | 分配器的构件 |
|---|---|---|
| 节流式系统<br>(见 JB 3711.1 之 2.3.1) | 节流分配器 | 节流阀<br>可调节流阀　　+油路板<br>压力补偿节流阀 |
| 单线式系统<br>(见 JB 3711.1 之 2.3.2) | 单线分配器 | 单线给油器+油路板 |
| 双线式系统<br>(见 JB 3711.1 之 2.3.3) | 双线分配器 | 双线给油器+油路板 |
| 多线式系统<br>(见 JB 3711.1 之 2.3.4) | 无分配器，因润滑管路直接使油泵与润滑点相连接 | |
| 递进式系统<br>(见 JB 3711.1 之 2.3.5) | 递进分配器 | 递进给油器+管路辅件 |
| 油雾式系统<br>(见 JB 3711.1 之 2.3.6) | 凝缩嘴 | |

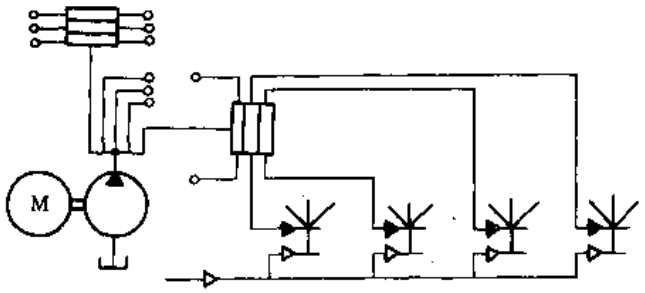



图 9.3-49

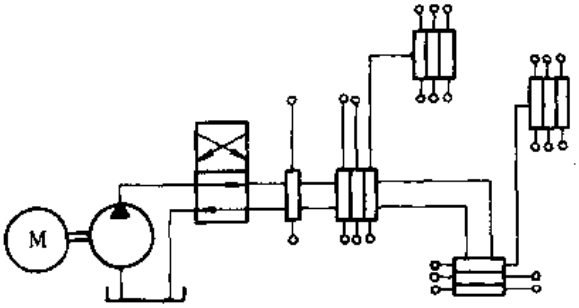



图 9.3-50

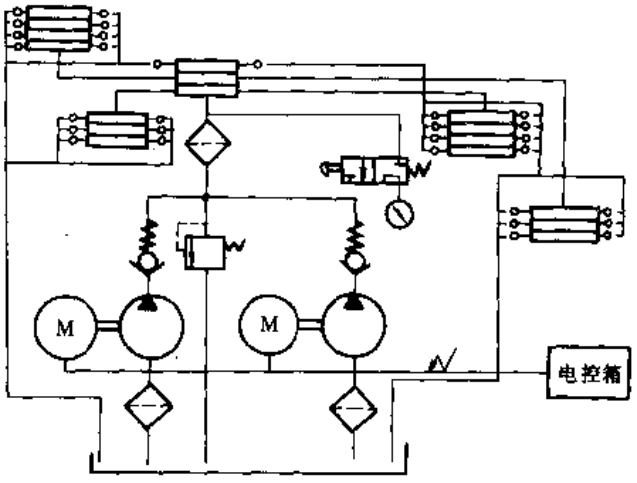



图 9.3-51

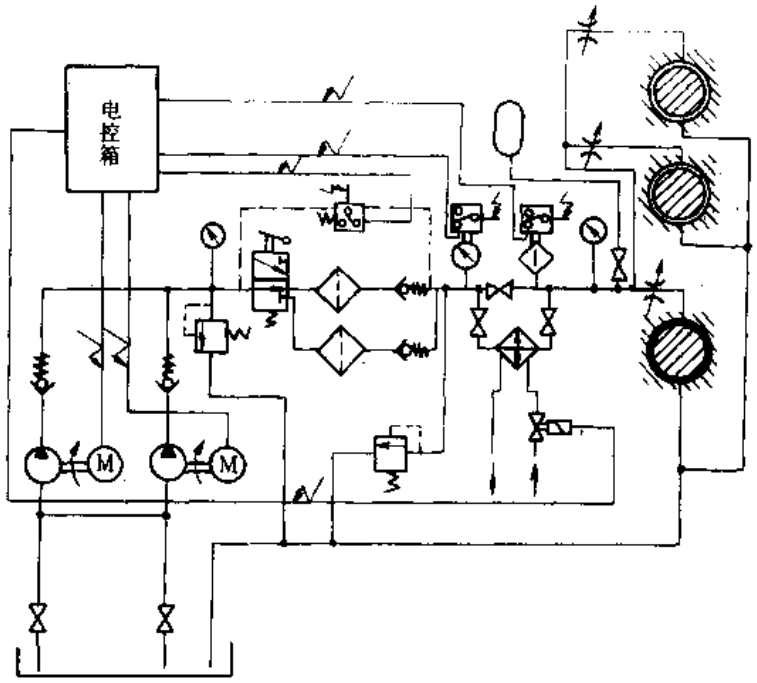



图 9.3-52

3）图形符号使用说明：JB3711.2—84 规定的图形符号主要用于绘制润滑油脂为润滑剂的润滑系统原理图。

本标准中仅规定了各种润滑元件的基本符号，以及部分常用的其它有关装置的符号。

符号只表示元件的职能、连接系统的通道，不表示元件的具体结构和参数，也不表示系统管路的具体位置和元件的安装位置。

元件符号均以静止位置表示或零位置表示。当组成系统其动作另有说明时，可作例外。

符号在系统图中的布置，除有方向性的元件符号（如油箱、仪表等）外、根据具体情况可水平或垂直绘制。

元件的名称、型号和参数（如压力、流量、功率、管径等），一般在系统图的元件表中标明，必要时可标注在元件符号旁边。

符号的大小以清晰美观为原则，根据图纸幅面的大小酌情处理，但应适当保持图形本身的比例。

### 1.9.3　与国际标准的对比

JB3711.2—84 等效采用 DIN24271/2—1982《集中润滑系统　图形符号》，除图 9.3-50～图 9.3-52 是根据国内实际应用要求补充外，其余内容均与 DIN24271/2 相一致。

DIN24271/2 是以 ISO 1219—1976《液压系统与元件图形符号》为基础派生出来的。因此，JB3711.2 中未规定的图形符号，可采用 ISO 1219 中相应的图形符号。如 ISO 1219 中也未作规定时，可根据 JB 3711.2 的原则和所列图例的规律性进行派生。当无法派生，或有必要特别说明系统中某一重要元件的结构及动作原理时，均允许局部采用结构简图表示。

## 1.10　液力元件　图形符号（JB 4237—86）

JB4237—86《液力元件　图形符号》规定了各种不同类型的液力元件的图形符号，适用于绘制液力传动装置示意图。

### 1.10.1　标准的主要内容

（1）基本原则

液力元件的规格型号品种繁多，本标准只对一些主要液力元件图形符号予以规定，对于标准中未规定的液力元件图形符号，可根据本标准的原则和规律性进行派生。

本标准的图形符号均以左端为输入端、右端为输出端绘制的。在传动系统图中的布置可根据情况旋转 90°、180°、270°绘制。但不得将可调性箭头向下倒置，可调性箭头朝右上方与轴线成 45°夹角。

图形符号中的 B、T、D 是根据 GB 3858—83《液力传动　名词术语》中的规定，分别代表泵轮、涡轮和导轮。

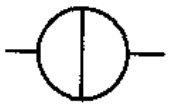
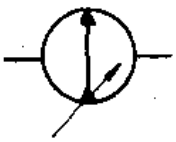
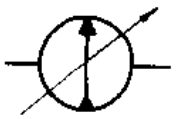
图形符号的大小根据图纸幅面大小酌情处理，以清晰美观为原则，但应适当保持图形本身的比例。图形

比例以外环直径 $D$ 为基准，内环直径为 $1/2D$，两端轴线长为 $1/3D$，齿轮箱长为 $1D$，宽为 $1/4D$。向心涡轮液力变矩器导轮进出口边的延伸线通过圆心，其夹角为 60°（对称）。限矩型液力偶合器的辅室以外圆的水平与垂直方向切线相交成 90°夹角表示。所有可调性及转向符号均以细实线加箭头表示，其余图形均以粗实线表示。

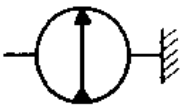
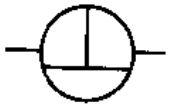
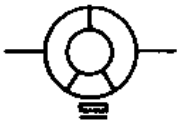
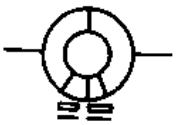
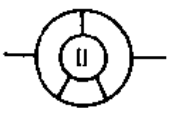
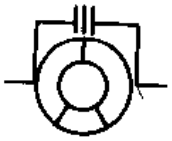
本标准规定的液力元件图形符号只区别不同类型，至于具体的规格型号一般可在系统图的零件表中说明，必要时也可标注在液力元件图形符号旁边。

（2）液力元件图形符号（见表 9.3-76）

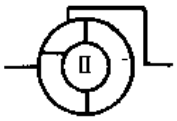
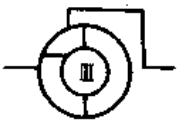
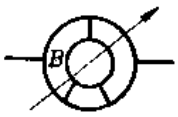
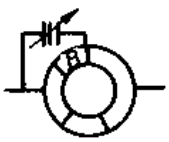
**表 9.3-76**

| 图形符号 | 液力元件型式 | 备注 |
|---|---|---|
|  | 普通型<br>液力偶合器 | |
| | 动压泄液式<br>限矩型液力偶合器 | 泵轮直径为涡轮直径的 4/5$D$ |
| | 静压泄液式<br>限矩型液力偶合器 | |
| | 阀控延充式<br>限矩型液力偶合器 | |
| | 多角形<br>限矩型液力偶合器 | 以 $D$ 圆外切等边八角形代表其腔形 |
| | 可充排<br>的液力偶合器 | |
| | 出口调节式<br>调速型液力偶合器 | |
|  | 进口调节式<br>调速型液力偶合器 | |
|  | 复合调节式<br>调速型液力偶合器 | |

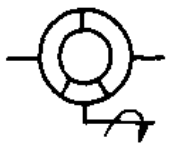
（续）

| 图形符号 | 液力元件型式 | 备注 |
| --- | --- | --- |
| | 前置齿轮式<br>液力偶合器传动装置 | |
| | 后置齿轮式<br>液力偶合器传动装置 | |
| | 复合齿轮式<br>液力偶合器传动装置 | |
|  | 液力减速器 | 以上为液力偶合器部分 |
|  | 液力偶合变矩器 | 以下为液力变矩器部分 |
| | 单级、单相<br>向心涡轮液力变矩器 | |
|  | 单级、二相<br>向心涡轮液力变矩器 | |
|  | 单级、三相<br>向心涡轮液力变矩器 | |
|  | 二级向心涡轮<br>液力变矩器 | |
| | 三级向心涡轮<br>液力变矩器 | |
|  | 带闭锁的<br>液力变矩器 | |

（续）

| 图形符号 | 液力元件型式 | 备注 |
| --- | --- | --- |
| | 双向正转<br>液力变矩器 | |
| | 反转液力变矩器 | |
| | 轴流涡轮<br>液力变矩器 | |
| | 单级离心涡轮<br>液力变矩器 | |
|  | 二级离心涡轮<br>液力变矩器 | |
|  | 三级离心涡轮<br>液力变矩器 | |
|  | 泵轮可调<br>液力变矩器 | |
| | 导轮可调<br>液力变矩器 | |
|  | 双泵轮<br>液力变矩器 | |
| | 可充排的<br>液力变矩器 | |

（续）

| 图形符号 | 液力元件型式 | 备注 |
| --- | --- | --- |
|  | 导轮正转<br>液力机械变矩器 | 转向符号按 GB4460—84《机械制图 机构运动简图符号》规定 |
| | 导轮反转<br>液力机械变矩器 | |
| | 双涡轮<br>液力机械变矩器 | |
| | 结点在输入端的<br>外分流液力机械变矩器 | |
| | 结点在输出端的<br>外分流液力机械变矩器 | |

### 1.10.2　标准的特点

JB4237—86 是绘制液力传动系统图的基础标准，基本参照了德国 VDI2153 标准，并结合国内具体情况作了补充和修改，如液力变矩器的图形符号根据习惯增加了内环，这样不仅形象，而且可与内环的液力变矩器区别开来。如 JB4237—86 中规定的符号不够用时，可根据标准的原则和规律进行派生，如二级反转液力变矩器可以按图 9.3-53 所示图形符号表示。

图 9.3-53

## 2　信息处理类

### 2.1　信息处理（GB 1526—89）

信息处理——数据流程图、程序流程图、系统流程图、程序网络图和系统资源图的文件编制符号及约定。

（1）引言

1）该标准给出一些指导性原则，遵循这些原则可以增强图的可读性，有利于图与正文的交叉引用。在应用中，所确定的内部规则必须满足实际的处理或数据规定说明。

2)图可广泛用于描绘各种类型的信息处理问题及其解决方法。图的使用并不局限于该标准所给的示例。

3)图中包含有确定含义的符号，简单的说明性文字和各种连线。该标准不涉及说明性文字的内容，但每个符号有一个无歧义、有意义的名称，它在整个文件编制中都是一致的。

4)图可以分为详细程度不同的层次，层次的数目取决于信息处理问题的规模和复杂性。这些详细程度不同的层次应使得不同部分及各部分间相互关系可作为一个整体来理解。

5)正常情况下，要有一个表明整个系统主要组成部分的图，该图作为层次图形的顶层图。每一较低层都对上一层的一个或几个部分进行详细的描述。

(2) 应用领域

该标准规定在信息处理文件编制中使用的各种符号，并给出在下列图中使用这些符号的约定：

1) 数据流程图；

2) 程序流程图；

3) 系统流程图；

4) 程序网络图；

5) 系统资源图。

(3) 术语

GB 5271.1—85《数据处理词汇　01部分　基本术语》中的术语及该标准规定的下述术语。

a. 基本符号

当处理或数据媒体的精确性质或形式未知时，或者当不需描述实际的媒体时所用的符号。

b. 特定符号

当处理或数据媒体的精确性质或形式已经知道时，或者当需要描述实际的媒体时所用的符号。

c. 流程图

对某一个问题的定义、分析或解法的图形表示，图中用各种符号来表示操作、数据、流向以及装置等。

d. 数据流程图

数据流程图表示求解某一问题的数据通路。同时规定了处理的主要阶段和所用的各种数据媒体。数据流程图包括：

1) 指明数据存在的数据符号，这些数据符号也可指明该数据所使用的媒体；

2) 指明对数据执行的处理的处理符号，这些符号也可指明该处理所用到的机器功能；

3) 指明几个处理和(或)数据媒体之间的数据流的流线符号；

4) 便于读、写数据流程图的特殊符号。

在处理符号的前后都应是数据符号、数据流程图以数据符号开始和结束(除特殊符号外)。

e. 程序流程图

程序流程图表示程序中的操作顺序。

程序流程图包括：

1) 指明实际处理操作的处理符号，包括根据逻辑条件确定要执行的路径的符号；

2) 指明控制流的流线符号；

3) 便于读、写程序流程图的特殊符号。

f. 系统流程图

系统流程图表示系统的控制和数据流。

系统流程图包括：

1) 指明数据存在的数据符号，这些数据符号也可指明该数据所使用的媒体；

2)定义要执行的逻辑路径以及指明对数据执行的操作的处理符号；

3) 指明各处理和(或)数据媒体间数据流的流线符号；

4) 便于读、写系统流程图的特殊符号。

g. 程序网络图

程序网络图表示程序激活路径和程序与相关数据的相互作用。在程序流程图中，一个程序可能在多个控制流中出现；但在程序网络图中，每个程序仅出现一次。

程序网络图包括：

1) 指明数据存在的数据符号；

2) 指明对数据执行的操作的处理符号；

3)表明各处理的激活和处理与数据间流向的流线符号；

4) 便于读、写程序网络图的特殊符号。

h. 系统资源图

系统资源图表示适合一个问题或一组问题求解的数据单元和处理单元的配置。

系统资源图包括：

1) 表明输入、输出或存储设备的数据符号；

2) 表示处理器(如中央处理机、通道等)的处理符号；

3)表示数据设备和处理器间的数据传送以及处理器之间的控制传送的流线符号；

4) 便于读、写系统资源图的特殊符号。

(4) 符号

a. 数据符号(见表9.3-77)

b. 处理符号　(参见表9.3-78)

c. 流线符号(参见表9.3-79)

d. 特殊符号(参见表9.3-80)

**表 9.3-77 数据符号**

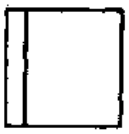
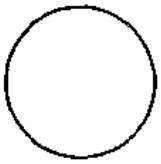
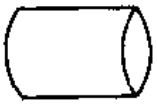
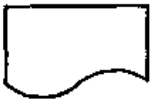
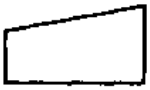
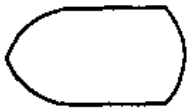
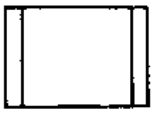
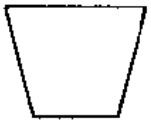
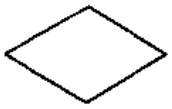
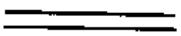
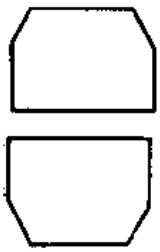
| 原章节编号 | | 符号 | 名称 | 说明 |
|---|---|---|---|---|
| 10.1.1 基本数据符号 | 10.1.1.1 | | 数据 | 此符号表示数据，但未规定媒体 |
| | 10.1.1.2 | | 存储数据 | 此符号表示以一种适合于处理的形式表达的存储数据，但未规定媒体 |
| 10.1.2 特定数据符号 | 10.1.2.1 |  | 内存储器 | 此符号表示数据、媒体为内存储器 |
| | 10.1.2.2 |  | 顺序存取存储器 | 此符号表示只能顺序存取的数据，媒体为磁带、卡式磁带、盒式磁带。 |
| | 10.1.2.3 |  | 直接存取存储器 | 此符号表示可直接存取的数据，媒体为磁盘、磁鼓、软磁盘等 |
| | 10.1.2.4 |  | 文件 | 此符号表示人可阅读的数据，媒体为打印输出、光学符号识别文件或磁墨水字符阅读文件、缩微胶卷、数据输入表格等 |
| | 10.1.2.5 |  | 人工输入 | 此符号表示数据、媒体可以是任意类型的，例如联机键盘、开关装置、按钮、光笔、条形码输入器。在处理过程中，信息以人工方式送入 |
| | 10.1.2.6 | | 卡片 | 此符号表示数据，媒体是卡片，例如穿孔卡片、磁卡、标记读出卡、存根卡、标记扫描卡 |
| | 10.1.27 | | 穿孔带 | 此符号表示数据，媒体是纸带 |
| | 10.1.2.8 |  | 显示 | 此符号表示数据，媒体可以是任意类型的。例如视频屏幕、联机指示器等，在处理过程中，用这些媒体把信息显示出来供人们使用 |

**表 9.3-78　处理符号**

| 原章节编号 | | 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|---|---|
| 10.2.1 基本处理符号 | 10.2.1.1 | | 处理 | 此符号表示各种处理功能。例如，执行一个或一组确定操作，从而使信息的值、形式或位置发生变化，或确定几个流向中的某一个流向 |
| 10.2.2 特定处理符号 | 10.2.2.1 |  | 既定处理 | 此符号表示一个已命名的处理，它由在别处已详细说明的一个或多个操作或程序所组成。例如系例行程序、模块 |
| | 10.2.2.2 |  | 人工操作 | 此符号表示由人来执行的处理 |
| | 10.2.2.4 |  | 判断 | 此符号表示判断或开关类型功能。该符号只有一入口，但可有若干可供选择的出口，在对符号中定义条件求值后，有一个仅一个出口被激活。求值结果可在表示路经的流线附近写出 |
| | 10.2.2.5 |  | 并行方式 | 此符号表示同步进行两个或两个以上的并行操作（参见图 9.3-54） |
| | 10.2.2.6 |  | 循环界限 | 此符号分为两部分，分别表示循环的开始和结束<br>在该符号的两个部分需要使用同一标识符。初始，增量和终止量条件按其测试操作位置分别出现在开始符号或结束符号内（参见图 9.3-55） |

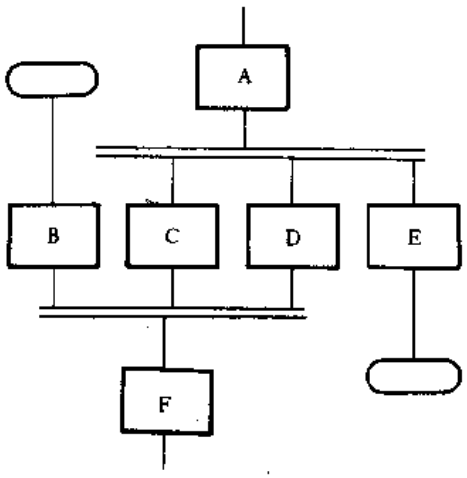



**图 9.3-54　并行方式**

注：在处理 A 完成后才能进行处理 C、D、E；同样处理 F 要等到处理 B、C、D 完成后进行；但是，处理 C 可以在处理 D 开始和（或）结束前开始和（或）结束。

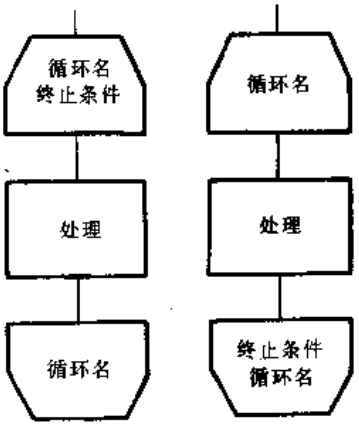



**图 9.3-55　循环界限**

**表 9.3-79　流线符号**

| 原章节编号 | | 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|---|---|
| 10.3.1 基本流线符号 | 10.3.1.1 | ——— | 流线 | 此符号表示数据流或控制流 |
| 10.3.2 特定流线符号 | 10.3.2.3 | — — — — — | 虚线 | 此符号表示两个或更多符号间的选择关系；也可用来标出被注解的区域（参见图 9.3-56 和 9.3-57） |

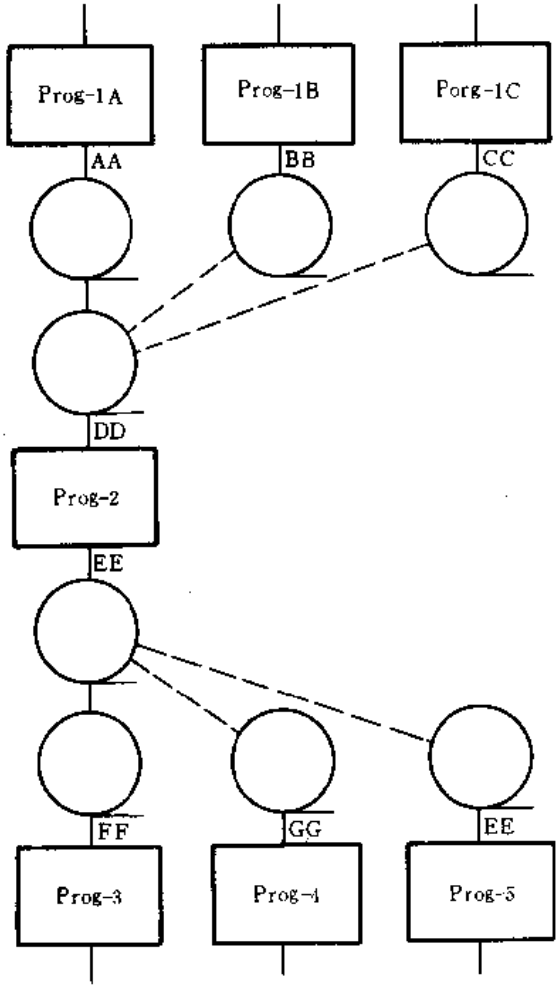



**图 9.3-56　虚线示例**

注：若要用多个供选择的输出中的一个作为某个处理的输入，或者同一个输出作几个可选择的处理的输入，则这些符号都要用虚线连接。

表 9.3-80　特殊符号

| 原章节编号 | | 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|---|---|
| 10.4.1 | | | 连接符 | 此符号表示转向流程图之处，或自流程图之处转入。它用来作为一条流线的断点，使该流线在别处继续下去。对应的连接符应有同一标记 |
| 10.4.2 | | | 端点符 | 此符号表示转向外部环境或从外部环境转入。例如，程序流程的起始或结束，数据的外部使用以及起源（或终点） |
| 10.4.3 | | | 注解符 | 此符号用来标识注解内容。注解符的虚线要连接在相关的符号上或框住一组符号，注解的正文应靠近边线（参见图 9.3-57） |
| 10.4.4 | 10.4.4.1 | | 省略符 | 在图中若不需要定义符号类型和数目，就用省略符号（…）表示对一个符号或一组符号的省略。省略符号用在流线符号中或流线符号之间。此符号尤其适用于表示重复次数不确定的一般解法的图（参见图 9.3-58） |
| | 10.4.4.2 | | | |

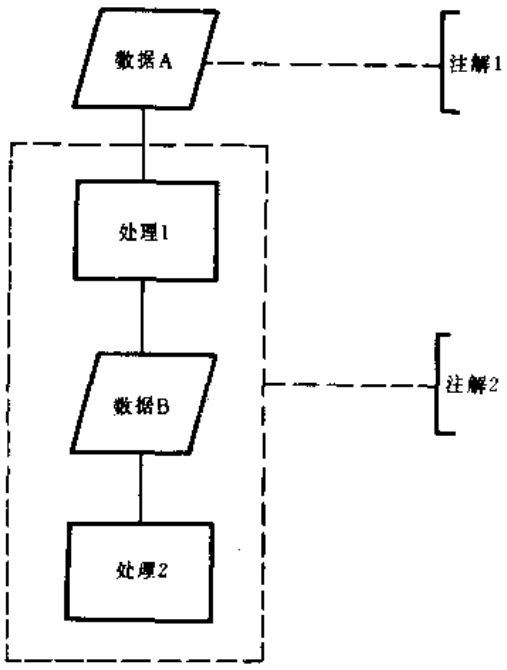



图　9.3-57

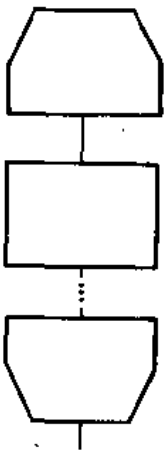


图　9.3-58

(5) 约定

a. 符号

1)大多数符号都被设计成能在符号内列出说明性文字。

2)应该把理解某个符号的功能所需要的最低限度的说明性文字置于符号内。它们应该按从左至右和自上向下的方式来书写，与流向无关（如图 9.3-59）。

3)符号标识符　这是赋予某个符号的标识符，其作用是便于其他文件（例如程序清单）中引用该符号。符号标识符要写在符号的左上角（如图 9.3-60a）。

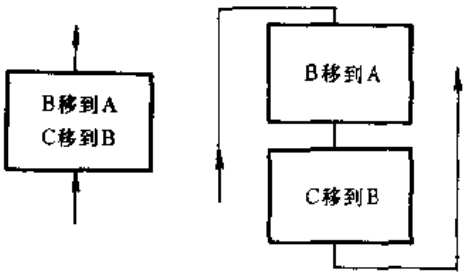



图　9.3-59

4）符号描述符　这是一个描述符，它用于交叉引用、表达一个符号的特定用途，或者进一步理解某个图形符号的功能。符号描述符要写在符号的右上角（如图 9.3-60b）。

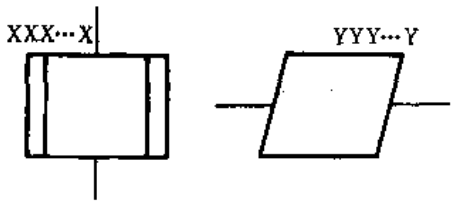



图　9.3-60

在系统流程图中，一个描绘数据媒体的符号即可表示输出媒体，又可表示输入媒体。表示输出媒体的符号的流程图说明文字要写在符号的右上角。表示输入媒体的符号的流程图说明文字要写在符号的右下角（如图 9.3-61）

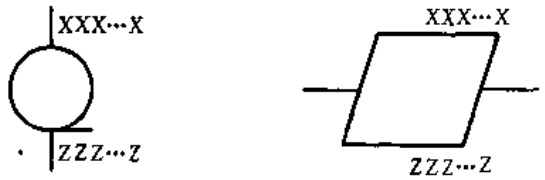



图　9.3-61

5）详细表示　在处理符号或数据符号中画一横线，表示该符号在同一文件集中其他地方有更详细的表示。详细表示的标识符写在加横线符号内横线的上方（如图 9.3-62a）。

端点符用作详细表示的开始符号和结束符号。在此开始符号中应含有出现在加横线符号中的标识符（如图 9.3-62b）。

b. 连接的约定

1）流线符号　流线可以指示数据流或控制流。标准流向是从左到右和自上而下。当流程不遵循所规定的标准流向时，要使用箭头来指示方向。

2）连接符　为了将图在另一页上继续，需要用连接符将流线截断。截断开始处的连接符称出口连接符，截断结束处的连接符称入口连接符（如图 9.3-63）。

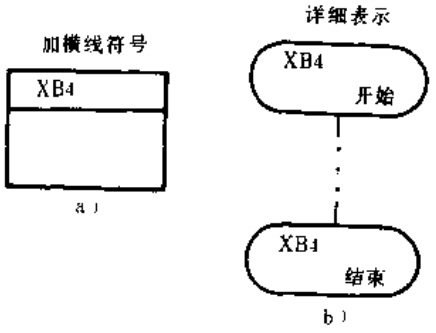



图　9.3-62

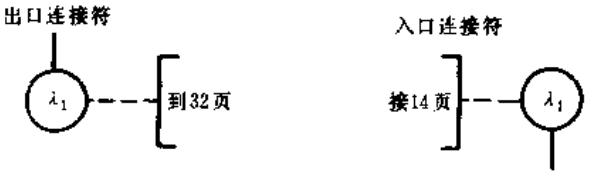



图　9.3-63

c. 特殊约定

1）多个出口　一个符号如有多个出口，可从该符号引出一条流线，这条流线分支成若干条流线（如图 9.3-64a）；也可直接从该符号引出通向其他符号的若干条流线（如图 9.3-64b）。

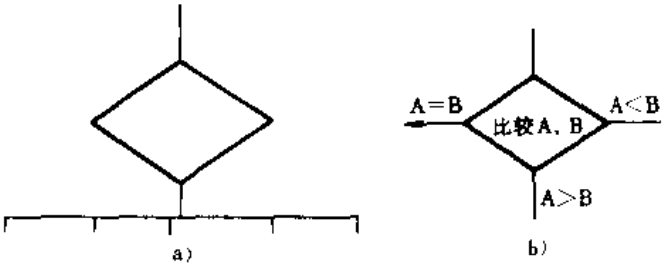



图　9.3-64

2）重复的表示　用多个符号的重叠形式表示多个

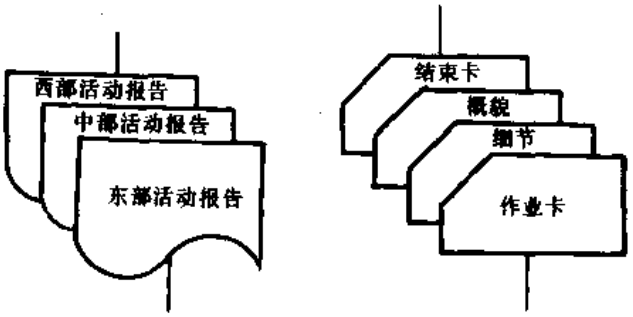



图　9.3-65

具有相应文字说明的同类的符号，重叠符号中的每个符号内都有一些文字说明。当重叠的符号为有序集时，其顺序按从前往后来理解（如图 9.3-65）。

（6）应用示例（标准附录）

如图 9.3-66～图 9.3-70。

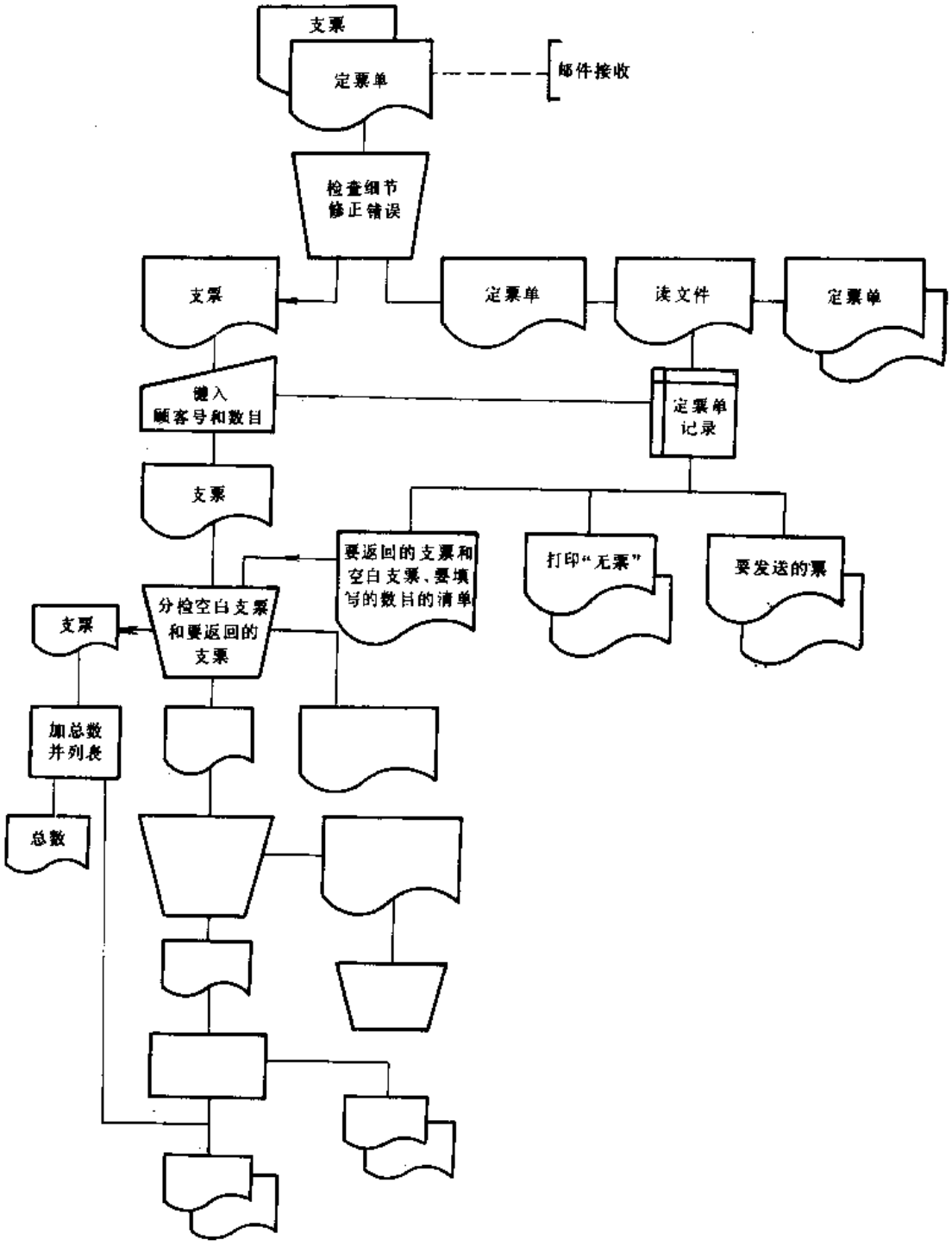



图 9.3-66　数据流程图

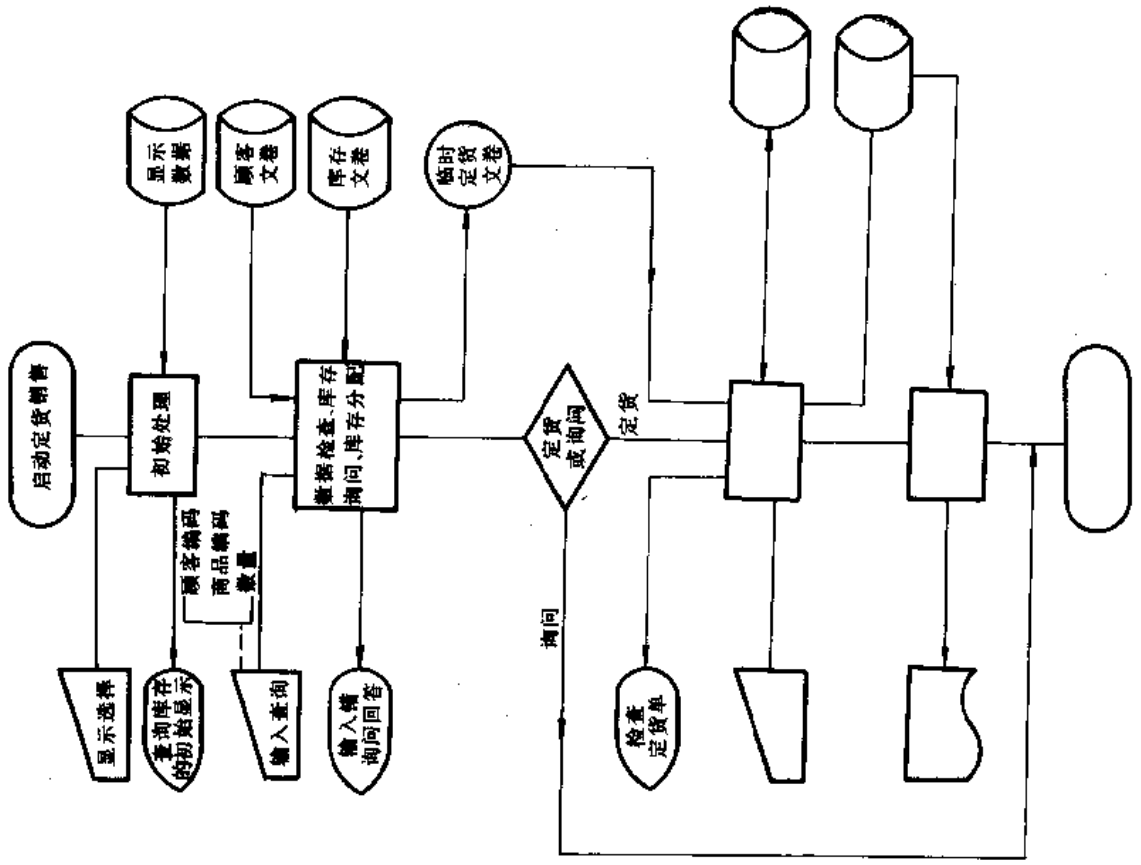



图 9.3-68　系统流程图示例

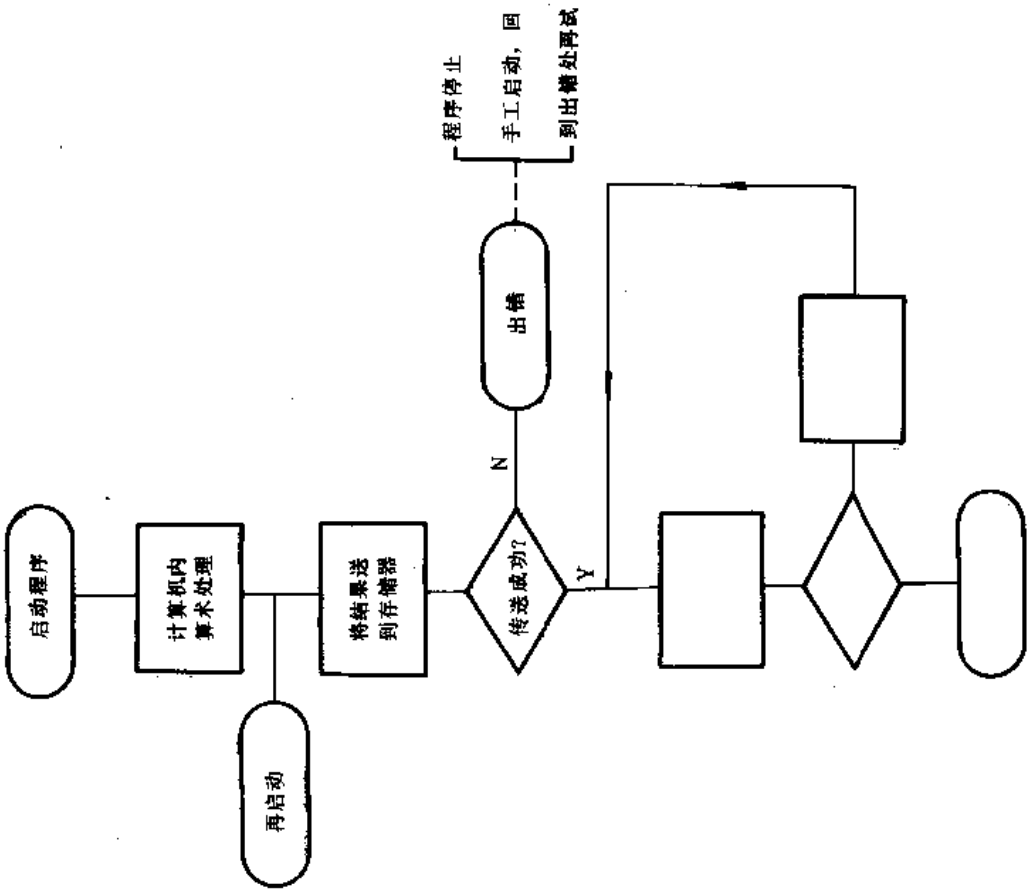



图 9.3-67　程序流程图示例

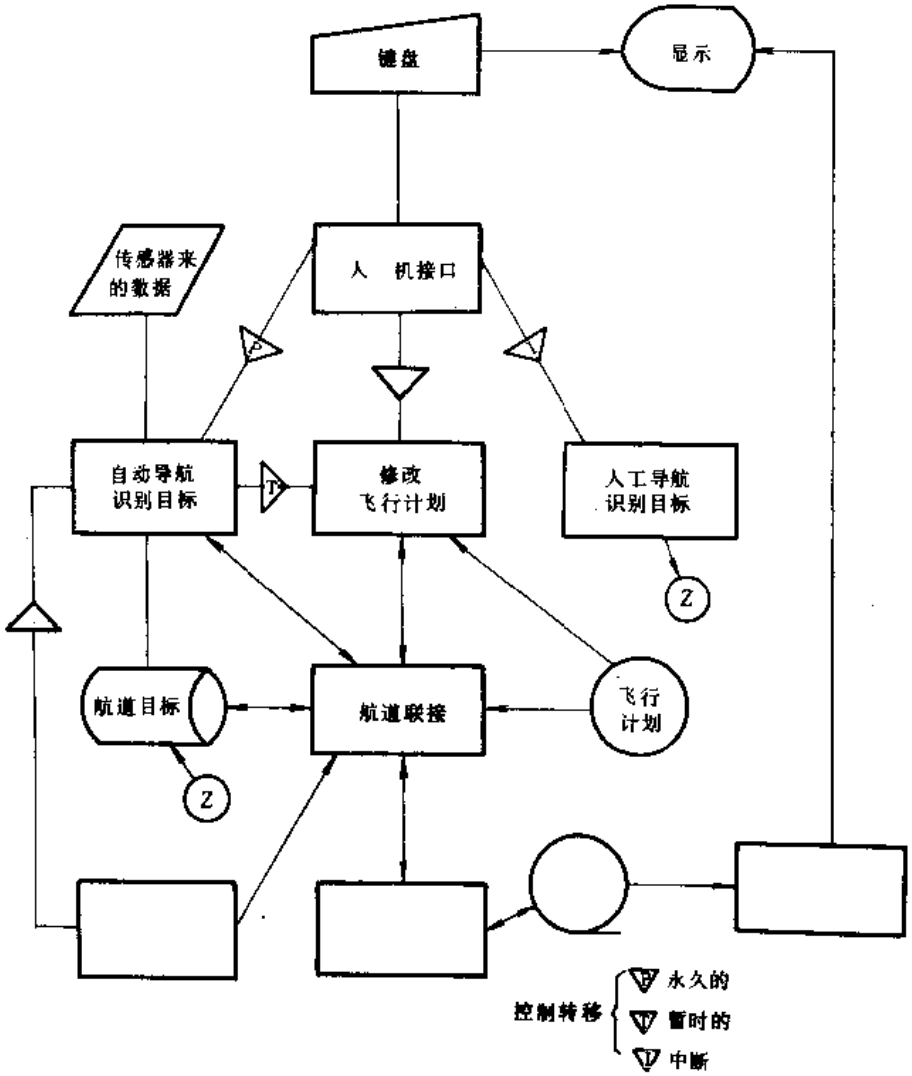



图 9.3-69　程序网络图示例

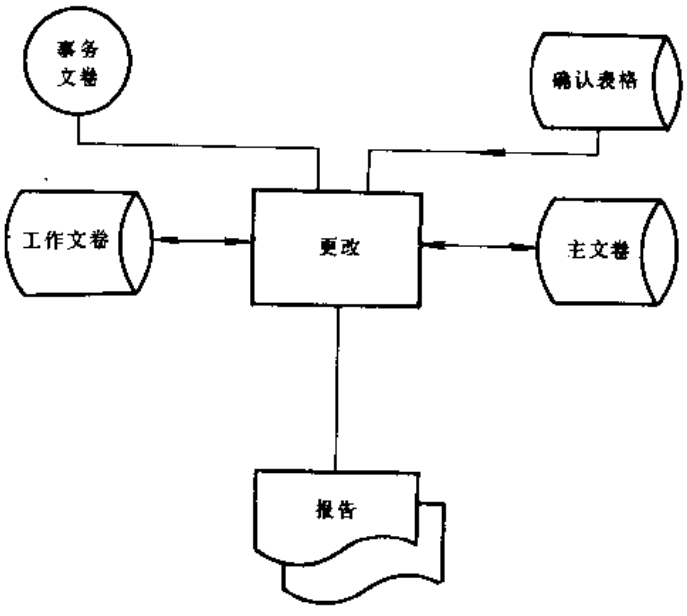



图　9.3-70

## 2.2　故障树名词术语和符号（GB4888—85）

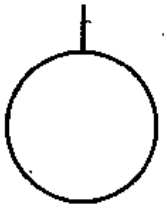
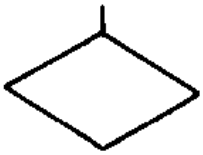
（1）该标准规定了故障树分析法常用的基本名词术语的定义和符号。故障树分析法已广泛用于可靠性工程，安全分析以及各种风险评价。

（2）事件及其符号

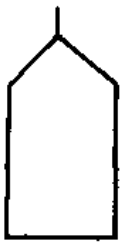
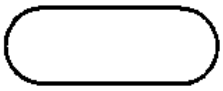
在故障树分析中各种故障状态或不正常情况皆称故障事件，各种完好状态或正常情况皆称成功事件，两者均可简称为事件。

其分类和相应符号参见表 9.3-81

**表 9.3-81　事件及其符号**

| 原章节编号 | 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 1.1 | | 底事件 | 底事件是故障树分析中仅导致其他事件的原因事件。它位于故障树底端，总是某个逻辑门的输入事件，而不是输出事件 |
| 1.1.1 |  | 基本事件 | 基本事件是在特定的故障树分析中无须探明其发生原因的底事件 |
| 1.1.2 |  | 未探明事件 | 未探明事件是原则上应进一步探明其原因但暂时不必或暂时不能探明其原因的底事件 |
| 1.2 | | 结果事件 | 结果事件是故障树分析中由其他事件或事件组合所导致的事件。它总位于某个逻辑门的输出端 |
| 1.2.1 | 同上 | 顶事件 | 顶事件是故障树分析中所关心的结果事件。它位于故障树的顶端，总是故障树中逻辑门的输出事件而不是输入事件 |
| 1.2.2 | 同上 | 中间事件 | 中间事件是位于底事件和顶事件之间的结果事件。它既是某个逻辑门的输出事件，同时又是别的逻辑门的输入事件 |
| 1.3 | | 特殊事件 | 特殊事件指在故障树分析中需用特殊符号表明其特殊性或引起注意的事件 |

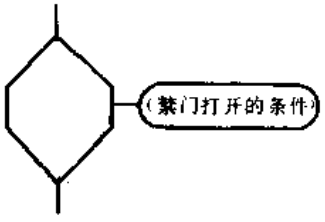
（续）

| 原章节编号 | 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 1.3.1 |  | 开关事件 | 开关事件是在正常工作条件下必然发生或者必然不发生的特殊事件 |
| 1.3.2 |  | 条件事件 | 条件事件是描述逻辑门起作用的具体限制的特殊事件 |

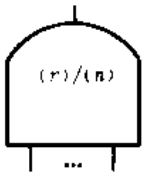
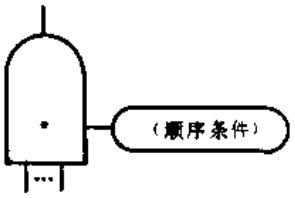
(3) 逻辑门及其符号

在故障树分析中逻辑门只描述事件间的逻辑因果关系（参见表 9.3-82）。

**表 9.3-82　逻辑门及其符号**

| 原章节编号 | 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 2.1 | | 与门 | 与门表示仅当所有输入事件发生时，输出事件才发生 |
| 2.2 | | 或门 | 或门表示至少一个输入事件发生时，输出事件就发生 |
| 2.3 | | 非门 | 非门表示输出事件是输入事件的对立事件 |
| 2.4 | | 特殊门 | |
| 2.4.1 |  | 顺序与门 | 顺序与门表示仅当输入条件按规定的顺序发生时，输出条件才发生 |

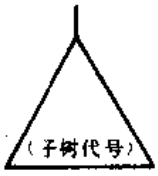
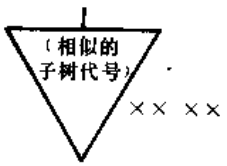
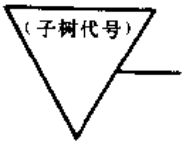
（续）

| 原章节编号 | 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 2.4.2 | | 表决门 | 表决门表示仅当 $n$ 个输入事件中有 $r$ 个或 $r$ 个以上的事件发生时，输出事件才发生 |
| 2.4.3 |  | 异或门 | 异或门表示仅当单个输入事件发生时，输出事件才发生 |
| 2.4.4 |  | 禁门 | 禁门表示仅当条件事件发生时，输入事件的发生方导致输出事件的发生 |

（4）转移符号

转移符号是为了避免画图时重复和使图形简明而设置的符号。它可分为两大类，每大类又分为两小类（参见表 9.3-83）。

**表 9.3-83 转移符号**

| 原章节编号 | 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|---|
| 3.1 |  | 相同转移符号 | 表示“下面转到以字母数字为代号所指的子树去” |
| (a) | | 相同转向符号 | |
| (b) | | 相同转此符号 | 表示“由具有相同字母数字的转向符号处转到这里来” |
| 3.2 |  | 相似转移符号 | 表示“下面转到以字母数字为代号所指结构相似而事件标号不同的子树去”，不同的事件标号在三角形旁边注明 |
| (a) | | 相似转向符号 | |
| (b) |  | 相似转此符号 | 表示“相似转向符号所指子树与此处子树相似，但事件标号不同 |

(5) 故障树

故障树是一种特殊的倒立树状逻辑因果关系图，它用前述的事件符号、逻辑门符号和转移符号描述系统中各种事件之间的因果关系。逻辑门的输入事件是输出事件的“因”，逻辑门的输出事件是输入事件的“果”。

a. 二状态故障树

如果故障树的底事件刻划一种状态，而其对立事件也只刻划一种状态，则称为二状态故障树。

b. 规划化故障树

将画好的故障树中各种特殊事件与特殊门进行转换或删减，变成仅含有底事件、结果事件以及“与”、“或”、“非”三种逻辑门的故障树，这种故障树称为规范化故障树。

以下所述故障树均指规划化故障树。

1) 正规故障树

仅含故障事件以及与门、或门的故障树称为正规故障树。

2) 非正规故障树

含有成功事件或者非门的故障树称为非正规故障树。

(6) 应用释例

a. 房形符号及相同转移符号

参见图 9.3-71。

b. 顺序与门

参见图 9.3-72。

c. 表决门及相似转移符号

参见图 9.3-73。

d. 异或门

参见图 9.3-74。

e. 正规故障树

参见图 9.3-75。

f. 非正规故障树

参见图 9.3-76。

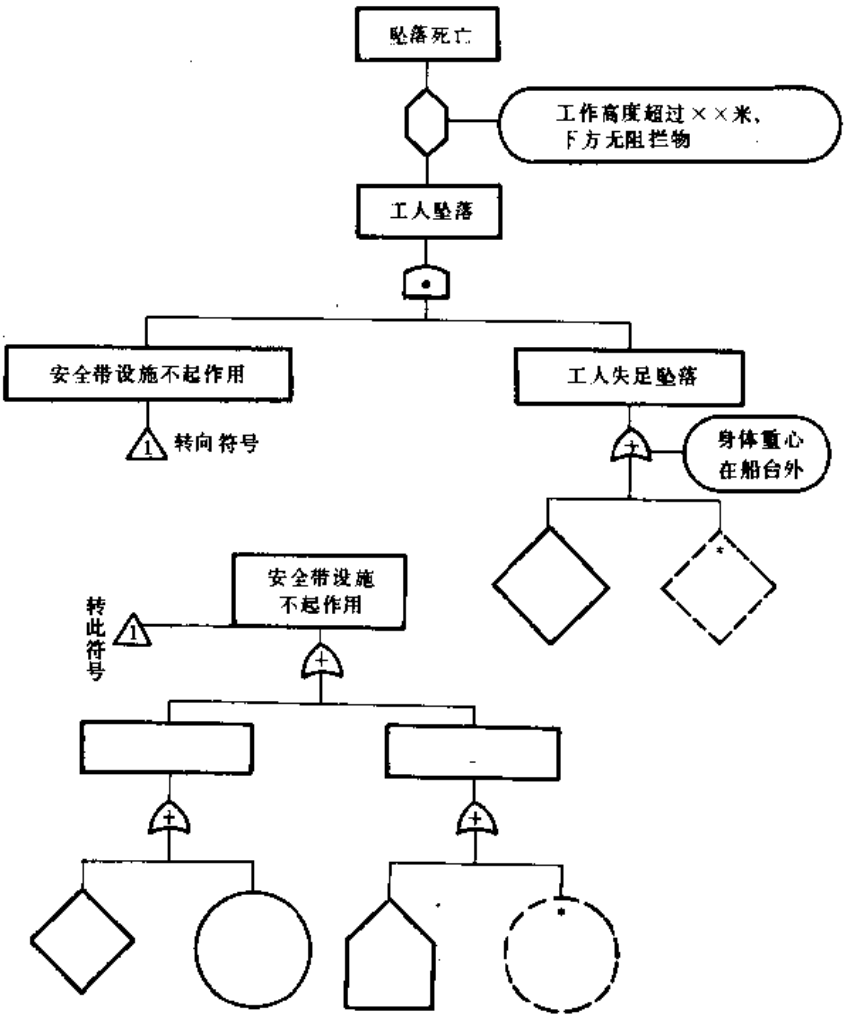



**图 9.3-71**　房形符号及相同转移符号释例：造船二人高空作业坠落死亡事故分析

注：*在需要区分工作人员的差错或疏忽以提醒有关人员注意的特殊场合，可采用虚线表示人为事件。

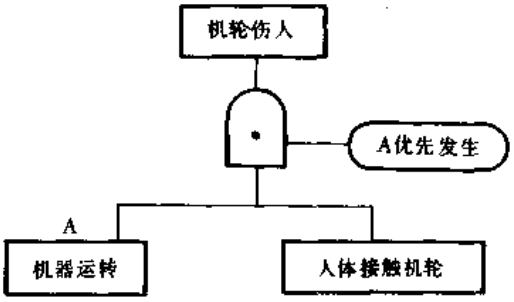



**图 9.3-72**　顺序与门释例：
起动转速甚慢的机轮伤人事故分析

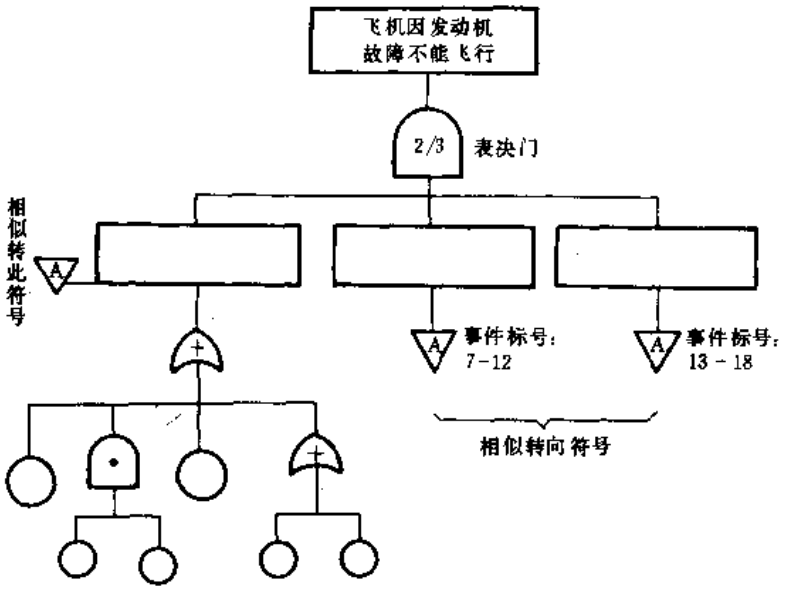



**图 9.3-73**　表决门及相似转移符号释例：
对某型号飞机不能正常飞行的分析

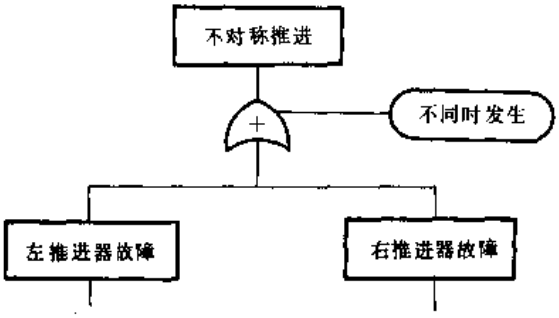



**图 9.3-74**　异或门释例：
双推进器运输艇不对称推进分析

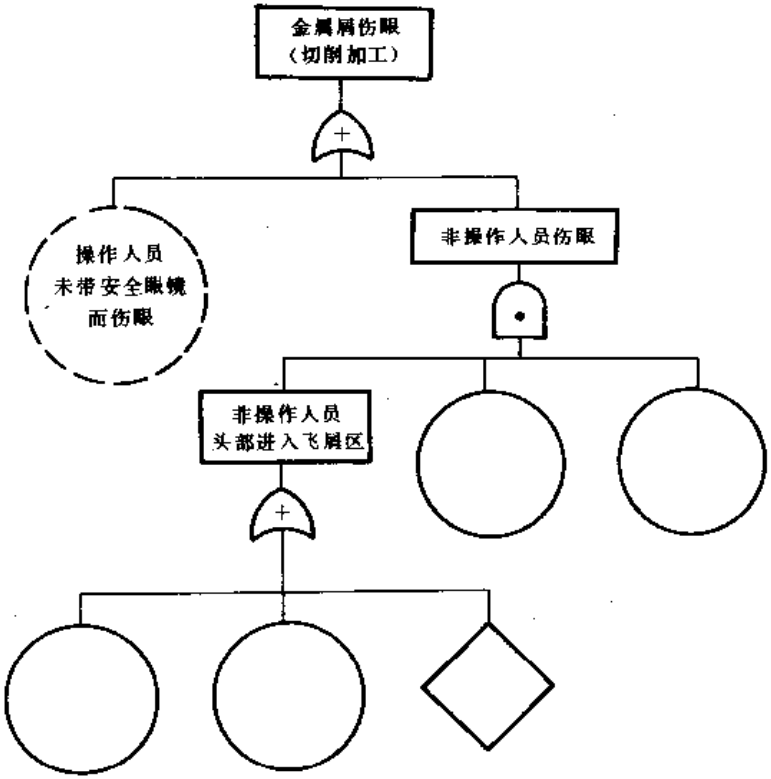



图 9.3-75
正规故障树释例：某工厂金属屑伤眼事故分析

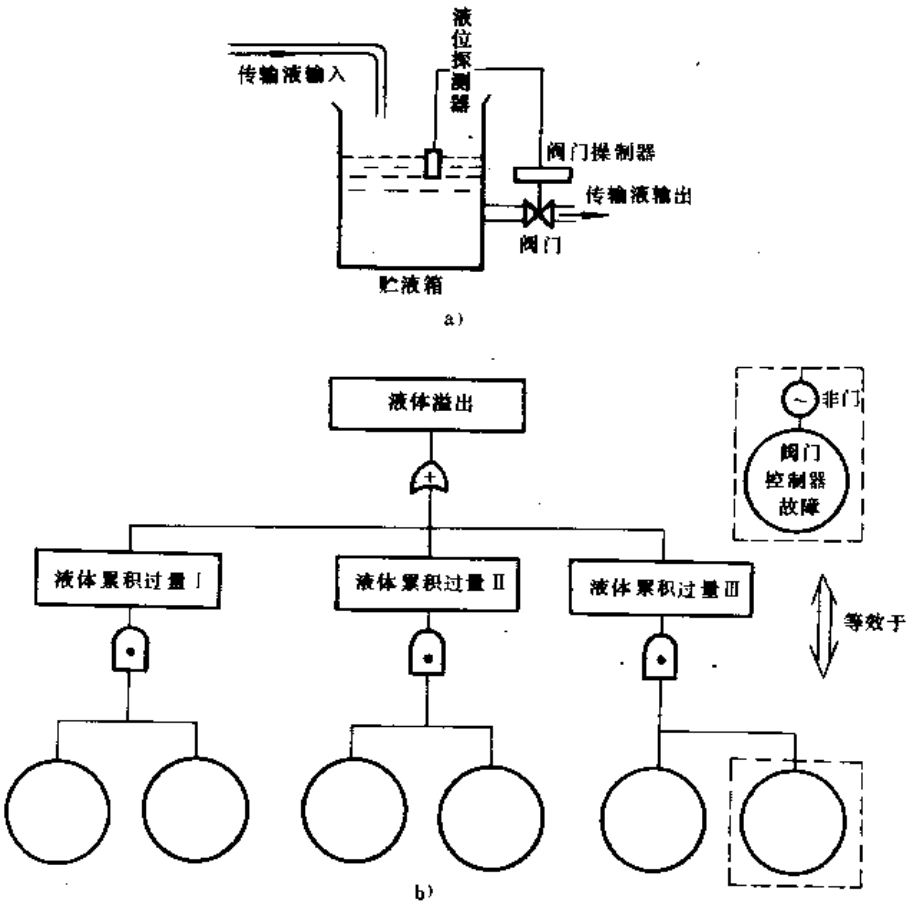



**图 9.3-76** 非正规故障树释例：化工厂传输液溢出贮液箱事故分析
a）传输液流程示意图 b）液体溢出贮液箱故障树
若假定：1. 输入只有正常、过量二状态；3. 探测器的故障只有一种：极低；
2. 阀门不会失效； 4. 控制器的故障只有一种：无反应；
则传输液溢出事故如图 9.3-76b 二状态故障树图

## 2.3　工艺流程图表用图形符号（ZB/TJ 04009—90）

ZB/TJ04009—90《工艺流程图表用图形符号》规定了工艺流程图表通用的图形符号，适用于工业生产中的工艺流程管理。

### 2.3.1　标准的主要内容

（1）图形符号

工艺流程是指生产对象，由投入到产出，经过按一定顺序排列的加工、搬运、检验、停放、储存的过程。工艺流程图表通用的基本图形符号见表 9.3-84；辅助符号见表 9.3-85；复合符号见表 9.3-86。在执行本标准的基础上，可根据需要适当增加有关专用符号。

表　9.3-84

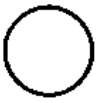
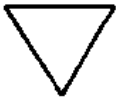
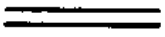
| 符号名称 | | 符　号 | 符号含意 |
|---|---|---|---|
| 加　工 | |  | 对生产对象进行加工，装配，合成，分解，包装，处理等 |
| 搬　运 | | | 表示对生产对象进行搬运，运输、输送等；或作业人员作业位置的变化 |
| 检验 | 数量检验 | | 表示对生产对象进行数量检验 |
| | 质量检验 | | 表示对生产对象进行质量检验 |
| 停　放 | | | 表示对生产对象在工作地附近的临时停放 |
| 储　存 | |  | 表示生产对象在保管场地有计划的存放 |

表　9.3-85

| 符号名称 | 符　号 | 符号含意 |
|---|---|---|
| 流程线 |  | 表示在工艺流程图表中工序间的顺序连接 |
| 分　区 | | 表示在工艺流程图中对管理区域的划分 |
| 省　略 |  | 表示对工艺流程图作部分省略 |

注：1. 当顺序关系难以辨明时，可以“↓”或“↑”表示流程方向；

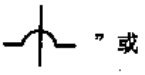
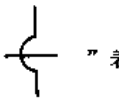
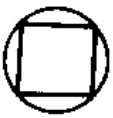
2. 流程线交叉处可以“  ”或“  ”表示。

表　9.3-86

| 符　号 | 符号含意 |
|---|---|
|  | 在给定的时间内，加工与数量检验同时进行 |
| | 在给定的时间内，加工与质量检验同时进行 |
| | 在给定的时间内，加工与搬运同时进行 |
| | 在给定的时间内，质量检验与数量检验同时进行 |

（2）图形符号的绘制尺寸和比例

基本符号的绘制尺寸比例见图 9.3-77；复合符号的外图形按图 9.3-77 规定的尺寸比例绘制，内图形按比例相应缩小并与外图形内接。

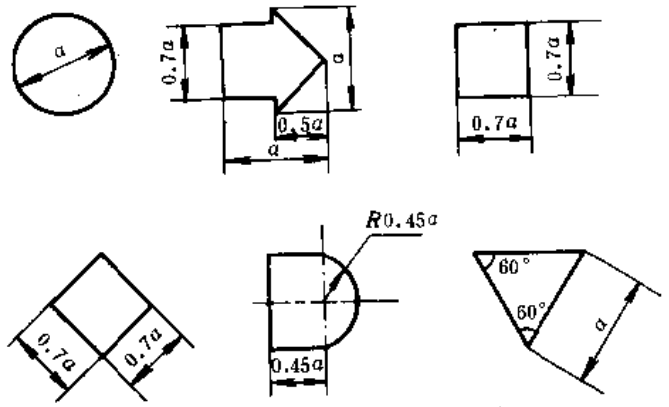



图　9.3-77

### 2.3.2　标准的特点和与有关标准的对比

ZB/TJ04009—90是绘制工艺流程图表的基础标准，所规定的符号组成的工艺流程图表主要是在工业生产中，用以研究、设计、分析、改进工艺流程，为工艺流程优化分析提供了工具，具体应用有以下几个方面：

1）由该符号为主构成工艺流程图，如图9.3-78所示的单相感应电动机产品工艺流程图和表9.3-87及表9.3-88所示的框架构件的内外框部件的工艺流程分析表。

2）在全面质量管理和计量管理过程中，为了达到便于分析、确定、控制、检查质量控制点和计量检测点的目的，可以设想在上述工艺流程图的基础上，分别辅以专用符号和有关文字要求来表示主导产品和关键零部件的质量控制点和计量检测点，如图9.3-79所示。

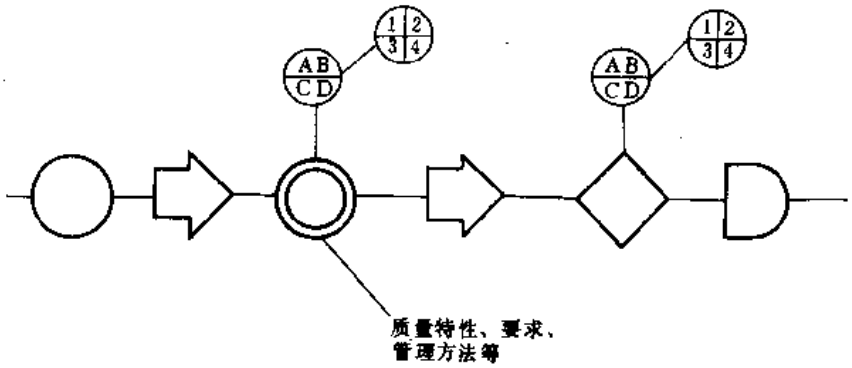



图　9.3-79

注：1. 假设“ ◯ ”表示质量控制点。

2. “ A B / C D　1 2 / 3 4 ”按国家计量局《工业企业计量网络图设计规范》规定。

3）平面布置工艺流程图，应用于厂房设备布置的规划及分析、改进。

4）在上述平面布置工艺流程图的基础上，如适当增加工位器具、材料、工具等物品存放区域划分等管理内容，则该图也可应用于定置管理。

5）在传统的工艺过程卡片的基础上，增加了搬运、储存、停放等内容，使工艺流程管理更完善，如图9.3-78和表9.3-87、表9.3-88所示。

6）动作和时间研究与分析，在操作工人对生产率起重要作用的场合，例如在装配作业中，必须进行人的动作的分析，以便了解工人的有效动作和适当的操作时间，最终达到制订标准化的工作程序和科学合理的工时定额的目的。

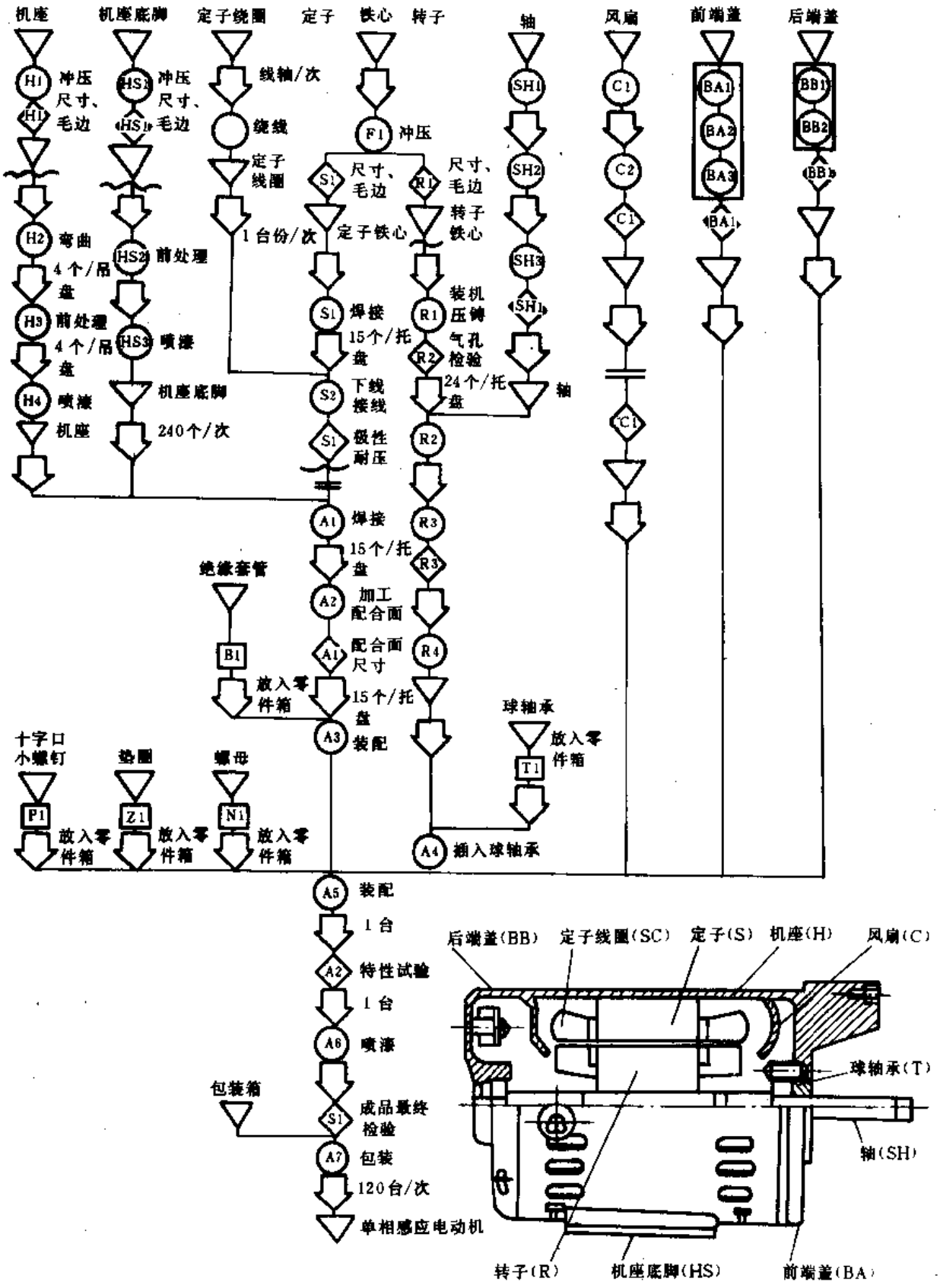

机座
机座底脚
定子绕圈
定子
铁心
转子
轴
风扇
前端盖
后端盖
H1 冲压尺寸、毛边
HS1 冲压尺寸、毛边
线轴/次
绕线
定子线圈
1台份/次
F1 冲压
S1 尺寸、毛边
R1 尺寸、毛边
定子铁心
转子铁心
SH1
SH2
SH3
C1
C2
BA1
BA2
BA3
BB1
BB2
H2 弯曲
4个/吊盘
HS2 前处理
H3 前处理
4个/吊盘
HS3 喷漆
H4 喷漆
机座
机座底脚
240个/次
S1 焊接
15个/托盘
S2 下线接线
S1 极性耐压
R1 装机压铆
R2 气孔检验
24个/托盘
轴
A1 焊接
15个/托盘
A2 加工配合面
A1 配合面尺寸
15个/托盘
A3 装配
绝缘套管
B1
放入零件箱
球轴承
T1 放入零件箱
十字口小螺钉
垫圈
螺母
P1 放入零件箱
Z1 放入零件箱
N1 放入零件箱
A4 捆入球轴承
A5 装配
1台
A2 特性试验
1台
A6 喷漆
包装箱
S1 成品最终检验
A7 包装
120台/次
单相感应电动机
后端盖(BB)
定子线圈(SC)
定子(S)
机座(H)
风扇(C)
球轴承(T)
轴(SH)
转子(R)
机座底脚(HS)
前端盖(BA)

图　9.3-78

表 9.3-87

| 工艺流程分析表 | 产品型号 | CW15 | 零(部)件图号 | HC5.308.901 | (文件编号) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 产品名称 | 框架构件 | 零(部)件名称 | 内外框部件 | 共2页 | 第1页 |

分析项目

内外框部件生产线工艺流程局部改进。

分析流程起——止端

材料库——切断加工

分析(部门、职务、职称)

工艺科工程师

张铭

日期 1987年9月5日

改进要点：

1. 平底货箱改制成箱式托架，以利叉车直接搬运，并可取消托盘及码盘作业，节省储存停放面积、节省搬运工时，减少装卸料箱次数，利于维护产品质量。

2. 彻底改变工件落地的不良习惯，为之创造必要的物资条件。

①在成型机与切断机之间设滑道衔接。

②设载货后，货箱事先放在载货台上，便于直接装箱。

审定结论：

同意改进意见。由工艺科拟定实施计划报批后实行。

总工艺师

计德大

1987年10月4日

| 项目 | | 方案对比 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 原方案 | | 新方案 | | 比较结果 | |
| | | 次数 | 时间(min) | 次数 | 时间(min) | 次数 | 时间(min) |
| 加工 | | 2 | 720 | 2 | 720 | | |
| 运输 | | 5 | 235 | 4 | 35 | −1 | −200 |
| 储存 | | 1 | 1440 | 1 | 1440 | | |
| 停放 | | 3 | 720 | 2 | 480 | −1 | 240 |
| 数量检验 | | | | | | | |
| 质量检验 | | | | | | | |
| 合计 | 时间(min) | 3115 | | 2675 | | −440 | |
| | 距离(m) | 435 | | 125 | | −310 | |

（续）

| | 序号 | 工序说明 | 距离(m) | 时间(min) | 工序：加工 | 搬运 | 储存 | 停放 | 数量检验 | 质量检验 | 分析：何事 | 何处 | 何时 | 何人 | 何法 | 存在问题及改进设想 | 措施：取消 | 合并 | 变更 | 简化 | 改进措施说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 材料于材料库平底货箱堆存 | | | | | | | | | | | | | ✓ | 叉车不能直接叉取，改进货箱 | | | ✓ | | 将平底货箱改制为箱式托架 |
| | 2 | 将料箱人工码放在托盘上 | 10 | 60 | | | | | | | ✓ | | | | ✓ | 此项作业浪费，可取消 | ✓ | | | | 取消托盘及码盘作业 |
| | 3 | 叉车将托盘料箱运至车间分库 | 100 | 20 | | | | | | | | | | | ✓ | | | | ✓ | ✓ | 叉车搬运箱式托架 |
| | 4 | 材料在车间分库储存 | | 平均(3日)1440 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 叉车将托盘料箱运至成型机旁 | 25 | 15 | | | | | | | | | | | ✓ | | | | ✓ | ✓ | 同上 |
| | 6 | 托盘料箱在成型机旁停放 | | 平均(0.5日)240 | | | | | | | | | | | ✓ | | | | ✓ | ✓ | 同上 |
| 描图 | 7 | 成型机成型 | | 360 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8 | 成型工件落地停放 | | 平均(0.5日)240 | | | | | | | ✓ | | | | ✓ | 工件不能落地，设滑道 | | | ✓ | ✓ | 成型机与切断机间增设滑道衔接 |
| 描校 | 9 | 切断机操作工从地面拣起供料 | 合计250 | 合计60 | | | | | | | ✓ | | | ✓ | ✓ | 此项伯业浪费，可取消 | ✓ | | | | 由滑道依靠重力自动供料 |
| 描校底图号 | 10 | 切断机切断 | | 360 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 11 | 切断工件落地停放 | | 平均(0.5日)240 | | | | | | | | | | | ✓ | 工件不能落地，可直接放入货箱 | | | ✓ | ✓ | 设载货台，货箱事先放上 |
| | 12 | 从地面拣起装箱 | 合计50 | 合计80 | | | | | | | ✓ | | | ✓ | ✓ | 此项作业浪费，可取消 | ✓ | | | | |
| 装订号 | | （以下从略） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | 设计(日期) | 审核(日期) | 标准化(日期) | 会签(日期) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 标记 | 处数 | 更改文件号 | 签字 | 日期 | 标记 | 处数 | 更改文件号 | 签字 | 日期 | | | | | | | | |

表 9.3-88

| | 工艺流程分析表 | 产品型号 | CW15 | 零(部)件图号 | HC5.308.901 | (文件编号) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 产品名称 | 框架构件 | 零(部)件名号 | 内外框部件 | 共2页 | 第2页 |

分析项目
见第1页。

改进要点：
见第1页。

审定结论：
见第1页。

| 项目 | | 方案对比 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 原方案 | | 新方案 | | 比较结果 | |
| | | 次数 | 时间(min) | 次数 | 时间(min) | 次数 | 时间(min) |
| 加工 | | | | 2 | 720 | | |
| 搬运 | | | | 4 | 35 | | |
| 储存 | | | | 1 | 1440 | | |
| 停放 | | | | 2 | 480 | | |
| 数量检验 | | | | | | | |
| 质量检验 | | | | | | | |
| 合计 | 时间(min) | | | 2675 | | | |
| | 距离(m) | | | 125 | | | |

（续）

| | 序号 | 工序说明 | 距离(m) | 时间(min) | 工序：加工 搬运 储存 停放 数量检验 质量检验 | 分析：何事 | 何处 | 何时 | 何人 | 何法 | 存在问题及改进设想 | 措施：取消 | 合并 | 变更 | 简化 | 改进措施说明 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 材料于材料库箱式托架堆存 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 叉车将托架运至车间分库 | 100 | 20 | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 材料在车间分库储存 | | 平均(3日)<br>1440 | | | | | | | | | | | | |
| 描图 | 4 | 叉车将托架运至成型机旁 | 25 | 15 | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 托架在成型机旁停放 | | 平均(0.5日)<br>240 | | | | | | | | | | | | |
| 描校 | 6 | 成型机成型 | | 360 | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | 成型工件随时放入滑道 | | | | | | | | | | | | | | |
| 底图号 | 8 | 切断机切断 | | 360 | | | | | | | | | | | | |
| | 9 | 切断工件随时装箱 | | | | | | | | | | | | | | |
| 装订号 | 10 | 停放 | | 平均(0.5日)<br>240 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 标记 | 处数 | 更改文件号 | 签字 | 日期 | 标记 | 处数 | 更改文件号 | 签字 | 日期 | 设计(日期) | 审核(日期) | 标准化(日期) | 会签(日期) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | |

7）如果将装卸货物，办理收发手续等活动以加工符号（圆圈）来表示时，则标准中规定的五类符号也可应用于机场、车站等运输部门和仓库、货物等物资管理部门的物流分析和管理中。

工艺流程图的绘制要点：

工艺流程图根据使用目的不同，其内容可以有所简化或省略。工艺流程表一般不作简化和省略。

在工艺流程图中，对于不同的管理区域划分，除了应用分区符号兼用不同颜色加以表示。

在工艺流程图中，根据需要，可按符号类别分别排序，并将序号填注于相应的符号内，以便统计和分析。

在工艺流程表的“工序”栏内，加工、搬运、储存、停放、数量检验、质量检验的符号是预先印制的，填写时依工序顺序用流程线连接。如需用复合符号时，可在表中印制符号内手工补充绘制。

在工艺流程表中，前页末行和续页首行加注“·”号，用以表示在此处接续。

在工艺流程表的统计栏，以工序为单位作出统计。对于使用复合符号的工序，也按一道工序统计。

ZB/TJ04009—90 参照采用了 ANSIY15.3M—1979《工艺流程图表》和 JISZ8206—1982《工程图记号》等标准。

## 3　机械设施类

### 3.1　农业机械图形符号　第一部分（GB 4268.1—84）

#### 3.1.1　标准的主要内容

（1）引言

该标准规定了农业机械部分常用工作零部件和整机的图形符号。制定该标准的目的是为了统一农业机械图形符号的表达形式，逐步建立标准化体制，以使农业机械专业人员易于识别和绘制。

（2）适用范围

该标准规定的图形符号用于农业机械的生产、科研、教学和学术交流等方面，以绘制各种简图（如总体配置简图、机械结构简图、机动简图、安装简图和工艺流程图等）。

（3）总则

1）该标准图形符号仅简要地表达对象的外形、结构特点或工作原理。

2）该标准图形符号是从对象的不同方向绘制的，不要求各图形轮廓完全对应，图形数量可按需要确定。

3）该标准图形符号的尺寸未作具体规定，使用时，应按实际需要选用适当比例。

4）该标准图形符号所涉及的行驶方向是从右往左。使用时，可按实际需要确定方向。

5）该标准图形符号可按需要变动，如由水平变为倾斜。

（4）各种农业机械图形符号（择要介绍）

a. 通用　（参见表 9.3-89～表 9.3-93）

**表 9.3-89　风机**

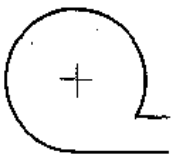
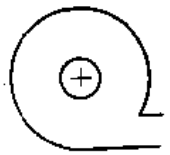
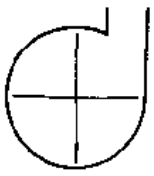
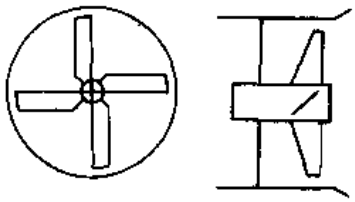
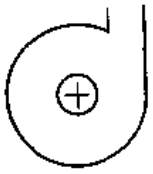
| (1)风机(通用) | (2)离心式风机 | (3)清选风机 |
|---|---|---|
|  |  |  |
| (4)轴流式风机 | | (5)扬谷机 |
|  | |  |

**表 9.3-90　农用传动链**

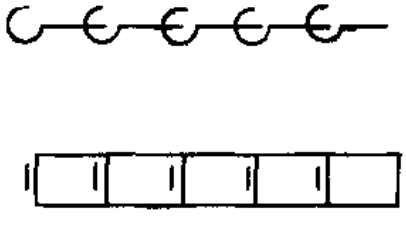
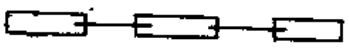
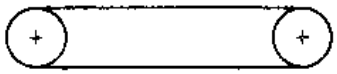
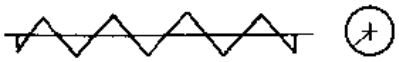
| (6)钩形链 | (7)环形链 |
|---|---|
|  |  |

**表 9.3-91　输送器**

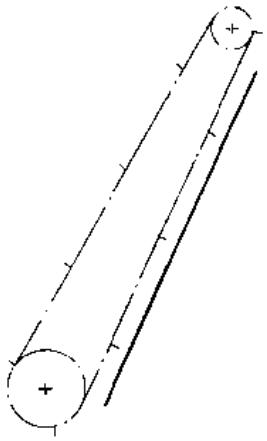
(8)带式输送器



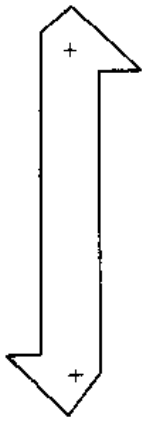
(11)螺旋式输送器



(12) 耙式输送器



(13) 开运器 (通用)



(14) 刮板式开运器

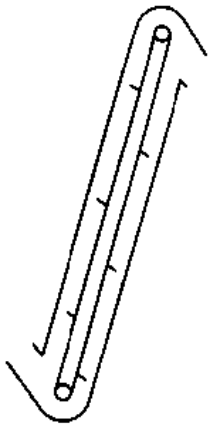
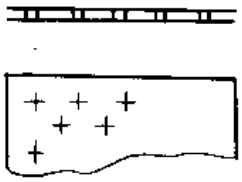
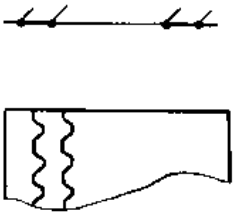


**表 9.3-92　筛**

(17)冲孔筛(通用)



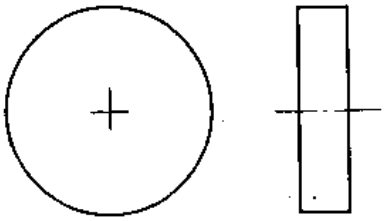
(18)鱼鳞筛



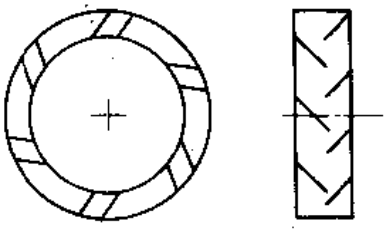
注："+" 字代表圆孔、长孔等

**表 9.3-93　轮子**

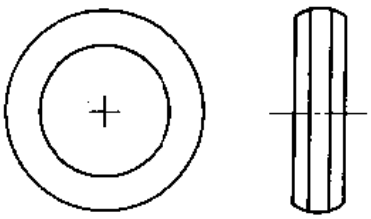
(22)轮子(通用)



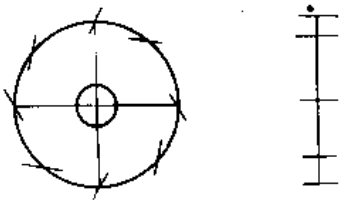
(23)驱动胶轮



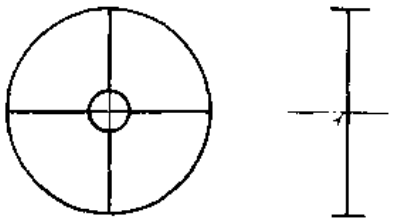
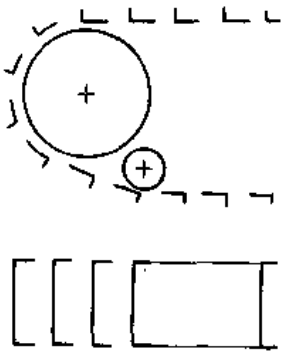
(24)导向胶轮



(25)水田叶轮

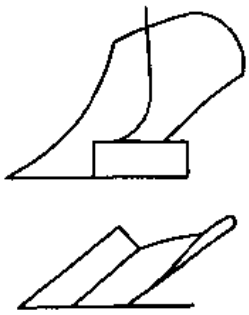
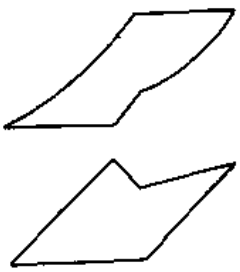
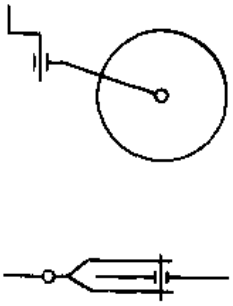
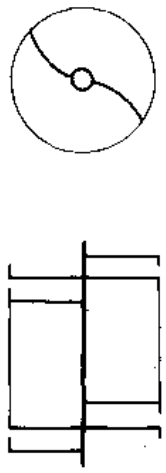
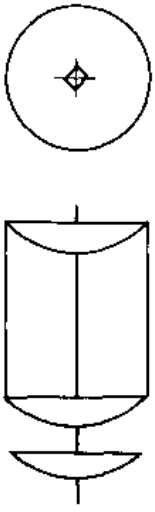
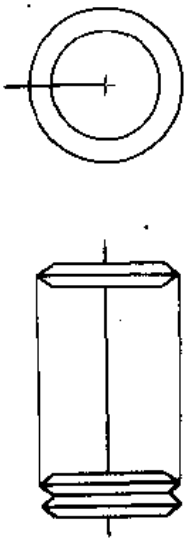


（续）

| (26)旱地铁轮 | (20)金属履带 |
| --- | --- |
|  |  |

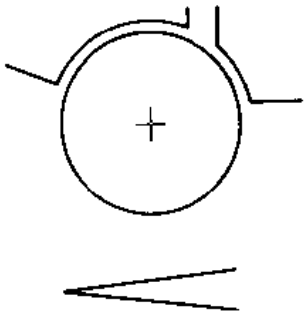
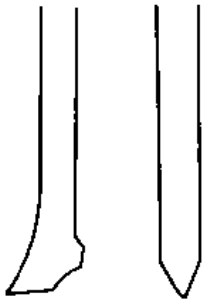
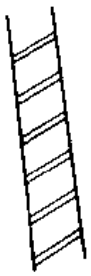
b. 耕作机械　（参见表 9.3-94）

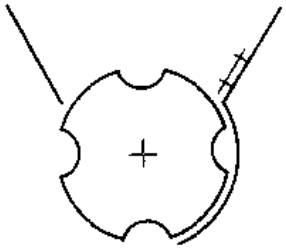
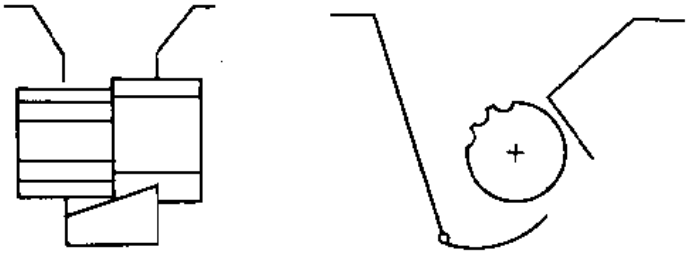
**表 9.3-94　耕作机械**

| (29)铧式犁体 | (33)小前犁 | (34)圆盘犁刀 |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| (35)旋耕刀滚 | (37)圆盘耙组 | (42)V 型镇压器 |
|  |  |  |

c. 种植机械　（参见表 9.3-95）

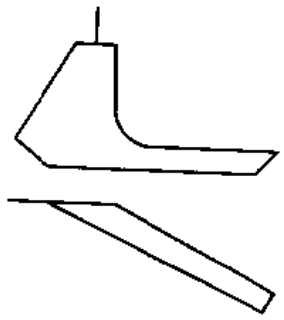
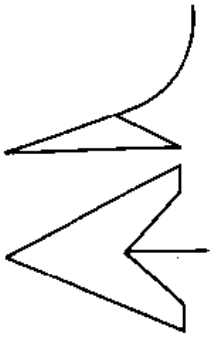
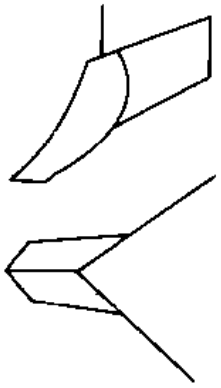
**表 9.3-95　种植机械**

| (44)双圆盘式开沟器 | (45)锄式开沟器 | (49)漏斗式导种管 | (50)波纹式导种管 |
|---|---|---|---|
|  |  | |  |

| (53)型孔轮排种器 | (51)外槽轮式排种器 |
|---|---|
|  |  |

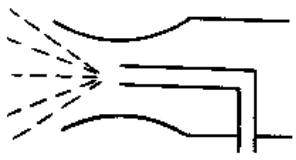
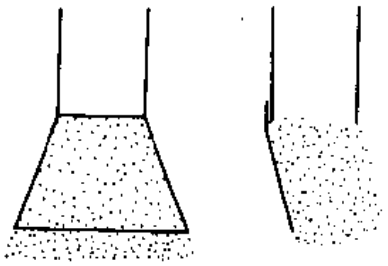
d. 中耕机械　（参见表 9.3-96）

**表 9.3-96　中耕机械**

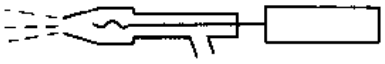
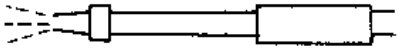
| (62)单翼除草铲 | (63)双翼除草铲 | (65)双头松土铲 | (67)培土器 |
|---|---|---|---|
|  |  | |  |

e. 植保机械　（参见表 9.3-97）

**表 9.3-97　植保机械**

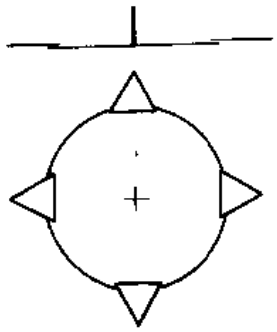
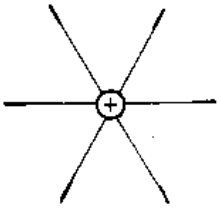
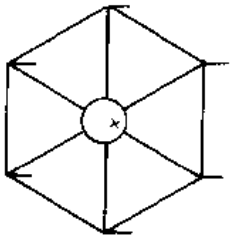
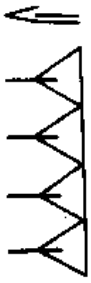
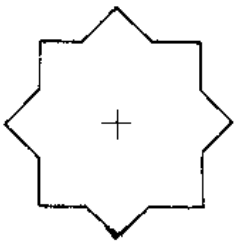
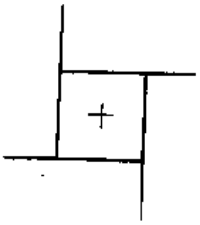
| (70)弥雾喷头 | (71)喷粉喷头 |
|---|---|
|  |  |

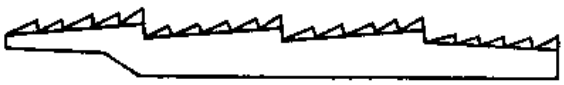
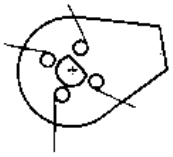
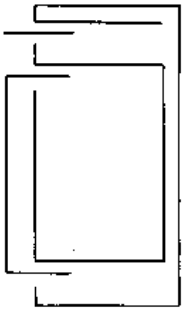
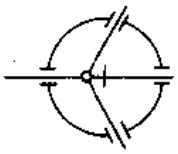
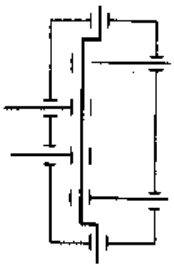
（续）

| (72)可调式喷枪 | (73)远射程喷枪 |
| --- | --- |
|  |  |

f. 收割机械　（参见表 9.3-98）

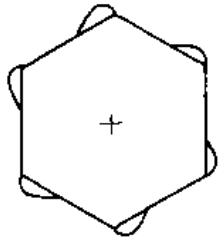
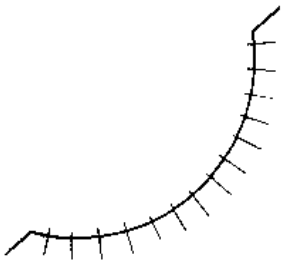
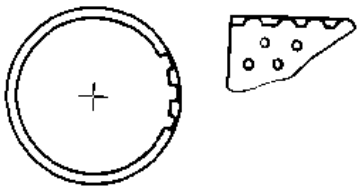
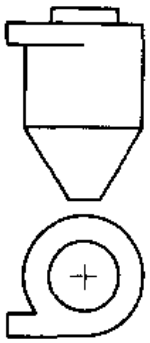
**表 9.3-98　收割机械**

| (78)回转式切割器 | (79)板式拨禾轮 | (80)偏心拨禾轮 |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| **(77)往复式切割器** | **(82)八角星轮** | **(83)逐镐轮** |
|  |  |  |

| (88)键式逐镐器 | (90)弹齿式拾禾器 | (91)扒指式拾禾器(扒指式吸入输送) |
| --- | --- | --- |
|  |  <br>  |  <br>  |

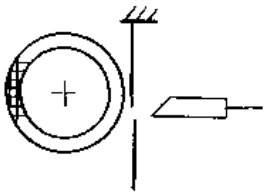
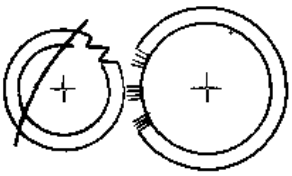
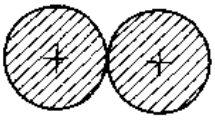
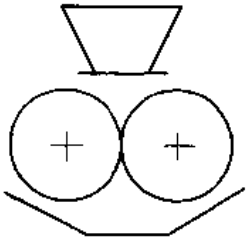
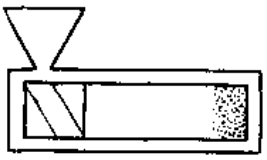
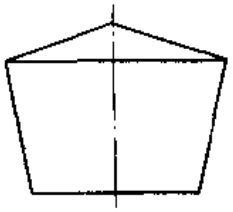
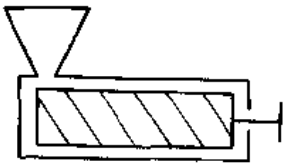
g. 脱粒精选机械　（参见表 9.3-99）

**表 9.3-99　脱粒精选机械**

| (96)纹杆式脱粒滚筒 | (99)栅格凹板 | (100)窝眼选粮筒 | (101)旋风分离器 |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |

h. 农副产品加工机械　（参见表 9.3-100）

**表 9.3-100　农副产品加工机械**

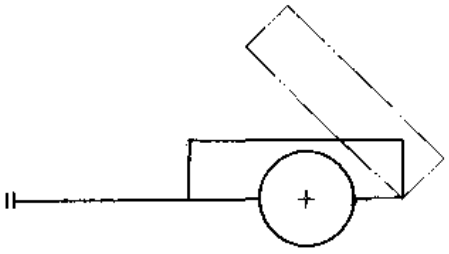
| (102)皮辊轧花装置 | (103)毛刷式锯齿轧花剥绒装置 | (107)辊式磨粉机①（齿辊） | (108)胶辊砻谷机 |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| (110)离心砻谷机 | (112)砂辊碾米机 | (114)立式碾米机 | (115)小型螺旋榨油机 |
| |  |  |  |

① 以部件形式代表整机。

i. 运输机械　（参见表 9.3-101）

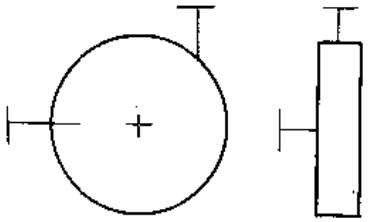
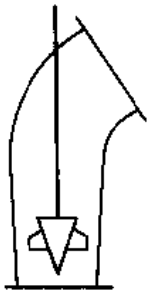
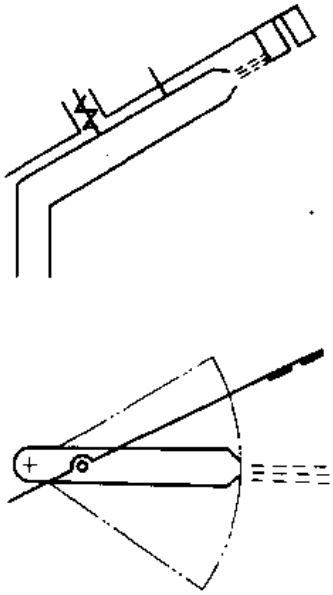
**表 9.3-101　运输机械**

(116)单轴后卸式挂车



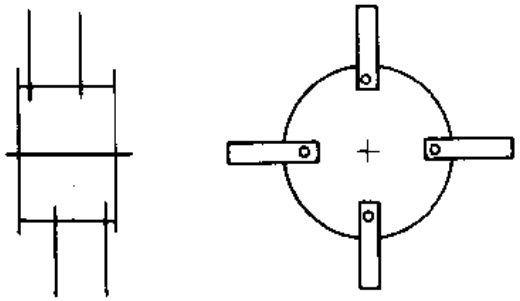
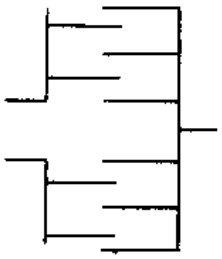
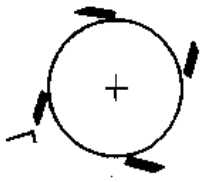
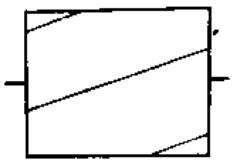
j. 喷灌机械　（参见表 9.3-102）

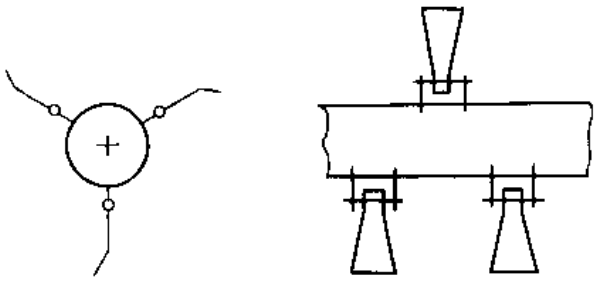
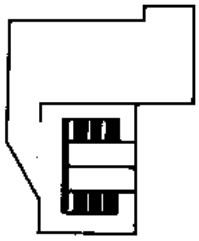
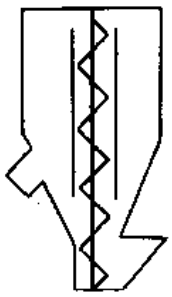
**表 9.3-102　喷灌机械**

| (118)离心泵 | (121)轴流泵 | (123)潜水电泵 | (126)摇臂式喷头 |
|---|---|---|---|
|  |  | |  |

k. 饲料加工机械　（参见表 9.3-103）

**表 9.3-103　饲料加工机械**

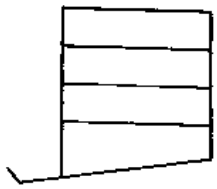
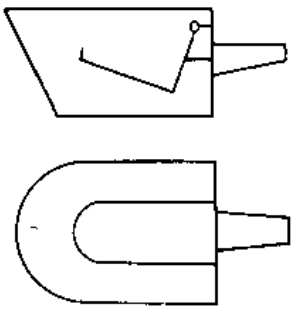
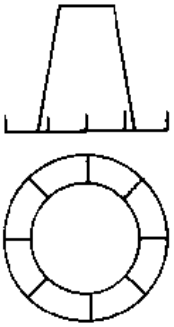
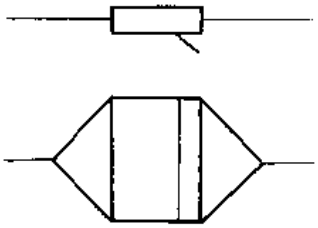
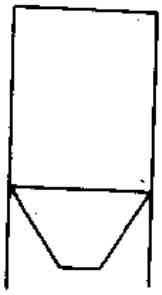
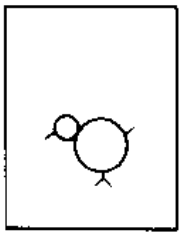
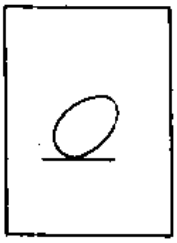
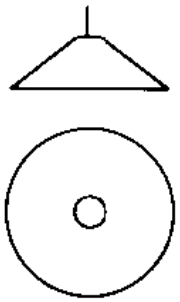
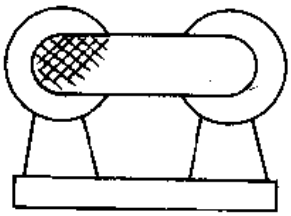
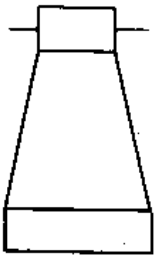
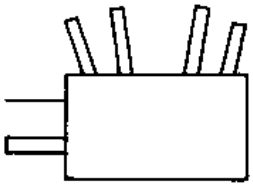
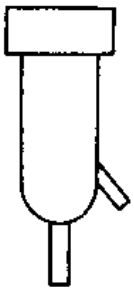
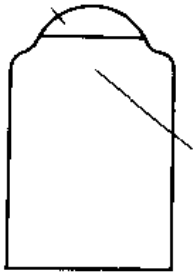
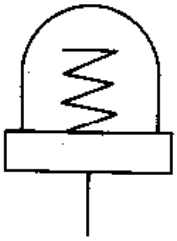
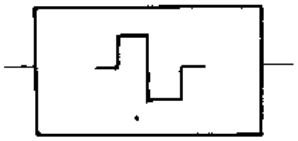
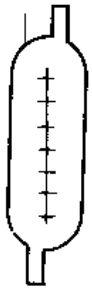
| (127)锤片式粉碎机① | (128)爪式粉碎机 | (130)滚筒式切刀 | |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |

| (132)甩式切刀 | (133)环模压粒机 | (135)立式搅拌机 |
|---|---|---|
|  |  |  |

① 以部件形式代表整机。

l. 家畜饲养机械　（参见表 9.3-104）

**表 9.3-104 家畜饲养机械**

| | | | |
|---|---|---|---|
| (137)鸡笼 | (141)鸡用杯式饮水器 | (143)食盘 | (144)清粪器 |
|  |  |  |  |
| (145) 贮料塔 | (146) 出雏器 | (147) 孵化器 | (148) 育雏保温伞 |
|  |  |  |  |
| (151) 奶用真空泵 | (152) 奶用真空罐 | (152) 集乳器 | (154) 奶杯 |
|  |  |  |  |
| (155) 奶桶 | (156) 真空调节器 | (157) 脉动器 | (158) 牛奶计量器 |
|  |  |  |  |

(5) 应用的简图示例 (参见图 9.3-80)

a. B1 2BF24A 型 24 行施肥播种机机械结构图

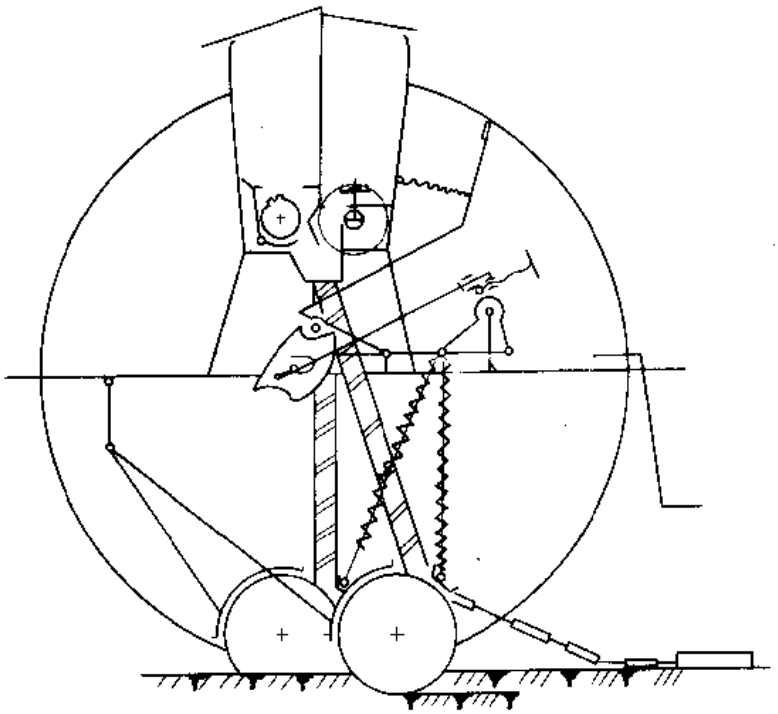


**图 9.3-80**　B1　2BF　24A 型 24 行施肥播种机械结构图（GB 4268.1—84）

b. B2　悬挂四铧犁机动简图（参见图 9.3-81）

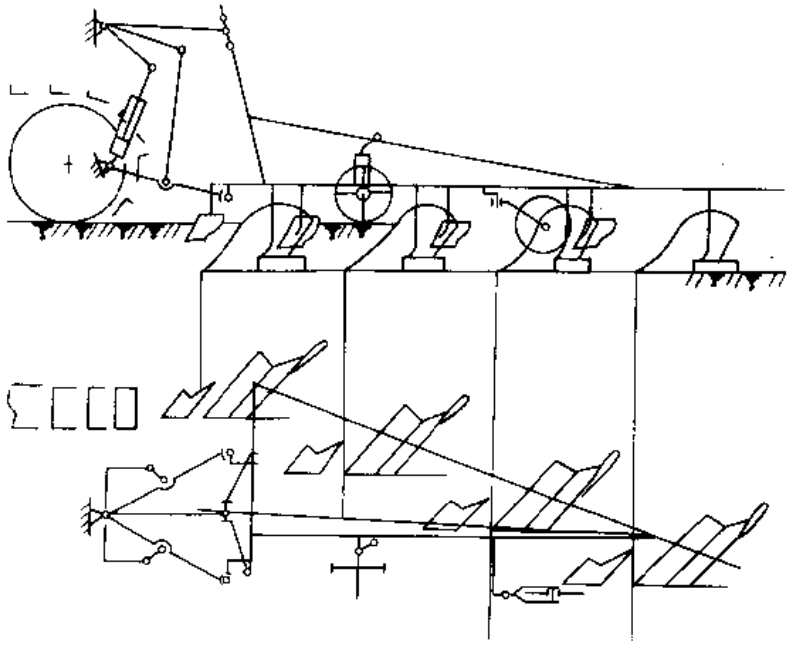


**图 9.3-81**　B2　悬挂四铧犁机动简图（GB 4268.1—84）

c. B3　东风 ZKB—5 型自走式谷物联合收割机总　　体配置简图（尺寸省略）（参见图 9.3-82）

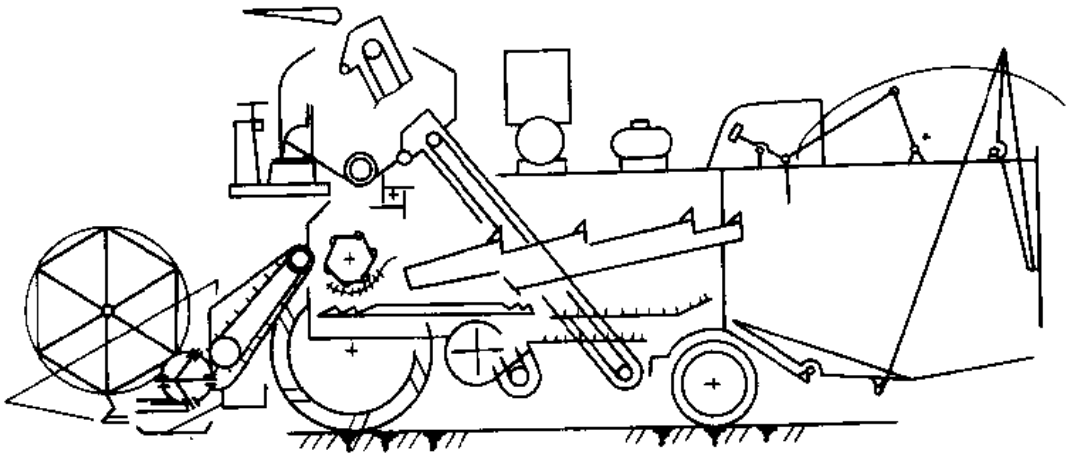


**图 9.3-82**　B3　东风 ZKB—5 型自走式谷物联合收割机总配置简图（尺寸省略）（GB 4268.1—84）

d. B4　潜水电泵安装简图（参见图 9.3-83）

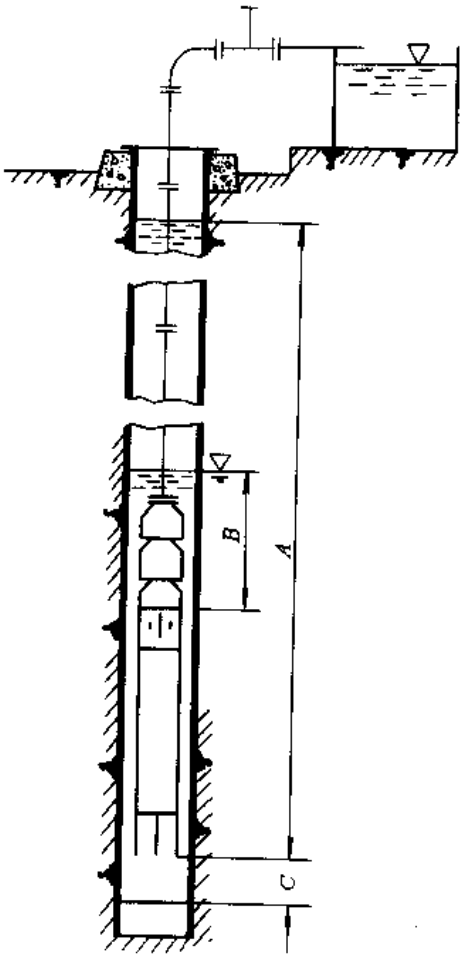



**图 9.3-83**　B4　潜水电泵安装简图（GB 4268.1—84）

e. B5　9SJ—1.5 型饲养料加工机组工艺流程图（参见图 9.3-84）

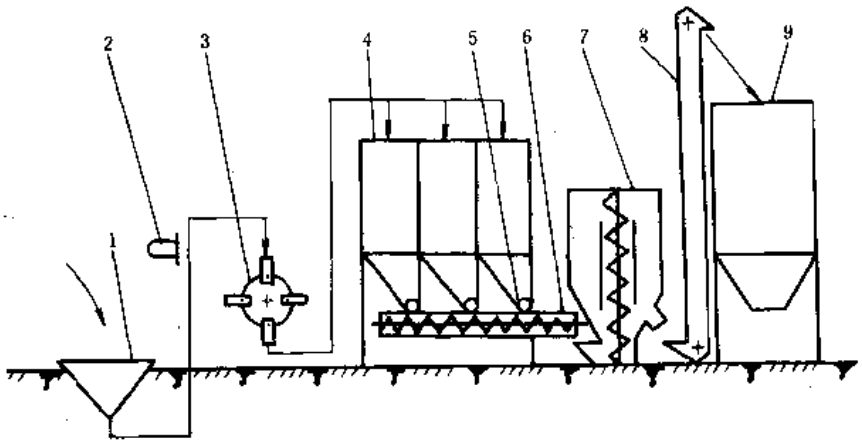



**图 9.3-84**　B5　9SJ—1.5 型饲料加工机组工艺流程图（GB 4268.1—84）

1—进料斗　2—磁选器　3—粉碎机　4—存贮仓　5—计量器　6—螺旋输送器　7—立式搅拌机　8—升运器　9—贮料塔

f. B6　提桶式挤奶机系统图（参见图 9.3-85）

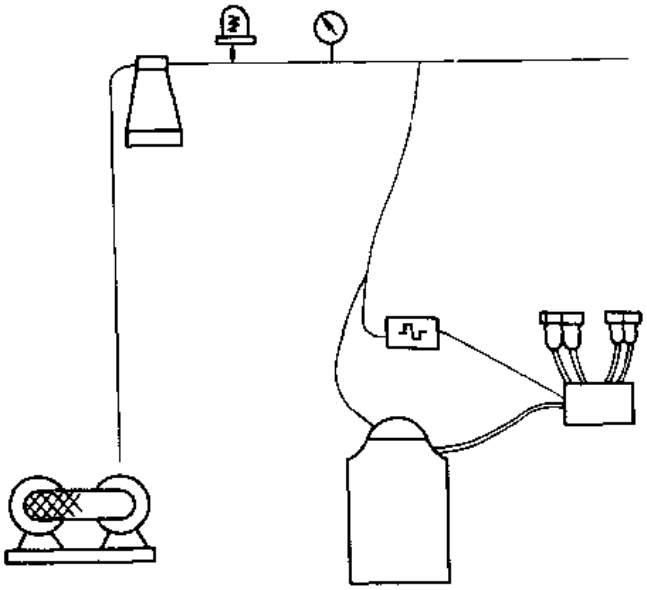


**图 9.3-85**　B6　提筒式挤奶机系统图（GB 4268.1—84）

### 3.1.2　有关应用图例的说明

（1）B1　2BF 24A 型 24 行施肥播种机机械结构图

如图 9.3-80 所示是一种机械结构图，它表明了整个施肥播种机处于进行作业状态，及其机械结构组成和主要传动机构。该图采用了 GB4460 的构件、传动机构符号，以及 GB4268.1 的如（7）、（22）、（44）、（50）、（51）等符号。

（2）B2　悬挂四铧犁机动简图

如图 9.3-81 所示是一种机动简图，它表明了悬挂四铧犁的两种极限运动位置：一个是犁地作业工作位置，一个是运输位置。它还标注了必要的尺寸。该简图除了采用 GB4460 表达悬挂装置的构件符号外，主要采用了 GB4268.1 的如（20）、（26）、（34）、（33）和（29）等符号。

（3）B3　东风 ZKB—5 型自走式谷物联合收割机总体配置简图（尺寸省略）

如图 9.3-82 所示是一种总体配置图，它表明了联合收割机总的机械结构和部份机构的组成。实质上该图是机械结构图和机构图的组合。它采用了 GB4268.1 的（12）、（14）、（5）、（23）、（24）、（77）、（80）、（83）、（91）、（96）、（99）、（86）、（18）等符号。除此以外，它还采用了 GB4460 有关机构和构件的符号。

（4）B4　潜水电泵安装简图

如图 9.3-83 所示是一种安装简图，它表明了潜水电泵、管路、管件及与安装有关的基础设施，并标注了有关安装所需的尺寸。该简图由 GB4268.1 与“GB4457.5—84　机械制图　剖面符号”中有关符号组成。

（5）B5　9SJ—1.5　型饲料加工机组工艺流程图

如图 9.3-84 所示是一种工艺流程图，它表明了该机组的机械设施组成和饲料加工工艺过程。它的表达方式和前面介绍过的各个简图有所不同，它具有机组组成的各个机械、装置的编号和名称。该工艺流程图采用了 GB4268.1 的（11）、（13）、（127）、（135）和（145）等符号。

（6）B6　提桶式挤奶机系统图

如图 9.3-85 所示是一种系统图，它表明了组成挤奶机机组的机械、装置、仪表和管路。该系统图采用了 GB4268.1 的（151）～（157）等符号。

## 3.2　农业机械图形符号　第二部分（GB4268.2—87）

### 3.2.1 标准的主要内容

（1）引言

该标准规定了农业机械中甜菜、薯类、花生收获机械，茶叶加工机械，甘蔗和牧草收获机械部分常用工作部件和整机的图形符号。

（2）适用范围

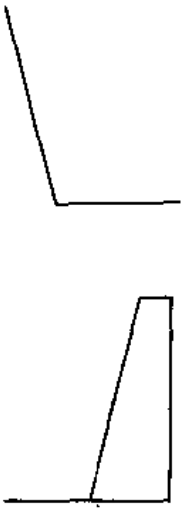
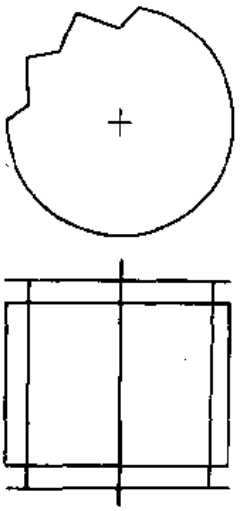
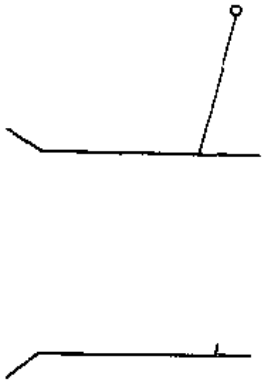
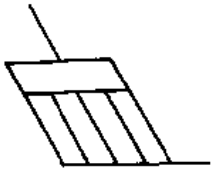
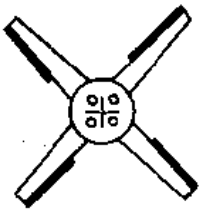
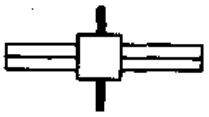
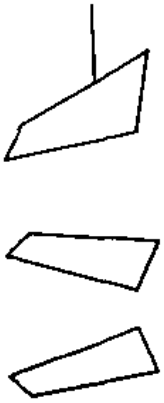
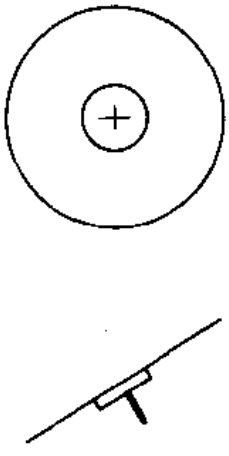
该标准规定的图形符号适用于农业机械的生产、科研、教学和学术交流等方面，以绘制各种简图（如机动简图、机械结构简图、安装简图和工艺流程图等）。

（3）总则（与GB4268.1的相同，从略）

（4）各种农业机械图形符号（择要介绍）

a. 甜菜收获机械 （参见表9.3-105）

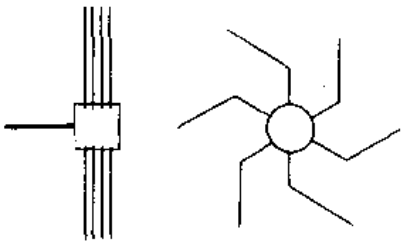
**表9.3-105 甜菜收获机械**

| | | | |
|---|---|---|---|
| (1)曲刀切顶刀 | (2)直刃切须刀  | (3)主动齿式仿形器  | (6)长滑掌式仿形器(与挖掘器配套)  |
| (7)栅格式切顶刀  | (8)根头清理器  | (9)胶条式根头清理器  | |
| (13)铲形挖掘器  | | (14)盘形挖掘器  | |

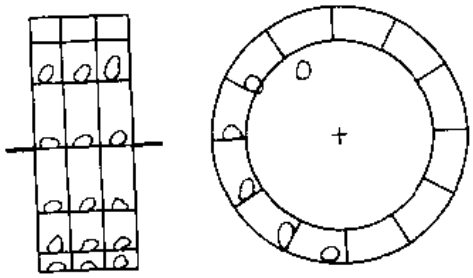
b. 薯类收获机械 （参见表9.3-106）

**表 9.3-106　薯类收获机械**

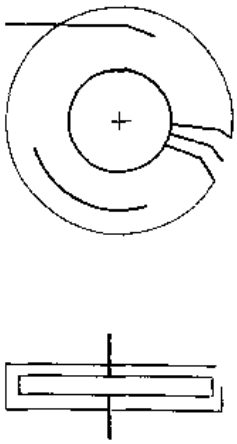
(1)抛掷轮



(2)轮筒式升运分离器



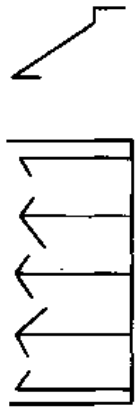
(3)块根清理器



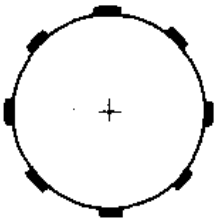
c. 花生收获机械　(参见表 9.3-107)

**表 9.3-107　花生收获机械**

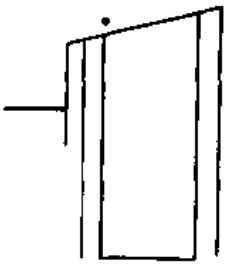
(1)挖掘铲



(3)胶条剥壳滚筒



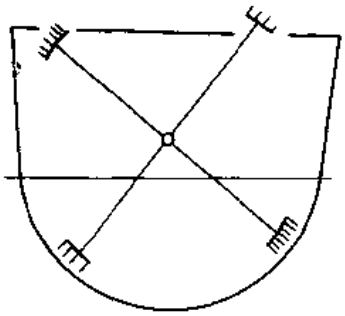
(5)铺放滑条



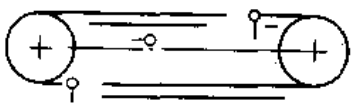
d. 茶叶加工机械　(参见表 9.3-108)

**表 9.3-108　茶叶加工机械**

(4)杀青锅

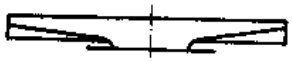


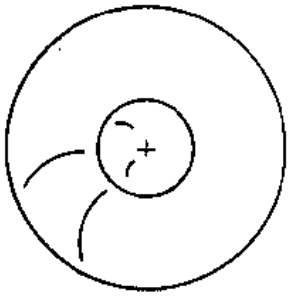
(6)百叶链



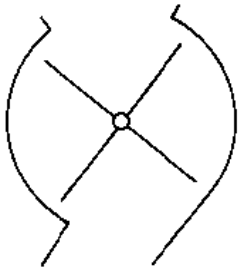
（续）

(5)振盘

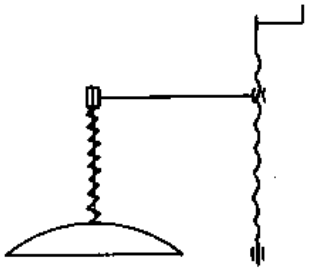




(7)出茶轮



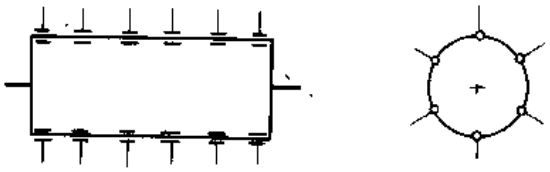
(9)丝杆加压机构



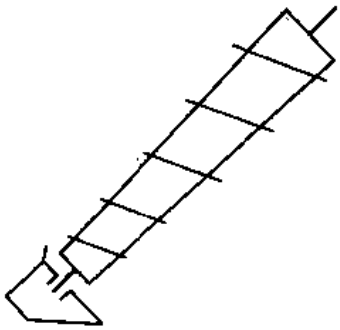
e. 甘蔗收获机械　（参见表 9.3-109）

**表 9.3-109　甘蔗收获机械**

(1)剥叶滚筒



(3)螺旋扶倒器



(4)切梢圆盘刀与拨梢轮

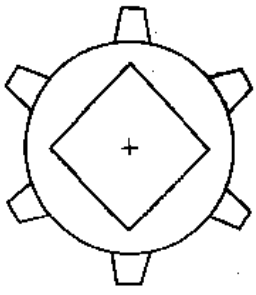
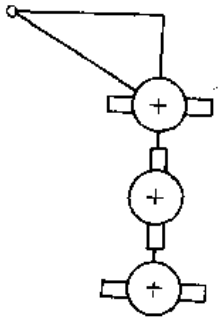
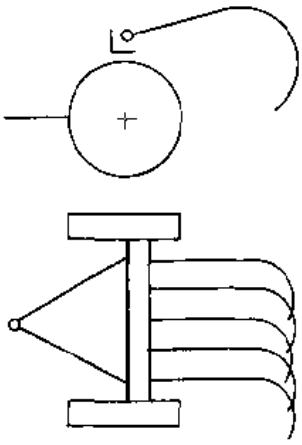
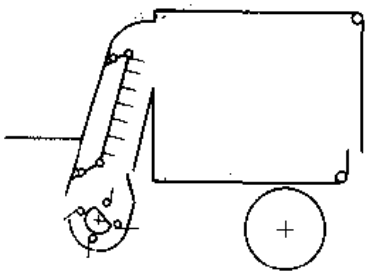
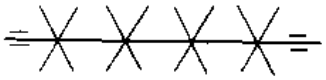
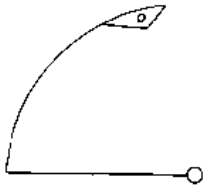
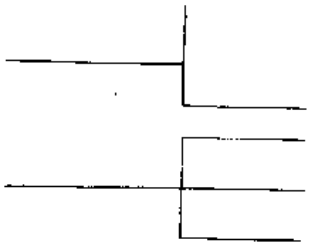


**表 9.3-110　牧草收获机械**

| | | |
|---|---|---|
| (5)旋转式割草机 | (9)横向搂草机 | (15)耙杆式捡拾切碎集垛机 |
|  |  |  |
| (17)翻草器 | (19)打捆针 | (18)草叉 |
|  |  |  |

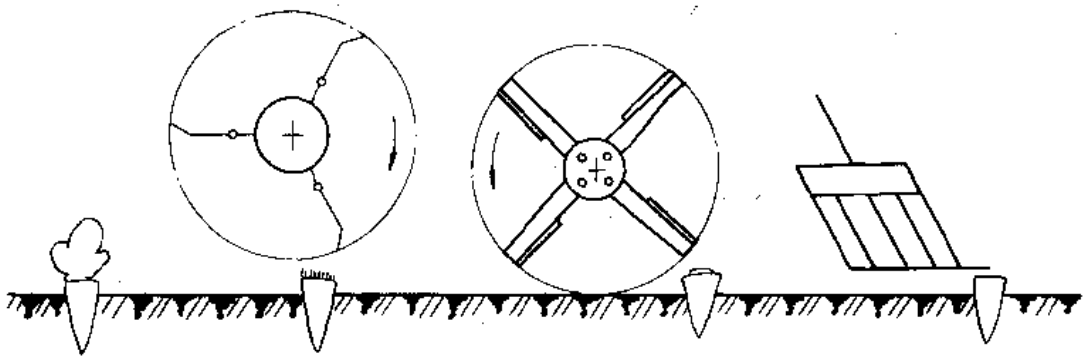


**图 9.3-86**　B1 甜菜削叶切顶工艺流程图（GB4268.2—87）

f. 牧草收获机械　（参见表 9.3-110）

(5) 应用的简图示例

a. B1　甜菜削叶切顶工艺流程图　（如图 9.3-86 所示）

b. B2　甜菜挖掘收获机结构图（参见图 9.3-87）

c. B3　茶叶採捡机结构图（参见图 9.3-88）

d. B4　茶叶烘箱结构图（参见图 9.3-89）

e. B5　整杆式甘蔗联合收获机工艺流程图（参见图 9.3-90）

f. B6　牧草切割调制铺条工艺流程图（参见图 9.3-91）

g. B7　活塞式捡拾压捆机结构图（参见图 9.3-92）

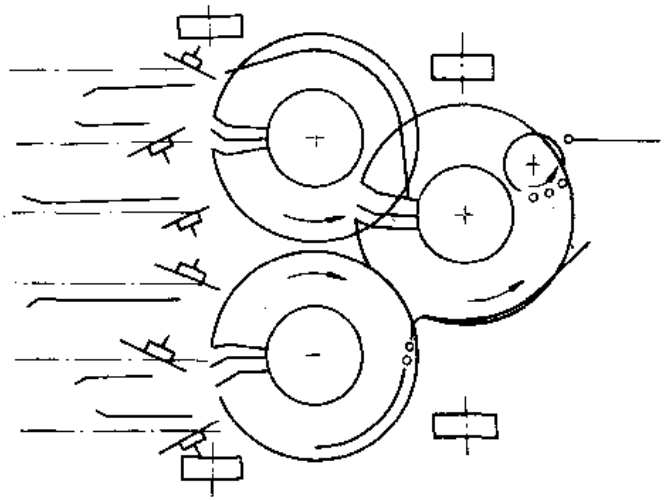


**图 9.3-87**　B2 甜菜挖掘收获机结构图（GB 4268.2—87）

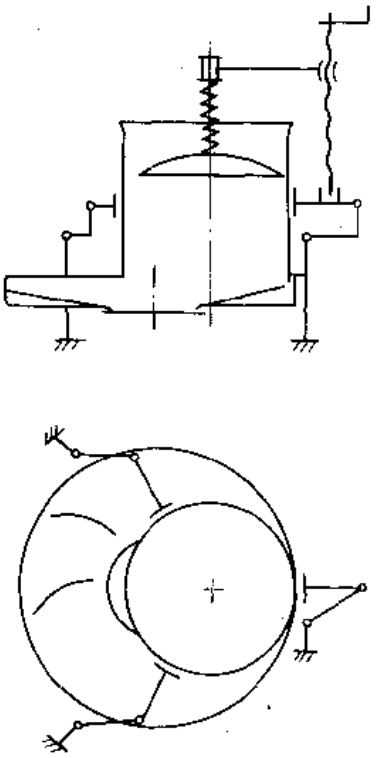


图 9.3-88　B3　茶叶揉捻机结构图（GB 4268.2-87）

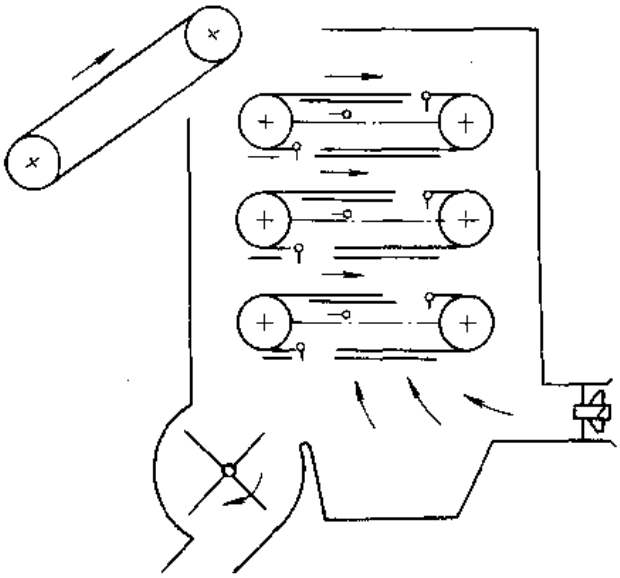


图 9.3-89　B4　茶叶烘箱结构图（GB 4268.2-87）

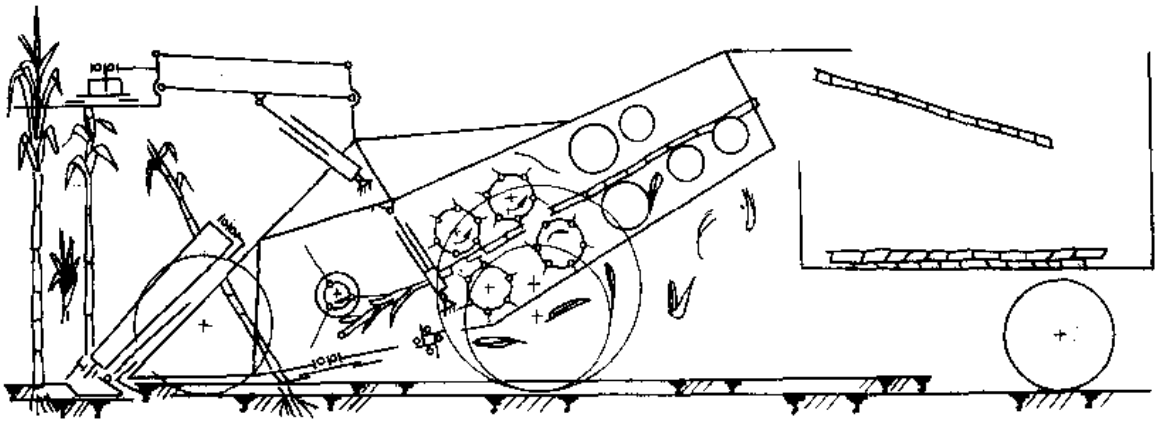


图 9.3-90　B5　整杆式甘蔗联合收获机工艺流程图（GB 4268.2—87）

### 3.2.2　有关应用图例的说明

（1）B1　甜菜削叶切顶工艺流程图

如图 9.3-86 所示是一种田间作业工艺流程图，它表明了甜菜削叶切顶工艺流程（从图右到图左的作业路线）：

削　叶 → 清理顶部 → 切　顶

从图左到图右排列的四个不同外形的甜菜符号也显示了如上的削叶切顶工艺流程。

该图主要采用了 GB4268.2 的“4.1”(7)、(8) 和 GB4268.1 的（132）等符号。

（2）B2　甜菜挖掘收获机结构图

如图 9.3-87 所示是一种机械结构图，它表明了整个收获六行的甜菜挖掘收获机的机械结构组成：滑掌式仿形器、盘形挖掘器、块根清理器、导向器和行走轮

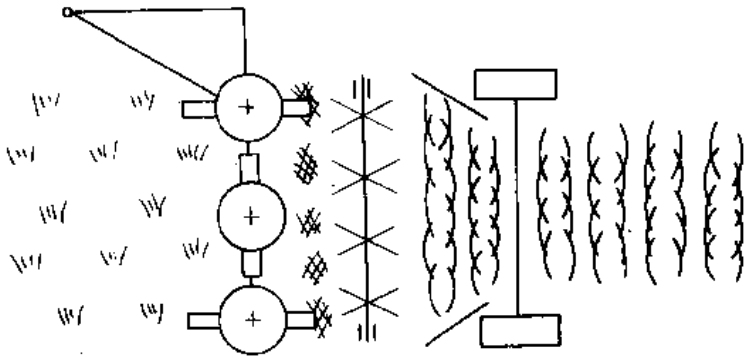


图 9.3-91　B6　牧草切割调制铺条工艺流程图（GB 4268.2—87）

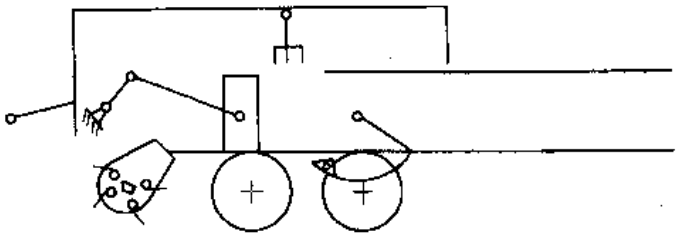


图 9.3-92　B7　活塞式捡拾压捆机结构图（GB 4268.2—87）

等。该图采用了 GB4268.2 的 4.1（6）、（14）、4.2（3）以及 GB4268.1 的（22）等符号。

（3）B3　茶叶揉捻机结构图

如图 9.3-88 所示是一种机械结构图，它表明了茶叶揉捻机的主要机械结构组成：揉盘、丝杠加压机构。该图采用了 GB4460 的构件符号和 GB4268.2 的 4.4（5）、（9）等符号。

（4）B4　茶叶烘箱结构图

如图 9.3-89 所示是一种机械结构图，它表明了茶叶烘箱的机械结构组成：输送装置、三层百叶链装置、轴流热风机、出茶轮和烘箱。由于该图加画了表明被加工茶叶出入烘箱的路线的箭头，该图也起到了指明茶叶烘干工艺路线的作用。该图主要由 GB4268.1 的（4）和 GB4268.2 的（6）、（7）、（9）等符号组成。

（5）B5　整杆式甘蔗联合收获机工艺流程图

如图 9.3-90 所示是一种田间作业的工艺流程图，它表明了甘蔗联合收获机收获整杆甘蔗的工艺过程：

切梢、拨梢 → 切　割 → 除　叶 → 茎杆装车

同时，该图也表明了整个甘蔗联合收获机的主要机械结构组成。该图采用了 GB4268.2 的（3）、（1）、（4）和 GB4460 和 GB4268.1 的有关符号。

（6）B6　牧草切割调制铺条工艺流程图

如图 9.3-91　所示是一种田间作业的工艺流程图，它与前面的表现方式不同的地方是按类似俯视方向绘制的。它表明了牧草收获的下列工艺过程：

旋转收割 → 搂　草 → 成　堆

该图采用的符号有 GB4268.1 的（22）和 GB4268.2 的（5）、（17）。

（7）B7　活塞式捡拾压捆机结构图

如图 9.3-92 所示是一种机械结构图，它表明了捡拾压捆机的主要机械结构组成：如捡拾器、活塞连杆压实机构、草叉拨草机构和打捆机构。该图采用了 GB4460 的构件符号和 GB4268.1 的（22）、（90），GB4268.2 的（18）、（19）等符号。

## 3.3　林业机械图形符号（GB7227—87）

### 3.3.1　标准的主要内容

（1）引言

该标准规定了林业机械中的营林机械和木材生产机械部分典型和常用工作零部件或整机的图形符号。

（2）适用范围

该标准规定的图形符号用于林业机械的生产、科研、教学和学术交流等方面，以绘制各种简图（如总体配置简图、机械结构简图、机动简图、工艺流程图、系

统图等）。

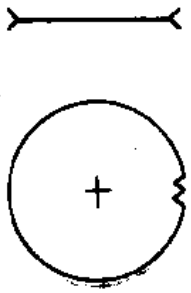
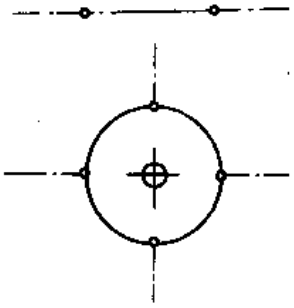
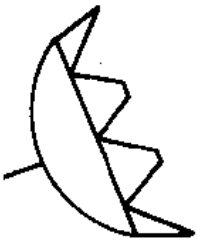
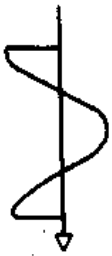
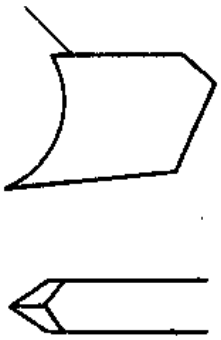
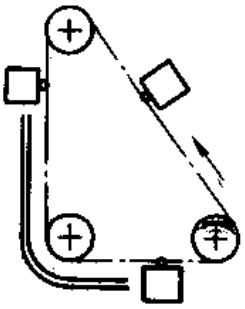
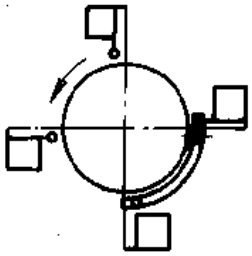
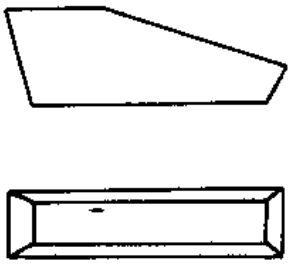
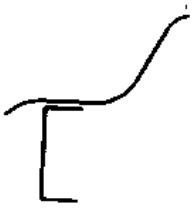
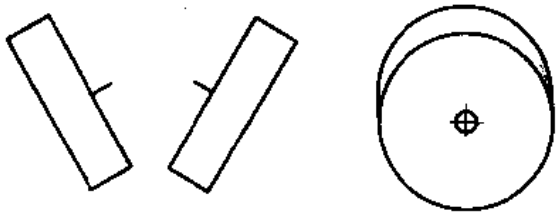
（3）总则（与GB4268相同的从略）

林业机械中的部分零部件或整机与农业机械相同时，该标准规定采用“GB4268.1—84 农业机械”中的相应符号。

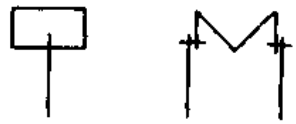
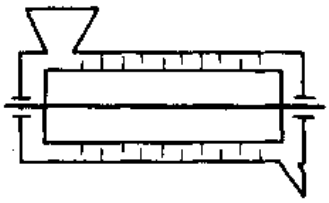
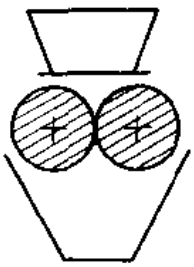
（4）各种林业机械图形符号（择要介绍）

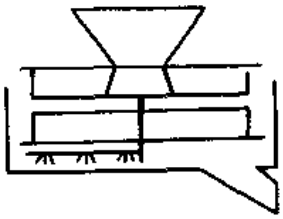
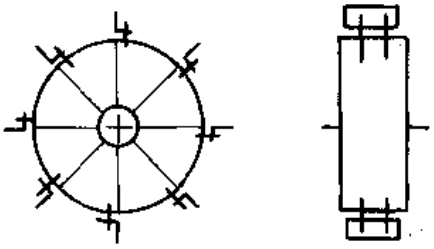
a. 营林机械 （参见表9.3-111）

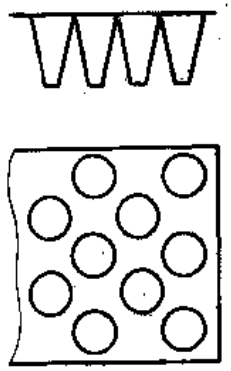
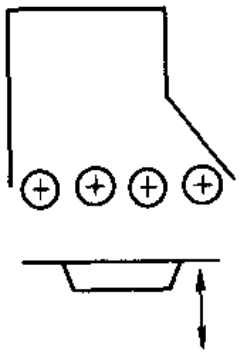
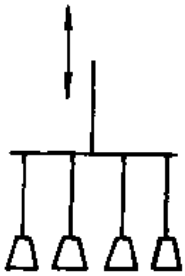
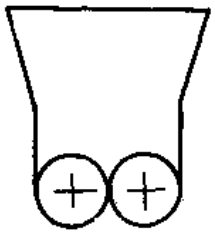
**表9.3-111 营林机械**

| | | |
|---|---|---|
| 3.1.3 圆锯片(通用)<br>  | 3.1.4 甩链式灌木切割装置<br>  | 3.1.5 球齿式地被物清除器<br>  |
| 3.1.8 螺旋面挖坑钻(通用)<br>  | 3.1.14 锚式箱形开沟器(通用)<br>  | 3.1.16 链条式植苗装置<br>  |
| 3.1.17 转杆式植苗装置<br>  | 3.1.18 小苗苗箱<br>  | 3.1.20 覆土板<br> |
| 3.1.21 座位(通用)<br>  | 3.1.23 圆柱形镇压器<br>  | |

（续）

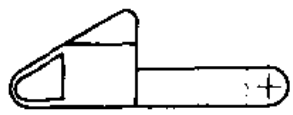
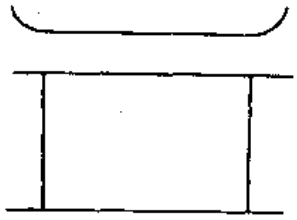
| 3.1.24　放苗架 | 3.1.43　卧式除翅机构 | 3.1.44　浆果破碎机构 |
|---|---|---|
|  |  |  |

| 3.1.45　圆盘式除翅机构 | 3.1.55　爪式行走轮 |
|---|---|
|  |  |

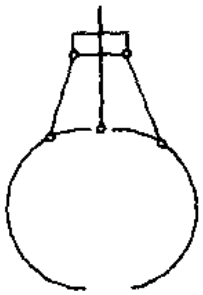
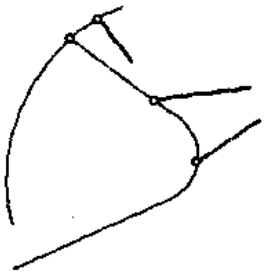
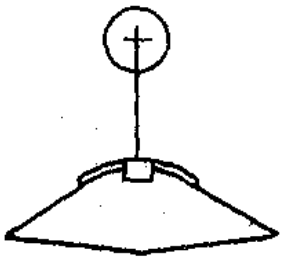
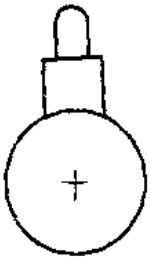
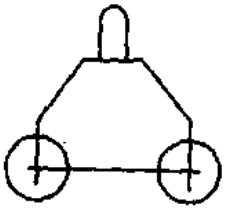
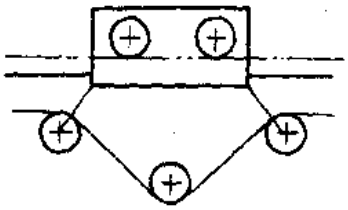
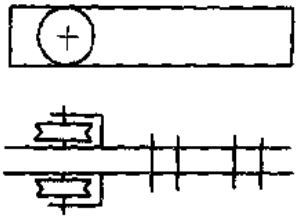
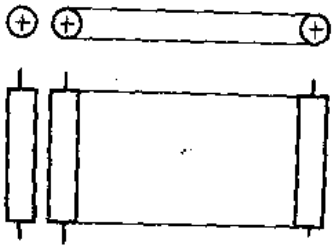
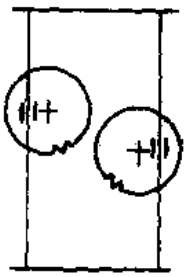
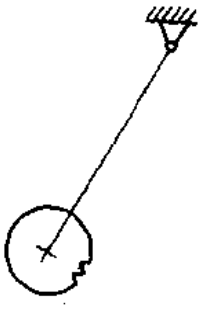
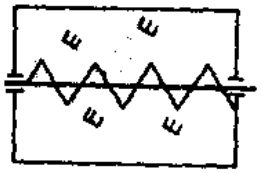
| 3.1.48　育苗容器组 | 3.1.49　育苗容器填土—振动装置 | 3.1.50　容器土夯实器 | 3.1.51　容器定量覆土装置 |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |

b. 木材生产机械　（参见表 9.3-112）

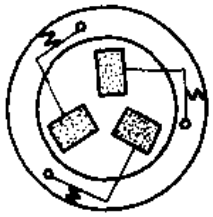
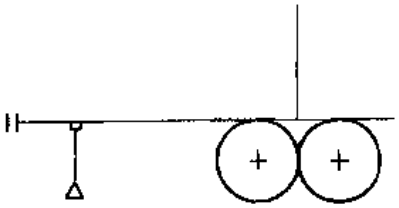
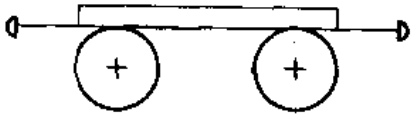
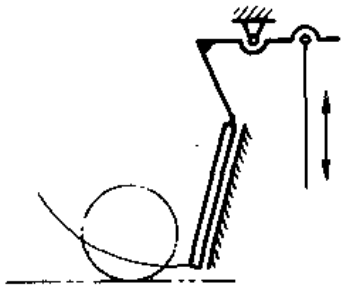
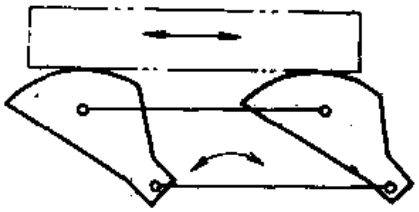
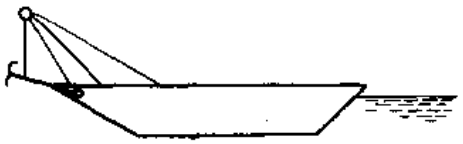
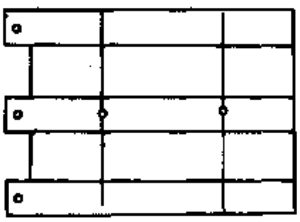
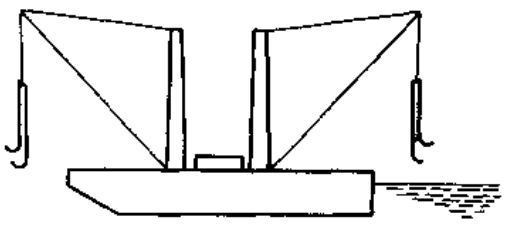
**表 9.3-112　木材生产机械**

| 3.2.3　短把油锯 | 3.2.6　绞盘机底架 | 3.2.10　双筒绞盘机 |
|---|---|---|
|  |  | |

（续）

| | | |
|---|---|---|
| 3.2.11　木材抓具 | 3.2.12　颚爪或木材抓具 | 3.2.13　林用吊钩 |
|  |  | |
| 3.2.16　中间鞍座 | 3.2.19　转向滑车 | 3.2.17　托绳滑车 |
|  |  |  |
| 3.2.23　集材跑车 | 3.2.24　绳夹板 | 3.2.32　滚柱式木材输送机构 |
|  |  |  |
| 3.2.35　门式圆锯 | 3.2.36　吊截圆锯 | 3.2.42　滚筒式木材剥皮器 |
|  |  |  |

（续）

| 3.2.47　环形木材剥皮进、出料器 | 3.2.51　汽车运材半挂车 | 3.2.54　森林平板车 |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 3.2.59　推杆式抛木器 | 3.2.60　侧推式抛木器 | |
|  |  | |
| 3.2.62　机动锚船 | 3.2.63　浮船 | |
|  | | |
| 3.2.64　可拆式运木驳 | 3.2.67　双桅浮吊式海排装排机 | |
|  |  | |

(5) 应用的简图示例

a. B1　SG型移动式木材剥皮机总体配置简图（尺寸从略）（参见图9.3-93）

b. B2　悬挂式植树机结构简图（尺寸从略），（参见图9.3-94）

c. B3　ZLM--30轮式木材装载机机动图（参见图

9.3-95）

d. B4　容器育苗装播工艺流程图　（参见图 9.3-96）

e. B5　原木集材索道系统图　（参见图 9.3-97）

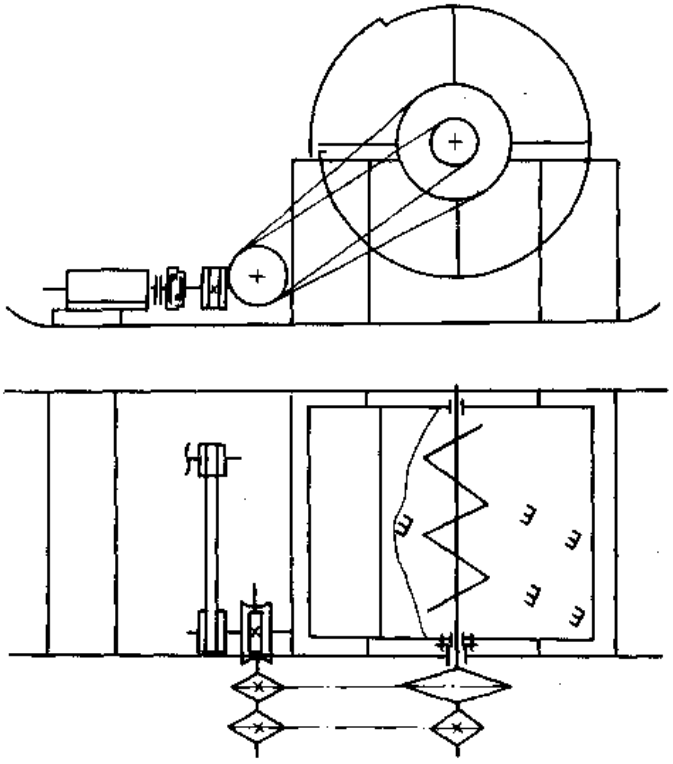


**图 9.3-93**　B1SG 型移动式木材剥皮机总体配置图（GB7227—87）

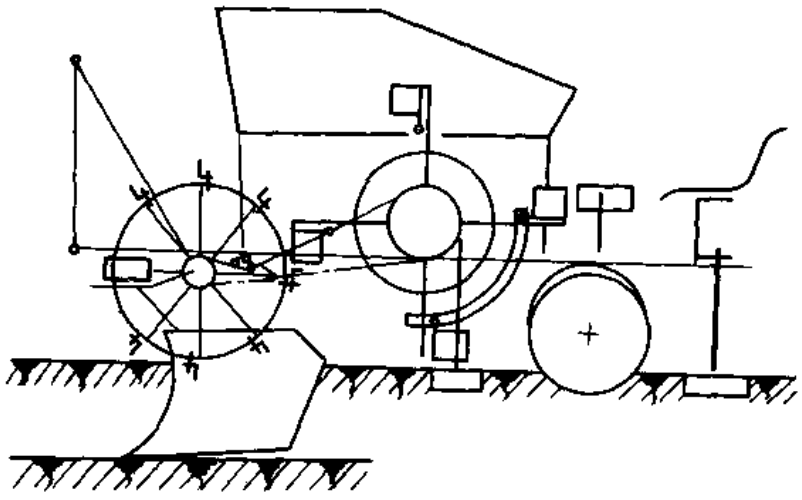


**图 9.3-94**　B2 悬挂式植树机结构简图（GB 7227 —87）

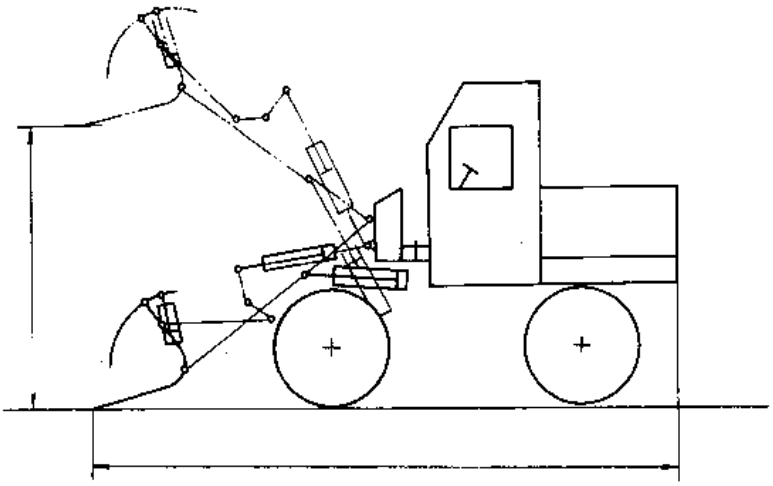


图 9.3-95　B3　ZLM—30 轮式木材装载机机动图（GB7227-87）

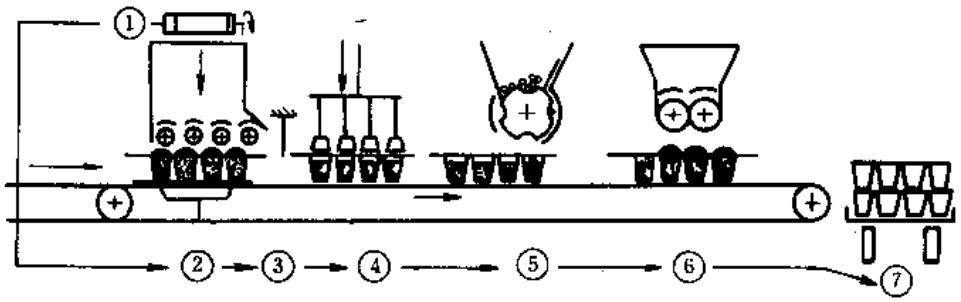



图 9.3-96　B4 容器育苗装播工艺流程图（GB7227—87）

①—运输营养土　②—填土—振动　③—刮平　④—夯实　⑤—播种　⑥—定型覆土　⑦—装运

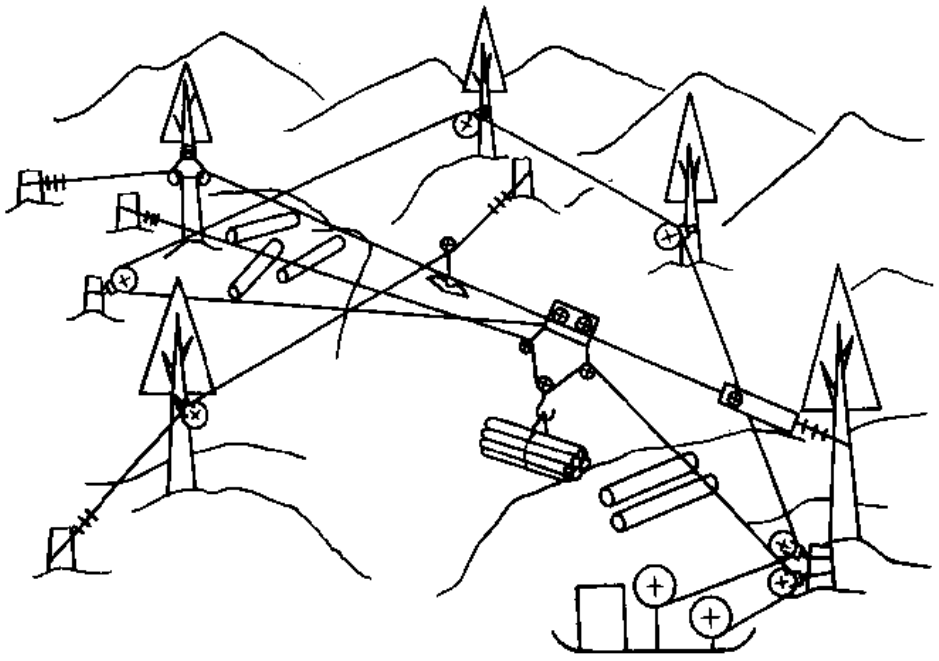


图 9.3-97　B5 原木集材索道系统图（GB7227-87）

### 3.3.2　有关应用图例的说明

（1）B1　SG 型　移动式木材剥皮机总体配置简图

如图 9.3-93 所示是一种总体配置图，它表明了该型剥皮机总的机械结构和传动机构的组成。实质上该图是机械结构图和传动图的组合。除了 GB7227 的 3.2.6 和 3.2.42 符号外，它采用了大量的 GB4460 的符号，如链轮传动、蜗轮传动、皮带传动、离合器和电动机等符号。

（2）B2　悬挂式植树机结构简图

如图 9.3-94 所示是一种机械结构图，它表明了悬挂式植树机总的机械结构和链传动结构组成。它采用了 GB7227 的 3.1.14、3.1.17、3.1.18、3.1.20～3.1.24 和 3.1.55 等符号。

（3）B3　ZLM—30 轮式木材装载机机动图

如图 9.3-95 所示是一种机动图，它表明了该装载机抓载、载运木材的两个工作位置。除了 GB7227 的 3.2.12 符号和 GB4268.1 的（22）符号外，它主要采用了 GB4460 的构件符号。

（4）B4　容器育苗装播工艺流程图

如图 9.3-96 所示是一种自动化流水作业的工艺流程图，在前面有关章节已加以说明，此处从略。

（5）B5　原木集材索道系统图

如图 9.3-97 所示是一种集材运输的系统图，它表明了在丘陵地带育林采伐区，为装载运输所采伐木材用的索道系统设施的总体布置。值得注意的是该图除了组成索道系统的各种整机、部件符号外，表示山坡起伏的丘陵、原木等符号采用了直观、三维的图示表达形式。与其他简图相比，该图别具风格。该图采用了 GB7227 的 3.2.10、3.2.13、3.2.16、3.2.17、3.2.23 和 3.2.24 等符号。

## 3.4　煤矿机械图形符号（ZBD 90001～90007—88）

### 3.4.1　煤矿机械图形符号　总则（ZBD90001—88）

（1）该标准规定了煤矿机械图形符号的表示规则和使用规定。

（2）该标准适用于在煤矿设计、生产、科研、教学、书刊、产品说明书和管理等方面的技术文件中，绘制各种示意图和简图。

（3）表示规则和使用规定

1）煤矿机械图形符号仅简要地表达对象的外形、结构特征及工作原理，由于是专业符号，不过分强调形象化。

2）煤矿机械图形符号一般从表达对象的某一个方向绘制，也可从几个方向绘制，使用时按需要选择。

3）煤矿机械图形符号应按 GB7093.2 基准图的设计要求确定。使用时，图形符号的大小可按比例缩、放。

4）煤矿机械图形符号的配置方向，可按需要调整，如可以旋转某一角度或成镜像配置。

5）凡涉及到流程或运动方向的示意图和简图，流程线一般用细线画出，由图形符号上部或左侧进入，由其下部或右侧引出；必要时可增加或去掉表示流动或运动方向的箭头。

6）煤矿机械图形符号中的通用符号，用在不需指明表达对象的特定类型的场合。

7）煤矿机械图形符号采用 GB4457—9 中规定的有关图线形式。在使用计算机绘图仪及打印机绘制图形符号时，各种图纸宽度可以随机变动。

8）对没有规定图形符号的煤矿机械，可等同或等效采用国际标准、国家标准或同级标准的规定符号，亦可参照有关标准推绎、派生设计，作为院、所或矿用图形符号标准。

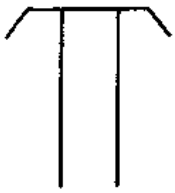
### 3.4.2　煤矿机械图形符号　采煤工作面支护机械用图形符号（ZBD90002—88）

该标准规定了采区工作面支护机械的图形符号及其使用规定（参见表 9.3-113）（择要介绍）

**表 9.3-113　采煤工作支护机械用图形符号**

| | |
|---|---|
| （1）液压支架（通用符号） | （5）掩护式液压支架 |
| （6）支撑掩护式液压支架 | （7）端头支架 |

（续）

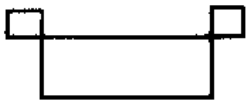
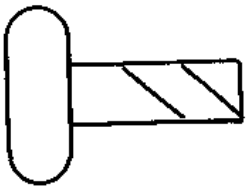
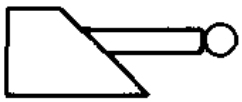
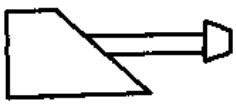
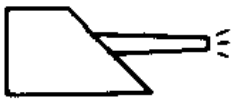
| (16)上梁机 | (17)升柱器(通用符号) |
| --- | --- |
|  | |

### 3.4.3　煤矿机械图形符号　采掘机械用图形符号

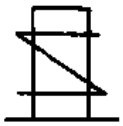
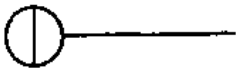
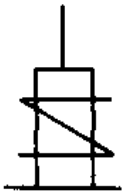
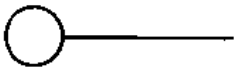
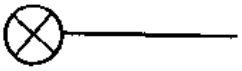
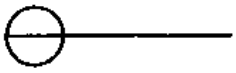
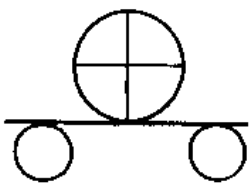
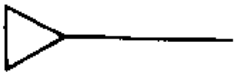
(ZBD 90003—88)

该标准规定了采掘机械的图形符号及其使用规定(参见表9.3-114)(择要介绍)

**表9.3-114　采掘机械用图形符号**

| (1)双滚筒采煤机 | (5)钻采机 |
| --- | --- |
|  |  |
| (6)掘采机(连续采煤机) | (8)部分断面掘进机 |
|  |  |
| (10)高压水射流掘进机 | |
|  | |
| (14)耙斗装载机 | |
| | |

（续）

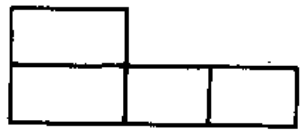
| (18)风镐 | (25)锚杆安装机 |
| --- | --- |
| |  |
| (19)煤电钻 | (32)锚杆打眼安装机 |
|  |  |
| (20)岩石电钻 | (27)喷浆机 |
|  | |
| (21)锚杆电钻 | (28)混凝土喷射机 |
|  | |
| (23)注水电钻 | (29)混凝土搅拌机 |
|  |  |
| (24)凿岩机 | |
|  | |

### 3.4.4　煤矿机械图形符号　井下运输机械图形符号(ZBD90004—88)

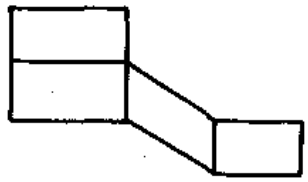
该标准规定了井下运输机械的图形符号及其使用规定（参见表 9.3-115）（择要介绍）

**表 9.3-115　井下运输机械用图形符号**

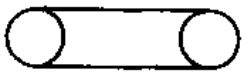
(1)刮板输送机(通用符号)



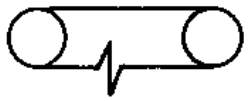
(2)可弯曲刮板输送机(通用符号)



(7) 胶带输送机



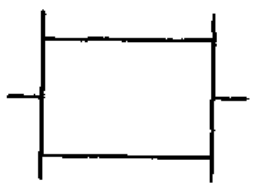
(8) 可伸缩胶带输送机



(17) 刮板转载机（通用符号）

(19) 矿用绞车

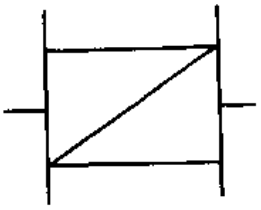
a



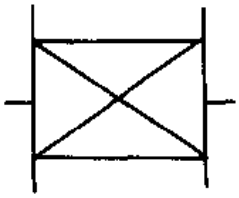
b

(续)

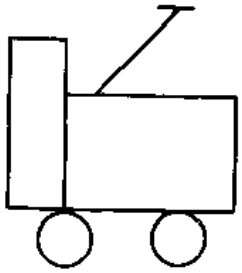
(20) 回柱绞车



(31) 调度绞车

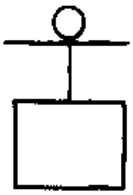


(33) 架线式电机车



(36) 齿轨机车

(38) 单轨吊车

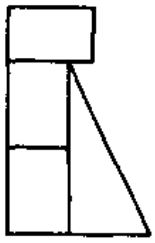


### 3.4.5　煤矿机械图形符号　提升和地面生产系统用图形符号（ZBD 90005—88）

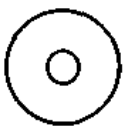
该标准规定了煤矿提升和地面生产系统的机械在技术文件中使用的图形符号及其使用规定。（参见表 9.3-116）（择要介绍）

**表 9.3-116　提升和地面生产系统用图形符号**

(1)立井井架



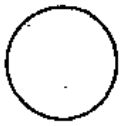
(6)提升机(通用符号)



（续）

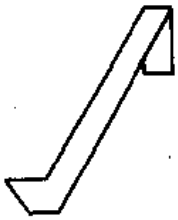
(5)天轮

a



b

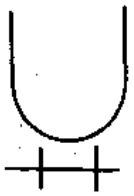
(53)斗式提升机



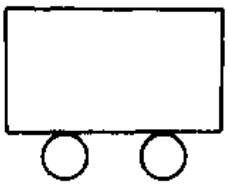
(11)簸斗

(14)矿车(通用符号)

a



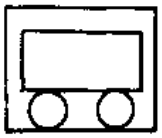
b



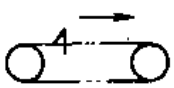
(18)翻斗机

a

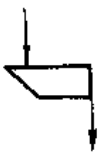
b



(21)推车机



(24)给煤机(通用符号)

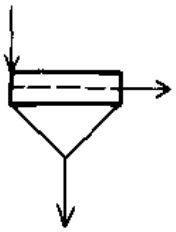


(27)压磁测重装置

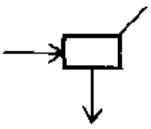
（续）

(28)双齿辊破碎机

(31)单漏斗筛分机



(36)犁式卸煤器



(39)直溜槽

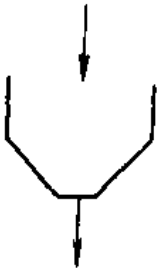
(40)斜溜槽

(41)机头溜槽

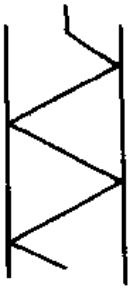
(43)带翻板分岔溜槽

(45)旁侧式漏斗

(50)煤仓

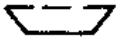


(51)螺旋溜槽

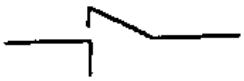


(48)单扇形闸门

(52)铁箅



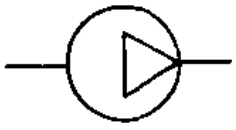
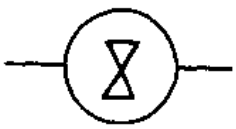
（续）

| | |
|---|---|
| (54)扒煤机  | (56)铁道车辆 |
| (57)平煤器 | (58)衡器 |

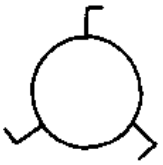
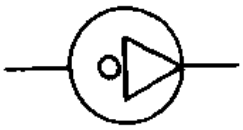
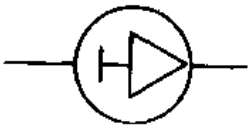
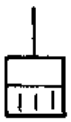
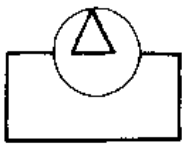
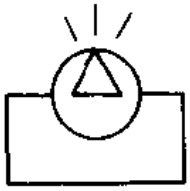
### 3.4.6 煤矿机械图形符号 压气、通风、排水及采暖用图形符号（ZBD90006—88）

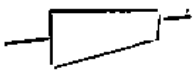
该标准规定了压气、通风、排水及采暖用图形符号及其使用规定 （参见表 9.3-117）（择要介绍）

**表 9.3-117 压气、通风及采暖用图形符号**

| | |
|---|---|
| (1)空气压缩机(通用符号) | (7)风包(固定式) |
| (9)离心式通风机(通用符号) | (13)水泵、油泵  |
| (10)轴流式通风机(通用符号)  | (14)污水泵 |

（续）

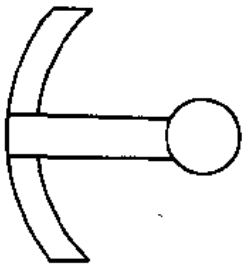
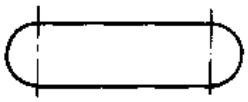
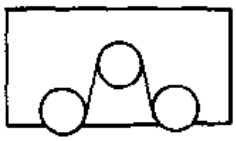
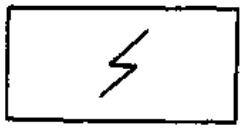
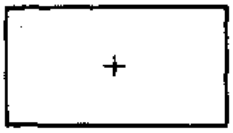
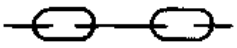
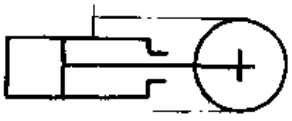
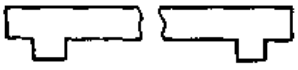
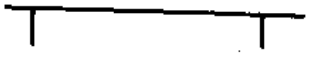
| | |
|---|---|
| (11)局部扇风机  | (16)泥浆泵  |
| (17)注水泵  | (23)吸入阀  |
| (21)乳化液泵站  | (22)喷雾泵站  |
| (24)截止阀(通用符号) | (27)止回阀 |
| (28)闸阀(通用符号) | (35)释压阀 |

(47)偏心异径管接头(同顶) 

### 3.4.7　煤矿机械图形符号　滚筒采煤机用图形符号（ZBD90007—88）

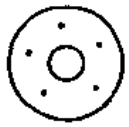
该标准规定了滚筒采煤机的图形符号及其使用规定（参见表9.3-118）（择要介绍）

**表9.3-118　滚筒采煤机用图形符号**

| | | |
|---|---|---|
| (1) 螺旋滚筒（通用符号）<br>a<br> <br>b<br> | (2) 右螺旋滚筒<br>a<br> <br>b<br> | (9) 弧形装煤挡板<br>a<br>  |
| (10) 摇臂（通用符号）<br>  | (15) 牵引部减速箱<br> | |
| (11) 侧面摇臂<br> | (17) 链传动牵引部减速箱<br>  | |
| (20) 电动机<br>  | (22) 截割部固定减速箱（通用符号）<br>  | |
| (25) 锚链<br>  | (28) 顺链器<br> | (30) 液压张紧器<br>  |
| (31) 底托架（框形）<br>  | (32) 底托架（单线）<br>  | |

（续）

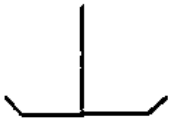
（33）柱销轮



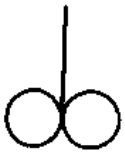
（35）柱销式齿轨

（37）齿轨座

（38）滑靴



（39）滚动靴

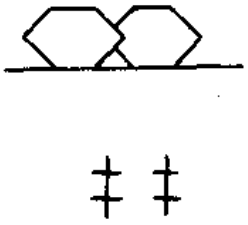


（40）导向套

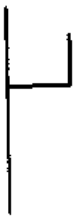
a. 在导向管上使用

b. 在导向管上使用

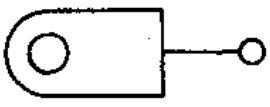
（42）电缆夹



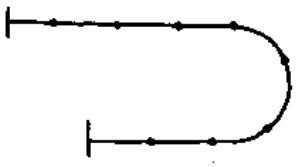
（43）电缆槽



（45）调高油缸



（46）挡煤板翻转机构（通用符号）



### 3.4.8 应用的简图示例—标准附录

（1）采区机械配备图（ZBD 90003）（参见图 9.3-98）

（2）采区布置及机械配备图（ZBD 90004）（参见图 9.3-99）

（3）立井地面生产系统工艺流程示意图（ZBD 90005）（参见图 9.3-100）

（4）斜井地面生产系统工艺流程示意图（ZBD 90005）参见图 9.3-101）

（5）矿井通风、排水与压气系统示意图（ZBD 90006）（参见图 9.3-102）

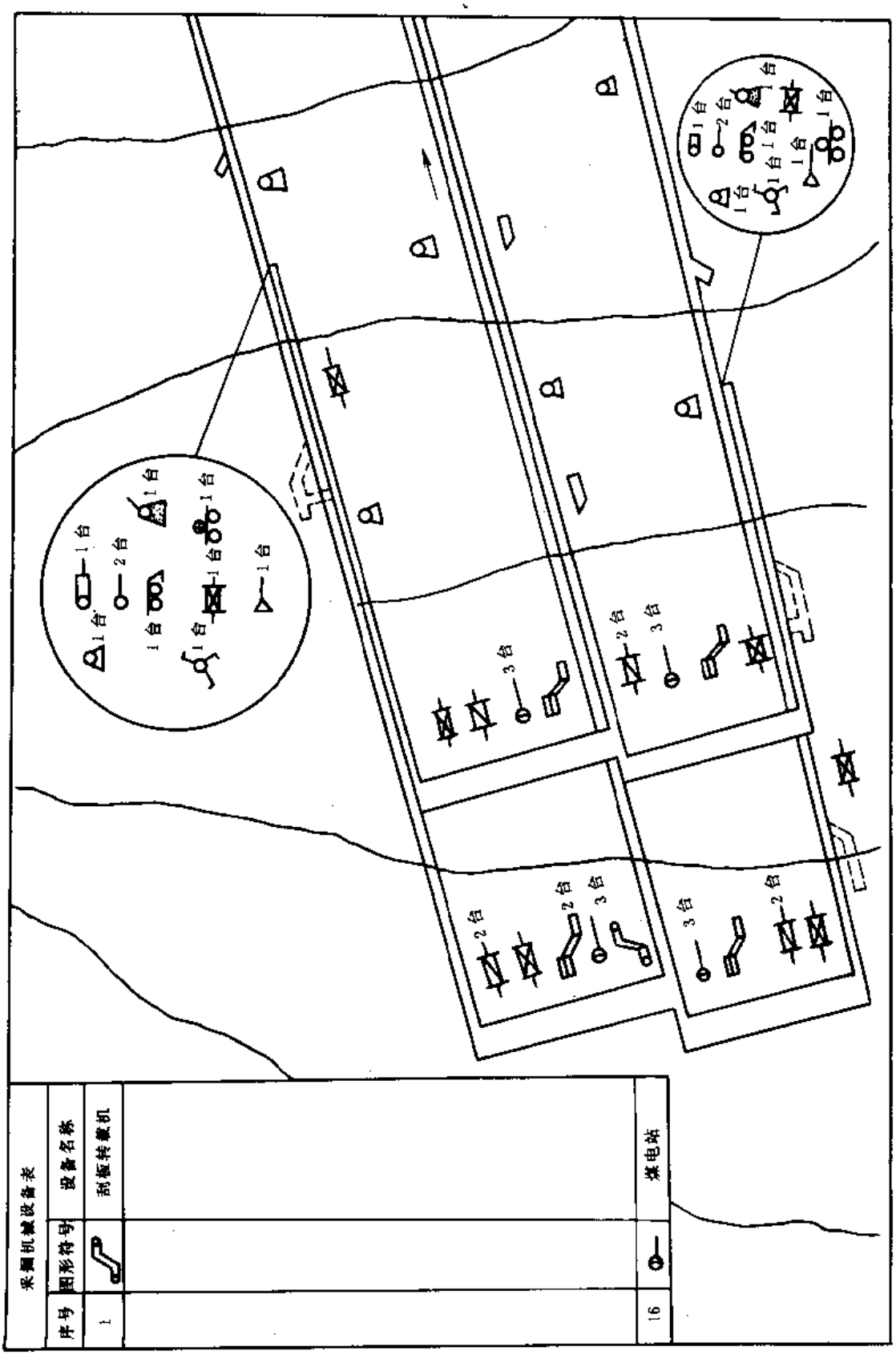



图 9.3-98　采区机械配备图（ZBD 90003—88）

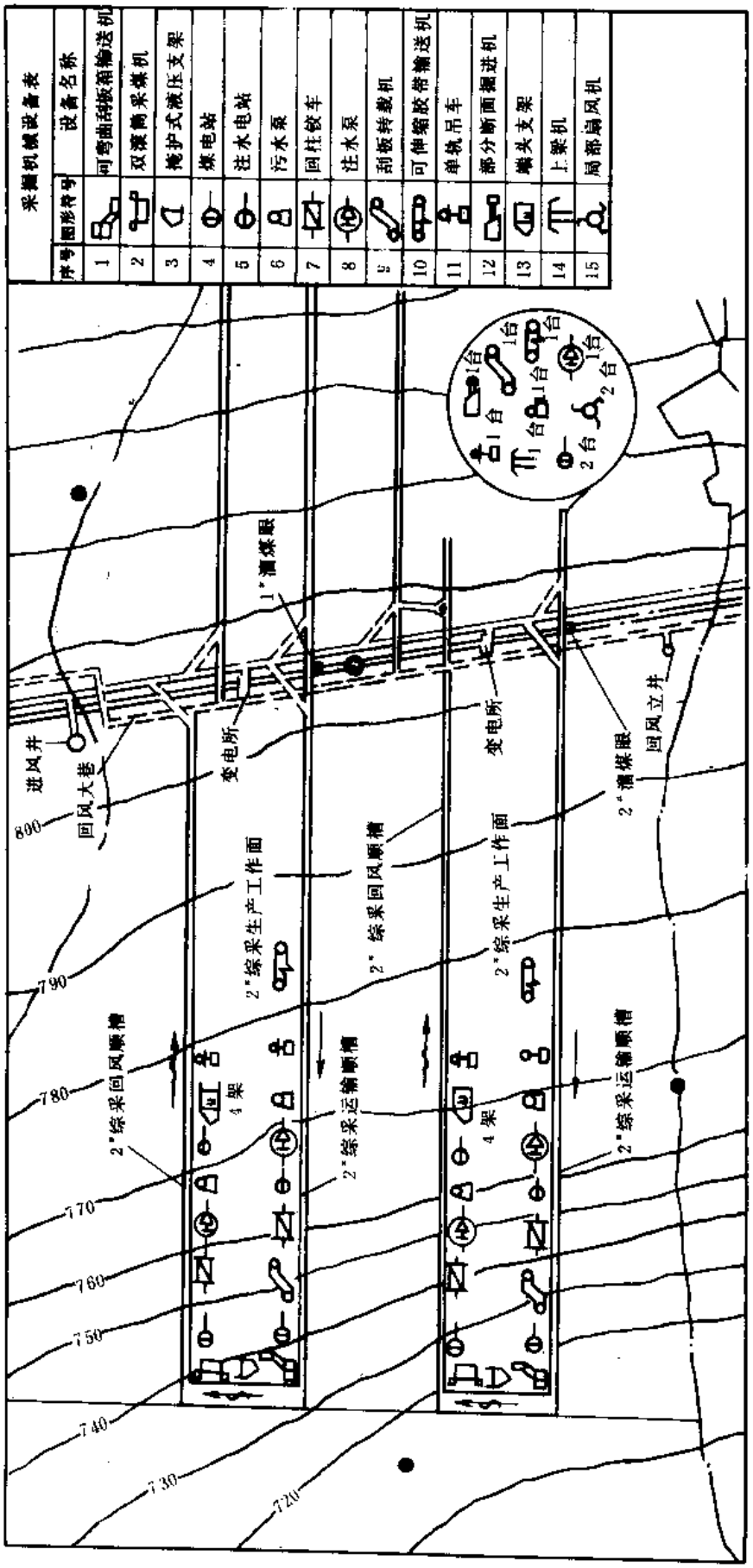



图 9.3-99 采区布置及机械配备图（ZBD 90004—88）

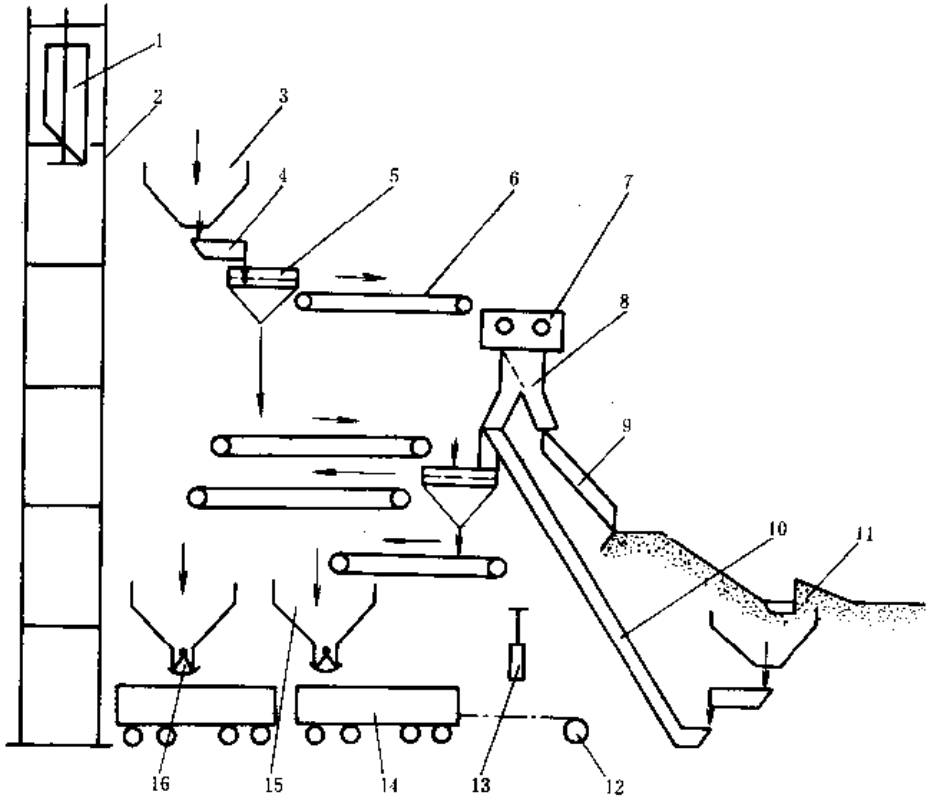



**图 9.3-100** 立井地面生产系统工艺流程示意图（ZBD90005—88）
1—箕斗 2—立井井架 3—煤仓 4—给煤机 5—筛分机
6～13 略 14—铁道车辆 15—煤仓 16—单扇闸门

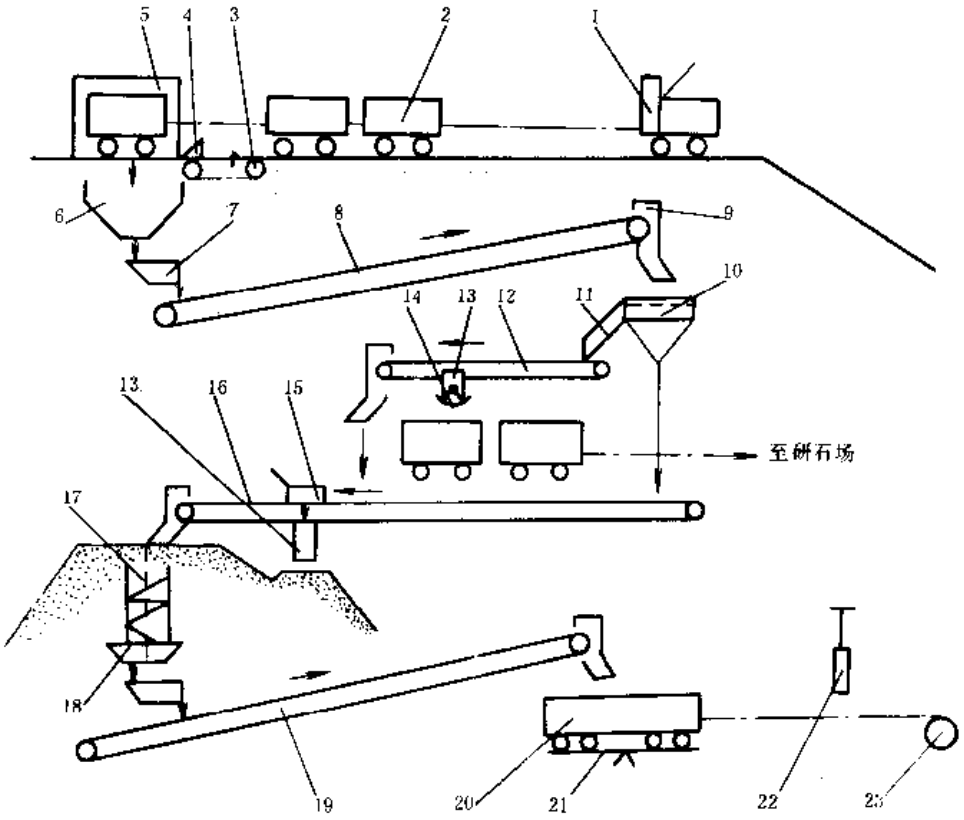



**图 9.3-101** 斜井地面生产系统工艺流程示意图（ZBD 90005—85）
1—架线式电机车 2—矿车 3—推车机 4—阻车器 5—翻车机
6～19 略 20—铁道车辆 21—衡器 22—平煤器 23—调车绞车

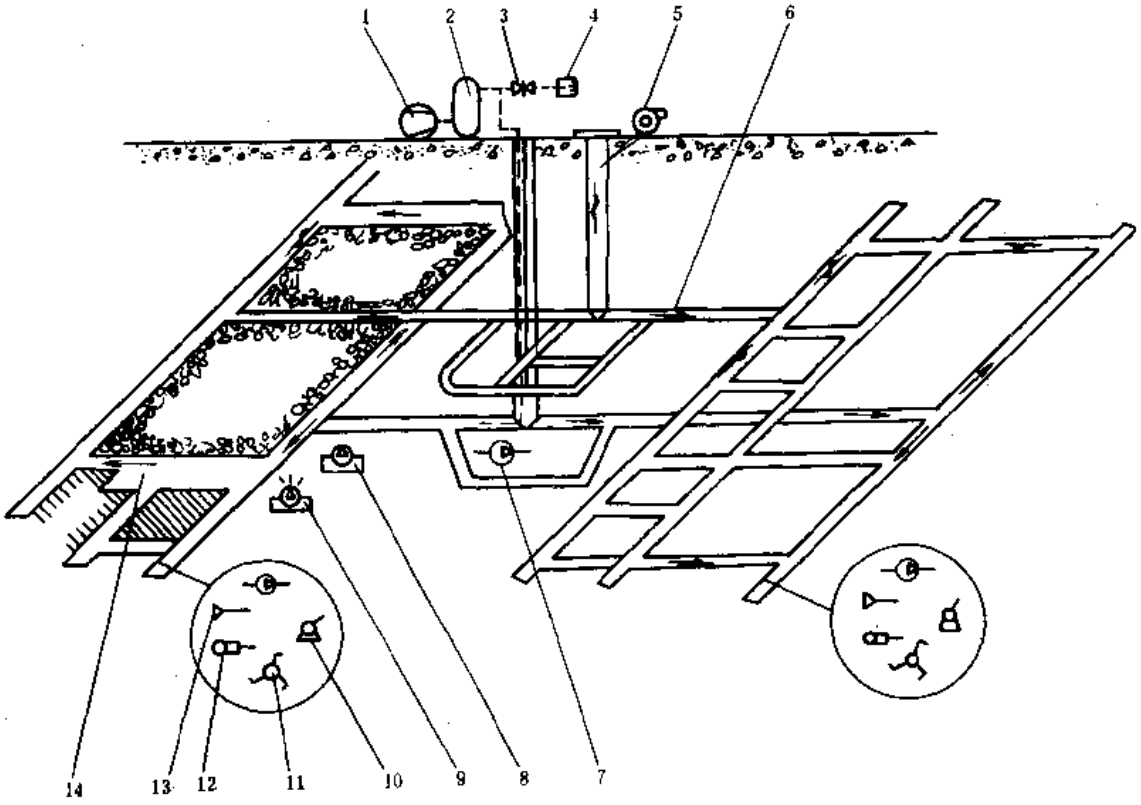



**图 9.3-102**　矿井通风、排水与压气系统示意图（ZBD 90006-88）

1—空气压缩机　2—风包　3—闸阀　4—降压阀　5—离心式通风机　6～9、12、13 略

10—喷浆机　11—局部扇风机　14—进风风流

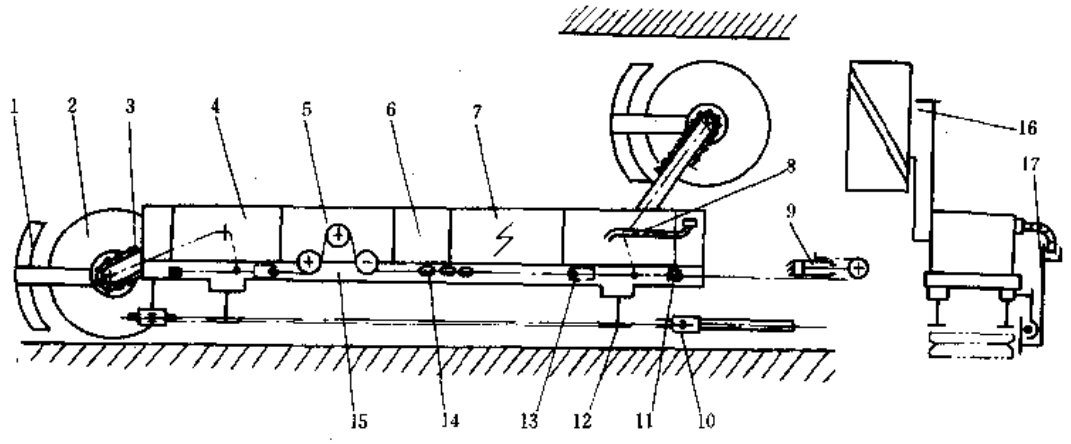



**图 9.3-103**　MLS 3 170 型双滚筒采煤机简图（ZBD 90007—88）

1—挡煤板　2—滚筒　3—挡煤板翻转机构　4—截割部固定齿轮箱　5～13 略

14—锚链　15—底拉架　16—摇臂　17—电缆槽

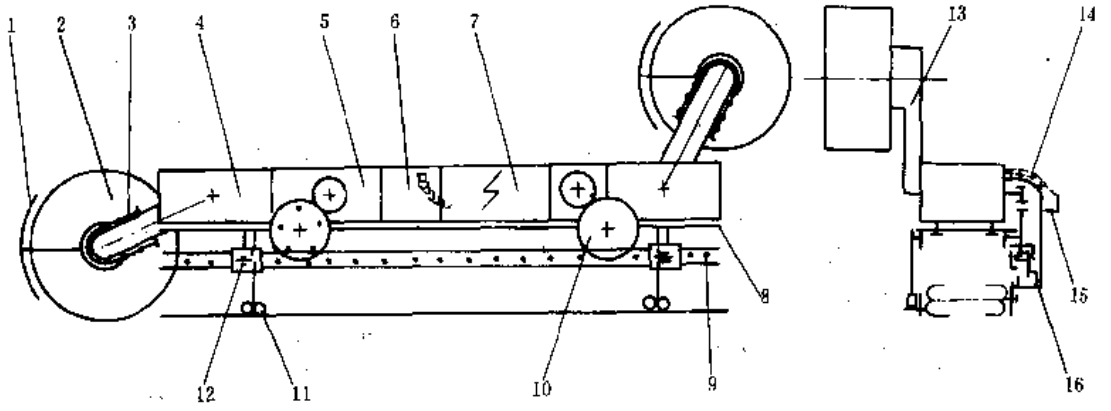
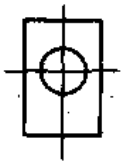
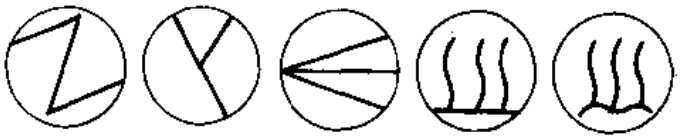
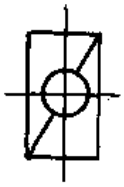
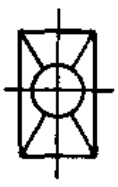
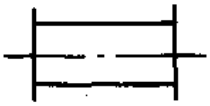
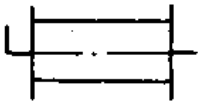
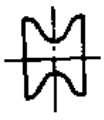
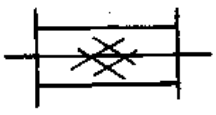
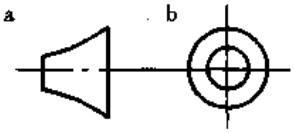



**图 9.3-104**　MXA—300 型双滚筒采煤机简图（ZBD 90007）

1—挡煤板　2—滚筒　3—挡煤板翻转机构　4—截割部固定减速箱　5—牵引部　6～11 略
12—导向套　13—摇臂　14—电缆罩　15—电缆槽　16—齿轮座

**表 9.3-119　基本构件**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2.1.1　原动机及其动力源性质<br>（通用）<br>  |  <br>a）电动　b）液压　c）气动　d）内燃　e）蒸汽 | | |
| 2.1.2　不可移动原动机<br>  | 2.1.3　可移动原动机<br>  | 2.3.1　手制动<br> | 2.3.2　脚制动<br> |
| 2.2.1　绳索卷筒<br>  | 2.2.4　手摇卷筒<br>  | 2.5.3　槽型摩擦鼓轮<br>  | 2.5.4　圆球摩擦鼓轮<br> |
| 2.2.2　渔网卷筒<br>  | 2.5.1　普通摩擦鼓轮<br>  | 2.5.5　盘型摩擦鼓轮<br> | 2.6.1　排绳机构<br> |

（6）MLS3—170 型双滚筒采煤机简图（ZBD90007）（参见图 9.3—103）

（7）MXA—300 型双滚筒采煤机简图（ZBD 90007）（参见图 9.3-104）

## 3.5 渔船捕捞机械设备图形符号(GB 6634—86)

该标准规定了渔船常用的主要捕捞机械设备的图形符号。该符号绘制在渔船总布置图，渔捞设备布置图上表示相应的捕捞机械设备；也可用在渔捞作业和院校教材的原理图中。

(1) 基本构件 (参见表9.3-119)(择要介绍)

(2) 滑轮、滚筒 (参见表9.3-120)(择要介绍)。

(3) 拖网弹钩(参见表9.3-121)

(4) 绞纲机、起网机示例(标准附录) (参见表9.3-122)

**表9.3-120 滑轮、滚筒**

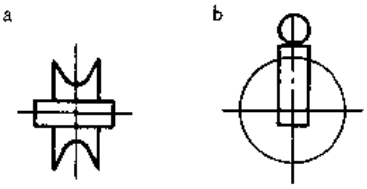
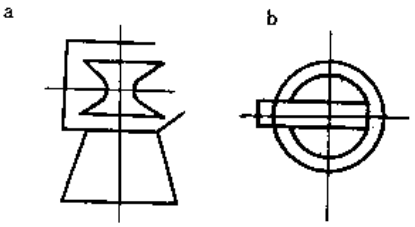
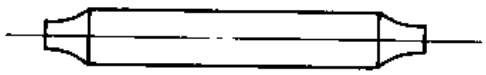
| | |
|---|---|
| 3.1 悬挂式滑轮（车）<br>  | 3.2 落地滑轮<br>  |
| 3.5 艉部长滚筒<br>  | |

**表9.3-121 拖网弹钩**

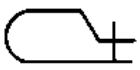
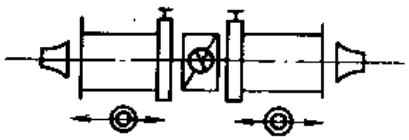
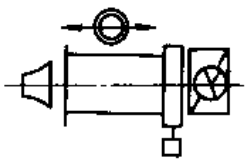
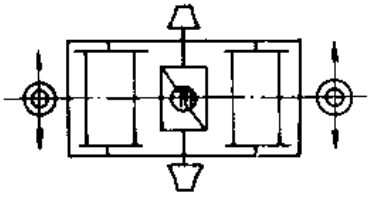
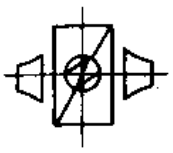
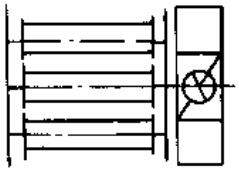
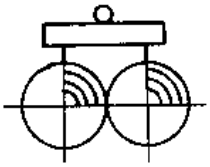
| | |
|---|---|
| 4.1 普通弹钩<br>  | 4.2 液压弹钩<br> |

**表9.3-122 绞纲机、起网机**

| | |
|---|---|
| A.1.1 串联绞纲机<br>  | A.1.3 分列绞纲机<br>  |
| A.1.2 并联绞纲机<br>  | A.1.4 双边摩擦鼓轮绞纲机<br>  |

（续）

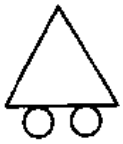
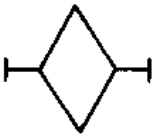
| A.1.9　起钓机 | A.1.13　三滚轮围网起网机 | A.1.14　悬挂式起网机 |
|---|---|---|
| |  |  |

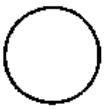
## 3.6　消防设施图形符号（GB 4327—84）

该标准所确定的符号适用于建设、工程建设、消防等部门的消防方案设计。该标准的第1、2章为基本符号和辅助符号，其他各章所列的消防设施符号的构成大部分是由基本符号和辅助符号配合而成的。

（1）基本符号　（参见表9.3-123）（择要介绍）

**表9.3-123　基本符号**

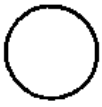
| 1.1　手提式灭火器 | 1.2　推车式灭火器 | 1.5　固定式灭火系统（指出应用器） |
|---|---|---|
| |  |  |

| 1.3　固定式灭火系统 | 1.6　消防用水立管 | 1.7　灭火设备安装处所 | 1.9　报警启动装置 |
|---|---|---|---|
| |  | | |

| 1.8　控制和指示设备 | 1.10　火灾警报装置 | 1.11　消防通风口 |
|---|---|---|
| | | |

（2）辅助符号（参见9.3-124）（择要介绍）

**表9.3-124　辅助符号**

| 2.1　水 | 2.2　泡沫或泡沫液 | 2.3　无水 |
|---|---|---|
| | |  |

（续）

| | | |
|---|---|---|
| 2.4　BC 类干粉 | 2.5　ABC 类干粉 | 2.6　卤代烷 |
| 2.7　二氧化碳 | 2.8　阀 | 2.11　热 |
| 2.12　烟 | 2.14　易爆气体 | 2.15　手动启动 |
| 2.16　电铃 | 2.13　火焰 | 2.20　光信号 |

（3）灭火器符号（参见表 9.3-125）（择要介绍）

**表 9.3-125　灭火器符号**

| | | |
|---|---|---|
| 3.1　清水灭火器 | 3.3　BC 类干粉灭火器 | 3.6　二氧化碳灭火器 |
| 3.7　推车式泡沫灭火器 | 3.9　推车式 ABC 类干粉灭火器 | 3.10　推车式卤烷灭火器 |

（4）固定式灭火系统符号（参见表 9.3-126）（择要介绍）

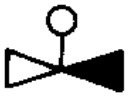
**表 9.3-126　固定式灭火系统符号**

| 4.1　水灭火系统（全淹没） | 4.2　泡沫灭火系统（全淹没） | 4.6　二氧化碳灭火系统 | 4.7　手动控制的灭火系统 |
|---|---|---|---|
| | | | |

（5）消防管路及配件符号（参见表 9.3-127）（择要介绍）

**表 9.3-127　消防管路及配件符号**

| 5.1　干式立管 | 5.6　湿式立管 | 5.7　泡沫混合液立管 | 5.8　消防水管线 |
|---|---|---|---|
| | | |  |

| 5.10　消火栓 | 5.11　消防泵 | 5.12　泡沫比例混合器 | 5.15　消防水罐（池） | 5.16　报警阀 |
|---|---|---|---|---|
| | | | |  |

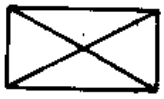
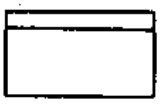
（6）灭火设备安装处所符号（参见表 9.3-128）（择要介绍）

**表 9.3-128　灭火设备**

| 6.2　BC 干粉灭火罐站（间） | 6.3　ABC 干粉罐站（间） | 6.4　消防泵站（间） |
|---|---|---|
| | | |
| 6.6　卤代烷灭火瓶站（间） | 6.1　二氧化碳瓶站 | 6.5　泡沫罐站（间） |
| | | |

（7）控制和指示设备符号（参见表 9.3-129）

**表 9.3-129　控制和指示设备符号**

| 7.1　消防控制中心 | 7.2　火灾报警装置 |
|---|---|
|  |  |

（8）报警启动装置符号（参见表 9.3-130）

（9）火灾警报装置符号（参见表 9.3-131）（择要介绍）

**表 9.3-130　报警启动装置符号**

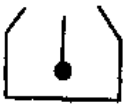
| 8.1　感温探测器 | 8.2　感烟探测器 | 8.3　感光探测器 |
|---|---|---|
| | | |
| 8.4　气体探测器 | 8.5　手动报警装置 | 8.6　报警电话 |
| | | |

**表 9.3-131 火灾警报装置符号**

| 9.1 火灾警铃 | 9.4 火灾发信号装置 |
| --- | --- |
| | |

（10）消防泄放口符号（参见表 9.3-132）

**表 9.3-132 消防泄放口符号**

| 10.1 热启动消防泄放口 | 10.2 手动消防泄放口 |
| --- | --- |
|  | |

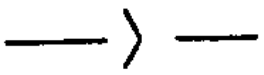
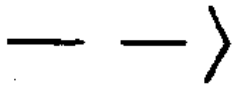
（11）火灾、爆炸危险区符号（参见表 9.3-133）（择要介绍）

**表 9.3-133 火灾、爆炸危险区符号**

| 11.1 有易燃物场所 | 11.3 有爆炸材料场所 |
| --- | --- |
| | |

（12）疏散通道符号（参见表 9.3-134）

**表 9.3-134 疏散通道符号**

| 12.1 疏散通道干线 | 12.2 疏散通道备用线 |
| --- | --- |
|  |  |
| 12.3 疏散方向 | 12.4 疏散通道终端出口 |
|  |  |

## 3.7 常用邮政设备图形符号（GB 5090—85）

该标准规定的图形符号适用于邮政工艺流程，设备布局、科研、教学、出版及国内外交流等方面。该标准有基本、一般和设备三种图形符号：

a. 基本图形符号：表示运动方向和设备的外轮廓线。

b. 一般图形符号：表示某种概念，特征和零部件。

c. 设备图形符号：表示具体设备或装置，是由基本图形符号和一般图形符号或与其他图形符号，物理量符号，文字符号组合，派生出新的图形符号。

（1）基本图形符号（参见表 9.3-135 和表 9.3-136）（择要介绍）

**表 9.3-135 基本图形符号—运动方向**

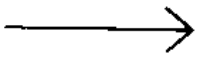
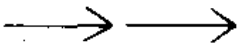
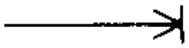
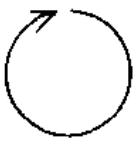
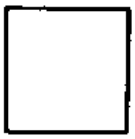
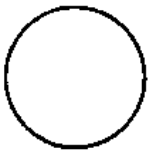
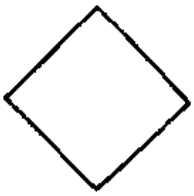
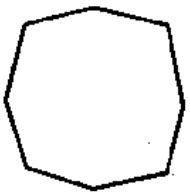
| 2.1 单向直线运动 | 2.3 断续直线运动 | 2.4 单向局限直线运动 |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 2.6 单线曲线运动 | 2.11 旋转 | 2.12 环行运动 |
| |  | |

**表 9.3-136　基本图形符号—外轮廓线**

| | | |
|---|---|---|
| 2.13　外轮廓线（一） | 2.14　外轮廓线（二） | 2.17　外轮廓线（五） |
|  |  | |
| 2.18　外轮廓线（六） | 2.19　外轮廓线（七） | 2.20　外轮廓线（八） |
| |  |  |

（2）一般图形符号（参见表 9.3-137）（择要介绍）

（3）设备图形符号

a. 函汇处理设备（参见表 9.3-138）（择要介绍）

**表 9.3-137　一般图形符号**

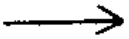
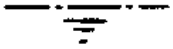
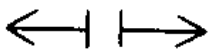
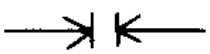
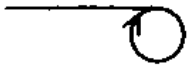
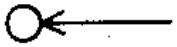
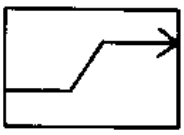
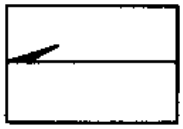
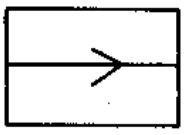
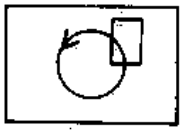
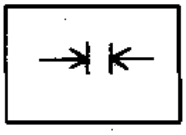
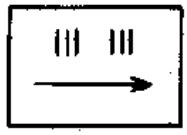
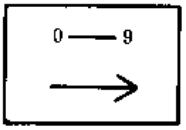
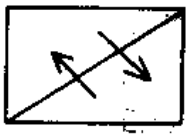
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3.1　信函分拣 | 3.2　理信 | 3.3　信函分选 | 3.6　架空牵引链 | 3.7　地面牵引链 | 3.8　地下牵引链 |
| |  | | |  | |
| 3.9　开拆 | 3.10　捆结 | 3.11　报刊包卷 | 3.12　收寄 | | |
|  |  |  |  | | |

**表 9.3-138　函汇处理设备**

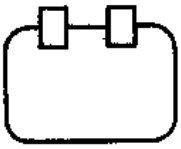
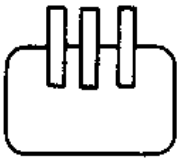
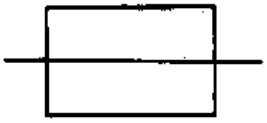
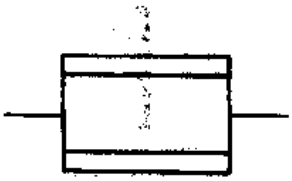
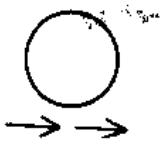
| | | |
|---|---|---|
| 4.1.1　信函分拣机 | 4.1.2　信函分选机 | 4.1.3　理信机 |
|  |  |  |
| 4.1.5　信函过戳机 | 4.1.6　邮票盖销机 | 4.1.7　捆结机 |
| |  |  |

（续）

| 4.1.8 信函标码机 | 4.1.9 汇票排号机 | 4.1.10 汇总稽校机 |
|---|---|---|
|  |  |  |

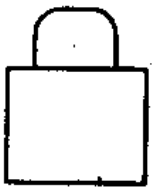
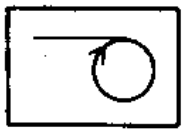
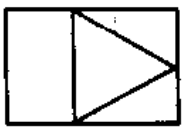
b. 包刷处理设备（参见表 9.3-139）（择要介绍）

**表 9.3-139 包刷处理设备**

| 4.2.3 环形初分机 | 4.2.4 环形细分机 | 4.2.5 吊袋机 |
|---|---|---|
|  |  |  |
| **4.2.6 程控吊袋机** | **4.2.8 开拆除尘机** | **4.2.9 上包机** |
|  | |  |

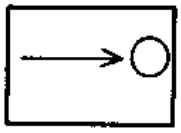
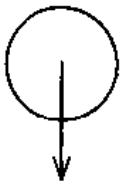
c. 报刊处理设备（参见表 9.3-140）

**表 9.3-140 报刊处理设备**

| 4.3.1 捆扎机 | 4.3.2 报刊包卷机 | 4.3.3 刊刷装袋机 |
|---|---|---|
|  |  |  |

d. 营业处理设备（参见表 9.3-141）（择要介绍）

**表 9.3-141 营业处理设备**

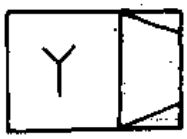
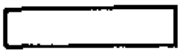
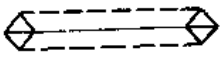
| 4.4.1 包裹收寄机 | 4.4.3 取包机 |
|---|---|
|  |  |

（续）

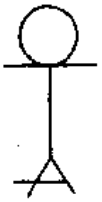
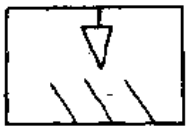
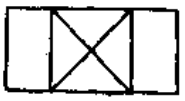
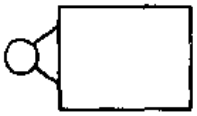
| 4.4.5 汇票开发机 | 4.4.7 营业出售机 |
|---|---|
| | |

e. 传运装卸设备（参见表 9.3-142）（择要介绍）

表 9.3-142　传运装卸设备

| | |
|---|---|
| 4.5.1　邮政汽车  | 4.5.3　邮运带式传送机  |
| 4.5.6　步进式贮存传送机 | 4.5.7　手推车 |
| 4.5.8　滚珠传送装置 | 4.5.9　链板机  |

（续）

| | |
|---|---|
| 4.5.12　普通悬挂输送机  | 4.5.14　邮袋分拣机  |
| 4.5.17　滚柱传送机 | 4.5.19　篮数式升运机  |
| 4.5.21　站台挂车  | 4.5.22　螺旋滑槽 |

# 第4章　设备用图形符号

随着新技术和新材料的不断涌现，各种复杂的机械和电器设备层出不穷。在日常生活和工作中，为了使非专业人员在较短的时间内能较快、较熟练地操作和掌握类似自动洗衣机、电视机、录相机及组合机床、数控机床等电器或设备，就必须在这些电器或设备上配置一些形象的操作指示用图形符号。因此，这些表达运动和方向，起动和停止，安全和危险等高级丰富内涵的设备用图形符号的标准化已越来越引起人们的重视。

1973年国际电工委员会提出了IEC417(1973)号出版物《设备用图形符号》，这是一个活页标准，需要时可以及时增补和更换，每一活页篇均包括符号的名称，基本图形和应用范围等。IEC417包含了所有已标准化的电气设备用图形符号。十多年来，IEC多次对IEC417(1973)进行补充，1990年颁布了IEC417J，是对IEC417(1973)出版物的第九次补充的版本，其中共列入了377个设备用图形符号，使其体系更加完善。1979年ISO/TC145发布了ISO7000/DAD—1979《图形符号—索引、目录和活页汇编》，收集汇录了除电气设备用图形符号外的ISO国际标准中所有的常用图形符号共460个。ISO7000/DAD包含了所有已标准化的机械及仪表用图形符号。IEC417J和ISO7000/DAD中的符号都是按照IEC416和ISO3461/3规定的原则设计绘制的，是两个非常有价值的设备用符号集。先进国家都非常注重设备用图形符号的标准化工作。如德国标准DIN30600--1983《图形符号一般基础》中包括了560多个标准和资料中的设备用图形符号2911个(基本上是IEC417J和ISO7000/DAD的内容)；日本也很重视这方面的工作，目前已有JIS标准和国内团体标准20多个。

目前我国共有设备用图形符号方面的标准25个。从实际情况出发，设备用图形符号标准按不同使用专业划分，可分为机床类、设备类及车辆、农林拖拉机和

机械类等三大类。

本章将扼要介绍与机械设计有关的上述三大类的国家标准，共9个，专业标准共3个。

## 1 机床类

在通用机床设备上应用的操作指示形象化符号标准有：

GB/T 3167—93 《金属切削机床 操作指示形象化符号》

GB/T 3168—93 《数控机床 操作指示形象化符号》

GB 10916—89 《木工机床 操作指示形象化符号》

### 1.1 金属切削机床操作指示形象化符号(GB/T 3167—93)

GB/T 3167—93《金属切削机床 操作指示形象化符号》规定了金属切削机床操作指示标牌和控制系统上的一些形象化符号，适用于所有金属切削机床的操作指示标牌、操作面版和标志。

#### 1.1.1 标准的主要内容

(1) 基本原则

标准中各类符号，可单独使用或组合使用，机床数字控制方面符号应符合GB/T 3168—92的规定，并能与其混合使用。

机床上使用的操作指示符号其名称符合标准时，都应使用该标准，不得另行自造。

使用操作指示符号的机床，尽可能将机床上各类标牌都使用操作指示符号，避免文字标牌与符号标牌混合使用。

符号的位置及方向，按机床的实际情况而定。

当元件、机构符号与实物相差较大时，允许用与实物相似的图形符号代替。

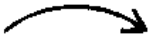
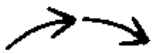
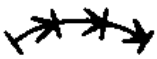
标准中的操作指示符号不够用时，可按需要自行补充，并向标准的归口单位备案。

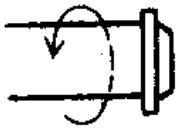
(2) 运动及速度符号（见表9.4-1）

表 9.4-1

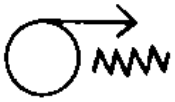
| 符号 | 名称 | 说明 | 符号 | 名称 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 连续直线运动方向 | — | | 增量的直线运动 | ISO 7000 0253 |
| | 双向直线运动 | — | | 直线重复定位 | ISO 7000 0254 |
| | 限位直线运动 | ISO 7000 0001 | | 单程限位直线运动及返回 | ISO 7000 0255 |
| | 限位直线运动及返回 | ISO 7000 0002 | | 直线运动超程 | ISO 7000 0256 |
| | 限位连续往复直线运动 | ISO 7000 0003 | | 延时限位直线运动 | ISO 7000 0257 |
| | 间歇直线运动 | ISO 7000 0252 | | | |

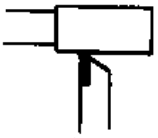
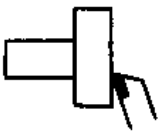
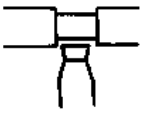
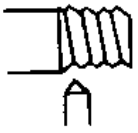
（续）

| 符　号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| | 立体仿形分行运动 | — |
| | 梳状仿形运动 | — |
| | 超前仿形运动 | — |
|  | 连续转动方向 | ISO 7000 0004<br>表示连续顺时针旋转运动，对逆时针转动需将箭头反过来 |
| | 双向转动 | ISO 7000 0005<br>表示在两个方向的交替转动 |
|  | 间歇转动 | ISO 7000 0431 |
|  | 旋转重复定位 | ISO 7000 0436 |
| | 限位转动 | ISO 7000 0006<br>表示顺时针方向的限位转动，对逆时针转动需将箭头反过来 |
| | 限位转动及返回 | ISO 7000 0007 |
| | 限位连续往复旋转运动 | ISO 7000 0008 |

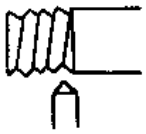
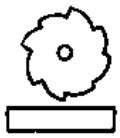
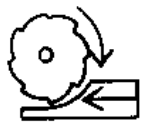
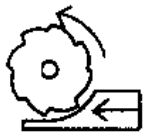
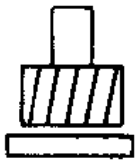
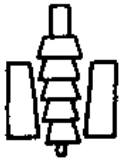
| 符　号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| | 二维运动 | — |
| | 三维运动 | — |
|  | 主轴旋转方向 | ISO/R 369 13 |
| | 一转 | ISO 7000 0009 |
| | 转数 | ISO 7000 0258 |
| | 增值 | ISO/R 369 28<br>例如：速度 |
|  | 减值 | ISO/R 369 29<br>例如：速度 |
| | 快速移动 | ISO 7000 0266 |

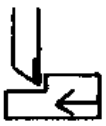
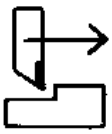
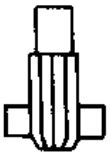
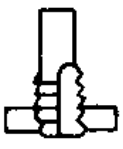
（续）

| 符　号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| | 进给 | ISO 7000<br>0259 |
| | 每行程进给 | ISO 7000<br>0264 |
| | 纵向进给 | ISO 7000<br>0260 |
| | 横向进给 | ISO 7000<br>0261 |
| | 垂向进给 | ISO 7000<br>0262 |
|  | 圆周进给；<br>切向进给 | |
| | 径向进给 | — |
| | 车削 | ISO 7000<br>0365 |

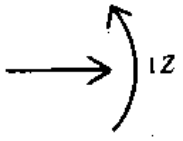
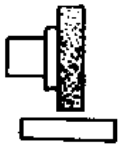
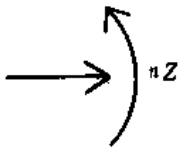
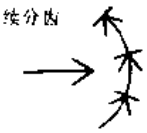
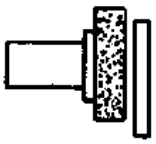
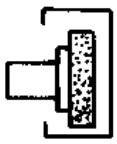
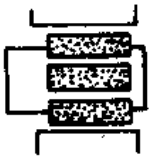
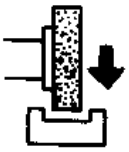
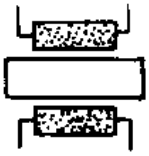
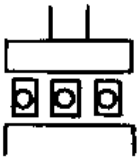
| 符　号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| | 镗削 | ISO 7000<br>0366 |
|  | 纵向车削 | — |
| | 锥度车削 | — |
|  | 端面车削 | — |
|  | 切槽；切断 | — |
| | 剪断 | ISO 7000<br>0387 |
|  | 螺纹加工 | ISO 7000<br>0382 |

（续）

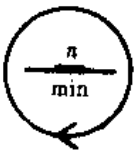
| 符　号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
|  | 左螺纹加工 | — |
|  | 铣削 | ISO 7000<br>0371 |
|  | 顺铣 | ISO 7000<br>0373 |
|  | 逆铣 | ISO 7000<br>0372 |
|  | 端铣 | — |
| | 插削 | ISO 7000<br>0369 |
|  | 内拉削 | ISO 7000<br>0386 |

| 符　号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| | 外拉削 | ISO 7000<br>0385 |
|  | 刨削 | ISO 7000<br>0367 |
|  | 刨削 | ISO 7000<br>0368<br>用于牛头刨床 |
| | 钻削 | ISO 7000<br>0370 |
|  | 铰孔 | ISO 7000<br>0383 |
|  | 攻丝 | ISO 7000<br>0384 |
| | 展成 | — |

（续）

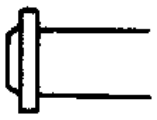
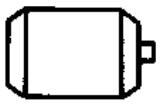
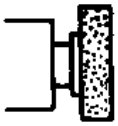
| 符号 | 名称 | 说明 | 符号 | 名称 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|
|  | 分一齿；分单齿 | — |  | 磨削 | ISO 7000 0374 |
|  | 分 $n$ 齿 | 连续分齿  |  | 端面磨削 | ISO 7000 0378 |
| | 外圆磨削 | ISO 7000 0375 | | 无进给磨削 | — |
|  | 内圆磨削 | ISO 7000 0376 |  | 内珩磨 | ISO 7000 0379 |
|  | 切入磨削 | — |  | 外珩磨 | ISO 7000 0380 |
| | 无心磨砂轮 | ISO 7000 0296 |  | 研磨 | ISO 7000 0381 |
| | 无心磨导轮 | ISO 7000 0297 | | 砂带 | ISO 7000 0299 |

（续）

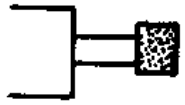
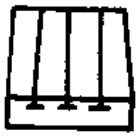
| 符　号 | 名　称 | 说　明 | 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 滚齿 | — | | 磨削火花调整 | — |
| | 插齿 | — |  | 每分钟转数 | ISO 7000<br>0010 |
| | 剃齿 | — | | | |

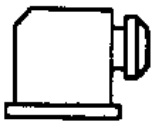
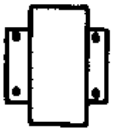
（3）元件及结构符号（见表 9.4-2）

表 9.4-2

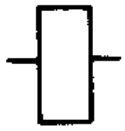
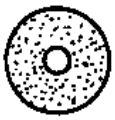
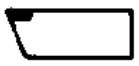
| 符　号 | 名　称 | 说　明 | 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|---|---|---|
|  | 电动机 | ISO 7000<br>0011 | | 铣削主轴 | ISO 7000<br>0269 |
|  | 主轴 | ISO 7000<br>0267 | | 钻削主轴 | ISO 7000<br>0268 |
| | 卡盘 | ISO 7000<br>0274 | | 镗削主轴 | — |
| | 花盘 | ISO 7000<br>0275 |  | 磨削主轴 | ISO 7000<br>0270 |

（续）

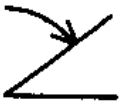
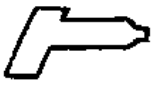
| 符号 | 名称 | 说明 |
| --- | --- | --- |
|  | 内磨主轴 | — |
| | 滚刀主轴 | — |
| | 插齿刀主轴 | — |
| | 套筒 | ISO 7000 0272 |
|  | 矩形工作台 | ISO 7000 0232 |
| | 圆工作台 | ISO 7000 0284 |
| | 矩形电磁吸盘 | ISO 7000 0283 |

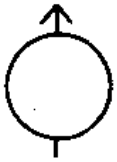
| 符号 | 名称 | 说明 |
| --- | --- | --- |
| | 圆电磁吸盘 | ISO 7000 0285 |
|  | 主轴箱 | ISO 7000 0277 |
| | 尾座 | ISO 7000 0278 |
|  | 滑枕 | ISO 7000 0280 |
| | 转塔刀架 | ISO 7000 0279 |
| | 丝杠 | — — |
| | 滚珠丝杠 | GB 4460 A4.3 |
| | 弹簧夹头 | ISO 7000 0276 |

（续）

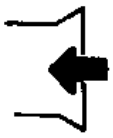
| 符　号 | 名　称 | 说　明 | 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|---|---|---|
|  | 联轴器 | ISO 7000<br>0015<br>表示两旋转轴之间的任何联接形式。例如联轴节、离合器 | | 铰刀 | ISO 7000<br>0291 |
| | 齿轮传动 | ISO 7000<br>0012 | | 丝锥 | ISO 7000<br>0292 |
| | 工件 | ISO 7000<br>0315 | | 插齿刀 | — |
| | 旋转刀具 | ISO 7000<br>0286 | | 滚刀 | — |
|  | 砂轮 | ISO 7000<br>0295 | | 带刀片的组合铣刀 | ISO 7000<br>0294 |
| | 圆锯 | ISO 7000<br>0289 |  | 整体单刃刀具 | ISO 7000<br>0287 |
| | 锯条 | ISO 7000<br>0303 | | 单刃砂轮修整器 | ISO 7000<br>0300 |
| | 钻头 | ISO 7000<br>0290 | | 凸轮 | ISO 7000<br>0016 |

（续）

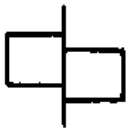
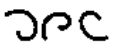
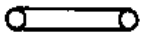
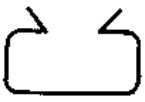
| 符　号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
| | 照明灯 | ISO/R369<br>102 |
| | 冷却液 | ISO/R 369<br>101 |
| | 液动 | — |
| | 气动 | |
|  | 脚踏开关 | GB 5465.2<br>1036 |
| | 电源开关 | 闪电标记为黑色 |
| | 润滑油 | ISO 7000<br>0391 |
|  | 润滑油脂 | — |

| 符　号 | 名　称 | 说　明 |
| --- | --- | --- |
|  | 泵 | — |
| | 冷却泵 | — |
| | 润滑泵 | — |
| | 液压泵 | — |
| | 液压马达 | — |
| | 温度计；温度控制 | — |
| | 静压轴承 | — |

（续）

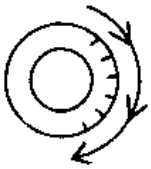
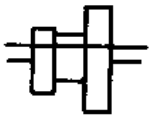
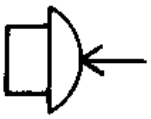
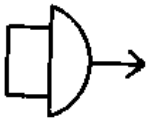
| 符　号 | 名　称 | 说　明 | 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 带传动 | ISO 7000 0013 代表各种带传动 | | 数字显示装置 | ×代表数字 |
| | 链传动 | ISO 7000 0014 代表各种链传动 | | 光学读数装置 | — |
| | 吹出 | — | | 仿形模板 | ISO 7000 0310 |
|  | 吸入 | — | | 指示仪表 | — |
| | 滤油器 | — | | 计时器 | — |
| | 缩滤油器 | — | | 外径测量 | — |
| | 加热器 | — | | 内径测量 | — |

（续）

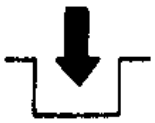
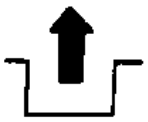
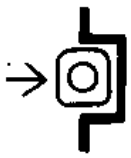
| 符　号 | 名　称 | 说　明 | 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 磁铁 | — | | 手柄 | ISO 7000<br>0327 |
| | 电磁铁 | — | | 切屑收集 | — |
|  | 防止过载的机械式安全装置 | ISO 7000<br>0314 |  | 切屑 | ISO 7000<br>0313 |
| | 双刃换刀机械手 | ISO 7000<br>0425 |  | 输送带 | ISO 7000<br>0229 |
| | 单刃换刀机械手 | ISO 7000<br>0429 |  | 容器 | ISO 7000<br>0359 |
| | 手轮 | ISO 7000<br>0326 | | 交换 | ISO 7000<br>0273 |

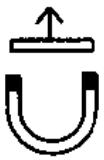
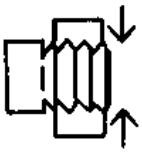
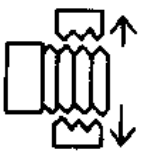
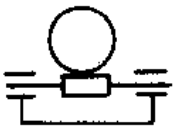
（4）操作符号（见表 9.4-3）

表 9.4-3

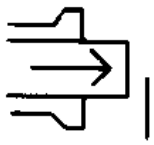
| 符号 | 名称 | 说明 | 符号 | 名称 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 无级变速 | ISO/R 369　61 |  | 微动 | — |
|  | 齿轮变速 | — | | 起动 | ISO/R 369　69<br>绿色 |
| | 可调；调整 | JB 2739　3.3.1 | | 停止 | ISO/R 369　70<br>红色 |
| | 预选；预调 | JB 2739　3.3.5 | | 起动与停止共用 | ISO/R 369　71 |
| | 自动循环（或半自动循环） | ISO 7000　0026 | | 点动；仅在按下时动作 | ISO/R 369　72 |
| | 单循环 | ISO 7000　0426 | | 停留时间调整 | — |
| | 子循环 | ISO 7000　0428 |  | 推 | — |
| | 自动循环中断并回到开始位置 | ISO 7000　0427 |  | 拉 | — |
| | 快速停止 | GB　5465.2<br>1039 | | 相对运动“出” | ISO 7000　0437 |
| | 手动 | ISO/R 369　68 | | 相对运动“进” | ISO 7000　0438 |

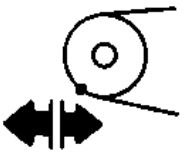
（续）

| 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|
| | 向前(面向操作者) | GB 4205　表 1 |
| | 向后(背离操作者) | GB 4205　表 1 |
| | 锁紧或固紧 | — |
| | 松开 | — |
|  | 啮合 | ISO/R 369　74 |
|  | 脱开 | ISO/R 369　75 |
| | 制动器夹紧 | — |
| | 制动器松开 | — |
|  | 装工件 | ISO 7000　0397 |
| | 卸工件 | ISO 7000　0398 |
| | 夹持旋转刀具 | ISO 7000　0401 |

| 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|
| | 释放旋转刀具 | ISO　7000　0402 |
| | 仿型装置脱开 | ISO 7000　0400 |
| | 仿型装置啮合 | ISO 7000　0399 |
| | 有磁 | — |
| | 无磁 | |
|  | 退磁 | |
|  | 开合螺母闭合 | ISO 7000　0403 |
|  | 开合螺母脱开 | ISO 7000　0404 |
|  | 脱落蜗杆 | — |
| | 送料 | — |

（续）

| 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|
|  | 送料至档块 | ISO 7000　0413 |
| | 用单刃砂轮修整器进行端面修整 | ISO 7000　0392 |
| | 用单刃砂轮修整器进行纵向修整 | ISO 7000　0393 |
| | 滚轮修整 | ISO 7000　0394 |
| | 金刚石滚轮修整 | ISO 7000　0395 |
| | 粗加工 | — |
| | 半精加工 | — |

| 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|
| | 精加工 | — |
| | 调节用表 | ×为：<br>A　电流；<br>V　电压等 |
| | 反馈控制 | ISO 7000　0095 |
| | 快速起动 | GB　5465.2<br>1038 |
| | 皮带或链的张紧 | — |
|  | 皮带或链的松开 | — |

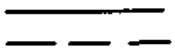
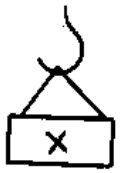
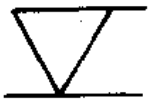
（5）安全与警告符号（见表 9.4-4）

**表　9.4-4**

| 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|
| | 注意安全 | GB 2894　2-1 图惊叹号、三角边框为黑色，底为黄色 |
| | 有电危险 | GB 2894　2-6 图闪电标记、三角边框为黑色，底为黄色 |

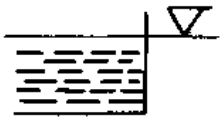
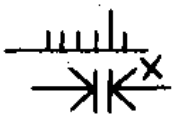
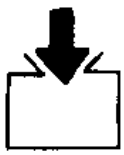
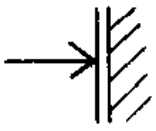
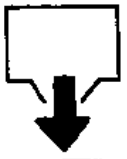
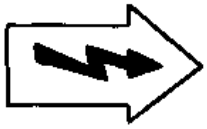
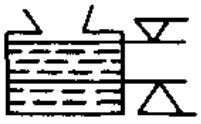
| 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|
| | 失灵；故障 | ISO　7000<br>0435 |
| | 接地 | GB　5465.2<br>1018 |

（续）

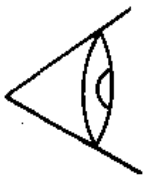
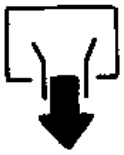
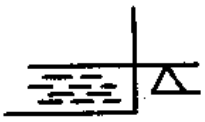
| 符　号 | 名　称 | 说　明 | 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 保护接地 | GB 5465.2 1020 | | 润滑系统故障 | — |
| | 交流电 | GB 5465.2 1002 | | 滤油器故障 | — |
|  | 直流电 | GB 5465.2 1001 | | | |
|  | 起吊重物 | ISO/R 369 103<br>×为最大重量 kg 数 |  | 水平标线 | ISO 7000 0159 |
| | 音响信号 | — | | 高于工作温度范围 | ISO 7000 0432 |
| | 过载 | — | | 低于工作温度范围 | ISO 7000 0433 |

（6）其他符号（见表 9.4-5）

**表　9.4-5**

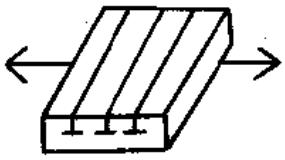
| 符　号 | 名　称 | 说　明 | 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 螺距 | ×为：<br>mm　米制螺纹<br>πm　模数螺纹<br>1/n'　英制螺纹 |  | 液面最高标线 | — |
|  | 刻度值 | ×为刻度数值 |  | 注入 | — |
|  | 间隙 | — |  | 排出 | — |
|  | 有电；工作正常 | 闪电标记为黑色 |  | 液面保持 | — |

（续）

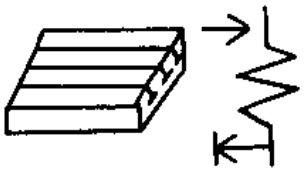
| 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|
| | 液流方向 | |
| | 气流方向 | — |
| | 运转中油液不许中断 | — |
| | 润滑 | ISO 7000 0031<br>油或油脂的润滑标志，例如：注油点、油脂点、润滑表等 |
| | 排风扇 | ISO 7000 0089 |
|  | 检验或检查 | ISO 7000 0421 |
|  | 溢出 | — |
|  | 液面最低标线 | — |
| | 排气 | — |

### 1.1.2　标准的特点和应用

GB/T 3167—93 是绘制在金属切削机床上的操作指示标牌、操作面板和标志的形象化符号的基础标准。符号组合使用示例见图 9.4-1～图 9.4-5。



工作台左右移动



工作台双向直线运动每行程进给

工作台每分钟进给量

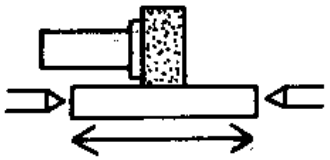
工作台连续往复直线运动，起动与停止

图　9.4-1

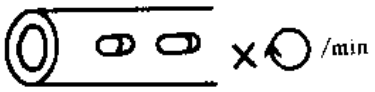
磨削主轴上升与下降

砂轮切入进给

图　9.4-2



砂轮纵向磨削




镗床主轴每分钟转数

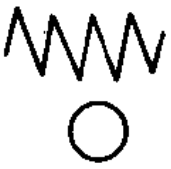
图　9.4-2（续）

在运转时不许变速

只在运转时变速

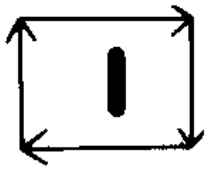
增速运转高速运转

减速运转低速运转

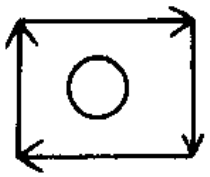


进给起动

进给停止

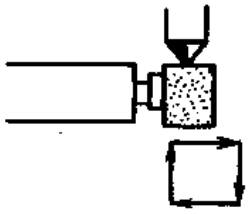


自动循环起动

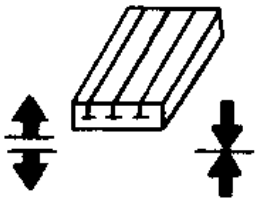


自动循环停止

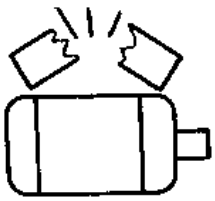
图　9.4-3



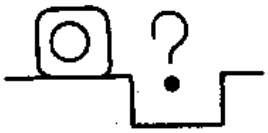
单刃砂轮修整器自动修整



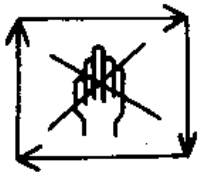
工作台锁紧与松开



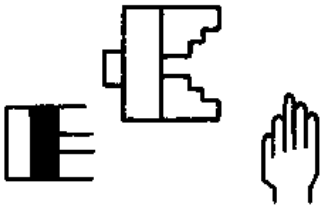
电机过载



工件没有进入工作位置



自动循环不许手动

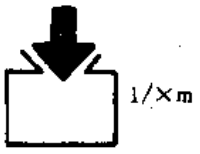


卡盘手动与液动

分电源开关
××为 NC、SCR、CNC、
PC、STD 等

图　9.4-4

每×h 润滑一次
×为数字




每×m 注入一次
每×d 注入一次　×为数字

图 9.4-5

### 1.1.3 与国际标准的对比

GB/T 3167—93 参照采用了 ISO/R 369—1964《机床上的指示符号》和 ISO 7000—1984《设备上使用的图形符号—标志一览表》。

## 1.2 数控机床操作指示形象化符号（GB/T 3168—93）

该标准规定了数控机床操作指示形象化符号，适用于所有数控机床的操作指示标牌，操作面板和标志。

### 1.2.1 标准的主要内容

（1）基本原则

标准中各类符号可单独使用，也可组合使用。一般操作指示符号应符合 GB 3167 的规定，并能与其混合使用。

机床上使用的操作指示符号其名称符合标准时，必须使用标准中的符号。

符号的大小可按设计所选定的标牌、操纵板面尺寸大小而定，布置美观、匀称为原则。绘制符号时，应按标准中符号的各部位比例绘制，避免符号图形失真。

符号的颜色除规定者外，一般为黑色或标牌材料本色。

使用操作指示符号的机床，机床上各类标牌都应尽可能使用操作指示符号，以避免文字标牌与符号标牌混合使用。

符号在机床上的位置视实际情况而定。

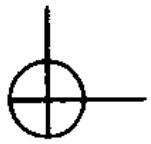
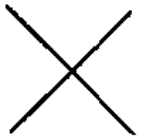
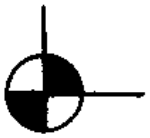
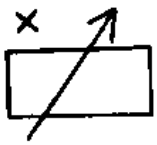
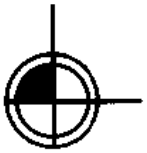
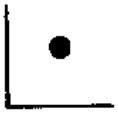
当使用标准未规定的元件、结构符号，允许用与实物相似的图形符号代替，操作指示符号不够用时，可按需要自行补充，但均需向标准的归口单位备案。

（2）基本符号（见表 9.4-6）

表 9.4-6

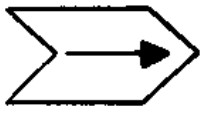
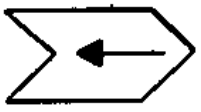
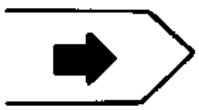
| 符　号 | 名　称 | 说　明 | 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 功能箭头 | ISO 2972 3.2 | | 程序段 | ISO 2972 4.4 |
| | 数据载体 | ISO 2972 4.1 | | 补偿或偏置 | ISO 2972 4.32 |
| | 程序<br>机床无动作 | ISO 2972 4.2 | | 存贮 | ISO 2972 4.42 |
| | 程序<br>机床有动作 | ISO 2972 4.3 | | 复位 | ISO 2972 4.45 |
| | | | | 注销；删除 | ISO 2972 4.46 |

（续）

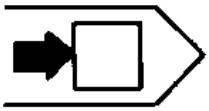
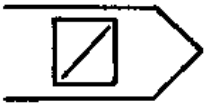
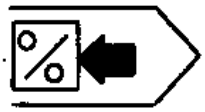
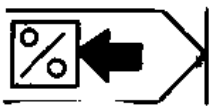
| 符号 | 名称 | 说明 | 符号 | 名称 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|
|  | 基准点；原点 | ISO 2972 4.27 |  | 相乘 | ISO 7000 0654 |
|  | 参考位置 | ISO 2972 4.28 |  | 功能码选择；查询拨码开关 | ×为M、F、T等 |
|  | 坐标系原点 | ISO 2972 4.29 | | 中断；剪辑 | GB 5465.2 2058 |
| | 百分比；倍率 | 表示程序开始功能字符 | | 暂停 | — |
| | 程序存贮 | ISO 2972 4.57 | | 跳步 | — |
| | 修正；修改；编辑 | ISO 2972 4.60 |  | 建立坐标方式 | — |

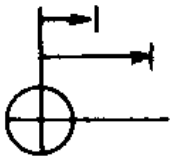
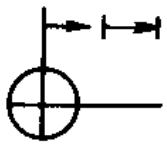
（3）控制符号（见表9.4-7）

表 9.4-7

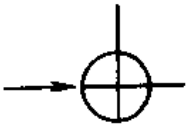
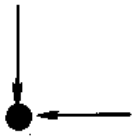
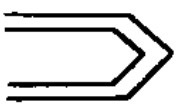
| 符号 | 名称 | 说明 | 符号 | 名称 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|
|  | 正向走带，不阅读数据，机床无动作 | ISO 2972 4.5 | | 正向连续走带，阅读全部数据，机床有动作 | ISO 2972 4.8 |
|  | 反向走带，不阅读数据，机床无动作 | ISO 2972 4.6 | | 正向单程序段走带，阅读全部数据，机床无动作 | ISO 2972 4.12 |
|  | 正向连续走带，阅读全部数据，机床无动作 | ISO 2972 4.7 | | 正向单程序段走带，阅读全部数据，机床有动作 | ISO 2972 4.9 |

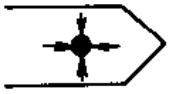
（续）

| 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|
|  | 正向特定数据检索<br>机床无动作 | ISO 2972<br>4.13<br>为每种特定使用标出数据类型，参阅3.2.9、3.2.12 |
| | 反向特定数据检索<br>机床无动作 | ISO 2972<br>4.14<br>为每种特定使用标出数据类型，参阅3.2.10、3.2.13 |
| | 正向程序段号检索，机床无动作 | ISO 2972<br>4.15 |
| | 反向程序段号检索，机床无动作 | ISO 2972<br>4.16 |
|  | 任选程序段省略 | ISO 2972<br>4.23 |
| | 正向对准功能检索，机床无动作 | ISO 2972<br>4.17 |
| | 反向对准功能检索，机床无动作 | ISO 2972<br>4.18 |
| | 程序开始 | ISO 2972<br>4.19 |
| | 程序结束 | ISO 2972<br>4.20 |
|  | 反向程序开始检索，机床无动作 | ISO 2972<br>4.12 |
|  | 程序结束；自动倒带至程序开始处，机床无动作 | ISO 2972<br>4.22 |

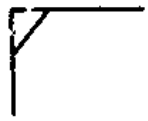
| 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|
| | 程序停止 | ISO 2972<br>4.10<br>相当于M00功能 |
| | 任选程序停止 | ISO 2972<br>4.11<br>相当于M01功能 |
| | 手动数据输入 | ISO 2972<br>4.24 |
| | 常规坐标轴控制<br>（按程序加工） | ISO 2972<br>4.25 |
| | 镜象对称坐标轴控制（按程序用镜象开关控制加工） | ISO 2972<br>4.26 |
|  | 绝对程序编制（坐标尺寸字） | ISO 2972<br>4.30 |
|  | 增产程序编制（增量尺寸字） | ISO 2972<br>4.31 |
| | 轮廓控制 | — |
| | 点位控制 | — |
| | 主轴准停 | ISO 7000<br>0412 |

（续）

| 符号 | 名称 | 说明 |
|---|---|---|
| | 机床锁住 | |
| | 数据复位 | |
| | 数据删除 | — |
|  | 返回基准点 | — |
|  | 定位终止 | ISO 2972 4.52 |
| | 存贮溢出 | ISO 2972 4.53 |
| | 预警存贮溢出 | ISO 2972 4.54 |
| | 存贮错误 | ISO 2972 4.55 |
|  | 预程序 | ISO 2972 4.58 |
| | 子程序存贮 | ISO 2972 4.59 |

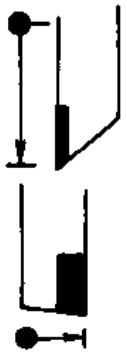
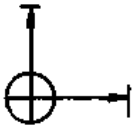
| 符号 | 名称 | 说明 |
|---|---|---|
| | 程序编辑 | ISO 2972 4.61 |
| | 存贮器内编辑数据 | ISO 2972 4.62 |
| | 缓冲存贮器 | ISO 2972 4.63 |
| | 重新定位 | ISO 2972 4.64 |
|  | 编程位置 | ISO 2972 4.65 |
| | 实际位置 | ISO 2972 4.66 |
| | 位置错误（伺服错误） | ISO 2972 4.67 |
| | 格点（辅助参考位置） | ISO 2972 4.68 |
| | 来自外圈设备的程序 | ISO 2972 4.69 |
| | 通过交替设备数据载体输入 | ISO 2972 4.70 除正常输入装置外，还采用设备时用此符号 |
| | 暂停后重新起动 | 外圈红色，一竖为绿色 |

（续）

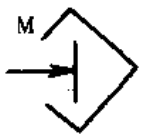
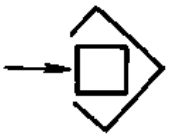
| 符　号 | 名　称 | 说　明 | 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 空运转 | — | | 翻页 | — |
|  | 倒角 | — | | 维修方式 | — |
| | 圆弧插补 | — | | 改变实际值 | — |
| | 直线插补 | — | | 闭环自动控制 | ISO 7000 0017 |
| | | | | 程序原步动作 | — |

（4）辅助符号（见表 9.4-8）

**表 9.4-8**

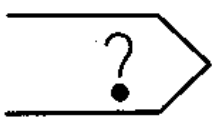
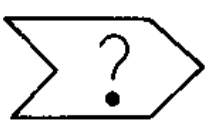
| 符　号 | 名　称 | 说　明 | 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 回转刀具长度补偿 | ISO 2972 4.35 |  | 非回转刀具偏置 | ISO 2972 4.34 |
| | 回转刀具半径补偿 | ISO 2972 4.36 | | 刀尖半径补偿 | ISO 2972 4.38 |
| | 回转刀具直径补偿 | ISO 2972 4.37 |  | 零位偏置 | ISO 2972 4.33 |

（续）

| 符　号 | 名　称 | 说　明 | 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 精定位精度 | ISO 2972 4.39 | | 转塔式刀库 | ISO 7000 0308 |
| | 正常定位精度 | ISO 2972 4.40 | | 链式刀库 | ISO 7000 0309 |
| | 粗定位精度 | ISO 2972 4.41 | | 手摇脉冲发生器 | |
| | 将数据存入存贮器 | ISO 2972 4.43 | | 程序号显示 | 其他的显示可改变文字 |
| | 由存贮器中提出数据 | ISO 2972 4.44 |  | M 码输入起动 | 其他输入可改变文字 |
| | 重调存贮信息 | ISO 2972 4.47 |  | 缓冲输入 | — |
| | 删除存贮信息 | ISO 2972 4.48 | | 存贮器锁住 | — |

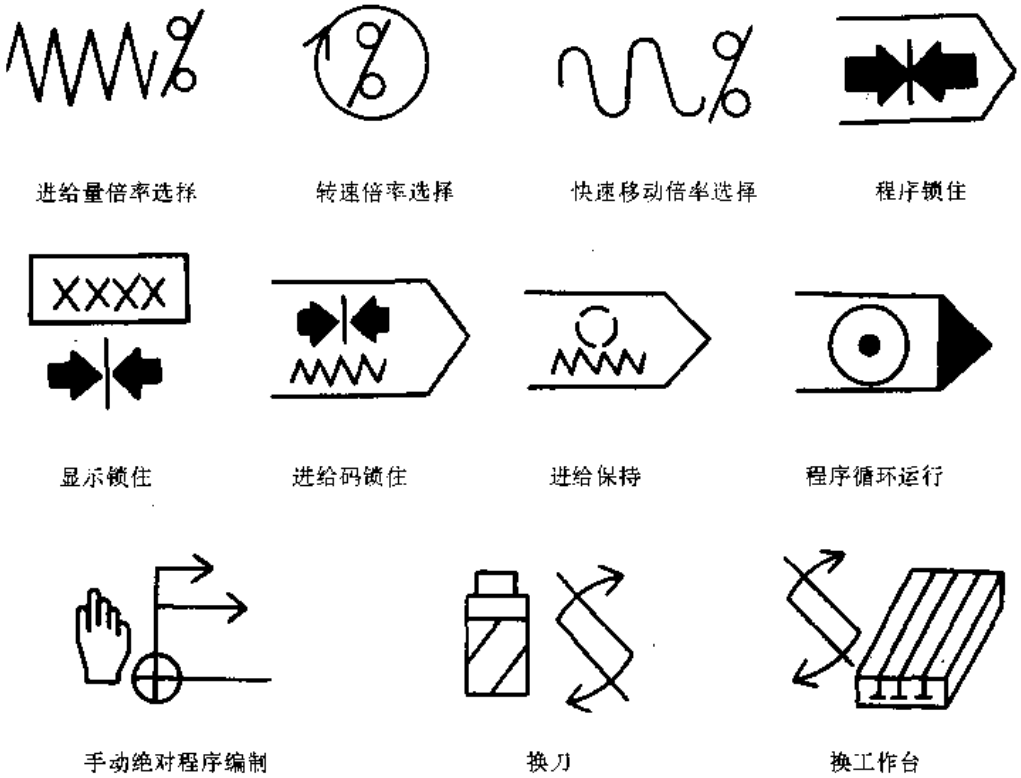
（5）安全及警告符号（见表 9.4-9）

**表　9.4-9**

| 符　号 | 名　称 | 说　明 | 符　号 | 名　称 | 说　明 |
|---|---|---|---|---|---|
|  | 程序数据错误 | ISO 2972 4.50 |  | 数据载体故障 | ISO 2972 4.51 例如：控制带撕裂或折断等 |

### 1.2.2　标准的特点和应用

GB 3168 是绘制在数控机床上的操作指示标牌、操作面板和标志的形象化符号的基础标准。操作指示符号组合应用示例见图 9.4-6。




进给量倍率选择　转速倍率选择　快速移动倍率选择　程序锁住

显示锁住　进给码锁住　进给保持　程序循环运行

手动绝对程序编制　换刀　换工作台

图 9.4-6

### 1.2.3 与国际标准的对比

GB 3168—82 参照采用了 ISO/R 369—1964《机床上的指示符号》和 ISO 7000/DAD—1979《图形符号-索引、目录和活页汇编》。

## 1.3 木工机床操作指示形象化符号(GB10916—89)

该标准规定了木工机床操作指示标牌和控制系统上的一些形象化符号，适用于所有木工机床的操作指示标牌、操作面板和标志。

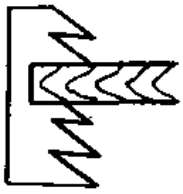
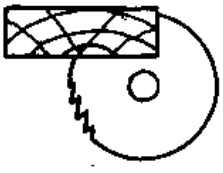
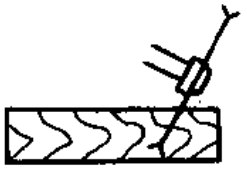
### 1.3.1 标准的主要内容

(1) 基本原则

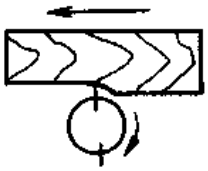
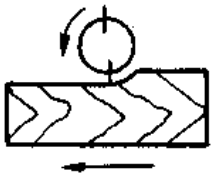
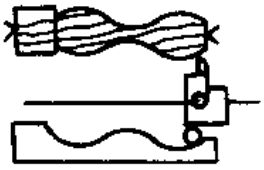
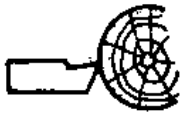
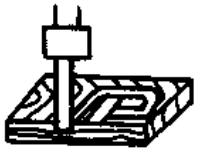
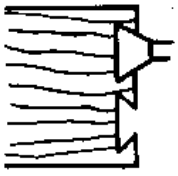
标准中各类符号，可单独使用或组合使用。此处仅列出与木工机床有关的符号，其他通用符号参见 GB 3167—82《金属切削机床操作指示形象化符号》。绘制和使用图形符号的基本原则与 GB 3167—82 相一致(见 1.1.1 (1))。

(2) 运动及速度符号（见表 9.4-10）

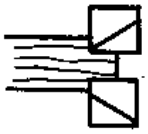
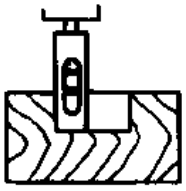
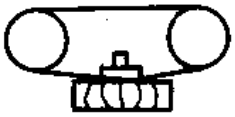
表 9.4-10

| 符　号 | 符号名称 | 备　注 |
| --- | --- | --- |
|  | 带锯切削 | |
|  | 圆锯切削 | 也可用  |

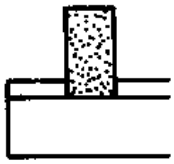
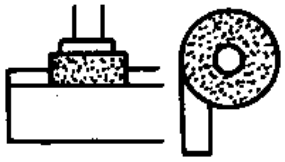
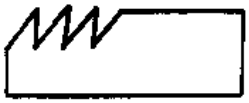
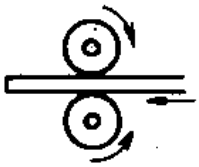
（续）

| 符　　号 | 符 号 名 称 | 备　　注 |
| --- | --- | --- |
|  | 平刨切削 | |
|  | 压刨切削 | |
| | 平刨裁口 | |
|  | 仿形车削 | |
|  | 外圆车削 | |
| | 内圆车削 | |
| | 切槽；切断 | |
|  | 仿形铣削 | |
|  | 铣削燕尾榫 | |

（续）

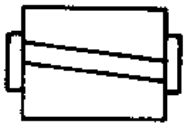
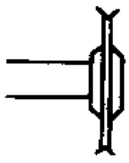
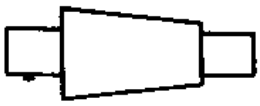
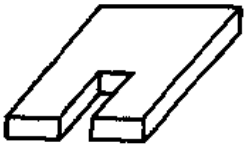
| 符　号 | 符号名称 | 备　注 |
| --- | --- | --- |
|  | 铣削直榫 | |
| | 铣削指接榫 | |
| | 铣削开槽 | |
| | 铣削裁口 | |
|  | 榫槽切削 | |
|  | 砂带平面磨削 | 也可用<br> |
| | 磨锯齿 | |
| | 磨齿前面 | |
| | 磨齿后面 | |
| | 磨齿侧面 | |

（续）

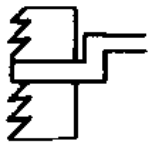
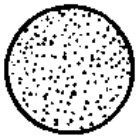
| 符　　号 | 符 号 名 称 | 备　　注 |
| --- | --- | --- |
|  | 磨削刨刀 | 也可用  |
|  | 冲齿加工 | |
|  | 锯条辊压 | |
| | 锯条焊接 | |

（3）元件及机构符号（见表 9.4-11）

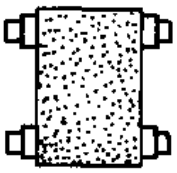
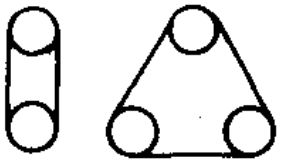
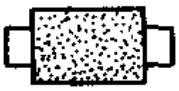
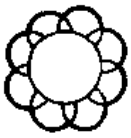
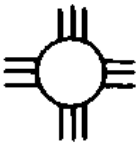
**表　9.4-11**

| 符　　号 | 符 号 名 称 | 备　　注 |
| --- | --- | --- |
|  | 刨刀轴 | 也可用 |
|  | 锯机主轴 | 也可用  |
|  | 矩型工作台 | |

（续）

| 符　　号 | 符号名称 | 备　　注 |
| --- | --- | --- |
| | 压刨工作台 | |
| | 圆形工作台 | |
| | 圆锯片 | 也可用 |
| | 链锯 | |
| | 带锯条 | 也可作框锯条 |
|  | 锯　卡 | |
| | 卡木桩 | |
| | 锯　轮 | 也可用 |
|  | 砂　盘 | |

（续）

| 符　　号 | 符 号 名 称 | 备　　注 |
| --- | --- | --- |
| | 进给辊 | 也可用 |
| | 砂　　轮 | 也可用 |
| | 套　　筒 | |
|  | 砂　　带 | 也可用  |
|  | 砂　　辊 | 也可用 |
|  | 抛光轮 | |
|  | 旋转刷 | |
| | 进给链 | |
| | 进给带 | |

（续）

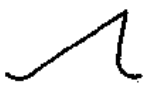
| 符　　号 | 符号名称 | 备　　注 |
| --- | --- | --- |
| | 输送链 | |
| | 输送带 | |
| | 指示灯 | |
| | 脚踏开关 | |

表 9.4-12

| 符　　号 | 符号名称 | 备　　注 |
| --- | --- | --- |
| | 有电危险 | 黄色底板，边框及闪电箭头为黑色 |

（4）安全与警告符号（见表 9.4-12）　　（5）其他符号（见表 9.4-13）

表 9.4-13

| 符　　号 | 符号名称 | 备　　注 | 符　　号 | 符号名称 | 备　　注 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | 木质工件 | 也可用 | | 右斜齿 | |
| | 锯　齿 | 也可用  | | 交叉齿 | |
| | 内凹齿 | | | 高低齿 | |
| | 左斜齿 | | | 三角齿 | |
| | | | | 锥形齿 | |

（续）

| 符　号 | 符号名称 | 备　注 | 符　号 | 符号名称 | 备　注 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 梯形齿 | | | 折背齿 | |
| | 直背齿 | | | 曲背齿 | |

### 1.3.2　标准的特点和应用

GB 10961—89 是绘制在木工机床上的操作指示标牌、操作面板和标志的形象化符号的基础标准。操作指示形象化符号应用示例见图 9.4-7。

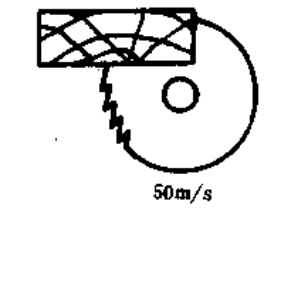



图　9.4-7

### 1.3.3　与国际标准的对比

GB 10916—89 参照采用 ISO/R 369—1964《机床上的指示符号》和 ISO 7000/DAD—1979《图形符号—索引、目录和活页汇编》，并根据国内实际需要补充了一些专用符号。

## 2　设备类

在一些专用设备上应用的操作指示形象化符号标准有：

GB 9238—88《平衡机　面板符号》

JB/T 1396—91《工业自动化仪表盘盘面布置图的绘制方法》

JB/T 5252—91《电阻焊设备用图形符号》

JB/T 5539—91《分散型控制系统硬件设备的图形符号》

GB 7516—87《缩微摄影技术　图形符号》

### 2.1　平衡机　面板符号（GB 9238—88）

GB 9238—88《平衡机　面板符号》中规定的图形符号适用于平衡机组成部分的指示器和控制器等功能和用途的表示。

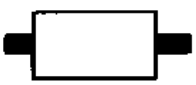
#### 2.1.1　标准的主要内容

（1）基本原则

本标准所规定的符号必须正确按本标准所示的图形表示，不许镜像颠倒或倾斜。

（2）基本符号（表 9.4-14）

表　9.4-14

| 名　称 | 符　号 | 名　称 | 符　号 |
|---|---|---|---|
| 转子端视图 | | 转子侧视图<br>（轴线垂直） | |
| 转子侧视图<br>（轴线水平） |  | 不平衡测量<br>（箭头外指） | |

（续）

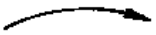
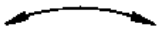
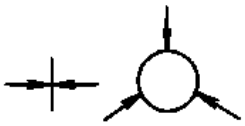
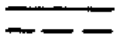
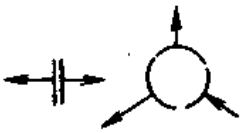
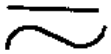
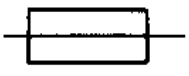
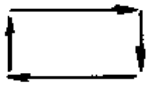
| 名　　称 | 符　　号 | 名　　称 | 符　　号 |
|---|---|---|---|
| 补　偿<br>（箭头内指） | | 自　检 | |
| 不平衡量 | | 光电头 | |
| 不平衡角度 | | 频 闪 灯 | |
| 支承位置 | | 正余弦发生器 | |
| 转子校正面 | | 方波发生器 | |
| 乘法符号 | | 静不平衡 | |
| 半　径 | | 偶不平衡 | |
| 轴向尺寸 | *a b c*<br>*d* etc | 动不平衡 | |
| 标　定 | | 量值倍率 | |
| 加　重 | | 校　正 | |
| 去　重 | | 数据贮存 | |

（3）机床和电气通用符号（表 9.4-15）

**表　9.4-15**

| 名　　称 | 符　　号 | 名　　称 | 符　　号 |
|---|---|---|---|
| 每分钟转速 | | 升　速 | |

（续）

| 名　　称 | 符　　号 | 名　　称 | 符　　号 |
|---|---|---|---|
| 降　速 |  | 手动控制 | |
| 变化率 | | | |
| 主　开　关 | | 单向旋转 |  |
| | | 双向旋转 |  |
| 接通（电源），<br>绿　色 |  | 注　意 |  |
| 断开（电源），<br>红　色 | | 信号灯 | |
| 接通/断开（按—按），<br>绿色/红色 | | 润滑 | |
| 紧急断开（全<br>红色大凸面按钮） | | 交　流，<br>频　率 $f$ | |
| 锁　紧 |  | 交　流 | |
| | | 直　流 |  |
| 松　开 |  | 交　直　流 |  |
| | | 单相交流<br>频率 $f$ | |
| 制动接通 | | $m$ 相交流<br>频　率　$f$ | |
| 制动断开 | | 熔　断　器 |  |
| 自动（或半自动）<br>循环 |  | 接　地 | |

### 2.1.2　标准的特点和应用

GB 9238—88 是表达平衡机组成部分的指示器和控制器等功能和用途的基础标准和衡量平衡机指示和控制系统先进性的标志。用于卧式平衡机的基本符号举例见表 9.4-16；用于立式平衡机的基本符号举例见

表 9.4-17。

表 9.4-16

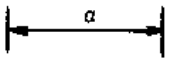
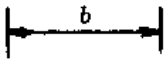
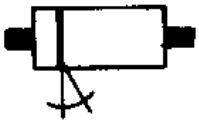
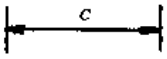
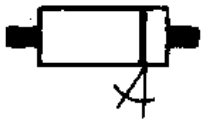
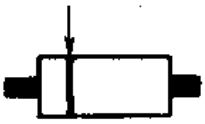
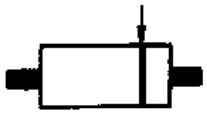
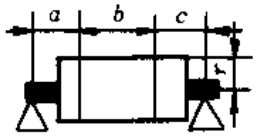
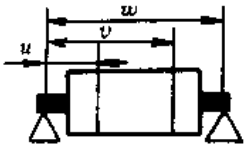
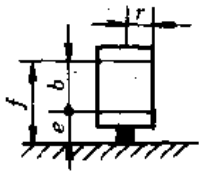
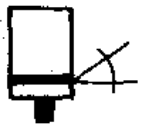
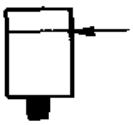
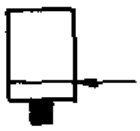
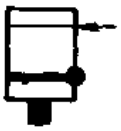
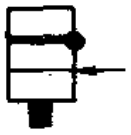
| 名　称 | 符　号 | 名　称 | 符　号 |
|---|---|---|---|
| 左校正面 | | 水平分量补偿 | |
| 右校正面 | | 左校正面至左支承面的距离 |  |
| 中心校正面 | | 左右校正面间的距离 |  |
| 左相角 |  | 右校正面至右支承面的距离 |  |
| 右相角 |  | 左校正面补偿 |  |
| 左量值 | | 右校正面补偿 |  |
| 右量值 | | 转子各平面间距的示意图 |  |
| 中心面量值 | | 转子各平面至基准平面间距的示意图 |  |
| 不平衡的垂直分量 | | 左校正平面分离 | |
| 不平衡的水平分量 | | 右校正平面分离 | |
| 垂直分量补偿 | | | |

表 9.4-17

| 名　称 | 符　号 | 名　称 | 符　号 |
|---|---|---|---|
| 上校正面 | | 前后水平分量补偿 | |
| 下校正面 | | 左右水平分量补偿 | |
| 上相位 | | 转子各平面至基准距离的示意图 |  |
| 下相位 |  | 上校正面补偿 |  |
| 上量值 | | 下校正面补偿 |  |
| 下量值 | | 上校正平面分离 |  |
| 不平衡的前后水平分量 | | 下校正平面分离 |  |
| 不平衡的左右水平分量 | | | |

### 2.1.3　与国际标准的对比

GB 9238—88 等效采用 ISO 3719 -1982《平衡机一面板符号》。在基本符号中共有 26 个符号，其中有 23 个符号采用了 ISO 3719，“量值倍率”、“校正”、“数据贮存”3 个符号是根据我的实际情况，按照法定计量单位符号和 GB 3167—82《金属切削机床指示形象化符号》增加的。同时，21 个用于卧式平衡机的基本符号举例中的“左校正平面分离”、“右校正平面分离”和 15 个立式平衡机的基本符号举例中的“上校正面补偿”、“下校正面补偿”、“上校正平面分离”、“下校正平面分离”都是根据国内实际需要增加的。

ISO 3719—1982 中符号的名称是用英文、法文、俄文给定的，同时在附录中给出了德文、意大利文、日文对照。GB 9238—88 仅规定了中文和英文名称。

## 2.2　工业自动化仪表盘盘面布置图的绘制方法（JB/T 1396—91）

该标准规定了安装在仪表盘上的工业过程测量和控制仪表、电器元件及仪表附件（简称项目）布置图的绘制方法。适用于工业自动化仪表盘盘面布置图的绘制。也适用于控制台、柜盘面布置图的绘制。

### 2.2.1 标准的主要内容

（1）术语

1）图形符号

由几何线条、图形或由它们和字符组成的一种特定符号。

2）盘面布置图

由图形符号或由它们和字符、文字的组成来表示仪表盘或控制台上安装的项目，以表达对象功能或表明制造、施工、检验和安装等技术文件的特定指示。

（2）仪表用图形符号（表 9.4-18）

（3）电器元件及仪表附件图形符号（表 9.4-19）

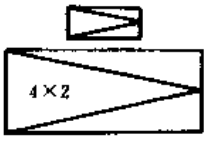
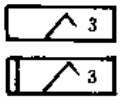
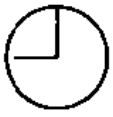
**表 9.4-18**

| 图形符号 | 名称 | 说明 | GB 4728 | 图形符号 | 名称 | 说明 | GB 4728 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a.<br>b.<br>c. | 仪表<br>a. 横装矩形<br>b. 竖装矩形<br>c. 方形 | 填入适当的符号或代号于轮廓内以表示仪表的功能 | = | C | 圆形仪表 | 填入适当的符号或代号于轮廓内以表示仪表的功能 | = |

**表 9.4-19**

| 图形符号 | 名　称 | 说　明 | GB 4728 |
|---|---|---|---|
| | 钮子开关 | | = |
| 或 | 转换开关 | | |
| | 主令开关 | | |
| a.<br>b. | 万能转换开关<br>a. 圆形<br>b. 方形 | | |
| | 旋转式多点转换开关 | | |
| a.<br>b.<br>c.<br>d. | 按钮<br>a. 圆形<br>b. 圆形带灯<br>c. 方形<br>d. 方形带灯 | | = |
| a.<br>b.<br>c.<br>d. | 按钮盒<br>a. 一般或保护型示出二个<br>b. 示出二个其中一个带灯<br>c. 密封型<br>d. 防爆型 | | = |

（续）

| 图形符号 | 名　称 | 说　明 | GB 4728 |
|---|---|---|---|
| | 限制接近的按钮（玻璃罩等） | 允许横放 | = |
| a.<br> <br>b. | 带锁按钮<br>a. 圆形<br>b. 方形 | | = |
| a.<br> <br>b. | 信号灯<br>a. 圆形<br>b. 方形 | | — |
| a.<br> <br>b. | 闪光信号灯<br>a. 圆形<br>b. 方形 | | = |
| a.<br>  <br>b. | 光字牌<br>a. 单件<br>b. 组件<br>（示出横 4 竖 2） | 排列顺序从左至右从上向下 | |
| a.<br> <br>b. | 喇叭<br>a. 电动<br>b. 气动 | | = |
| | 电铃 | | = |
| | 蜂鸣器 | | = |
| a.<br> <br>b. | 开关<br>a. 单极开关<br>b. 双极开关 | | = |
| a.<br>  <br>b.<br>c.<br>d. | 连键开关<br>a. 自锁示出 3 个<br>b. 互锁示出 3 个<br>c. 油浸自锁<br>示出 5 个<br>d. 油浸互锁<br>示出 5 个 | | |
|  | 电钟 | | = |

（续）

| 图形符号 | 名　称 | 说　明 | GB 4728 |
|---|---|---|---|
| a.<br>b.<br>c. | 插座箱（盒、板）<br>a. 单相插孔<br>示出3个<br>b. 单相带接地插孔<br>示出3个<br>c. 三相带接地插孔<br>示出3个 | | — |
| | 熔断器 | | — |
| | 端子排 | | |
| | 穿板接头排 | | |
| 或 | 气动定值器，<br>减压阀 | | |
| | 切换阀 | | |
| * | 其他附件 | 在*位置中填入其他附件符号形图 | — |

注：1. 本标准未作规定的图形符号可参见表9.4-19中“其他附件”图形符号。

2. 在同一图形符号连续重复时，可采用简化画法。

（4）工业自动化仪表盘盘面布置图常用文字符号（表9.4-20基本符号；表9.4-21辅助符号；表9.4-22过程检测和控制项目用文字符号）

**表9.4-20　文字代号**

| 序　号 | 符　号 | 名　称 | GB 7159 |
|---|---|---|---|
| A1-01 | R | 电阻器 | — |
| A1-02 | L | 电感器，电抗器 | — |
| A1-03 | C | 电容器 | — |
| A1-04 | RP | 电位器 | — |
| A1-05 | T | 变压器 | — |
| A1-06 | TV | 电压互感器 | — |
| A1-07 | TA | 电流互感器 | — |
| A1-11 | PV | 电压表 | — |
| A1-12 | PA | 电流表 | — |
| A1-13 | W | 功率表 | GB 4728.8 |
| A1-14 | COSφ | 功率因数表 | GB 4728.8 |
| A1-15 | φ | 相位表 | GB 4728.8 |
| A1-16 | Hz | 频率表 | GB 4728.8 |
| A1-21 | S | 开关 | — |
| A1-22 | SA | 选择开关 | — |
| A1-23 | SB | 按钮 | — |
| A1-24 | F，FH | 熔断器 | — |
| A1-25 | K | 继电器 | — |
| A1-26 | KM | 接触器 | — |
| A1-27 | U | 整流器 | — |
| A1-31 | HA | 电铃，电笛，蜂鸣器 | — |
| A1-32 | AA | 气笛 | |
| A1-33 | HL | 灯 | — |
| A1-34 | EL | 照明灯 | — |
| A1-35 | PX | 电源接线端子排 | |
| A1-36 | SX | 系统接线端子排 | |
| A1-37 | T | 穿板接头排 | |
| A1-38 | Y | 阀 | |
| A1-39 | Z | 过滤器 | |

**表9.4-21　辅助符号**

| 序　号 | 辅助符号 | 名　称 | GB 7159 |
|---|---|---|---|
| A2-01 | RD | 红 | — |
| A2-02 | YE | 黄 | — |
| A2-03 | GN | 绿 | — |
| A2-04 | BL | 蓝 | — |
| A2-05 | WH | 白 | — |
| A2-06 | BK | 黑 | — |
| A2-07 | T | 时间 | — |
| A2-08 | H | 热 | |
| A2-09 | MD | 中间 | — |
| A2-10 | M | 手动 | — |
| A2-11 | A | 自动 | — |
| A2-12 | S | 信号 | — |
| A2-13 | ST | 起动 | — |
| A2-14 | STP | 停止 | — |
| A2-15 | RST | 复位 | — |
| A2-16 | ON | 闭合 | — |
| A2-17 | OFF | 断开 | — |
| A2 18 | TS | 试验 | |
| A2-19 | RES | 备用 | — |

表 9.4-22

| 序号 | 第一位字母 | | 后继字母 |
|---|---|---|---|
| | 被测变量或初始变量 | 修饰词 | 功　能 |
| A | 分析 | | 报警 |
| B | 喷嘴火焰 | | 供选用 |
| C | 电导率 | | 控制（调节） |
| D | 密度或比重 | 差 | |
| E | 电压（电动势） | | 检测元件 |
| F | 流量 | 比（分数） | |
| G | 尺度（尺寸） | | 玻璃 |
| H | 手动（人工触发） | | |
| I | 电流 | | 指示 |
| J | 功率 | 扫描 | |
| K | 时间或时间程序 | | 操作器 |
| L | 物位 | | 灯 |
| M | 水分或湿度 | | |
| N | 供选用 | | 供选用 |
| O | 供选用 | | 节流孔 |
| P | 压力或真空 | | 试验点（接头） |
| Q | 数量或件数 | 积分、累计 | |
| R | 放射性 | | 记录或打印 |
| S | 速度或频率 | 安全 | 开关或打印 |
| T | 温度 | | 传送 |
| U | 多变量 | | 多功能 |
| V | 粘度 | | 阀、风门、百叶窗 |
| W | 重量或力 | | 套管 |
| X | 未分类 | | 未分类 |
| Y | 供选用 | | 继动器 |
| Z | 位置 | | 驱动、执行或未分类的执行器 |

(5) 盘面布置图

盘面布置图包括以下 11 个部分：

1) 比例

盘面布置图一般按 1：5 比例绘制，当需要选用其他比例时，应符合 GB 4457.2 的规定。

2) 图线

盘面的轮廓用粗实线绘制，项目的标志框用粗实短线表示。

3) 标注

a. 盘面布置图上应标注仪表盘的型号及项目代号；

b. 项目的标志框上可填写标志框名称，也可另列标志框名称表。

4) 项目表示方法

盘面布置图内的项目应标注位置代号及代表仪表位号的文字代号（见图 9.4-8）。

采用表 9.4-18 图形符号的项目，其文字代号应符合 GB 2625 的规定（见表 9.4-22），采用表 9.4-19 图形符号的项目，其文字代号应符合表 9.4-20 和表 9.4-21 的规定。

a. 采用表 9.4-18 图形符号的项目应在图形符号内标注位置代号及文字代号，特别使用的场合，允许将产品型号标注在文字代号下部并加注括号；位置代号应与明细表内序号基本一致。

b. 当书写在图形符号内有困难时，可标注在图形符号近旁（见图 9.4-9）。

c. 当采用表 9.4-19 图形符号时，允许只标注出位置代号（见图 9.4-10）。

d. 成组的项目可用细实线框出，标注出该项目组的位置代号（见图 9.4-11）。

5) 尺寸标注

a. 尺寸线一般标注在盘外，如果在盘外表示不清楚时，允许标注在盘内；

b. 仪表盘正面布置图上，项目安装尺寸应按中心线标注；

c. 横向尺寸应从盘中心向两边标注，纵向尺寸应从盘顶向下连续标注。

6) 注释

当含义不便用图示方法表示时，可采用下列注释方法：

a. 注释应放在所说明的对象附近；

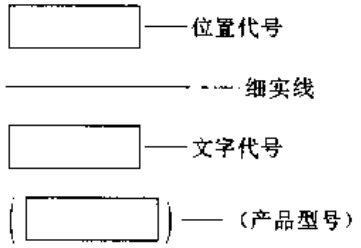
b. 在其附近加以标记，而将注释置于图边；

c. 多个注释，将这些注释加以标记并按顺序放在图边框附近。

7) 明细表

盘面布置图上的项目明细表应包括序号、位置代

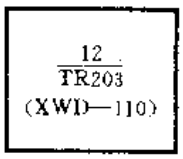
号、文字代号、名称、型号规格、单位、数量、备注等内容。




a）表示方法

8）相关图号

盘面布置图右方应列出相关图纸的图号。




b）示例

图　9.4-8

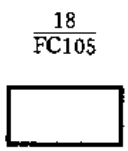



图　9.4-9

图　9.4-10

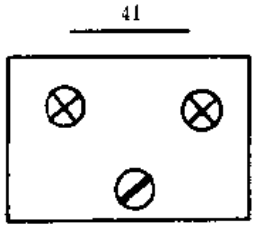



图　9.4-11

9）技术要求与说明

与盘面布置图有关的技术要求与说明应符合GB 4457的规定。

10）安装平面图

必要时，应绘制仪表盘、控制台在控制室内组装的平面图，并注明安装角及控制室平面尺寸。

11）盘面布置

盘面布置应满足使用的要求。盘面布置图的布局原则，应符合第2.2.1（6）条的规定。

（6）盘面布置图的布局

盘面布置图的布局分盘面布局和端子布局：

1）盘面布局

盘面布置图应做到布局合理，图面清晰，盘面四周要留有一定距离，左右各不小于80mm，上部不小于40mm。在仪表盘中：

a. 上段一般为指示报警区域，距盘底1650mm以上；

b. 中段一般为监控、调节、记录区域，距盘底1000～1650mm；

c. 下段一般为操纵、开关、按钮区域，距盘底800～1000mm。

2）端子布局

a. 盘内端子布局一般采用横向排列，两排端子间距离应不小于150mm；

b. 采用汇线槽配线法时，端子排间距离不小于160mm；

c. 最低的端子排距盘底应不小于250mm；

d. 固定电缆用的电缆挡距盘底应不小于150mm。

### 2.2.2　标准的特点

JB/T 1396—91是绘制工业自动化仪表盘盘面布置图的基础标准，该标准中规定的图形符号和文字代号与GB 2625—81《过程检测和控制流程图用图形符号和文字代号》、GB 4728—85《电气用图形符号》、GB 7159—87《电气技术中的文字符号通则》相一致。在绘制盘面布置图时，在项目表示方法中尽可能不写或少写产品型号，以减少图纸上文字书写量。成组的项目用细实线框出时，可以按实际位置任意框。布局中所列的段（区域）是为了盘面排列清晰而定。端子布局是考虑到端子位置涉及盘面排列而列入此标准的。

## 2.3　电阻焊设备用图形符号（JB/T 5252—91）

该标准规定了适用于电阻焊设备操作控制器和指示器上用的图形符号；使操作人员了解设备的用途和操作方法。对于其他特殊和附加图形符号要求时，则可在该产品的标准中作出特殊和附加图形符号的规定。

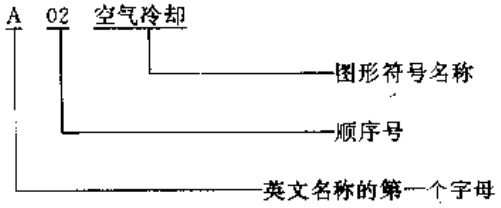
### 2.3.1　标准的主要内容

（1）图形符号的编号及名称

1）图形符号的编号由英文字母和顺序号组成。其中英文字母为图形符号英文名称的第一个字母，顺序

号由二位数字组成。

如空气冷却的图形符号表示为：




2）图形符号编号名称见表 9.4-23。

（2）图形符号的绘制原则

图形符号的绘制原则应符合 GB 5465.1—85《电气设备用图形符号的绘制原则》的各项规定。图形符号尺寸视操作控制面板大小而定；图形符号无论选择什么复制方法或复制比例，都应能清晰可认和识别。

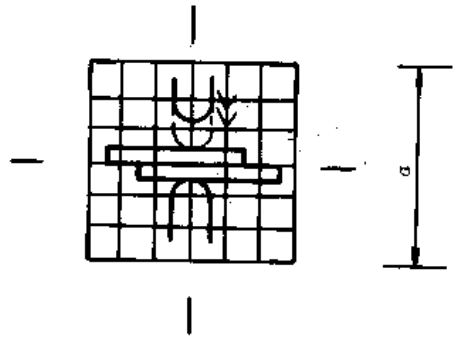
**表 9.4-23**

| 编　号 | 名　　称 | 页　码 | 编　号 | 名　　称 |
|---|---|---|---|---|
| | A | | H02 | 半周波焊接电流 |
| A01 | （电极间）最小压力的接触 | 17 | | I |
| A02 | 空气冷却 | 21 | I01 | 输入 |
| | C | | | N |
| C01 | 连续缝焊（连续电流缝焊） | 6 | N01 | （加）热脉冲数 |
| C02 | 冷却或间隙时间 | 8 | | O |
| C03 | 非焊接时的（电极）压紧 | 16 | O01 | 休止时间 |
| C04 | 无焊接电流的循环 | 17 | O02 | 接通（电源） |
| C05 | 有焊接电流的循环 | 18 | O03 | 关（电源） |
| | D | | O04 | 输出 |
| D01 | 双行程点焊 | 4 | | P |
| D02 | 电流递减时间 | 14 | P01 | 予热时间 |
| D03 | 电流递减 | 15 | P02 | 相（位）移（加热百分比） |
| | F | | | R |
| F01 | 闪光对焊 | 7 | R01 | 重复点焊 |
| F02 | 带电锻压时间 | 9 | R02 | 电阻对焊 |
| F03 | 不带电锻压时间 | 10 | | S |
| F04 | 闪光时间 | 12 | S01 | 单点焊 |
| F05 | 全周波焊接电流 | 19 | S02 | 断续电流的缝焊 |
| | H | | S03 | 予压时间 |
| H01 | 维持时间 | 11 | S04 | 启动、开始（动作） |
| S05 | 停机、停止（动作） | 23 | U03 | 电流递增时间 |
| | T | | U04 | 电流递增 |
| T01 | 回火时间 | 10 | | W |
| T02 | （加）热脉冲 | 15 | W01 | 焊接时间 |
| | U | | W02 | 恒定压力的焊接 |
| U01 | 有电顶锻时间 | 12 | W03 | 可变压力的焊接 |
| U02 | 无电顶锻时间 | 13 | W04 | 水冷却 |

（3）图形符号的尺寸

图形符号的原形符号和实际尺寸见图 9.4-12～图 9.4-53。

D01 双行程点焊
原形符号（$a$≙50mm）

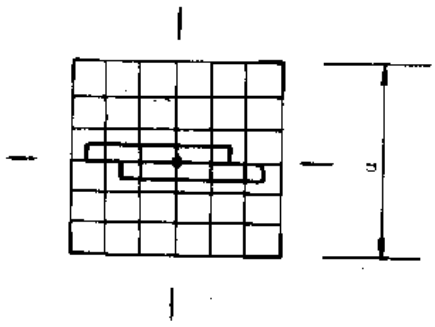


实际尺寸：$h=0.83a$
$b=0.83a$

注：$h$ 为图形符号的高度，$b$ 为图形符号的宽度，单位 mm。

图 9.4-12

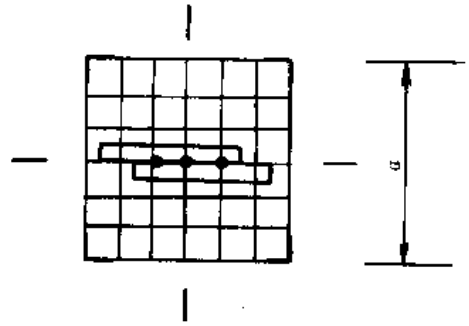
S01 单点焊
原形符号（$a$≙50mm）



实际尺寸：$h=0.17a$
$b=0.83a$

图 9.4-13

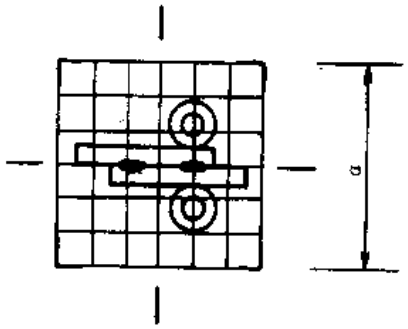
R01 重复点焊
原形符号（$a$≙50mm）



实际尺寸：$h=0.17a$
$b=0.83a$

图 9.4-14

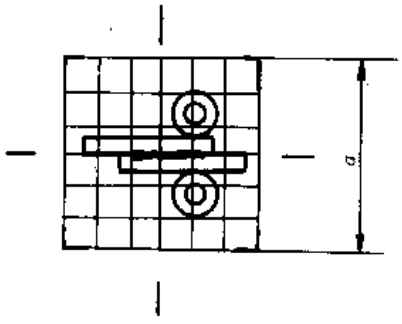
S02 断续电流的缝焊
原形符号（$a$≙50mm）



实际尺寸：$h=0.67a$
$b=0.83a$

图 9.4-15

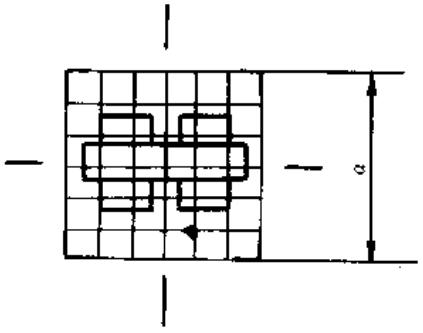
C01 连续缝焊（连续电流缝焊）
原形符号（$a$≙50mm）



实际尺寸：$h=0.67a$
$b=0.83a$

图 9.4-16

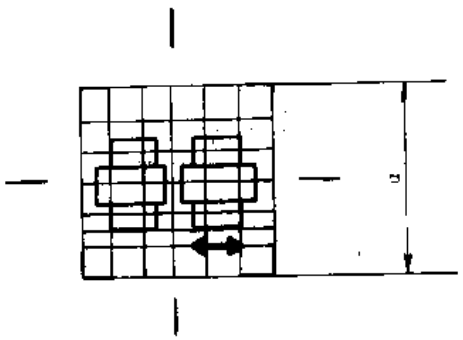
R02 电阻对焊
原形符号（$a$≙50mm）



实际尺寸：$h=0.5a$
$b=0.83a$

图 9.4-17

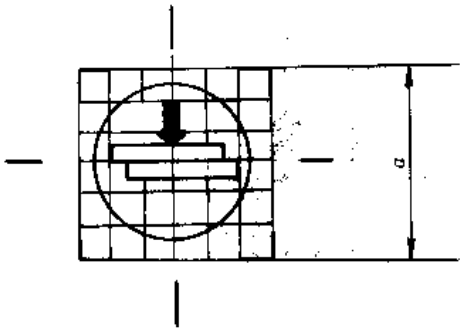
F01　闪光对焊
原形符号（$a$≧50mm）



实际尺寸：$h=0.5a$
$b=0.83a$

图　9.4-18

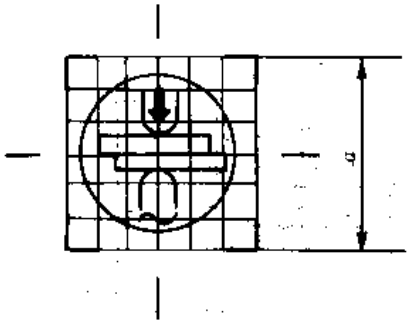
S03　予压时间
原形符号（$a$≧50mm）



实际尺寸：$h=0.8a$
$b=0.8a$

图　9.4-19

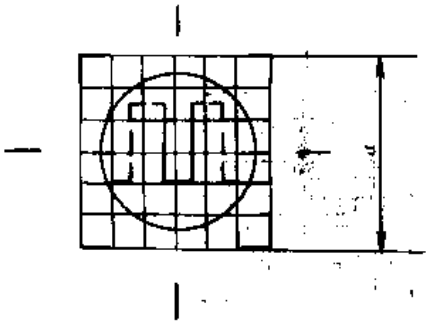
P01　予热时间
原形符号（$a$≧50mm）



实际尺寸：$h=0.8a$
$b=0.8a$

图　9.4-20

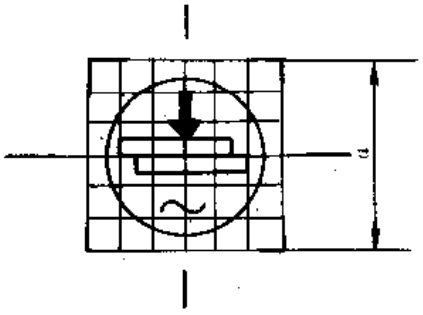
C02　冷却或间歇时间
原形符号（$a$≧50mm）



实际尺寸：$h=0.8a$
$b=0.8a$

图　9.4-21

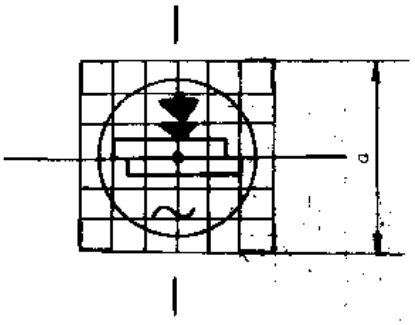
W01　焊接（通电）时间
原形符号（$a$≧50mm）



实际尺寸：$h=0.8a$
$b=0.8a$

图　9.4-22

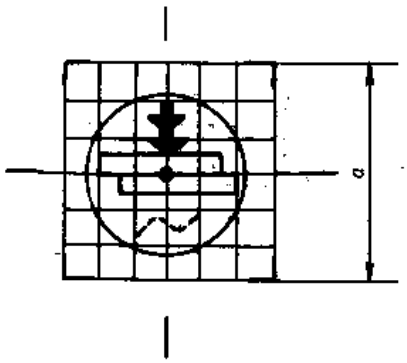
F02　带电锻压时间
原形符号（$a$≧50mm）



实际尺寸：$h=0.8a$
$b=0.8a$

图　9.4-23

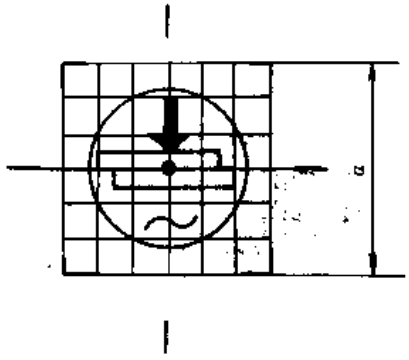
F03　不带电锻压时间
原形符号（$a$≙50mm）




实际尺寸：$h=0.8a$
$b=0.8a$

图　9.4-24

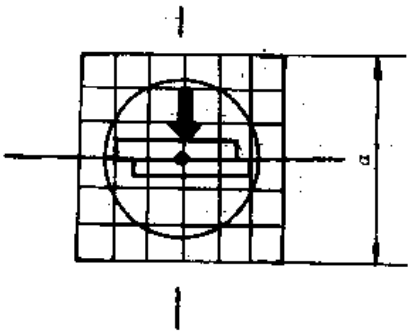
T01　回火时间
原形符号（$a$≙50mm）




实际尺寸：$h=0.8a$
$b=0.8a$

图　9.4-25

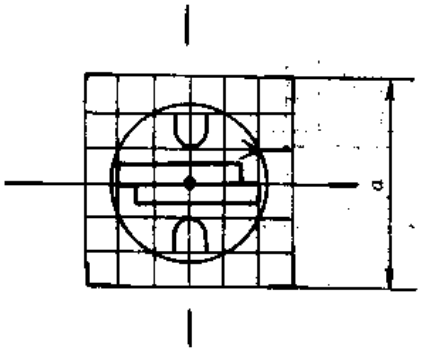
H01　维持时间
原形符号（$a$≙50mm）




实际尺寸：$h=0.8a$
$b=0.8a$

图　9.4-26

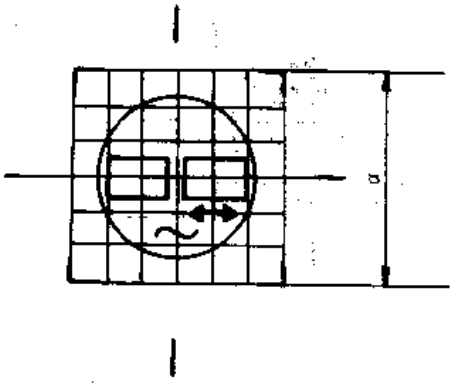
O01　休止时间
原形符号（$a$≙50mm）




实际尺寸：$h=0.8a$
$b=0.8a$

图　9.4-27

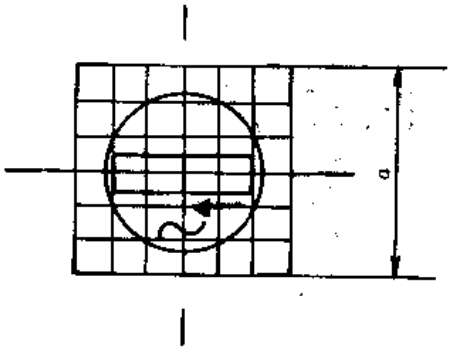
F04　闪光时间
原形符号（$a$≙50mm）




实际尺寸：$h=0.8a$
$b=0.8a$

图　9.4-28

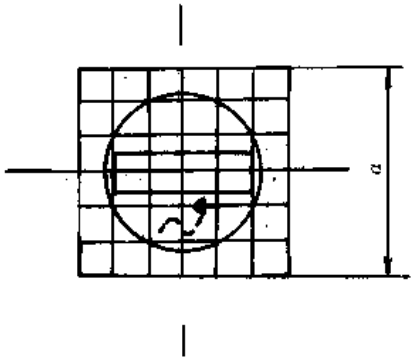
U01　有电顶锻时间
原形符号（$a$≙50mm）




实际尺寸：$h=0.8a$
$b=0.8a$

图　9.4-29

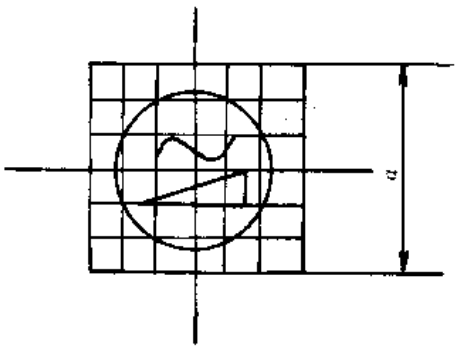
U02　无电顶锻时间
原形符号（$a$≙50mm）



实际尺寸：$h=0.8a$
$b=0.8a$

图　9.4-30

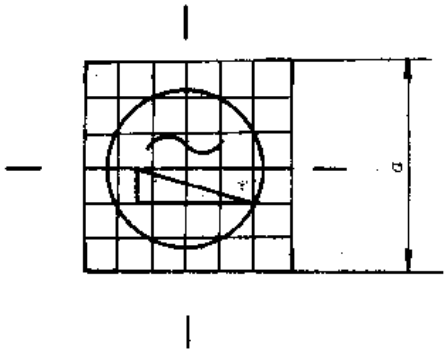
U03　电流递增时间
原形符号（$a$≙50mm）



实际尺寸：$h=0.8a$
$b=0.8a$

图　9.4-31

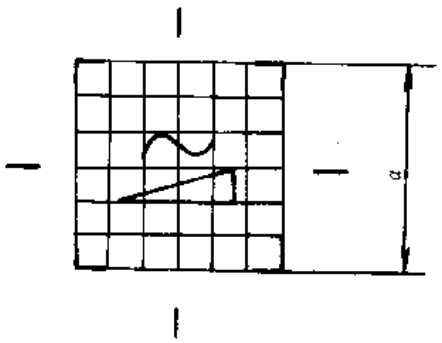
D02　电流递减时间
原形符号（$a$≙50mm）



实际尺寸：$h=0.8a$
$b=0.8a$

图　9.4-32

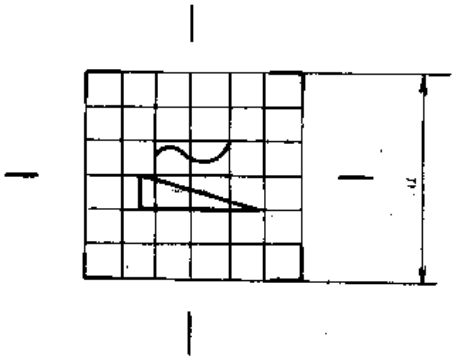
U04　电流递增
原形符号（$a$≙50mm）



实际尺寸：$h=0.33a$
$b=0.5a$

图　9.4-33

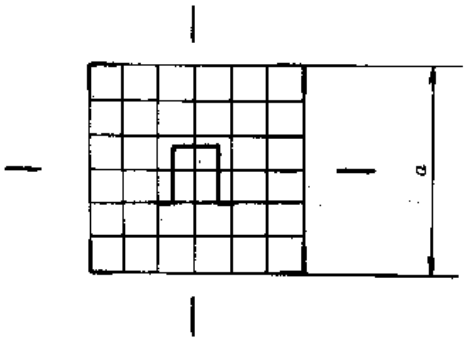
D03　电流递减
原形符号（$a$≙50mm）



实际尺寸：$h=0.35a$
$b=0.5a$

图　9.4-34

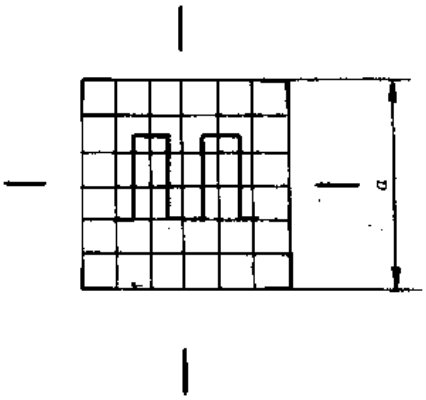
T02　（加）热脉冲
原形符号（$a$≙50mm）



实际尺寸：$h=0.21a$
$b=0.33a$

图　9.4-35

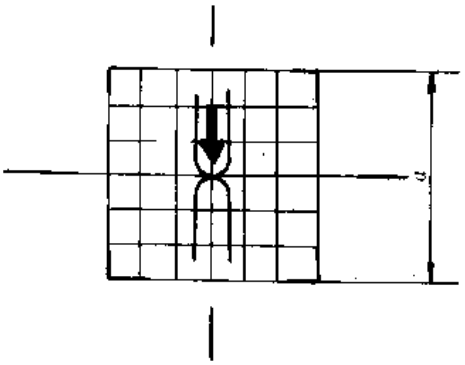
N01 （加）热脉冲数
原形符号（$a \triangleq 50mm$）




实际尺寸：$h=0.42a$
$b=0.67a$

图 9.4-36

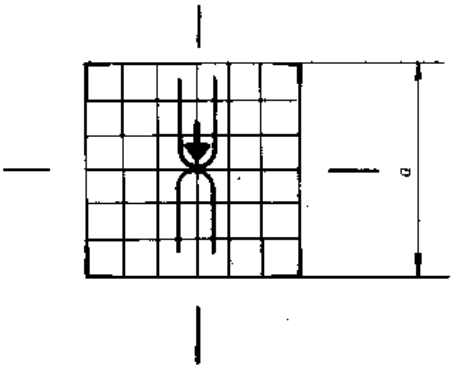
C03 非焊接时的（电极）压紧
原形符号（$a \triangleq 50mm$）




实际尺寸：$h=0.83a$
$b=0.17a$

图 9.4-37

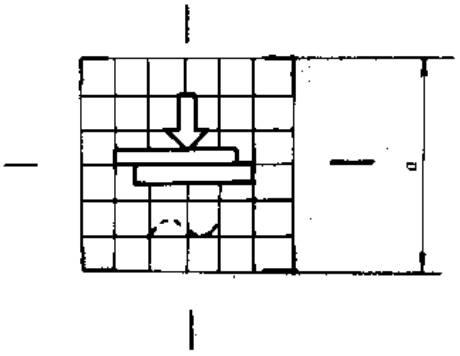
A01 （电极间）最小压力的接触
原形符号（$a \triangleq 50mm$）




实际尺寸：$h=0.83a$
$b=0.17a$

图 9.4-38

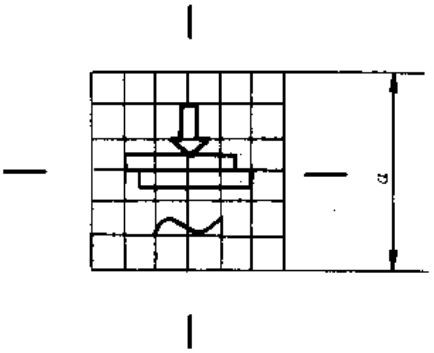
C04 无焊接电流的循环
原形符号（$a \triangleq 50mm$）




实际尺寸：$h=0.67a$
$b=0.67a$

图 9.4-39

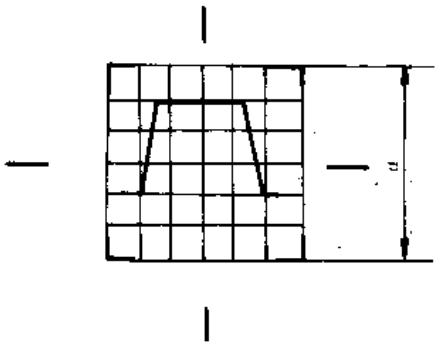
C05 有焊接电流的循环
原形符号（$a \triangleq 50mm$）




实际尺寸：$h=0.67a$
$b=0.67a$

图 9.4-40

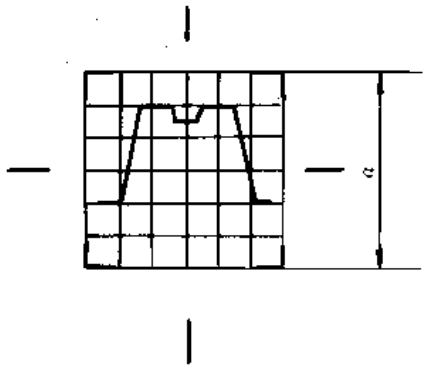
W02 恒定压力的焊接
原形符号（$a \triangleq 50mm$）




实际尺寸：$h=0.5a$
$b=0.83a$

图 9.4-41

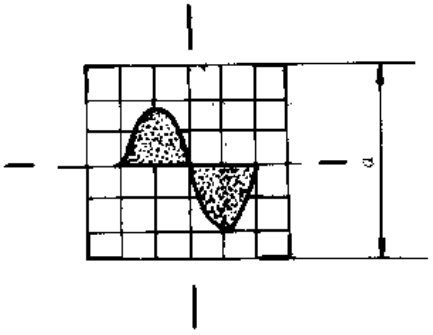
W03　可变压力的焊接
原形符号（$a$≙50mm）



实际尺寸：$h=0.5a$
$b=0.83a$

**图 9.4-42**

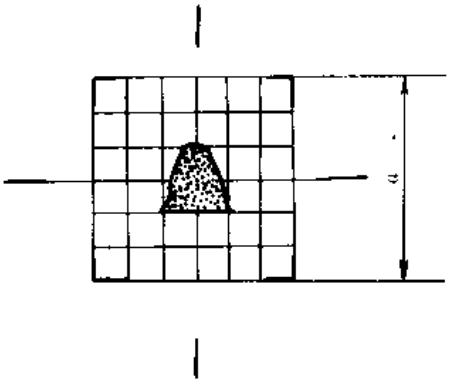
F05　全周波焊接电流
原形符号（$a$≙50mm）



实际尺寸：$h=0.67a$
$b=0.67a$

**图 9.4-43**

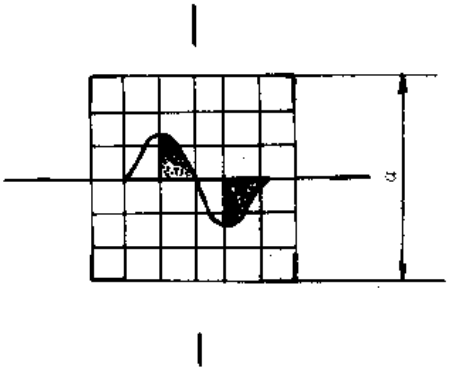
H02　半周波焊接电流
原形符号（$a$≙50mm）



实际尺寸：$h=0.33a$
$b=0.33a$

**图 9.4-44**

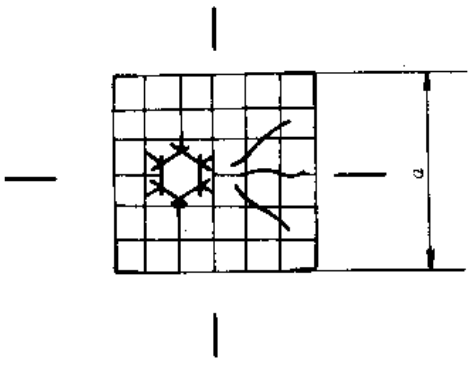
P02　相（位）移（加热的百分比）
原形符号（$a$≙50mm）



实际尺寸：$h=0.42a$
$b=0.69a$

**图 9.4-45**

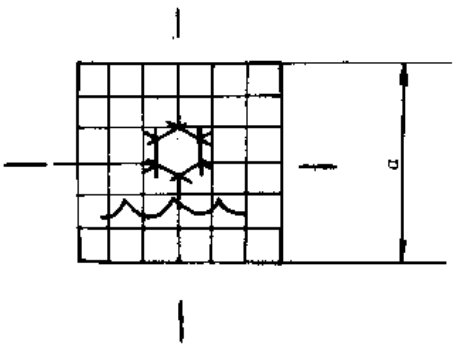
A02　空气冷却
原形符号（$a$≙50mm）



实际尺寸：$h=0.5a$
$b=0.75a$

**图 9.4-46**

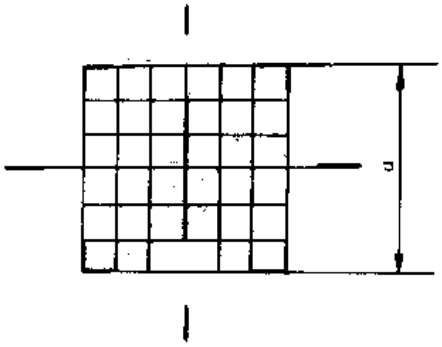
W04　水冷却
原形符号（$a$≙50mm）



实际尺寸：$h=0.5a$
$b=0.67a$

**图 9.4-47**

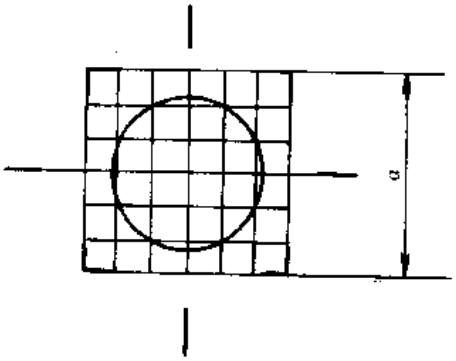
O02　接通（电源）
原形符号（$a$≙50mm）




实际尺寸：$h=0.67a$
$b=0.04a$

**图　9.4-48**

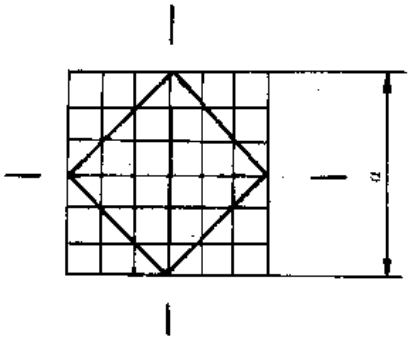
O03　关（电源）
原形符号（$a$≙50mm）




实际尺寸：$h=0.8a$
$b=0.8a$

**图　9.4-49**

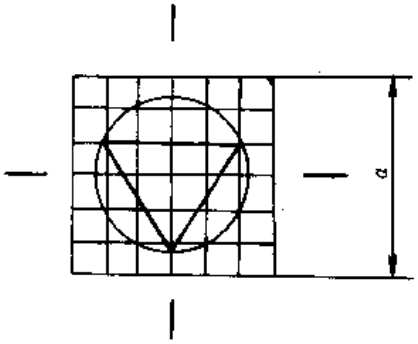
S04　启动、开始（动作）
原形符号（$a$≙50mm）




实际尺寸：$h=1a$
$b=1a$

**图　9.4-50**

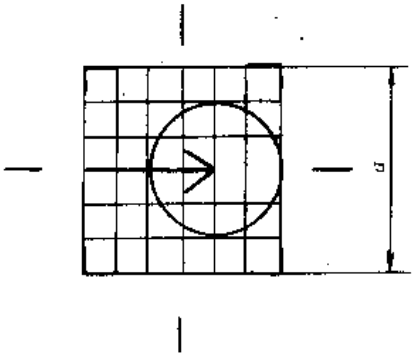
S05　停机、停止（动作）
原形符号（$a$≙50mm）




实际尺寸：$h=0.8a$
$b=0.8a$

**图　9.4-51**

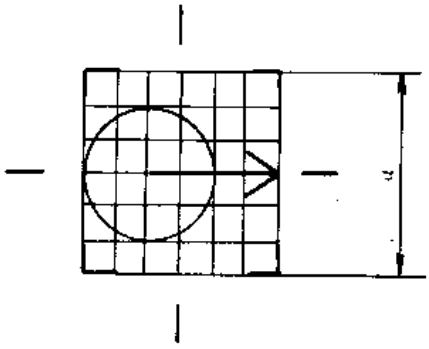
I01　输入
原形符号（$a$≙50mm）




实际尺寸：$h=0.67a$
$b=1a$

**图　9.4-52**

O04　输出
原形符号（$a$≙50mm）




实际尺寸：$h=0.67a$
$b=1a$

**图　9.4-53**

### 2.3.2　标准的特点和应用

JB/T 5252—91 是绘制电阻焊设备操作控制器和指示器的基础标准。控制系统操作面板上使用的符号，连续缝焊示例见图 9.4-54；电阻点焊焊接循环示意图见图 9.4-55；连续闪光对焊焊接循环示意图见图 9.4-56；电流递增和递减示意图见图 9.4-57；点焊程序控制图形符号示意图见图 9.4-58。

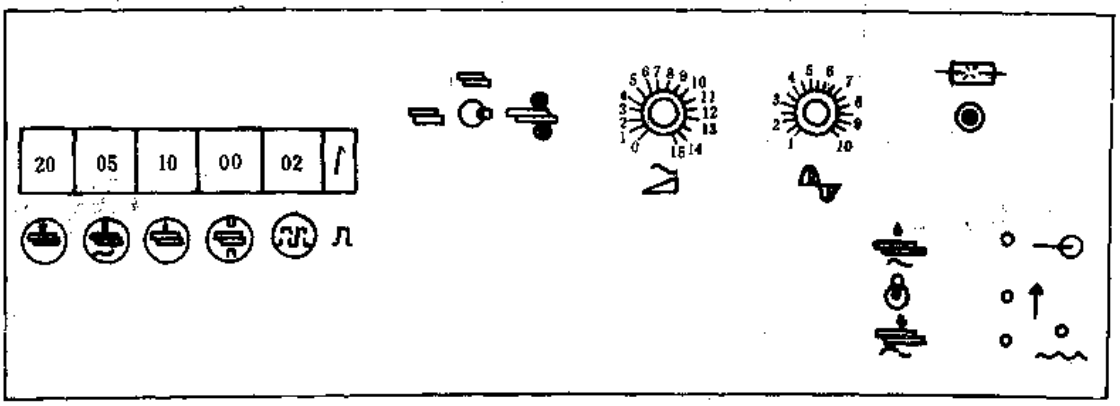



图　9.4-54

预压时间 20 周；焊接时间 5 周；维持时间 10 周；休止时间 00 周；冷却时间 02 周；（加）热脉冲 1 周

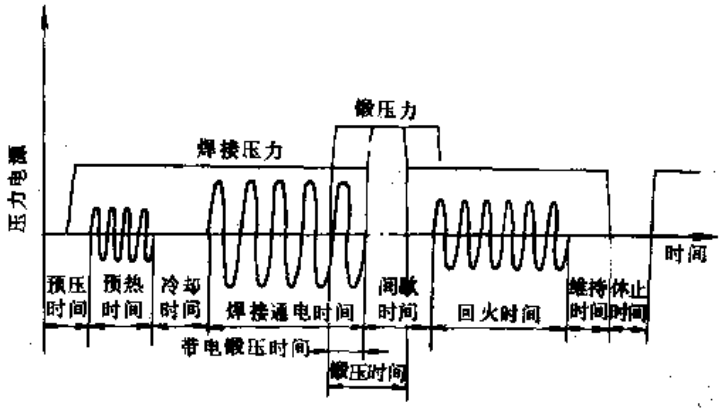



图　9.4-55

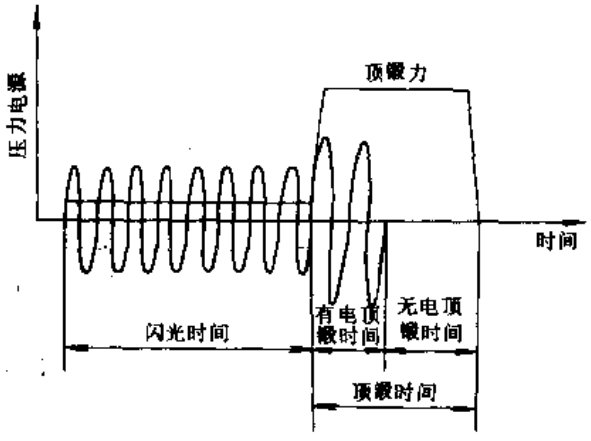



图　9.4-56

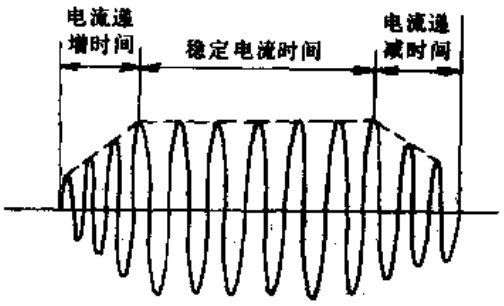



图　9.4-57

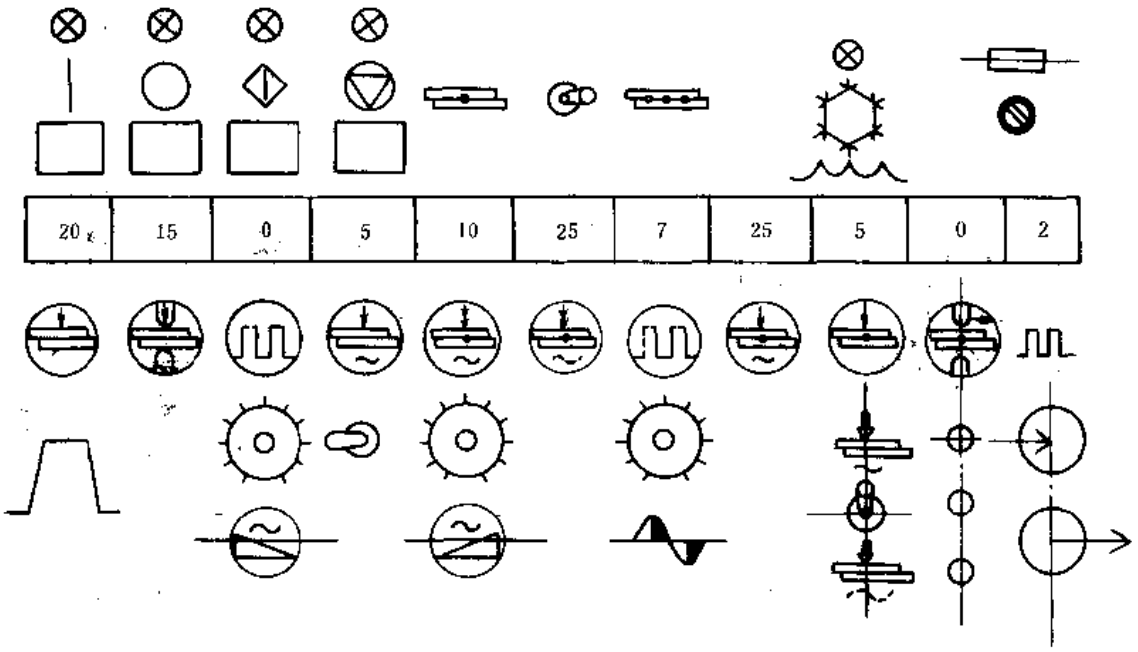



图 9.4-58

### 2.3.3 与国际标准的对比

JB/T 5252—91 等效采用 ISO 7286—1986《电阻焊设备用图形符号》，共规定图形符号 42 个，其中 33 个与 ISO 7286 相同，有 9 个为自行设计的推荐性图形符号（电阻对焊、闪光对焊、预热时间、有电和无电锻压时间、回火时间、闪光时间、有电和无电顶锻时间）。在 ISO 7286 标准规定的 33 个图形符号中有 6 个通用性电气图形符号（输入接通、关、输出、启动，停止），这些符号符合 GB 5465.2—85《电气设备用图形符号》的规定。JB/T 5252—91 中图形符号编号采用英文名称第一个字母和顺序号组成，使之不与 GB 5465.2 相混淆，本标准按其专业类型共分成六个部分即分类号为 1～6。

## 2.4 分散型控制系统硬件设备的图形符号（JB/T 5539—91）

该标准规定了分散型控制系统硬件设备的图形符号，适用于绘制分散型控制系统硬件设备的配置图。

### 2.4.1 标准的主要内容

（1）系统图符号

分散型控制系统中的硬件设备，例如管理级、监控级、过程控制级及连接设备（包括低速通信装置、中速通信装置、高速通信装置、工业控制局域网）等用长宽之比为 2∶1 的方框绘制。框内用中文或英文缩写字母注以名称，如图 9.4-59 和图 9.4-60。

（2）部件图符号

分散型控制系统各个硬件设备中的部件。例如处理部件、存储部件、通道部件、操作台、模拟操作器、各种接口部件等。用长宽之比为 2∶1 的方框绘制。框内用中文或英文缩写字母注以名称，如图 9.4-61 所示。

（3）外围设备图形符号（表 9.4-24）

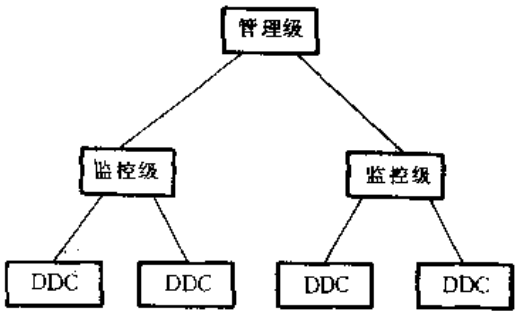



图 9.4-59

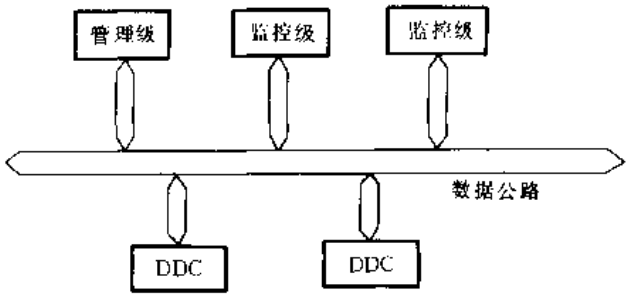



图　9.4-60

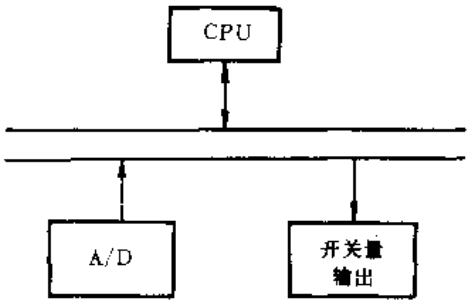
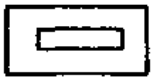
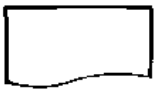
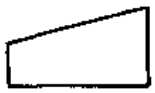
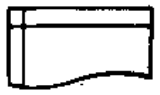



图　9.4-61

表　9.4-24

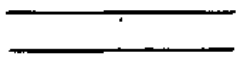
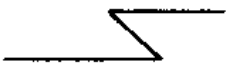
| 名　称 | 符　号 | 说　明 |
|---|---|---|
| 磁盘驱动器 | | 圆柱体直径与高之比为 2∶1 |
| 软盘驱动器 |  | 长宽之比为 2∶1 |
| 磁带驱动器 | | 直径与框图的宽一致 |
| 盒　式<br>磁带驱动器 | | 长宽之比为 2∶1 |
| 打印机 |  | |
| 彩色打印机 | | |
| CRT | | |
| 彩色 CRT | | |

（续）

| 名　称 | 符　号 | 说　明 |
|---|---|---|
| 键　盘 |  | |
| X—Y 记录仪 |  | |

（4）连接线（表 9.4-25）

表　9.4-25

| 名　称 | 符　号 | 说　明 |
|---|---|---|
| 连接线 |  | 用实心箭头或开口箭头表示数据流向 |
| 总　线<br>数据公路 |  | |
| 远程<br>通信线 |  | |

（5）符号的说明

本标准中规定的符号一律用细实线绘制。连接线用双线表示时用细实线。用单线表示时用粗实线绘制。

本标准中的符号可根据需要缩小或放大，但符号本身的比例应保持不变。

本标准示出的符号方位不是强制的，在不改变符号含义的前题下，符号可根据图面布置的需要旋转或成镜象倒置，但文字说明不得倒置。

在同一张图中，图形符号的大小和线的粗细亦应基本一致。

总线符号的末端可终结或不终结，如图 9.4-62～图 9.4-64 所示。

结合型结构的表示法：复合部件，诸如单板机或在单一机框内包含有中央处理器、存储器、通道和各种接口等部件可按图 9.4-65 的形式绘制，长宽之比为 2：1。

本标准中的图形符号可用专用的程序设计模板绘制，或按图 9.4-66 的方法绘制，图中的数字表示比例关系。

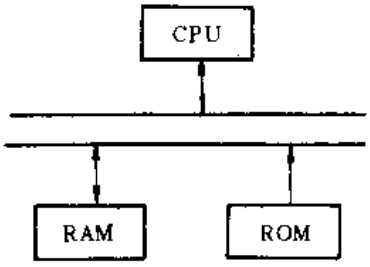



图 9.4-62

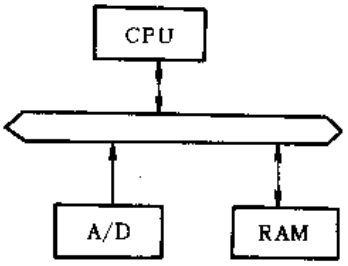



图 9.4-63

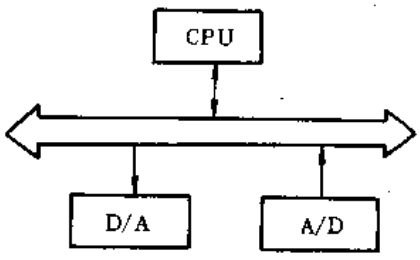



图 9.4-64

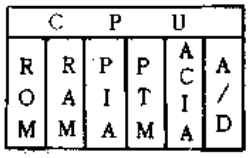



图 9.4-65

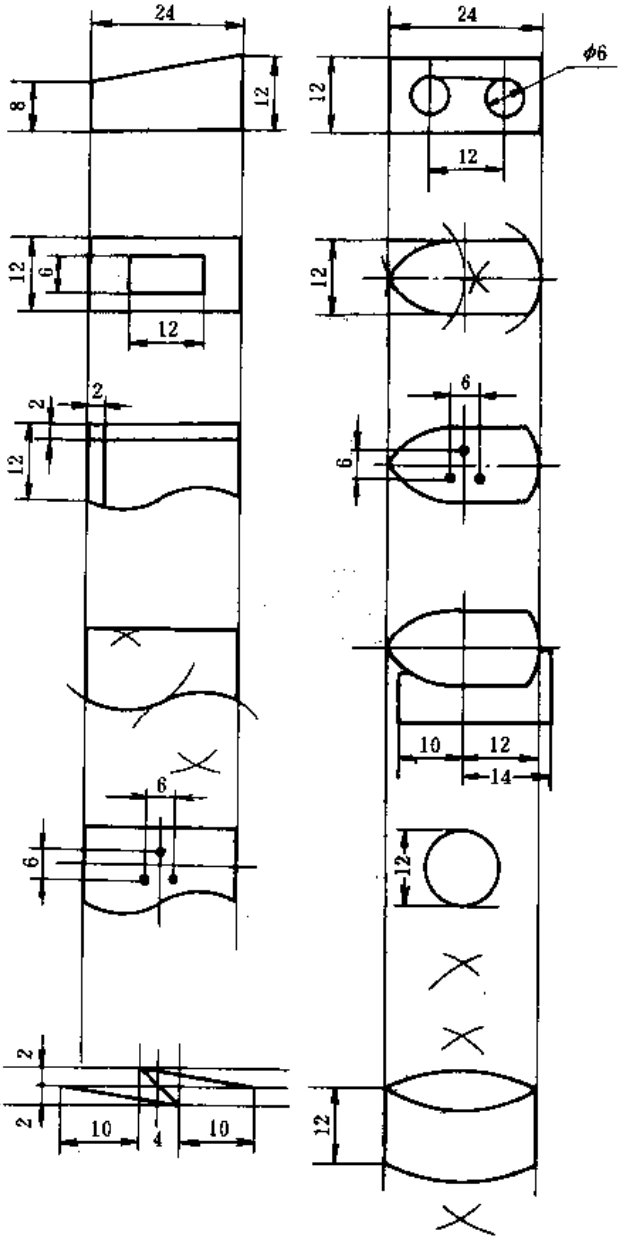



图 9.4-66

### 2.4.2　标准的特点和应用

JB/T 5539—91 是绘制分散型控制系统硬件设备

配置图的基础标准。直接数字控制站配置图示例见图 9.4-67；分散型控制系统配置示例见图 9.4-68。

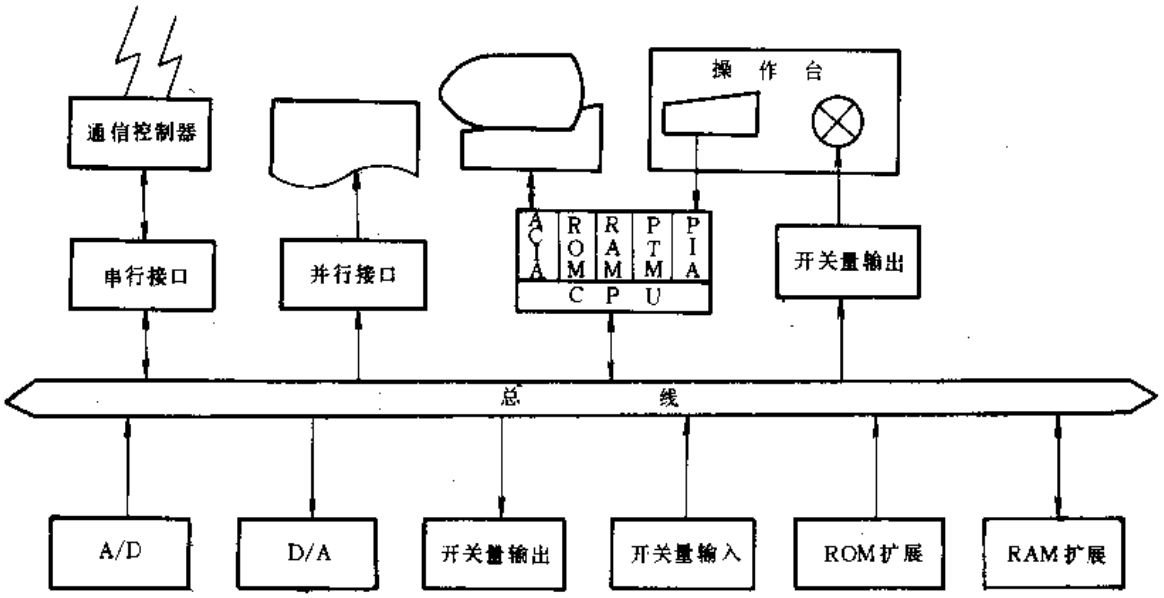



图 9.4-67

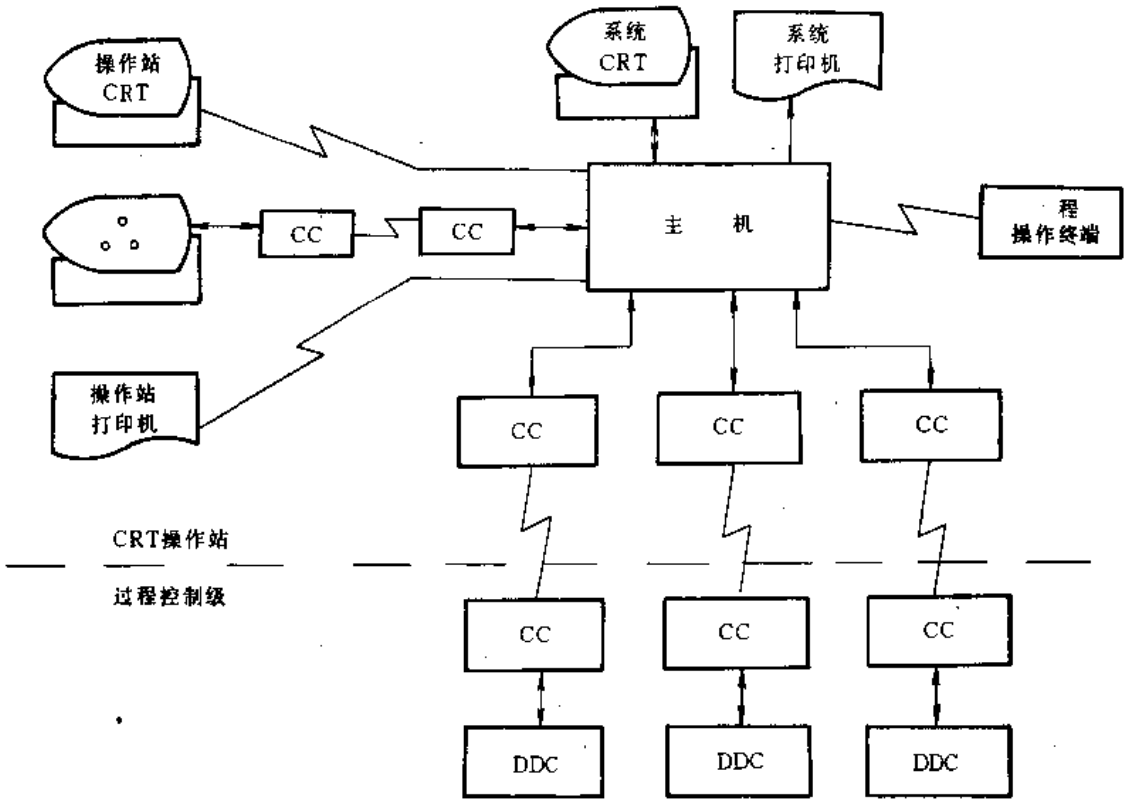



图 9.4-68

### 2.4.3　与国际标准的对比

JB/T 5539—91 参照采用了日本信息处理协会 1981 年对国际标准化组织的建议《信息处理—计算机系统设备配置图的符号及约定》及有关标准和资料。由于分散型控制系统问世时间不长，有关这一专业领域的图形符号尚无国际标准。

## 2.5　缩微摄影图形符号（GB 7516—87）

该标准规定了适用于各种原件的缩微摄影的图形符号。

### 2.5.1　标准的主要内容

（1）图形符号（表9.4-26）

（2）图形符号的说明

01为表示缩微品状态的符号，只用于卷式缩微胶片，作为该卷片的画幅结束标记。符号上箭头所指方向，并不代表实际卷片的缠绕方向。

02为表示缩微品状态的符号，只用于卷式缩微胶片，作为该卷片的画幅开始标记。符号上箭头所指方向，并不代表实际卷片的缠绕方向。

03为表示原件状态的符号。在原件内容已模糊并达到难以辨认的程度时，才使用此符号。

04为表示原件状态的符号。在原件破损或局部短缺时使用此符号表示“原件损坏”。原件在装订上有错误，但为了保持原件面貌而不能给予改正时，使用此符号表示原件在装订上有错误。

05为表示原件状态的符号。在原件内容顺序正确仅编号、日期有误时使用此符号。符号中的数字不代表原件中的编号和日期。

06为表示缩微品状态的符号。在摄影过程中，由于原件或技术上的原因，操作者有意重复拍摄同一原件的画幅时，在重摄的画幅上使用此符号。如果原件本身重复，不使用此符号，而使用04“装订错误”符号表示。

07为表示原件状态的符号。在需要摄入一个画幅中的原件全部缺少时，使用此符号。如果摄入一个画幅中的原件，只是局部缺少，则使用04“原件损坏”符号来表示。

表　9.4-26

| 编号 | 符　号 | 名　称 | 含　意 |
|---|---|---|---|
| 01 | | 卷片结束 | 表示该盘缩微卷片的结尾 |
| 02 | | 卷片开始 | 表示该盘缩微卷片的开头 |
| 03 | | 原件难辨认 | 表示原件模糊不清难以辨认 |
| 04 | | 原件损坏<br>装订错误 | 表示原件已损坏和（或）装订有错误 |
| 05 | | 编号错误<br>日期错误 | 表示原件所给的编号和（或）日期是错误的 |
| 06 | | 影象重复 | 表示缩微品上的这个影象是有意重复的 |
| 07 | | 原件短缺 | 表示需要缩微摄影的这一部分原件已缺少 |

### 2.5.2　标准的特点

GB 7516—87是表达各种原件在缩微摄影过程中的各种状态的图形符号，该标准参照了ISO 6829—1983《缩微摄影技术中流程图符号的使用》中的有关内容。

## 3　车辆、农林拖拉机和机械类

### 3.1　涉及的设备用图形符号国家标准

(1) GB 4094—83《道路车辆——操纵件、指示器及信号装置的图形标志》(本章节给以代号 "A")。

(2) GB 4269.1—84《农林拖拉机和机械、草坪和园艺动力机械　驾驶员操纵符号及其他符号　通用符号》(本章节给以代号 "$B_1$")。

(3) GB 4269.2—84《农林拖拉机和机械、草坪和园艺动力机械　驾驶员操纵符号及其他符号　农用拖拉机和机械用符号》(本章节给以代号 "$B_2$")。

(4) GB 4672—84《往复式内燃机手操纵机构动作方向》(本章节给以代号 "C")。

(5) GB 7593—87《机动工业车辆　控制符号》(本章节给以代号 "D")。

(6) GB 8593—88《土方机械　司机操纵和控制符号》(本章给以代号 "E")。

### 3.2　上述国家标准等效采用的国际标准

(1) A——ISO 2575　1982 Road vehicles-Symbols for controls, indicators and tell-tales.

(2) $B_1$——ISO 3767/1—1982 Tractors, machinery for agriculture and forestry, powerd lawn and garden equipment—Symbols for operator controls and other displays—Common symbols.

(3) $B_2$——ISO 3767/2—1982 Tractors, machinery for agriculture and forestry, powerd lawn and garden equipment—Symbols for operator controls and other displays—Symbols for agricultural tractors and machinery.

(4) C——ISO 2261　1972 Reciprocating internal combustion engines—Hand operated control devices—Standard direction of motion.

(5) D——ISO 3267　1978 Powered industrial trucks　Control symbols.

(6) E——ISO 6405　1982 Earth-moving machinery　Symbols—Operator controls and others.

编注：本章节涉及的图形符号国家标准，由于引用的国际标准不同，以致出现有同一对象概念具有多种不同形式符号的问题，但多数通用符号还是一致的。

### 3.3　应用范围

本章节负责介绍的设备用图形符号是应用于交通、道路和工农业用车辆和机械。例如载重汽车、客车、轿车，拖拉机、装载机、叉车和农业机械，以及铁路机车和船舶用内燃机。

### 3.4　使用场合

此类设备用图形符号应该设置或制作在上述车辆、机械的操纵件、仪表板(盘)或显示器上，或是就在操纵件附近便于驾驶员或操作手识别、觉察的位置。

### 3.5　按其功能分类

按此类设备用图形符号的不同功能，它们可以分为以下各类。

#### 3.5.1　通用操纵符号

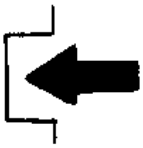
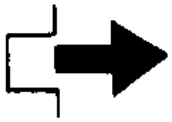
指示表明操纵件、执行件(工作部件)的操作功能，如车辆、机械的行驶方向和主要操作动作，以及执行件的主要操作方向，参见表 9.4-27。

表　9.4-27

| 原符号编号(标准代号) | 名　称 | 符　号 | 原符号编号(标准代号) | 名　称 | 符　号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 3.4.7 (B1) | 前进① | | 3.4.8 (B1) | 倒退① | |

（续）

| 原符号编号（标准代号） | 名　称 | 符　号 |
|---|---|---|
| 3.4.2（B1）<br>6.3（D） | 操纵杆操作方向②<br>前进/后退 | |
| 3.4.3（B1） | 铅垂运动向下 | |
| | 向上 | |
| 3.4.4（B1）6.13（D） | 左移<br>左向 | |
| 3.4.4（B1）6.13（D） | 右移<br>右向 | |
| 4.10（D） | 顺时针方　向 | |

| 原符号编号（标准代号） | 名　称 | 符　号 |
|---|---|---|
| 4.10（D） | 逆时针方　向 | |
| 3.4.5（B1）4.4（E） | 接　合 |  |
| 3.4.6（B1）4.5（E） | 分　离 |  |
| 2.36（A） | 发动机起　动 | |
| 2.34（A） | 发动机预　热 | |

（续）

| 原符号编号（标准代号） | 名　称 | 符　　号 | 原符号编号（标准代号） | 名　称 | 符　　号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.12<br>(A)<br>3.4.15<br>(B1)<br>6.2<br>(D)<br>4.35<br>(E) | 阻风阀（冷起动用）<br>节流阀<br>阻风门 | | 2.32<br>(A)<br>3.4.7<br>(B2)<br>6.8<br>(E) | 驻　车<br>制动器<br>停　放<br>制　动 | |
| 2.55<br>(A) | 发动机<br>停　机 | | 6.17<br>(D)<br>7.5<br>(E) | 燃　油<br>切　断 | |
| 6.15<br>(D) | 发动机<br>停　止 | | | | |

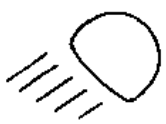
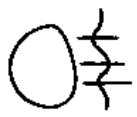
① 可用相应的机器符号代替表中的虚线方框并正确地对准箭头所指行驶方向。

② 操纵杆操作方向符号可和其他符号联用，以表示操纵杆的动作。中间圆点表示中心位置。

### 3.5.2　附属装置操纵符号

指示表明车辆、拖拉机等的诸如照明、通风、车窗清理……等附属装置的开、关功能，参见表 9.4-28～表 9.4-31。

**表 9.4-28　附属装置操纵符号——照明**

| 原符号编号（标准代号） | 名　称 | 符　　号 | 原符号编号（标准代号） | 名　称 | 符　　号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.1 (A)<br>4.3.4 (B1)<br>6.8 (D)<br>5.1 (E) | 远　光<br>前照明灯 | | 2.9 (A)<br>4.3.6 (B1)<br>6.9 (D)<br>5.3 (E) | 停车灯 | |
| 2.2 (A)<br>4.3.5 (B1)<br>5.2 (E) | 近光 | | 2.21<br>(A) | 前雾灯 | |
| 4.3.7<br>(B1)<br>5.11<br>(D)<br>5.4 (E) | 工作灯<br>闪光灯 |  | 2.22<br>(A) | 后雾灯 |  |

（续）

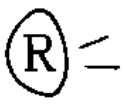
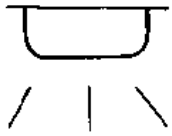
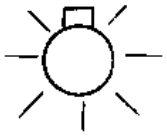
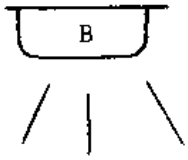
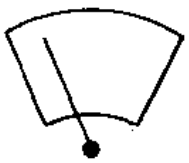
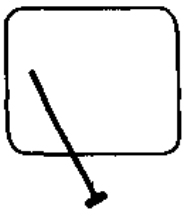
| 原符号编号（标准代号） | 名　称 | 符　　号 | 原符号编号（标准代号） | 名　称 | 符　　号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.52<br>(A) | 倒车灯 |  | 2.58<br>(A) | 驾驶室顶灯 |  |
| 2.23<br>(A) | 灯光总开关 |  | 2.59<br>(A) | 客厢顶灯 |  |

**表 9.4-29　附属装置操纵符号——通风**

| 原符号编号（标准代号） | 名　称 | 符　　号 | 原符号编号（标准代号） | 名　称 | 符　　号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.8<br>(A)<br>4.3.15<br>(B1)<br>6.14<br>(D)<br>4.24<br>(E) | 通风风扇<br>送风机暖风/冷风 | | 2.37<br>(A) | 客厢暖风 | |
| | | | 2.46<br>(A) | 座垫暖风 | |
| 2.38<br>(A)<br>4.31 (E) | 空调装置 | | 2.40<br>(A) | 全部出风口 | |

**表 9.4-30　附属装置操纵符号——车窗清理器**

| 原符号编号（标准代号） | 名　称 | 符　　号 | 原符号编号（标准代号） | 名　称 | 符　　号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.5<br>(A)<br>4.3.8<br>(B1)<br>6.5<br>(D)<br>4.25<br>(E) | 风窗刮水器<br>风挡刮水器<br>挡风玻璃刮水器 |  | 2.28<br>(A) | 后窗刮水器 |  |

（续）

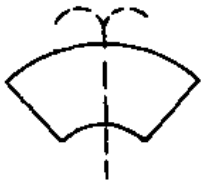
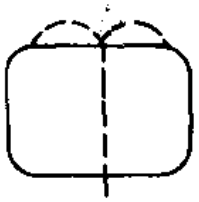
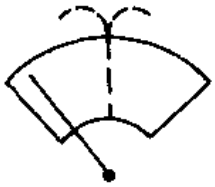
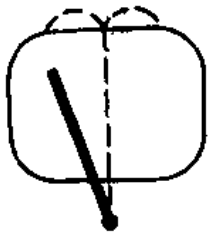
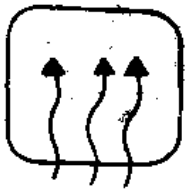
| 原符号编号（标准代号） | 名　称 | 符　　号 | 原符号编号（标准代号） | 名　称 | 符　　号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.6<br>(A)<br>4.3.9<br>(B1)<br>6.18<br>(D)<br>4.26<br>(E) | 风　窗<br>洗涤器<br>风　挡<br>清洗器<br>挡风玻璃<br>清洗器 |  | 2.29<br>(A) | 后　窗<br>洗涤器 |  |
| 2.7<br>(A)<br>4.3.10<br>(B1) | 风　窗<br>刮水器及<br>洗涤器<br>风挡<br>清洗器/<br>刮水器 |  | 2.30<br>(A) | 后　窗<br>刮水器及<br>洗涤器 |  |
| 2.24<br>(A)<br>4.3.11<br>(B1)<br>4.27<br>(E) | 风窗除雾<br>除　霜<br>风挡除雾<br>除霜器 | | 2.25<br>(A) | 后　窗<br>除　雾<br>除　霜 |  |

**表 9.4-31　附属装置操纵符号——其他**

| 原符号编号（标准代号） | 名　称 | 符　　号 | 原符号编号（标准代号） | 名　称 | 符　　号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.10<br>(A) | 发动机罩 | | 2.13<br>(A)<br>4.3.12<br>(B1)<br>6.7<br>(D)<br>4.18<br>(E) | 喇叭 | |
| 2.11<br>(A) | 行李箱盖 | | 2.20<br>(A)<br>4.28<br>(E) | 点烟器 | |

### 3.5.3　技术状态控制和维护保养符号

如表 9.4-32、表 9.4-33 所示。

表 9.4-32

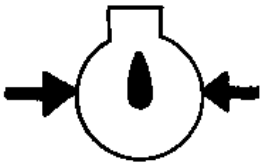
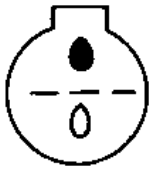
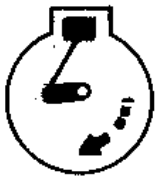
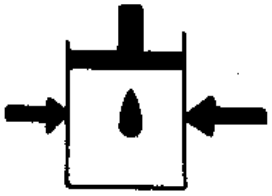
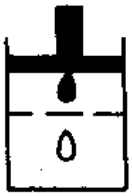
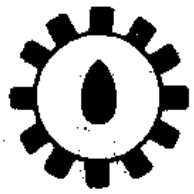
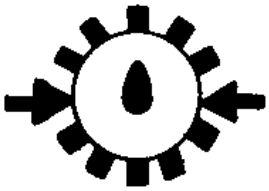
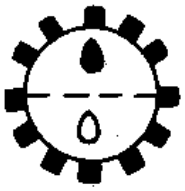
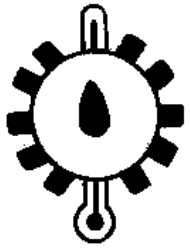
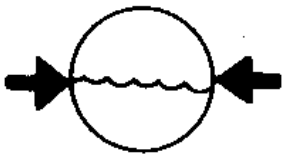
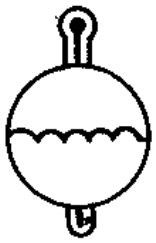
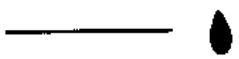
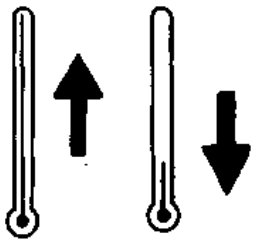
| | | | |
|---|---|---|---|
| |  |  |  |
| 加注机油(B1)(D)(E) | 机油压力(B1)(D)(E) | 机油滤清器(B1)(D) | 发动机机速(B1)(D) |
| |  |  | |
| 加注液压油(B1)(D)(E) | 液压油压力(B1)(D)(E) | 液压油滤清器(B1)(D)(E) | |
|  |  |  |  |
| 加注变速箱油(B1)(D)(E) | 变速箱油压力(B1)(D)(E) | 变速箱油滤清器(B1)(D)(E) | 变速箱油温(B1)(D)(E) |
| |  | |  |
| 加注冷却液(B1)(D)(E) | 冷却液压力(B1)(D)(E) | | 冷却液温度(B1)(D)(E) |

表 9.4-33

| 原符号编号(标准代号) | 名　称 | 符　　号 | 原符号编号(标准代号) | 名　称 | 符　　号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 4.3.19<br>(B1)<br>8.1<br>(D) | 油面 |  | 2.60<br>(A) | 散热器百叶窗 | |
| 2.16<br>(A)<br>4.32<br>(E) | 蓄电池充电状况 | | | | |

（续）

| 原符号编号（标准代号） | 名　称 | 符　　号 | 原符号编号（标准代号） | 名　称 | 符　　号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.14<br>(A)<br>4.3.17<br>(B1)<br>8.16<br>(D)<br>7.1<br>(E) | 燃油 | | 4.3.2<br>(B1)<br>6.16<br>(D)<br>4.21～4.23<br>(E) | 温度①<br>控制 |  |

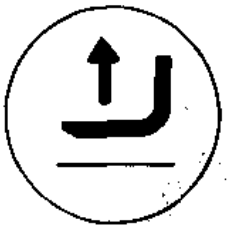
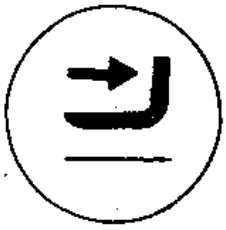
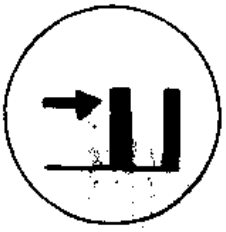
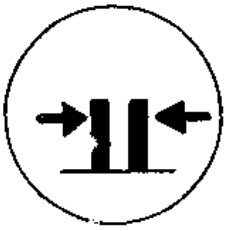
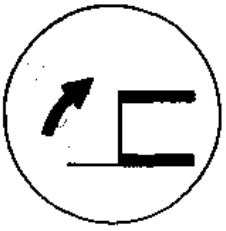
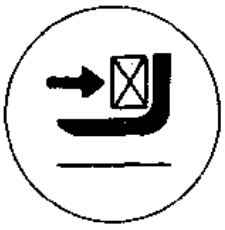
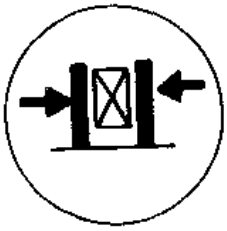
① 该符号用于控制而不是用于测量温度。

### 3.5.4 作业机械的调整、控制和操作符号

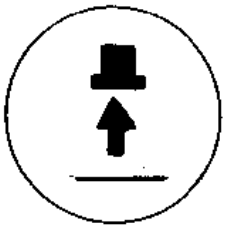
（1）装载机、叉车用搬运操作符号

规定大多数此类搬运操作符号的标准是 GB 7593，少数归于 GB 4269.2。这里仅介绍它们的主要内容，参见表 9.4-34。

表 9.4-34

| | | |
|---|---|---|
|  <br>升　降 | <br>倾　斜 |  <br>前　移 |
|  <br>侧　移 |  <br>货叉间距 |  <br>回　转 |
| <br>货物稳定器 |  <br>推/拉 |  <br>夹　持 |

（续）

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| 翻倒装置 | 铲斗倾卸① | 铲斗回位① |
| | |  |
| 右稳定支腿 | 左稳定支腿 | 交变稳定支腿 |

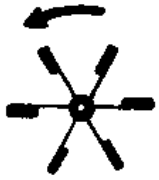
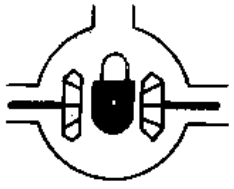
① 引自 GB 4269.2，其他符号都引自 GB 7593。

这里说明，表 9.4-34 所列符号在应用时，其背景为黑色圆（直径 32mm），符号为白色。即黑底白图，印制在操纵杆的手柄上。

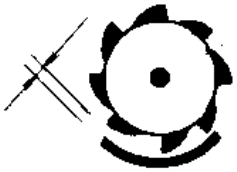
(2) 农业机械用控制、操作符号

如表 9.4-35 所示，它们引自 GB 4269.2。

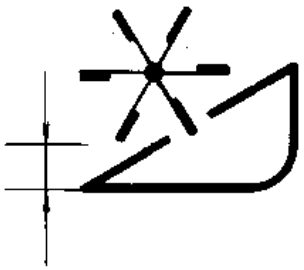
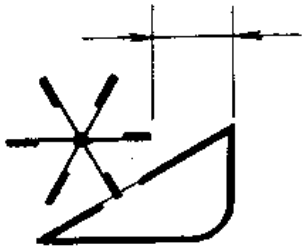
**表 9.4-35　控制、操作符号**

| 原标准编号 | 符号 | 名称 |
|---|---|---|
| 3.4.4 | | 联合收割机脱粒滚筒转速 |
| 3.4.5 |  | 拨禾轮转速 |
| 4.3.5 |  | 差速器锁 |

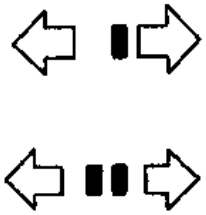
（续）

| 原标准编号 | 符号 | 名称 |
|---|---|---|
| 4.3.6 | | 卸粮螺旋输送器 |
| 4.3.1 | | 联合收割机收割台高度 |
| 4.3.2 |  | 联合收割机凹板间隙 |

（续）

| 原标准编号 | 符号 | 名称 |
|---|---|---|
| 4.3.3 |  | 拨禾轮高度 |
| 4.3.4 |  | 拨禾轮前后距离 |
| 3.4.6 | | 篦子调节 |

（续）

| 原标准编号 | 符号 | 名称 |
|---|---|---|
| 4.3.7 |  | 转向信号拖拉机与一辆挂车<br>拖拉机与两辆挂车 |

（3）机车、船舶用内燃机用操作符号（GB 4672）

a. 换向与转速调节的操纵机构分开设置时

1）驱动换向操纵机构使之产生一个前进或后退运动。

2）驱动转速机构使之增速或降速。

参见表 9.4-36。

b. 换向与转速调节的操纵机构组合设置时

1）操纵件从中间位置朝某一个方向行动，产生增速前进运动。

2）操纵件从中间位置朝相反方向行动。产生增速后退运动。

3）操纵件从行进位置朝中间位置行动，产生降速直至完全停车。

参见表 9.4-37。

**表 9.4-36**

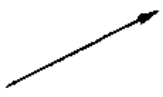
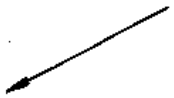
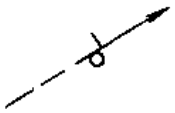
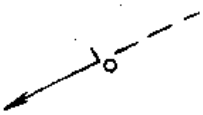
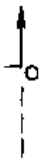
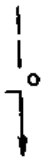
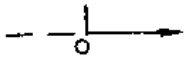
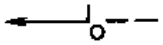
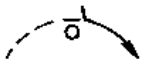
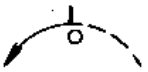
| 操作标记 | 操纵机构的行动 | 操纵机构型式 | 操纵机构的动作方向 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 增速或前进运动 | | 降速或后退运动 | |
| A1 | 线性或接近线性 | 手动杆 |  | 离开操作人员 |  | 接近操作人员 |
| B1 | | |  | 向上 | | 向下 |
| C1 | | |  | 向右 |  | 向左 |
| D1 | 旋转 | 手动轮 | | 顺时针方向 | | 逆时针方向 |

表 9.4-37

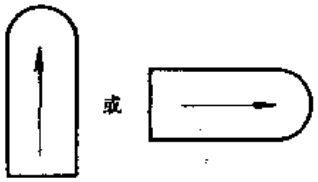
| 操作标记 | 操纵机构的行动 | 操纵机构型式 | 操纵机构的动作方向 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 前进运动 | | 后退运动 | |
| | | | 同时增速① | | | |
| | | | 从中间（停止）位置 | | | |
| A2 | 线性或接近线性 | 手动杆 |  | 离开操作人员 |  | 接近操作人员 |
| B2 | | |  | 向上 |  | 向下 |
| C2 | | |  | 向右 |  | 向左 |
| D2 | 旋转 | 手动轮 |  | 顺时针方向 |  | 逆时针方向 |

① 在所有情况下，驱动操纵机构行向中间位置（停止）以获得减速。

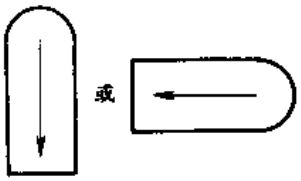
c. 转速调节和运载工具行驶方向符号

如表 9.4-38 所示：

表 9.4-38

| 原标准编号 | 操作标记 | 符号 | 名称 |
|---|---|---|---|
| 5.1 | A/B/C | | 线性增、减速 |
| 5.2 | D | | 旋转增减速 |
| 5.3 | A/B/C/D |  | 运载工具前进运动方向 |

（续）

| 原标准编号 | 操作标记 | 符号 | 名称 |
|---|---|---|---|
| 5.4 | A/B/C/D |  | 运载工具后退运动方向 |

1）表中“5.1”和“5.2”中楔形符号有始端和尖端。操纵件如向始端移动产生增速效应。如向尖端移动，则产生减速效应。

2）表中“5.3”和“5.4”中符号半圆形外廓表示运载工具（船舶或铁路机车）的前端（头部）。

3）表用指向运载工具的前端（头部）的箭头符号表示运载工具的前进运动，用指向其后端（尾部）的箭头符号表示运载工具的后退运动。

4）符号应设置在紧靠操纵件的位置，而且也是驾驶员或操作员眼前的位置，驾驶员或操作员所处位置，最好能使他们朝向运载工具的前方。

（4）土方机械　司机操纵和控制符号（GB 8593—

88)

GB 8593—88《土方机械　司机操纵和控制符号》规定了土方机械操纵用的符号和其它控制符号，适用于工程机械仪表盘、指示器、信号装置和司机操纵符号标志。

a. 标准的主要内容

1）基本要求

工程机械司机操纵符号应按照本标准规定的图形符号表示，符号应放在所标志的机构上或近旁，固定符号时应注意符号指示方向与该装置动作方向一致。

在符号中若显示某机器或其部件的侧面形状时，则应假定该机器为从右往左行驶。

操纵装置上的符号与其底色要有鲜明的区别。

在表示工作装置动作的符号中，涂黑的部位仅用于该装置随操纵机构直接移动的部位。

2）发动机操纵符号及其含义（表 9.4-39）

**表　9.4-39**

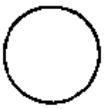
| 符　号 | 符号含义 |
|---|---|
| | 发动机 |
| | 启动 |
| | 停机 |
| | 转速；旋转频率 |
| | 紧急停机 |

（续）

| 符　号 | 符号含义 |
|---|---|
| | 点火顺序 |

3）通用符号的图形及其含义（表 9.4-40）

**表　9.4-40**

| 符　号 | 符号含义 |
|---|---|
|  | 启动；接通 |
|  | 停止；断开 |
| | 启动/停止<br>接通/断开 |
| | 增加 |
|  | 减少 |
| | 连续变速（旋转） |
| | 向左移动 |
| | 向右移动 |
| | 注意；危险 |

（续）

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 注意高压 |
| | 电击危险 |
| | 注润滑脂处 |
| | 注润滑油处 |
| | 计时器 |
| | 起吊处 |
| | 倒车警铃 |
| | 压力 |
| | 冷却液 |

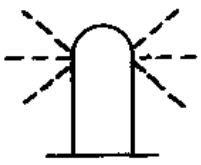
（续）

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
|  | 滤清器 |
| | 电流表 |
| | 电压表 |
| | 浮动支承 |
| | 高速 |
| | 低速 |

注：通用符号见表 9.4-27～表 9.4-33。

4）光的符号及其含义（表 9.4-41）

**表　9.4-41**

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 聚光灯 |
|  | 警示灯 |

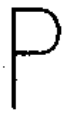
（续）

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 左转弯信号 |
| | 右转弯信号 |
| | 危险警告（闪光器） |

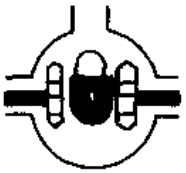
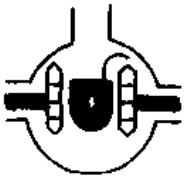
注：通用符号见表 9.4-27～表 9.4-33。

5）传动机构的符号及其含义（表 9.4-42）

**表 9.4-42**

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
|  | 停 |
| | 空档 |
| | 前进 |
| | 后退 |

（续）

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
|  | 差速锁接合 |
|  | 差速锁脱开 |
| | 制动 |
| | 动力输出轴 |

注：通用符号见表 9.4-27～表 9.4-33。

6）燃油的符号及其含义（表 9.4-43）

**表 9.4-43**

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 油位 |
| | 油压 |
| | 滤油器 |

（续）

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 关闭油门 |

注：通用符号见表 9.4-27～表 9.4-33。

7）发动机润滑油符号及其含义（表 9.4-44）

**表 9.4-44**

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 油位 |
| | 油温 |
| | 滤油器 |

注：通用符号见表 9.4-27～表 9.4-33。

8）冷却液符号及其含义（表 9.4-45）

9）传动油符号及其含义（表 9.4-46）

10）液压油符号及其含义（表 9.4-47）

**表 9.4-45**

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 液位 |

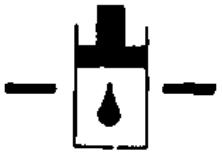
注：通用符号见表 9.4-27～表 9.4-33。

**表 9.4-46**

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 油压 |
| | 操纵系统油压 |

注：通用符号见表 9.4-27～表 9.4-33。

**表 9.4-47**

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
|  | 油位 |
| | 油温 |

注：通用符号见表 9.4-27～表 9.4-33。

11）气路符号及其含义（表 9.4-48）

**表 9.4-48**

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 进气 |

（续）

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 气压 |
| | 空气滤清器 |

12）刹车油符号及其含义（表 9.4-49）

**表　9.4-49**

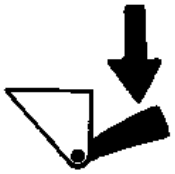
| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 加油 |
| | 油位 |
| | 油压 |
| | 油温 |

13）装载机铲斗符号及其含义（表 9.4-50）

**表　9.4-50**

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 铲斗 |

（续）

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 上升 |
|  | 下降 |
| | 固定不动 |
| | 浮动 |
| | 翻转回位 |
| | 卸载 |
| | 侧卸斗—卸载 |

（续）

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 侧卸斗—回位 |
| | 固定不动—控制铲斗卸载回路 |
| | 固定不动—斗底处在水平位置 |

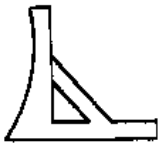
14）多用途铲斗符号及其含义（表 9.4-51）

**表　9.4-51**

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 铲斗 |
| | 开 |
| | 合 |
| | 固定不动 |

15）推土铲符号及其含义（表 9.4-52）

**表　9.4-52**

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
|  | 推土铲 |
| | 上升 |
| | 下降 |
| | 固定不动 |
| | 浮动 |
| | 右端向下倾斜 |
| | 左端向下倾斜 |

（续）

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 调整右斜角度 |
| | 调整左斜角度 |
| | 后仰 |
| | 前倾 |

16）松土器符号及其含义（表 9.4-53）

**表　9.4-53**

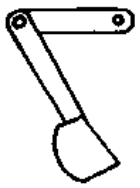
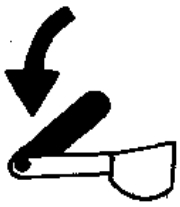
| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 松土器 |
| | 上升 |
| | 下降 |

（续）

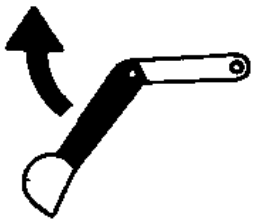
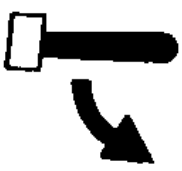
| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 固定不动 |
| | 外倾 |
| | 内倾 |

17）挖掘机工作装置符号及其含义（表 9.4-54）

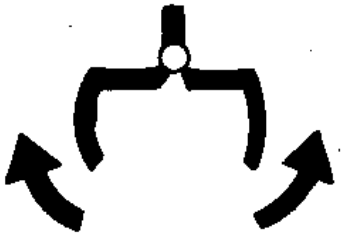
**表　9.4-54**

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
|  | 工作装置 |
|  | 降落动臂 |
| | 提起动臂 |

（续）

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 动臂向内缩回 |
| | 动臂向外伸出 |
| | 头杆收回 |
|  | 斗杆伸出 |
| | 向右回转 |
|  | 向左回转 |

（续）

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 铲斗卸载 |
| | 铲斗挖掘 |
| | 抓斗 |
| | 抓斗顺时针旋转 |
| | 抓斗逆时针旋转 |
|  | 抓斗开启 |

（续）

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 抓斗闭合 |

18）平地机操纵符号及其含义（表 9.4-55）

**表 9.4-55**

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 铲刀 |
| | 铲刀升起—右端升 |
| | 铲刀升起—右端降 |
| | 铲刀升起—左端升 |
| | 铲刀升起—左端降 |
| | 铲刀顺时针旋转 |
| | 铲刀逆时针旋转 |

（续）

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 铲刀向右平移 |
| | 铲刀向左平移 |
| | 铲刀后仰 |
| | 铲刀前倾 |
| | 刀盘向右转弯 |
| | 刀盘向左转弯 |
| | 耙土器 |
| | 耙土器升起 |

（续）

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 耙土器降落 |
| | 辅助转向 |
| | 车轮左倾 |
| | 车轮右倾 |

19）自卸车车箱符号及其含义（表9.4-56）

**表　9.4-56**

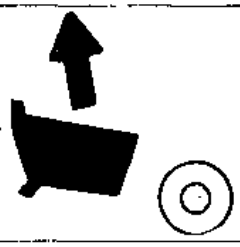
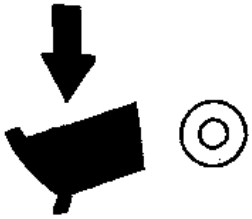
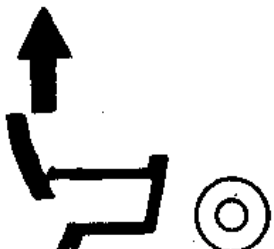
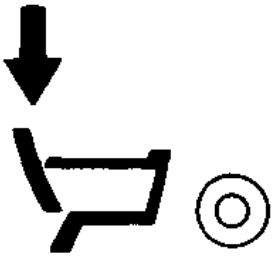
| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 车箱升起 |
| | 车箱降落 |
| | 车箱固定 |

（续）

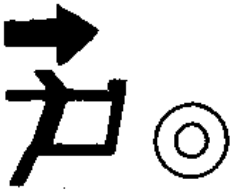
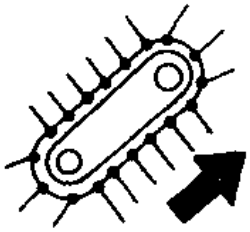
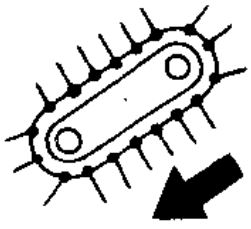
| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 车箱浮动 |

20）铲运机铲斗符号及其含义（表9.4-57）

**表　9.4-57**

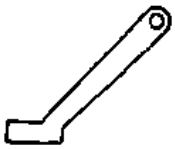
| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
|  | 铲斗上升 |
|  | 铲斗降落 |
| | 铲斗固定 |
|  | 斗门开启 |
|  | 斗门下闭 |

（续）

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
| | 斗门固定 |
| | 斗门浮动 |
| | 卸土板卸料 |
|  | 卸土板回位 |
| | 卸土板固定 |
|  | 刮板装载 |
|  | 刮板卸载 |

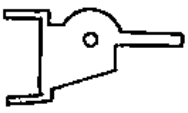
21）支腿符号及其含义（表 9.4-58）

**表　9.4-58**

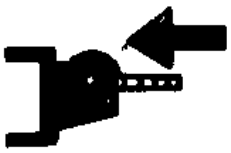
| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
|  | 支腿 |
| | 左支腿降落 |
| | 左支腿上升 |
| | 右支腿降落 |
| | 右支腿上升 |

22）绞盘符号及其含义（表 9.4-59）

**表　9.4-59**

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
|  | 绞盘 |

（续）

| 符　号 | 符号含义 |
| --- | --- |
|  | 卷筒绕入 |
| | 卷筒绕出 |
| | 卷筒松弛 |

b. 标准的特点

GB 8593—88 等效采用 ISO 6405—1982《土方机械　司机控制和其它符号》及其修改稿 ISO 6405/DAM1，同时参考了 ISO/TC 127 N241《应用于运动和静止机器，设备和车辆的图形符号》、BS 6309—1982《土方机械—司机操纵和其它符号》、VFE 58 011—1981《土方机械—司机操纵和其它符号》、JISD 6022 1985《叉车的控制符号》及 GB 4269.2—84《农业机械驾驶操纵符号和其它符号》、GB 4094—83《道路车辆操纵件、指示器及信号装置的图形标记》、GB 4364　84《电信设备人工控制机构操作方向的标记》等。GB 8593—88 规定的操纵和控制符号能使操作者迅速地识别操作机能，避免由于操作失误所产生的一切不良后果。同时，采用统一的符号表示操作和控制机械动作，也可促进我国土方机械与世界范围内操纵和控制符号的通用化。

## 3.6　应用注意事项及应用示例

(1) 由于此类操作、控制和指示符号关系到机器、设备的正常运行，甚至人身的安全保障，因此必须特别重视此类符号标志的正确安置方式。

1) 与运载工具操纵件或机器执行件有关的标志，必须设置在紧靠操纵件或执行件的位置。最好是印制在操纵件或执行件的杆件手柄、手轮或按钮上，以便于驾驶员识别和进行操作。

2) 凡是采用此类符号的光信号装置，如指示器或显示器等必须安置在驾驶员或操作员的眼前或易于识别、觉察的位置。否则应借助音响信号装置发出如蜂鸣、铃声等声音来提醒驾驶员注意，以便及时处理。

3) 如是维护、保养、调整和控制符号标志，则应将它们安置在机器的有关部位。

4) 必须在有关的使用、保养说明书中详细列出该机器所有的操纵、控制、维修、保养符号并说明其含意和作用，还必须以照片或插图指明这些符号标志的具体安置位置。

(2) 制作符号标志应注意事项

1)操纵符号标志一般应刻印或印制在操纵件上或其近处。其他的符号标志，对于复杂、大型的或出口的机器产品，推荐采用自粘胶聚酯薄膜；允许小型和简易机器采用金属材料标志牌或用油漆直接喷涂。

2) 在印制或以油漆喷涂标志时，应注意并利用成组符号的特点（如表 9.4-32），以便于设制所需成套模板。

3) 对于所用光信号装置的颜色及含义暂定如下：

a) 红色：表示危险、禁令；

b) 黄色：表示注意、警告；

c) 绿色：表示安全、提示；

d) 兰色：仅用于指示行驶灯光的信号装置。

(3)符号标志必须安置在机器的醒目位置，就是说标志牌与周围环境在深、浅色和亮度对比方面，有明显的差别。

(4) 对于置在重要部位的标志或安全标志应每年检查一次，如发现破损、脱落、掉色或符号有模糊不清处，应及时修整或更换。对于光信号和声响信号装置也应在班工作前检查其技术状态是否正常，并及时修理或更换。

(5) 典型应用示例

1) 以按钮操作代替操纵杆的示例（GB 7593）

若用按钮来代替操纵杆控制机器或执行件的运动或操作，则按钮的位置和布置应与所代替的操纵杆的动作相对应，即按一个按钮所产生的动作相当于操纵杆处于相应位置时产生的动作。

按钮水平布置时应与操纵杆铅垂布置的动作相对应，按钮铅垂布置时应与操纵杆水平布置的动作相对应（见表 9.4-60）

2) 操纵符号标志典型示例（GB 4672）（参见表 9.4-61）。

表　9.4-60

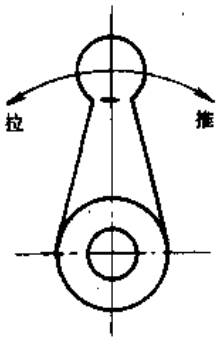
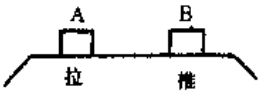
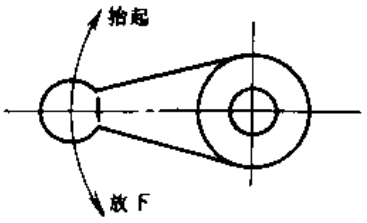
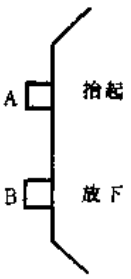
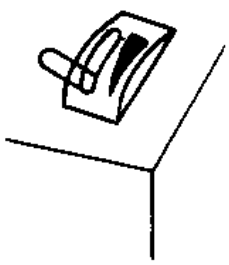
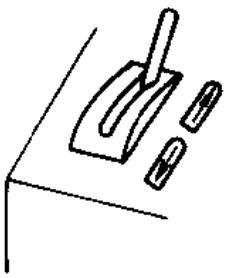
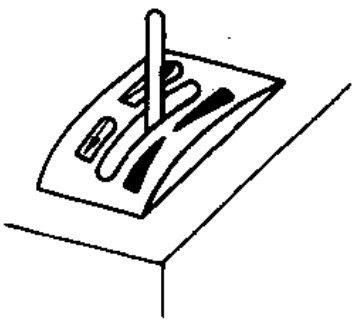
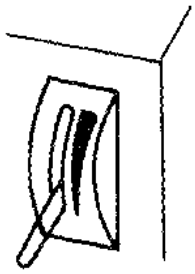
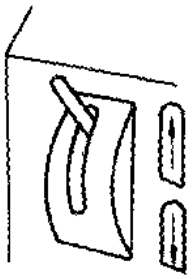
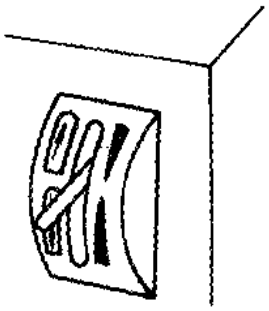
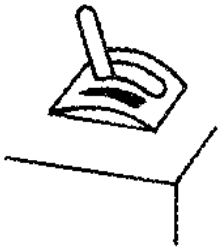
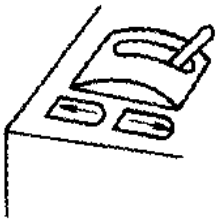
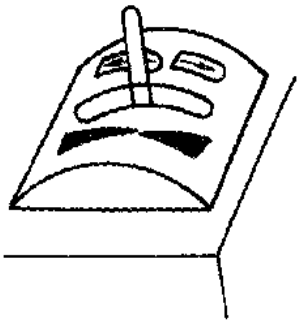
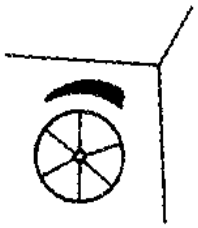
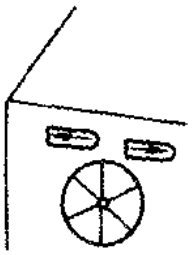
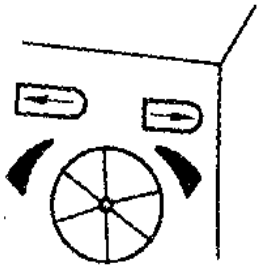
| 操纵杆布置方式 | 按钮布置方式 | 驾驶员相应动作 |
| --- | --- | --- |
| 铅垂布置<br>（手柄在水平面内动作）<br>  <br> | 水平布置<br>  <br> | 拉　　推<br>按下 A　　按下 B<br>对应于拉　　对应于推 |
| 水平布置（手柄在铅垂面内动作）<br>  <br> | 铅垂布置<br>  <br> | 抬起　　放下<br>按下 A<br>对应于抬起<br>按下 B<br>对应于放下 |

表　9.4-61

| 操作标记 | 运载工具的转速 | 运载工具的方向 | 操作标记 | 运载工具的方向与速度 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| A1 |  |  | A2 |  |

（续）

| 操作标记 | 运载工具的转速 | 运载工具的方向 | 操作标记 | 运载工具的方向与速度 |
|---|---|---|---|---|
| B1 |  |  | B2 |  |
| C1 |  |  | C2 |  |
| D1 |  |  | D2 |  |

注：实际设计可以与以上示例有所不同。

# 第10篇 电工基础

**主　编**　韦建华
**编写人**　韦建华（第1章）
郭　汀（第2、5章）
杨　芙（第3章）
陆俭国　杨立军（第4章）
**审稿人**　席永全　范厚军

# 第1章　电气图形符号和电气制图

## 1　电气图形符号

电气技术文件是对各种机械设备和电气装置进行设计、安装、使用、维修的重要依据，是在技术引进、信息交流时广泛使用的通用工程语言。各种电气图样则是电气技术文件的重要组成部分，绘制电气图样涉及的国家标准有GB4728—85《电气图用图形符号》、GB6988—86《电气制图》、GB5094—85《电气技术中的项目代号》、GB7159—87《电气技术中的文字符号制订通则》等，它们之中：

GB4728取代了原国标GB312～314—64，

GB5094和GB7159取代了原国标GB315—64，

GB6988则是根据国际标准新制订的，没有原国标与之对应。

### 1.1　电气图用图形符号（GB4728—85）

电气图用图形符号是参照采用国际标准IEC617（1983）图用图形符号制订的，规定了用于绘制各种电气图的图形符号共2023个，整个标准按不同专业的图形符号编排，共分为13个部分。

#### 1.1.1　总则（GB4728.1）

（1）电气图用图形符号的构成和各部分所含符号的内容见表10.1-1。

表　10.1-1

| 区分 | 名　称 | 示　例 | 符号数 |
|---|---|---|---|
| 第1部分 | 总　则 | | |
| 第2部分 | 符号要素、限定符号和常用的其他符号 | 轮廓和外壳；电流和电压种类；可变性；力、运动和流动的方向；机械控制；接地和接机壳；理想电路元件等 | 164 |
| 第3部分 | 导线和连接器件 | 电线，柔软、屏蔽或绞合导线，同轴导线；端子，导线连接；插头和插座；电缆密封终端头等 | 72 |
| 第4部分 | 无源元件 | 电阻器、电容器、电感器；铁氧体磁芯、磁存储器矩阵；压电晶体、驻极体、延迟线等 | 71 |
| 第5部分 | 半导体管和电子管 | 二极管、三极管、晶闸管；电子管；辐射探测器件等 | 296 |
| 第6部分 | 电能的发生和转换 | 绕组；发电机、电动机；变压器、变流器等 | 170 |
| 第7部分 | 开关、控制和保护装置 | 触点；开关、热敏开关、接近开关、接触开关；开关装置和控制装置；起动器；有或无继电器；测量继电器；熔断器、间隙、避雷器等 | 174 |
| 第8部分 | 测量仪表、灯和信号器件 | 指示、积算和记录仪表；热电偶；遥测装置；电钟；位置和压力传感器；灯、喇叭和铃等 | 77 |
| 第9部分 | 电信：交换和外围设备 | 交换系统、选择器；电话机；电报和数据处理设备；传真机、换能器、记录和播放等 | 134 |
| 第10部分 | 电信：传输 | 通信电路；天线、无线电台；单端口、双端口或多端口波导管器件、微波激射器、激光器；信号发生器、变换器、鉴别器、集线器，多路调制器、脉冲编码调制；频谱图、光纤传输线路和器件等 | 312 |

（续）

| 区分 | 名　称 | 示　例 | 符号数 |
|---|---|---|---|
| 第11部分 | 电力、照明和电信布置 | 发电站和变电站；网络；音响和电视的电缆配电系统；开关、插座引出线、电灯引出线；安装符号等 | 322 |
| 第12部分 | 二进制逻辑单元 | 限定符号；关联符号；组合和时序单元；运算器单元；延时单元；双稳、单稳和非稳单元；移位寄存器、计数器、存贮器等 | 183 |
| 第13部分 | 模拟单元 | 模拟和数字信号识别用的限定符号；放大器的限定符号；函数器；坐标转换器；电子开关等 | 48 |

（2）名词术语（表10.1-2）

**表　10.1-2**

| 术　语 | 定　义 |
|---|---|
| 图形符号 | 通常用于图样或其他文件以表示一个设备或概念的图形、标记或字符 |
| 符号要素 | 一种具有确定意义的简单图形，必须同其他图形组合以构成一个设备或概念的完整符号 |
| 一般符号 | 用以表示一类产品和此类产品特征的一种通常很简单的符号 |
| 限定符号 | 用以提供附加信息的一种加在其他符号上的符号 |
| 方框符号 | 用以表示元件、设备等的组合及其功能，既不给出元件、设备的细节也不考虑所有连接的一种简单的图形符号 |

（3）符号的绘制：绘制和布置符号的一般要求为：

——标准中的图形符号均按便于理解的尺寸绘出，并且尽量使符号互相之间的比例适当；

——布置符号时，应使连接线之间的距离是模数（2.5mm）的倍数，通常为1倍（5mm），以便标注端子的标志；

——一般情况下，符号可直接用于绘图，在计算机辅助绘图系统中符号则应画在网格上；

——标准中的图形符号是按网格绘制的，但网格未随符号示出。

（4）符号的编号：每个符号的序号的构成见表10.1-3。

**表　10.1-3**

| 段别 | 构　成 | 含　义 | 备　注 |
|---|---|---|---|
| 第1段 | 2位数字 | 表示本标准的第几部分 | |
| 第2段 | 2位数字或1个字母1个数字 | 表示该部分的第几节 | 节从01开始连续编号，附录从A1开始 |
| 第3段 | 2位数字 | 表示该节的第几个符号 | 从01到99连续编号 |

（5）符号的使用：使用标准中图形符号的原则为：

——关于标准中未作规定的符号

标准中尽可能完整地给出符号要素、限定符号和一般符号，但只绘出有限的组合符号的例子。因此如果某些特定装置或概念的符号在本标准中未作规定，允许通过已规定符号的适当组合进行派生。

——关于符号的尺寸

为适应不同图样或用途的要求，可以改变彼此有关的符号尺寸，还可以根据需要缩小或放大。通常当一个符号用以限定另一个符号时，该符号应缩小绘制。各符号缩小或放大时，符号相互之间及符号本身的比例应保持不变。导线符号可以用不同宽度的线条表示。

关于符号的方位

标准示出的符号方位不是强制的。在不改变符号含义的前提下，符号可以根据图面布置的需要旋转或成镜象放置，但文字和指示方向不得倒置。

其他

符号通常带连接线示出，大部分符号上都可以增加补充信息。本标准中有些符号具有几种图形形式，应优先采用“优选形”。在同一张电气图样中只能选用一种图形形式，图形符号的大小和线条的粗细亦应基本一致。

（6）符号适应计算机辅助绘图系统的规定，对于在计算机辅助绘图系统使用标准中的符号的规定见表10.1-4。

**表　10.1-4**

| 区　分 | 规　定　内　容 |
|---|---|
| 符号设计的要求 | 应能使用于特定模数 $M$ 的网格系统中，本标准规定的模数 $M=2.5$mm |
| 符号的连接线 | 同网格线重合并终止于网格线的交叉点上 |
| 特殊几何图形的要求 | 矩形的边长和圆的直径应设计成 $2M$ 的倍数，对较小的符号应选 $1.5M$、$1M$ 或 $0.5M$ |
| 两条连接线之间的距离 | 至少应有 $2M$ 的距离，以符合国际通行的最小字高为 2.5mm 的要求 |
| 其　他 | 每个符号都有位于网格交叉点的参考点 |

（7）其他要求见表 10.1-5。

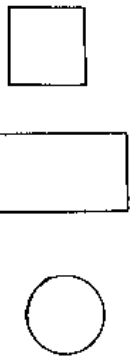
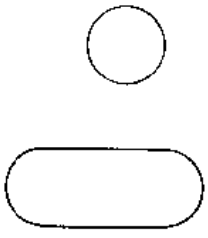
**表　10.1-5**

| 区　分 | 要　求 |
|---|---|
| 图形符号的状态 | 按无电压、无外力作用的正常状态示出 |
| 图形符号中的其他内容 | 图形符号中的文字符号、物理量符号等，应视为图形符号的组成部分，但它们不属于本标准规定的内容 |
| 与国际标准关系的标志 | 本标准中的图形符号凡与国际标准 IEC617 相同者，均以“=”示出 |

### 1.1.2　符号要素、限定符号和常用的其他符号（GB4728.2）

（1）符号要素（表 10.1-6）

**表　10.1-6**

| 序　号 | 图　形　符　号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 02-01-01<br>02-01-02<br>02-01-03 |  | 元件<br>装置<br>功能单元<br>注：填入或加上适当的符号或代号于轮廓符号内以表示元件、装置或功能 | = |
| 02-01-04<br>02-01-05 |  | 外壳（容器）、管壳<br>注：①可使用其他形状的轮廓<br>②若外壳具有特殊的防护性能可加注以引起注意<br>③使用外壳符号是非强制性的，若不致引起混乱，外壳符号可省略。但若外壳与其他物件有连接，则必须示出外壳符号，必要时，外壳可以分开画出 | = |
| 02-01-06 |  | 边界线<br>注：用于表示在边界线内的元件、装置等是实际地、机械地或功能地相互联系在一起 | = |

（续）

| 序　号 | 图　形　符　号 | 说　　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 02-01-07 | | 屏蔽（护罩）<br>注：屏蔽可画成任何方便的形状 | = |

（2）限定符号

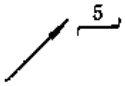
1）电流和电压种类图形符号见表 10.1-7。

2）可变性图形符号见 10.1-8。

**表　10.1-7**

| 序　号 | 图　形　符　号 | 说　　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 02-02-01 |  | 直流<br>注：电压可标注在符号右边，系统类型可标注在左边 | = |
| 02-02-02 | 2M  220/110V | 示例：直流，带中间线的三线制 220V（两根导线与中间线之间为 110V）2M 可用 2＋M 代替 | = |
| 02-02-03 | | 直流<br>注：若 02-02-01 符号可能引起混乱，也可用本符号 | = |
| 02-02-04 | | 交流<br>频率或频率范围以及电压的数值应标注在符号的右边，系统类型应标注在符号的左边<br>示例：交流，50Hz<br>示例：交流，频率范围 100～600kHz | = |
| 02-02-05 | 50Hz | | |
| 02-02-06 | 100…600kHz | | |

**表　10.1-8**

| 序　号 | 图　形　符　号 | 说　　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 02-03-01 | | 非内在的可变性 | = |
| 02-03-02 | | 非内在非线性的可变性 | = |
| 02-03-03 | | 内在的可变性<br>注：有关控制量，如电压或温度可示于符号附近 | = |
| 02-03-04 | | 内在非线性的可变性 | = |
| 02-03-05 | | 预调、微调<br>注：有关允许的调整条件，应标注于符号附近<br>示例：仅在电流等于零时允许预调 | = |
| 02-03-06 | $I=0$ | | |
| 02-03-07 | | 阶跃式（分档式）的可变量、步进动作<br>注：可加注阶跃数<br>示例：表示五个阶跃的非内在的可变性 | = |
| 02-03-08 |  5 | | |

（续）

| 序　号 | 图 形 符 号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 02-03-09 | | 连续的可变性 | = |
| 02-03-10 | | 示例：连续可变的预调 | |
| 02-03-11 | | 自动控制（内在的）<br>注：被控量可示于符号附近 | = |
| 02-03-12 | dB | 示例：自动增益控制放大器 | |

3）力或运动的方向图形符号见表 10.1-9。

箭头可用来表示方向，符号的可动部分沿此方向运动以给出所需效应（见符号 02-04-02 示例）。

箭头也可用于表示力的方向或符号所代表的零件的运动方向。此时，可能需要加注观察点。

由运动所产生的效应可用符号或文字予以说明。

4）流动方向图形符号见表 10.1-10。

（3）常用的其他符号

1）机械控制图形符号见表 10.1-11。

2）操作件和操作方法图形符号见表 10.1-12。

3）非电量控制图形符号见表 10.1-13。

### 1.1.3　导线和连接器件（GB 4728.3）

（1）导线图形符号见表 10.1-14。

（2）端子和导线连接图形符号见表 10.1-15。

（3）连接器件图形符号见表 10.1-16。

**表　10.1-9**

| 序　号 | 图 形 符 号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 02-04-01 | | 按箭头方向的直线运动或力 | = |
| 02-04-02 | | 双向直线的运动或力<br>示例：当 3 从 1 向 2 移动时，频率增加 | = |
| 02-04-03 | | 按箭头的方向单向旋转（示出顺时针方向） | = |
| 02-04-04 | | 双向旋转 | = |

**表　10.1-10**

| 序号 | 图形符号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 02-05-01 | | 能量、信号的单向传播（单向传输） | = |
| 02-05-02 | | 同时双向传播（同时双向传输），同时发送和接收 | = |

（续）

| 序号 | 图形符号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 02-05-03 | | 不同时双向传播<br>交替的发送和接收 | = |

表　10.1-11

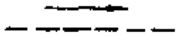
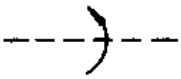
| 序号 | 图形符号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 02-12-01 | 形式1  | 机械的连接<br>气动的连接<br>液压的连接 | |
| 02-12-02 |  | 示例：具有力或运动指示方向的机械连接 | = |
| 02-12-03 |  | 示例：具有指示旋转方向的机械连接<br>注：箭头应视作从连接符号前面向里旋转 | |
| 02-12-04 | 形式2  | 注：当使用02-12-01符号位置太受限制时，使用02-12-04符号 | |
| 02-12-05 | 形式1 | 延时动作 | |
| 02-12-06 | 形式2 | 注：从圆弧向圆心方向移动的延时动作 | = |

表　10.1-12

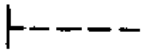
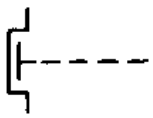
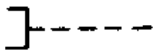
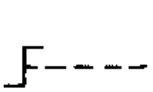
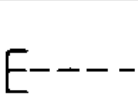
| 序号 | 图形符号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 02-13-01 |  | 一般情况下手动控制 | = |
| 02-13-02 |  | 受限制的手动控制 | = |
| 02-13-03 |  | 拉拔操作 | = |
| 02-13-04 |  | 旋转操作 | = |
| 02-13-05 |  | 推动操作 | = |

表　10.1-13

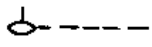
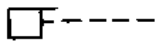
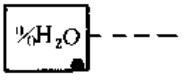
| 序号 | 图形符号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 02-14-01 |  | 液位控制 | = |
| 02-14-02 | | 计数控制 | = |
| 02-14-03 |  | 流体控制 | |
| 02-14-04 | | 示例：气流控制 | = |
| 02-14-05 |   | 相对湿度控制 | = |

**表 10.1-14**

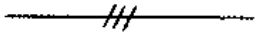
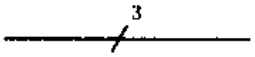
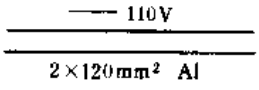
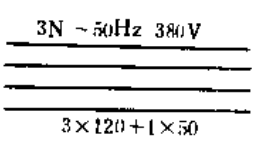
| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 03-01-01 |  | 导线、导线组、电线、电缆、电路、传输通路（如微波技术）、线路、母线（总线）一般符号<br>注：当用单线表示一组导线时，若需示出导线数可加小短斜线或画一条短斜线加数字表示<br>示例：三根导线 | = |
| 03-01-02 |  | 示例：三根导线<br>更多的情况可按下列方法表示：<br>在横线上面注出：电流种类、配电系统、频率和电压等；<br>在横线下面注出：电路的导线数乘以每根导线的截面积，若导线的截面不同时，应用加号将其分开。<br>导线材料可用其化学元素符号表示 | = |
| 03-01-03 |  | | |
| 03-01-04 |  | 示例：直流电路，110V，两根铝导线，导线截面积为 120mm² | |
| 03-01-05 |  | 示例：三相交流电路，50Hz，380V，三根导线截面积均为 120mm²，中性线截面积为 50mm² | = |

**表 10.1-15**

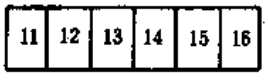
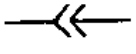
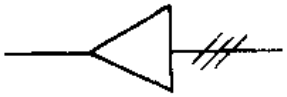
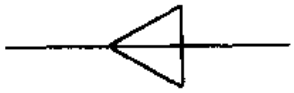
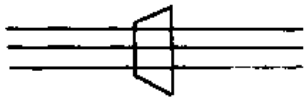
| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 03-02-01 |  | 导线的连接 | = |
| 03-02-02 |  | 端子<br>注：必要时圆圈可画成圆黑点 | = |
| 03-02-03 |  | 端子板（示出带线端标记的端子板） | = |
| 03-02-04 | 形式 1 | 导线的连接 | — |
| 03-02-05 | 形式 2 | | |

**表 10.1-16**

| 序号 | 图形符号 | | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|---|
| | 优选型 | 其他型 | | |
| 03-03-01<br>03-03-02 |  | | 插座（内孔的）或插座的一个极 | = |
| 03-03-03<br>03-03-04 | | | 插头（凸头的）或插头的一个极 | = |
| 03-03-05<br>03-03-06 | |  | 插头和插座（凸头和内孔的） | = |

（4）电缆附件图形符号见表10.1-17。

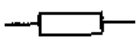
**表　10.1-17**

| 序　号 | 图　形　符　号 | 说　　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 03-04-01 | | 电缆密封终端头（示出带一根三芯电缆）<br>多线表示 | = |
| 03-04-02 |  | 单线表示 | |
| 03-04-03 |  | 不需要示出电缆芯数的电缆终端头 | |
| 03-04-04 |  | 电缆密封终端头（示出带三根单芯电缆） | = |

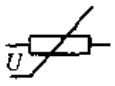
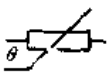
### 1.1.4　无源元件（GB 4728.4）

（1）电阻器图形符号见表10.1-18。

**表　10.1-18**

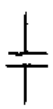
| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 04-01-01 | 优选形  | 电阻器<br>一般符号 | = |
| 04-01-02 | 其他形 | | = |
| 04-01-03 | | 可变电阻器<br>可调电阻器 | = |

（续）

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 04-01-04 |  | 压敏电阻器<br>变阻器<br>注：$U$可以用$V$代替 | = |
| 04-01-05 |  | 热敏电阻器<br>注：$\theta$可以用$t°$代替 | |

（2）电容器图形符号见表10.1-19。

**表　10.1-19**

| 序　号 | 图　形　符　号 | | 说　　明 | IEC |
|---|---|---|---|---|
| | 优选形 | 其他形 | | |
| 04-02-01 |  | | 电容器一般符号<br>注：如果必须分辨同一电容器的电极时，弧形的极板表示：<br>①在固定的纸介质和陶瓷介质电容器中表示外电极 | = |
| 04-02-02 | | | ②在可调和可变的电容器中表示动片电极<br>③在穿心电容器中表示低电位电极 | = |

（续）

| 序　号 | 图　形　符　号 | 说　　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 04-02-03 | | | = |
| 04-02-04 | | 穿心电容器 | = |
| 04-02-05 | | | = |
| 04-02-06 | | 极性电容器 | = |

（3）电感器图形符号见表 10.1-20。

**表　10.1-20**

| 序号 | 图形符号 | 说　　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 04-03-01 | | 电感器<br>线　圈<br>绕　组<br>扼流圈<br>注：①变压器绕组见 GB4728.6—84《电气图用图形符号电能的发生和转换》<br>②如果要表示带磁芯的电感器，可以在该符号上加一条线。这条线可以带注释，用以指出非磁性材料。并且这条线可以断开画，表示磁芯有间隙<br>③符号中半圆数目不作规定，但不得少于三个 | = |
| 04 03-02 | | 示例：带磁芯的电感器 | = |

（续）

| 序号 | 图形符号 | 说　　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 04-03-03 | | 磁芯有间隙的电感器 | = |
| 04-03-04 | | 带磁芯连续可调的电感器 | = |

### 1.1.5　半导体管和电子管（GB 4728.5）

（1）半导体管

1）符号要素图形符号见表 10.1-21。

**表　10.1-21**

| 序号 | 图形符号 | 说　　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 05-01-01 | | 具有一处欧姆接触的半导体区<br>水平线表示半导体区，垂直线表示欧姆接触 | = |
| 05-01-02 形式 1 | | 具有多处欧姆接触的半导体区（示出两个欧姆接触） | = |
| 05-01-03 形式 2 | | | = |
| 05-01-04 形式 3 | | | = |

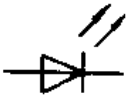
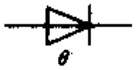
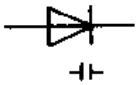
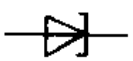
2）半导体管特有的限定符号见表 10.1-22。

**表 10.1-22**

| 序号 | 图形符号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 05-02-01 | ∫ | 肖特基效应 | = |
| 05-02-02 | ] | 隧道效应 | = |
| 05-02-03 | ⌋ | 单向击穿效应 | = |
| 05-02-04 | ∫ | 双向击穿效应 | = |
| 05-02-05 | I | 反向效应（单隧道效应） | = |

3）半导体二极管图形符号示例见表 10.1-23。

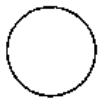
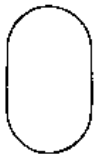
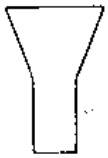
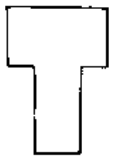
**表 10.1-23**

| 序号 | 图形符号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 05-03-01 | | 半导体二极管一般符号 | — |
| 05-03-02 |  | 发光二极管一般符号 | — |
| 05-03-03 |  | 利用温度效应的二极管<br>注：$\theta$ 可以用 $t°$ 代替 | — |
| 05-03-04 |  | 用作电容性器件的二极管（变容二极管） | = |
| 05-03-05 |  | 隧道二极管 | = |

（2）电子管

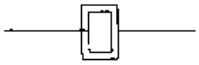
1）一般符号要素图形符号见表 10.1-24。

**表 10.1-24**

| 序号 | 图形符号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 05-07-01 | 形式 1  | 管壳 | |
| 05-07-02 | 形式 2  | | |
| 05-07-03 | 形式 3  | | |
| 05-07-04 | 形式 4  | | |
| 05-07-05 | 形式 5 | | |

2）电子束管、图象器件和光电器件符号要素的图形符号见表 10.1-25。

**表 10.1-25**

| 序号 | 图形符号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 05-08-01 | 优选形 | 横向偏转电极（偏转板）（示出一对） | = |
| 05-08-02 | 其他形 | | = |
| 05-08-03 |  | 径向偏转电极（示出一对） | = |

（续）

| 序号 | 图形符号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 05-08-04 | | 有栅网的圆筒聚焦极 | = |
| 05-08-05 | | 电子枪最末聚焦极与分束极的管内连接 | = |

（3）电离辐射探测器件和电化学器件

1）电离辐射探测器件图形符号示例见表 10.1-26。

**表　10.1-26**

| 序号 | 图形符号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 05-17-01 | | 电离室 | = |
| 05-17-02 | | 有栅极的电离室 | = |
| 05-17-03 | | 有保护环的电离室 | = |
| 05-17-04 | | 互补型电离室 | = |

**表　10.1-27**

| 序号 | 图形符号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 05-18-01 | | 电荷累计管（电化学阶跃函数器件）<br>注：用阶跃函数的阳极符号标注电极，以表示从低阻状态到高阻状态的阶跃 | = |

（续）

| 序号 | 图形符号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 05-18-02 | | 溶液离子二极管 | = |
| 05-18-03 | | 溶液离子四极管<br>注：字母不是符号的组成部分<br>*R*——读出极<br>*I*——输入极<br>*S*　—屏栅极<br>*C*——公共极 | = |
| 05-18-04 | | 电导管 | = |

2）电化学器件图形符号示例见表 10.1-27。

### 1.1.6　电能的发生和转换（GB 4728.6）

（1）绕组及其连接的限定符号

1）独立绕组图形符号见表 10.1-28。

**表　10.1-28**

| 序号 | 图形符号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 06-01-01<br>06-01-02<br>06-01-03<br>06-01-04<br>06-01-05 | | 一个绕组<br>注：①独立绕组的个数应用短线的数目或在符号上加数字表示出来<br>示例：三个独立绕组<br>六个独立绕组<br>②符号 06-01-01 也可用于表示各种外部连接的绕组示例：互不连接的三相绕组<br>*m* 个互不连接的 *m* 相绕组 | = |
| 06-01-06 | | 两相四端绕组 | = |

2）内部连接绕组图形符号见表 10.1-29。

**表 10.1-29**

| 序号 | 图形符号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 06-02-01 | | 两相绕组 | = |
| 06-02-02 | | 两个绕组V形(60°)连接的三相绕组 | = |
| 06-02-03 | | 中性点引出的四相绕组 | = |
| 06-02-04 | | T形连接的三相绕组 | = |
| 06-02-05 | | 三角形连接的三相绕组<br>注：本符号用加注数码以表示相数，可用于代表多边形连接的多相绕组 | = |

（2）电机

1）电机零部件图形符号见表 10.1-30。

**表 10.1-30**

| 序号 | 图形符号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 06-03-01 |  | 换向绕组或补偿绕组 | = |
| 06-03-02 |  | 串励绕组 | |
| 06-03-03 | | 并励或他励绕组 | |
| 06-03-04 | | 集电环或换向器上的电刷<br>注：仅在必要时标出电刷见符号 06-05-04 | = |

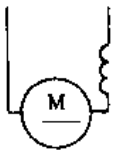
2）电机类型图形符号见表 10.1-31。

**表 10.1-31**

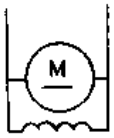
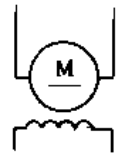
| 序号 | 图形符号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 06-04-01 | | 电机一般符号<br>符号内的星号必须用下述字母代替：<br>C　同步变流机<br>G　发电机<br>GS　同步发电机<br>M　电动机<br>MG　能作为发电机或电动机使用的电机<br>MS　同步电动机<br>注：可以加上符号 02-02-01 和 02-02-04，见 06-04-02～06-04-08<br>SM　伺服电机<br>TG　测速发电机<br>TM　力矩电动机<br>IS　感应同步器 | = |
| 06-04-02 | | 直流发电机 | |
| 06-04-03 | | 直流电动机 | |
| 06-04-04 | | 交流发电机 | |
| 06-04-05 | | 交流电动机 | |

3）直流电机图形符号示例见表 10.1-32。

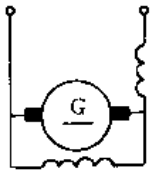
**表 10.1-32**

| 序号 | 图形符号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 06-05-01 |  | 串励直流电动机 | = |

（续）

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 06-05-02 |  | 并励直流电动机 | = |
| 06-05-03 |  | 他励直流电动机 | |

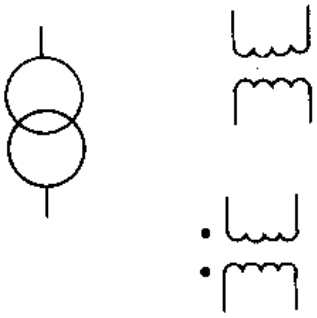
（续）

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 06-05-04 |  | 短分路复励直流发电机<br>示出接线端子和电刷 | = |

（3）变压器和电抗器

1）一般符号见表10.1-33。

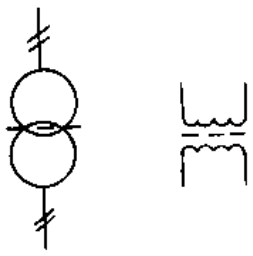
**表 10.1-33**

| 序号 | 图形符号 | | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|---|
| | 形式1 | 形式2 | | |
| 06-19-01 |  | | 铁芯 | |
| 06-19-02 |  | | 带间隙的铁芯 | |
| 06-19-03<br>06-19-04<br>06-19-05 |  | | 双绕组变压器<br>注：瞬时电压的极性可以在形式2中表示<br>示例：示出瞬时电压极性标记的双绕组变压器<br>流入绕组标记端的瞬时电流产生辅助磁通 | = |

2）具有独立绕组变压器图形符号示例见表10.1-34。

3）自耦变压器图形符号示例见表10.1-35。

**表 10.1-34**

| 序号 | 图形符号 | | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|---|
| | 形式1 | 形式2 | | |
| 06-20-01<br>06-20-02 |  | | 绕组间有屏蔽的双绕组单相变压器 | = |

（续）

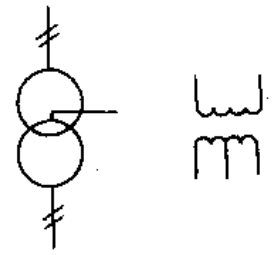
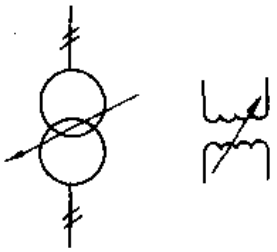
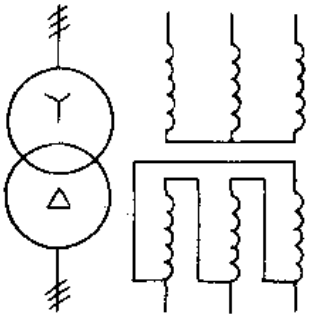
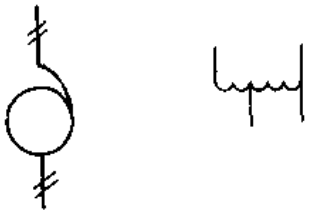
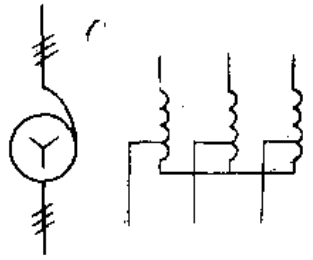
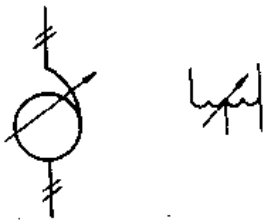
| 序　号 | 图形符号 | | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|---|
| | 形式1 | 形式2 | | |
| 06-20-03<br>06-20-04 |  | | 在一个绕组上有中心点抽头的变压器 | = |
| 06-20-05<br>06-20-06 |  | | 耦合可变的变压器 | =<br>= |
| 06-20-07<br>06-20-08 |  | | 三相变压器<br>星形-三角形连接 | = |

表 10.1-35

| 序　号 | 图形符号 | | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|---|
| | 形式1 | 形式2 | | |
| 06-21-01<br>06-21-02 |  | | 单相自耦变压器 | = |
| 06-21-03<br>06-21-04 |  | | 三相自耦变压器<br>星形连接 | = |

（续）

| 序　号 | 图形符号 | | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|---|
| | 形式 1 | 形式 2 | | |
| 06-21-05<br>06-21-06 |  | | 可调压的单相自耦变压器 | = |

### 1.1.7 开关、控制和保护装置（GB4728.7）

（1）触点（触头）

1）限定符号见表 10.1-36。

**表 10.1-36**

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 07-01-01 |  | 接触器功能 | = |
| 07-01-02 | × | 断路器功能 | = |
| 07-01-03 | — | 隔离开关功能 | = |
| 07-01-04 | | 负荷开关功能 | = |
| 07-01-05 |  | 自动释放功能 | = |

2）两个或三个位置触点图形符号见表 10.1-37。

**表 10.1-37**

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 07-02-01 | 形式 1 | 动合（常开）触点 | = |
| 07-02-02 | 形式 2 | 注：本符号也可以用作开关一般符号 | |

（续）

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 07-02-03 | | 动断（常闭）触点 | = |
| 07-02-04 | | 先断后合的转换触点 | = |
| 07-02-05 | | 中间断开的双向触点 | = |
| 07-02-06 | 形式 1 | 先合后断的转换触点（桥接） | = |
| 07-02-07 | 形式 2 | | |
| 07-02-08 | | 双动合触点 | = |

（续）

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 07-02-09 | | 双动断触点 | = |

3）具有两个位置过渡触点图形符号见表 10.1-38。

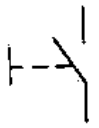
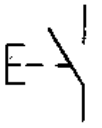
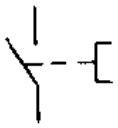
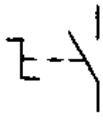
**表　10.1-38**

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 07-03-01 | | 当操作器件被吸合时，暂时闭合的过渡动合触点 | = |
| 07-03-02 | | 当操作器件被释放时，暂时闭合的过渡动合触点 | = |

（2）开关、开关装置和起动器

1）单极开关图形符号见表 10.1-39。

**表　10.1-39**

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 07-07-01 |  | 手动开关的一般符号 | = |
| 07-07-02 |  | 按钮开关（不闭锁） | = |
| 07-07-03 |  | 拉拔开关（不闭锁） | = |
| 07-07-04 |  | 旋钮开关、旋转开关（闭锁） | = |

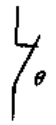
2）位置和限制开关图形符号见 10.1-40。

**表　10.1-40**

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 07-08-01 | | 位置开关，动合触点<br>限制开关，动合触点 | = |
| 07-08-02 | | 位置开关，动断触点<br>限制开关，动断触点 | = |
| 07-08-03 | | 对两个独立电路作双向机械操作的位置或限制开关 | = |

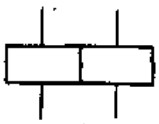
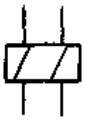
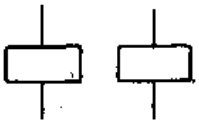
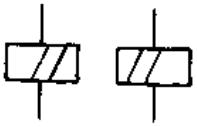
3）热敏开关图形符号见表 10.1-41。

**表　10.1-41**

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 07-09-01 | | 热敏开关，动合触点<br>注：$\theta$可用动作温度代替 | = |
| 07-09-02 |  | 热敏开关，动断触点<br>注：$\theta$可用动作温度代替 | = |
| 07-09-03 | | 热敏自动开关，动断触点<br>注：注意区别此触点和下图所示热继电器的触点<br> | = |
| 07-09-04 | | 具有热元件的气体放电管荧光灯起动器 | = |

（3）机电式有或无继电器操作器件图形符号见表 10.1-42。

表 10.1-42

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 07-15-01 | 形式1 | 操作器件一般符号<br>注：具有几个绕组的操作器件，可以由适当数值的斜线或重复符号07-15-01或07-15-02来表示 | = |
| 07-15-02 | 形式2 | 示例：具有两个绕组的操作器件组合表示法 | = |
| 07-15-03 | 形式1  | | |
| 07-15-04 | 形式2  | | |
| 07-15-05 | 形式1  | 具有两个绕组的操作器件分离表示法 | = |
| 07-15-06 | 形式2  | | |

(4) 测量继电器和有关器件

1) 方框符号和限定符号见表10.1-43。

表 10.1-43

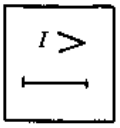
| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 07-16-01 | * | 测量继电器或有关器件<br>星号*必须由表示这个器件参数的一个或多个字母或限定符号（见GB4728.2—84第2、3章）按下述顺序代替：<br>特性量和其变化方式、能量流动方向、整定范围、重整定比（复位比）、延时作用、延时值 | = |

（续）

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 07-16-01 | | 注：①特性量的文字符号应该和已有标准相一致。限定符号已在GB4728.2—84规定。符号07-16-02至07-16-10示出文字与限定符号的组合<br>②测量元件数量的数字可包括在此符号内，例如07-17-05所示。<br>③此符号可作为整个器件的功能符号或仅表示器件的驱动元件 | = |
| 07-16-02 | $U_{故}$ | 对机壳故障电压（故障时的机壳电位）<br>注：$U$可用$V$代替 | = |
| 07-16-03 | $U_{rsd}$ | 剩余电压<br>注：$U$可用$V$代替 | = |
| 07-16-04 | $I$ ⟵ | 反向电流 | = |

2) 测量继电器图形符号示例见表10.1-44。

表 10.1-44

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 07-17-01 | $U=0$ | 零电压继电器 | = |
| 07-17-02 | $I$ ⟵ | 逆流继电器 | = |
| 07-17-03 | $P<$ | 欠功率继电器 | = |
| 07-17-04 | $I>$  | 延时过流继电器 | = |

（续）

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 07-17-05 | 2（$I>$）<br>5…10A | 具有两个电流元件和整定范围从5A到10A的过流继电器 | = |
| 07-17-06 | Q><br>1Mvar<br>5…10s | 最大无功功率继电器<br>——能量流向母线<br>——工作数值1Mvar<br>——延时调节范围从5s到10s | = |
| 07-17-07 | $U<$<br>50…80V<br>130% | 欠压继电器<br>整定范围从50V到80V重整定比130% | = |

（5）接近和接触敏感器件

1）传感器和检测器图形符号见表10.1-45。

表　10.1-45

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 07-19-01 | | 接近传感器 | = |
| 07-19-02<br>07-19-03 | | 接近传感器件方框符号<br>注：操作方法可以表示出来<br>示例：固体材料接近时操作的电容性的接近检测器 | = |
| 07-19-04 | | 接触传感器 | = |

2）开关图形符号见表10.1-46

表　10.1-46

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 07-20-01 | | 接触敏感开关动合触点 | = |
| 07-20-02 | | 接近开关动合触点 | = |
| 07-20-03 | | 磁铁接近时动作的接近开关，动合触点 | = |
| 07-20-04 | Fe | 铁接近时动作的接近开关，动断触点 | = |

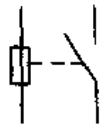
（6）保护器件

熔断器和熔断器式开关图形符号见表10.1-47。

表　10.1-47

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 07-21-01 | | 熔断器一般符号 | = |
| 07-21-02 | | 供电端由粗线表示的熔断器 | = |
| 07-21-03 | | 带机械连杆的熔断器（撞击器式熔断器） | = |
| 07-21-04 | | 具有报警触点的三端熔断器 | = |

（续）

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 07-21-05 |  | 具有独立报警电路的熔断器 | = |

### 1.1.8　测量仪表、灯和信号器件（GB4728.8）

（1）指示、记录和积算仪表一般符号的图形符号见表 10.1-48。

本节中图形符号内的星号必须被下列标志之一代替：

1）被测量单位的文字符号或其倍数、约数（示例见符号 08-02-01 和 08-02-07）。

2）被测量的文字符号（示例见符号 08-02-05 和 08-02-06）。

3）化学分子式（示例见符号 08-02-13）。

4）图形符号（示例见符号 08-02-08）。

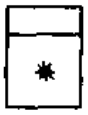
使用的符号或分子式应根据仪表所显示的信息，而不管获得信息的方法。

在使用被测量单位的文字符号时，可能需要示出量的文字符号作为辅助信息，并表示在单位的文字符号下面（示例见符号 08-02-02）。

涉及被测量的辅助信息和必要的限定符号可表示在量的文字符号下面。

若一只仪表指示或记录几个量时，必须将几个图形符号的轮廓按水平或垂直方向排列整齐（示例见符号 08-03-02 和 08-04-14）。

**表　10.1-48**

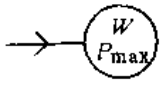
| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 08-01-01 | | 指示仪表<br>星号必须按照本节前言中的规定予以代替 | = |
| 08-01-02 | | 记录仪表<br>星号必须按照本节前言中的规定予以代替 | = |
| 08-01-03 |  | 积算仪表、电能表<br>星号必须按照本节前言中的规定予以代替<br>注：①从积算仪表传输反复读数的遥测仪表也可使用本符号（见符号 08-04-11） | = |

（续）

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 08-01-03 | | ②本符号的轮廓可与记录仪表的轮廓组合在一起来表示组合仪表见符号 08-04-14<br>③GB 4728.2—84 第 2 章中的符号可用来规定能量流的方向（见符号 08-04-04～08-04-07）<br>④符号顶部上的矩形数表示多费率表所测的不同和量的数（见符号 08-04-08） | |

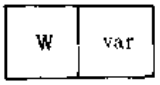
（2）指示仪表图形符号见表 10.1-49。

**表　10.1-49**

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 08-02-01 | | 电压表 | = |
| 08-02-02 | | 无功电流表 | = |
| 08-02-03 |  | 最大需量指示器（由一台积算仪表操纵的） | = |
| 08-02-04 | | 无功功率表 | = |
| 08-02-05 | | 功率因数表 | = |
| 08-02-06 | | 相位表 | = |

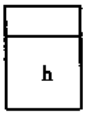
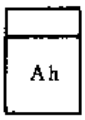
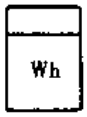
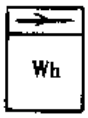
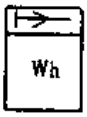
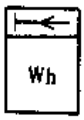
（3）记录仪表图形符号见表 10.1-50。

**表　10.1-50**

| 序号 | 图形符号 | 说明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 08-03-01 | | 记录式功率表 | = |
| 08-03-02 |  | 组合式记录功率表和无功功率表 | = |
| 08-03-03 | | 记录式示波器 | = |

(4) 积算仪表图形符号见表 10.1-51。

**表 10.1-51**

| 序号 | 图形符号 | 说　明 | IEC |
|---|---|---|---|
| 08-04-01 |  | 小时计 | = |
| 08-04-02 |  | 安培小时计 | = |
| 08-04-03 |  | 电度表(瓦特小时计) | = |
| 08-04-04 |  | 电度表(仅测量单向传输能量) | = |
| 08-04-05 |  | 电度表(测量从母线流出的能量) | = |
| 08-04-06 |  | 电度表(测量流向母线的能量) | = |

## 1.2　标准的应用与注意事项

### 1.2.1　标准的特点

等效采用国际 80 年代标准制订的国家标准 GB 4728 具有一些显著的特点，对此有比较清晰的认识，将有助于正确理解和使用该标准。

(1)就标准所列的图形符号的构成而言，标准中规定的符号要素占总数的 6.4%，一般符号占 6.8%，限定符号占 17.2%，方框符号占 4.9%，而各种符号示例占全部图形符号的 64.6%。尽管符号示例在标准中占很大比重，但却体现了尽量完整地规定符号要素、限定符号和一般符号的思想。符号示例则是通过符号要素、限定符号和一般符号按照一定规律有机地组合而成，由此给标准使用者提供了组合派生原则的实例。

(2) 标准中的各种图形符号主要根据各类元器件和设备的功能绘制，而不是按其结构一一给出，使其具有典型性和广泛性。

(3)在标准中将各部分通用的符号要素、限定符号和常用的其他符号集中放在第 2 部分，需要时可直接选用，同时根据专业的特点在某些部分又将本部分专用的符号要素、限定符号等放在该部分之首，如第 5、6、7、12 部分即如此，从而为根据需要使用标准提供了方便。

### 1.2.2　使用 GB 4728 的注意事项

GB 4728 的主要内容是形式各异的图形符号，这些符号具有直观易懂的鲜明特点，但是由于标准中的图形符号几乎涉及到电气技术的所有领域，情况相当复杂，而构成图形符号的几何形状有限且与原国标 GB 312～314 的标准结构与符号设计思想有很大区别，因此提出以下一些注意事项供设计人员使用标准时参考。

(1) 正确选用图形符号。设计人员使用本标准时，首先应根据设计中所涉及的专业内容选择，如果标准中已有符号示例，可直接采用，如果同一符号有多种表达形式，则可根据绘图的实际情况按表 10.1-52 选用。

**表 10.1-52**

| 又　分 | 选　用　原　则 |
|---|---|
| 优选形和其他形 | 优先采用优选形 |
| 形式 1 和形式 2 | 根据使用需要选用，如变压器图形符号，用单线表示法画图应选形式 1(06-19-03)，用多线表示法画图应选形式 2 (06-19-04) |
| 简化形 | 优先采用 |
| 规划的和运行的 | 根据设计的不同阶段适当选用 |

(2) 正确旋转和布置符号。作为示例，GB 4728 中的图形符号一般按垂直布置的方位给出。对于没有可动部分的元件，如电阻器、电容器等，其图形符号作水平布置时，从垂直方位到水平方位的旋转方向并不重要，但是对于具有可动部分的元件，如接触器、继电器等的图形符号而言，若需旋转，其旋转方向是一个重要的问题。考虑符号旋转的方向有两个因素：

——对系统图、功能图和电路图等，符号的布置应使信息流的主要方向从左到右或从上到下；

——具有可动部分的元件在被驱动时，可动部分(如触点)应沿水平方向向上运动或沿垂直方向向右运动。

由此可知，当具有触点的元件垂直布置时，如 常开触点 常闭触点 是符合上面两项要求的，而当它们水平布置时，则应在垂直布置的基础上沿逆时针方向旋转 90°，即常开触点 ，常闭触点 。

(3) 正确组合与派生图形符号。在 GB 4728 中虽然示出了 1200 多个表示各类元器件、设备、装置的图形符号，但是仍难以满足整个电气技术领域中设计人员的需要，尤其是一些特殊的装置或概念，难以在一个标准中对其规定出所有的图形符号，因此允许在必要时组合与派生所需的图形符号。在进行组合派生时，首先应尽量采用标准中已规定的符号作合理的布置。如当需要组合一个过压继电器的符号时，通过分析可以在 GB 4728 中选取下列符号：

07-16-01　测量继电器或有关器件

02-06-01　特性量值大于整定值时动作

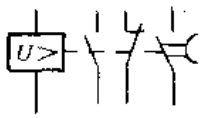
02-12-01　机械连接 

07-02-01　动合触点

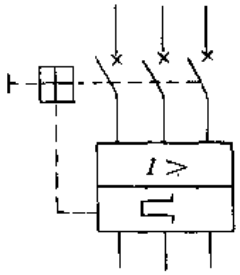
07-02-03　动断触点

02-12-06　延时动作

再加上表示电压的国际单位制字母代码 U 恰当地组合，从而得到过压继电器的图形符号如下：




其次，在进行组合时，要注意强调体现被组合符号的功能而不仅仅考虑元器件或装置的结构。如一个具有过流和热过载保护的断路器，又带有自由脱扣机构，应在断路器符号的基础上将过流和热过载保护的符号以及自由脱扣机构符号有机地组合在一起，从而得到了符合上述要求的断路器符号如下：




最后，设计人员在绘制电路图时，常需要表明电气系统控制或作用的对象，这些对象往往既不属于 GB 4728 规定的范围，又不易找到合适的图形符号进行组合，此时可采用其他有关图形符号的国家标准或专业标准规定的符合予以组合派生。

### 1.3　与旧国标的对照

1964 年国家科委发布了三项关于电气图形符号的国家标准，它们是 GB 312－64《电工系统图图形符号》、GB 313—64《电力及照明平面图图形符号》和 GB 314－64《电信平面图图形符号》。这三项国家标准在国内得到广泛应用，但是这些标准一直没有修订，与近 20 年来电气技术的飞速发展相比显得陈旧，难以满足设计人员绘制电气图和对外开放的形势对电气图形符号的标准的要求。为便于工程技术人员尽快实现从使用旧国标向 GB 4728 的过渡，现将 GB 4728 与旧国标的主要区别作一对照，见表 10.1-53。

**表 10.1-53　新旧国标的对照**

| 区　分 | GB 4728 | GB 312～314 |
|---|---|---|
| 标准结构 | 严格按专业将符号分类编为 12 个部分，同时将各专业共用的内容集中放置 | 基本按专业将符号分类，但不够明显，也未能突出共同点 |
| 适用范围 | 绘制各种电气图，可用于手工绘图也可用于计算机辅助绘图 | 分别用于绘制系统图和平面图，但仅适用于手工绘图 |
| 符号构成原则 | 主要按元器件或设备的电气功能绘制 | 基本按结构设计符号 |

（续）

| 区　分 | GB 4728 | GB 312～314 |
|---|---|---|
| 符号的形式 | 分为符号要素，一般符号、限定符号、方框符号和示例符号五种，示例符号又有形式1和形式2、优选形和其他形、一般形和简化形等多种形式可供选用 | 分为基本符号（相当于GB 4728的限定符号）、一般符号、明细符号（相当于GB 4728的示例符号）三种，仅有单线形和多线形两种形式 |
| 其他 | 明确规定符号的绘制、编号、使用及适应计算机辅助绘图的要求，明确标示每个图形符号与对应国际标准的关系，列有若干附录作为补充件 | 仅提出了采用标准中的图形符号绘图的注意事项及一般的派生原则 |

## 1.4　与IEC等标准的对照

GB 4728系参照采用国际标准IEC 617（1983）制订，全部纳入了IEC 617中规定的图形符号，整个标准的结构、编排形式以及派生组合的原则均与IEC 617相同。除此之外，从目前我国电气技术的实际水平出发，在GB 4728中适当保留了国标GB 312和有关部标准中的少量符号共100多个作为补充。

从分析中得知，西欧工业国家的标准和IEC标准十分接近，如法国标准NF C03—201～213简图用图形符号，几乎从标准的结构到内容均与IEC 617完全一致，英国标准BS 3939—85电力、电信和电子简图用图形符号也大致如此，而德国标准DIN 40700T1～T98，以及DIN 40703～40900都是电气图用图形符号的标准，虽然它们的结构和IEC 617不尽相同，但符号的形式差别不大。至于非西欧国家的美国和日本关于电气图形符号的标准ANSI Y32.2/IEEE 315—75以及JIS C0301—82则与IEC 617有一定的差距。在表10.1-54中将GB 4728及上述标准中的常用图形符号一并列出，可供对照。

表10.1-54 GB 4728与IEC等标准的对照

**表　10.1-54**

| 图形符号 | GB 4728—85 | GB 312—64 | IEC | DIN | BS | ANSI | JIS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| — | 直流 | ⎓ | ⎓ | ⎓ | ⎓ | ⎓ | ⎓ |
| ~ | 交流 | ⎓ | ⎓ | ⎓ | ⎓ | ⎓ | ⎓ |
| 3N～50Hz 380/220V | 交流，三相带中性线，50Hz，380V（中性线与相线之间电压为220V） | ⎓ | ⎓ | 3/N～50Hz 380V | ⎓ | — | — |
| ~ | 低频 | ⎓ | ⎓ | — | ⎓ | ⎓ | ⎓ |
| ≃ | 中频 | ⎓ | ⎓ | ⎓ | ⎓ | ⎓ | ⎓ |
| ≋ | 高频 | ⎓ | ⎓ | ⎓ | ⎓ | ⎓ | ⎓或⩘ |
| ≂ | 交直流 | ⎓ | — | ⎓ | — | ⎓ | — |
| + | 正极 | ⎓ | ⎓ | ⎓ | ⎓ | ⎓ | ⎓ |
| − | 负极 | ⎓ | ⎓ | ⎓ | ⎓ | ⎓ | ⎓ |
| N | 中性（中性线） | ⎓ | ⎓ | ⎓ | ⎓ | — | ⎓ |

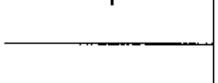
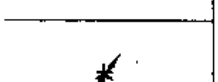
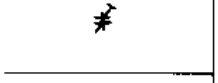
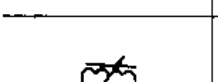
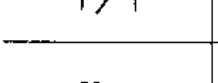
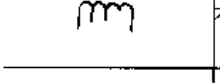
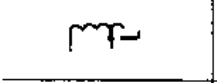
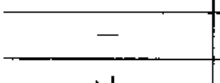
（续）

| 图形符号 | GB 4728—85 | GB 312—64 | IEC | DIN | BS | ANSI | JIS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 正脉冲 | — | = | | = | — | |
| | 负脉冲 | — | = | | = | — | |
| | 交流脉冲 | — | = | | = | — | |
| | 正阶跃函数 | — | = | | = | — | |
| | 负阶跃函数 | — | = | | = | — | |
| | 锯齿波 | — | = | — | = | — | — |
| | 接地 | = | = | = | = | = | = |
| | 接机壳或接底板 | | = | = | = | = | |
| | | = | = | — | = | — | |
| | 故障 | 绝缘击穿[1] | = | = | = | — | = |
| | 闪络，击穿 | — | = | — | = | — | — |
| | 三根导线 | = | = | = | = | = | = |
| 3 | | = | = | — | = | = | = |
| 1 1 2 1 3 1 4 1 5 1 6 | 端子板 | — | = | = | = | = 或 1 6 3 8 | — |
| | 导线的连接 | = | = | = | = | — | = |
| | 电阻器 | = | = | = 或 | = | = | 或 |
| | | — | | — | | | |

（续）

| 图形符号 | GB 4728—85 | GB 312—64 | IEC | DIN | BS | ANSI | JIS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 可变电阻器<br>可调电阻器 | — | = | = | = | = 或 | = |
| | 压敏电阻器 | = | = | = | = | = 或<br>或 | — |
| | 热敏电阻器 | 直热式热敏电阻 | = | = | = | t° | — |
|  | 0.125W 电阻器 | 0.125W | — | — | — | — | — |
| | 0.25W 电阻器 | = | — | — | — | — | — |
|  | 0.5W 电阻器 | = | — | — | — | — | — |
|  | 1W 电阻器 | = | — | — | — | — | — |
|  | 熔断电阻器 | — | — | — | — | — | — |
| | 滑线式变阻器 | 可断开电路的变阻器 | = | — | = | — | = |
| | 带滑动触点和断开位置的电阻器 | — | = | — | = | 或 | — |
| | 两个固定抽头的电阻器 | = | = | = | = | = 或 | = |
| | 滑动触点电位器 | 电位器 | = | = | = | 或 | = |
| | 带开关的滑动触点电位器 | — | — | — | — | — | — |
| | 电容器 | | = | = | = | = | — |
| | | | | — | | | |

（续）

| 图形符号 | GB 4728—85 | GB 312--64 | IEC | DIN | BS | ANSI | JIS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 极性电容器 |  | = | = | = | = | = |
|  | | | | — | | | |
| | 可变电容器<br>可调电容器 | | = | = | = | = | = |
|  | | | | — | | | |
|  | 微调电容器 | | = | = | = | — | = |
| | |  | | — | | | — |
| | 电感器<br>线 圈<br>绕 组<br>扼流圈 | = | = 或 | 或 或 | = 或 | 或 | 或 或 |
| | 带磁芯的电感器 | = | = | | = | | |
| | 磁芯有间隙的电感器 | = | = | | = | — | — |
|  | 带磁芯连续可调的电感器 | = | = | | = | — | = |
|  | 有两个抽头的电感器 | = | = | | = | | = |
|  | 步进移动触点的可变电感器 | — | = | | = | — | = |
|  | 可变电感器 | = | = | | = | | — |
| — | 铁氧体磁芯 | --- | = | — | = | — | — |
|  | 动合（常开）触点注：本符号也可以用作开关一般符号 | | = | = | = | 或 或 | = |
| | | | | — | | | — |

（续）

| 图形符号 | GB 4728—85 | GB 312—64 | IEC | DIN | BS | ANSI | JIS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 动断（常闭）触点 | | = | = | — | 或 | = |
| | 先断后合的转换触点 | | = | | = | — | = |
| | 中间断开的双向触点 | — | = | | = | — | = |
| | 先合后断的转换触点（桥接） | | = | = | = | | = |
| | 当操作器件被吸合时延时闭合的动合触点 | | = | | = | TDC | 或 |
| | 当操作器件被释放时延时断开的动合触点 | | — | | — | TDO | 或 |
| | 当操作器件被释放时延时闭合的动断触点 | | = | | = | TDC | 或 |
| | 当操作器件被吸合时延时断开的动断触点 | | — | | — | TDO | 或 |
| | 吸合时延时闭合和释放时延时断开的动合触点 | | = | — | = | | |

（续）

| 图形符号 | GB 4728—85 | GB 312--64 | IEC | DIN | BS | ANSI | JIS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 手动开关的一般符号 | — | = | = | = | ··· | = |
| | 按钮开关（不闭锁） | | = | = | = | | = |
| | 拉拔开关（不闭锁） | — | = | = | = | — | = |
| | 旋钮开关、旋转开关（闭锁） | | = | = | = | — | = |
| | 多极开关一般符号单线表示 | | — | — | — | — | — |
| | 多极开关一般符号多线表示 | | — | — | — | — | — |
| | 接触器（在非动作位置触点断开） | | = | — | = | — | = |
| | 具有自动释放的接触器 | — | = | — | = | — | |
| | 接触器（在非动作位置触点闭合） | | = | — | = | — | = |
| | 断路器 | | = | | = | — | = |
| | 隔离开关 | | = | = | = | — | = |
| | 负荷开关（负荷隔离开关） | | = | | = | — | = |

①图形符号与GB 4728—85相同，但表示意义不同。

## 2 电气制图（GB 6988—86）

### 2.1 标准的主要内容

国家标准电气制图（GB 6988）是一项重要的基础标准，它对电气技术领域中各种图纸的绘制方法做出了统一规定。长期以来，我国一直没有关于电气制图的国家标准，直至1986年，才根据IEC 113《简图、表图、表格》及其修订文件制订出第一个电气制图国家标准，它包括以下7个部分：

GB 6988.1—86 电气制图 术语
GB 6988.2—86 电气制图 一般规则
GB 6988.3 -86 电气制图 系统图和框图
GB 6988.4—86 电气制图 电路图

GB 6988.5—86　电气制图　接线图和接线表
GB 6988.6—86　电气制图　功能表图
GB 6988.7—86　电气制图　逻辑图

### 2.1.1　术语（GB 6988.1）

该标准规定了关于电气制图的各种术语及定义，对常用的图种和各种表示方法给出了定义，见表10.1-55。

**表10.1-55　术语**

| 术语 | 名称 | 区分 | 定义 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 表达形式 | | 图 | 采用图示法的各种表达形式的统称 | 包括用投影原理绘制及用图形符号绘制的图 |
| | | 简图 | 用图形符号、带注释的围框或简化外形表示系统或设备中各组成部分之间相互关系及其连接关系的图 | 过去曾称为“略图”，根据国家标准《工程图学术语》而改 |
| | | 表图 | 表明两个或两个以上变量之间关系的一种图 | 强调它是一种图而不是表 |
| | | 表格 | 把数据按纵横排列的一种表达形式 | |
| 表示方法 | 对导线 | 多线表示法 | 每根导线在简图上分别用一条线表示的方法 | |
| | | 单线表示法 | 两根或两根以上的导线在简图上只用一条线表示的方法 | 可减少图面连线，使图面清晰，必要时应示出线数 |
| | 对项目 | 集中表示法 | 把设备或成套装置中一个项目各组成部分的图形符号，在简图上绘制在一起 | 通常用于较简单的图 |
| | | 半集中表示法 | 把一个项目中某些部分的图形符号在简图上分开布置，用机械连接符号表示它们之间的关系 | 用于较复杂的图，使电路布局清晰，易于识别 |
| 表达方法 | 对项目 | 分开表示法 | 把一个项目中某些部分的图形符号在简图上分开布置，仅用项目代号表示它们之间的关系 | 用于复杂的图，使电路布局清晰，易于识别 |
| 种类及其用途 | | 系统图或框图 | 用符号或带注释的框，概略表示系统或分系统的基本组成、相互关系及其主要特征的简图 | 二者没有本质的区别 |
| | | 功能图 | 表示理论的或理想的电路而不涉及实现方法的简图 | |
| | | 逻辑图 | 主要用二进制逻辑单元图形符号绘制的简图 | 分为纯逻辑图和详细逻辑图 |
| | | 功能表图 | 表示控制系统的作用和状态的一种表图 | |
| | | 电路图 | 用图形符号并按工作顺序排列，详细表示电路、设备或成套装置的全部基本组成而不考虑其实际位置的一种简图 | 便于详细理解作用原理，分析和计算电路特性 |
| | | 等效电路图 | 表示理论的或理想的元件及其连接关系的一种功能图 | 供分析和计算电路特性和状态用 |
| | | 端子功能图 | 表示功能单元全部外接端子，并用功能图、表图或文字表示其内部功能的一种简图 | 常与电路图结合使用 |
| | | 程序图 | 详细表示程序单元和程序片及其互连关系的一种简图 | 目的是便于对程序运行的理解 |

（续）

| 术语 | 区分名称 | 定义 | 备注 |
|---|---|---|---|
| 种类及其用途 | 设备元件表 | 把成套装置、设备和装置中各组成部分和相应数据列成的表格 | 表示各组成部分的名称、型号、规格、数量等 |
| | 接线图或接线表 | 表示成套装置、设备或装置的连线关系的简图或表格 | 用以接线和检查 |
| | 单元接线图或单元接线表 | 表示成套装置或设备中一个结构单元内的连接关系的接线图或接线表 | |
| | 互连接线图或互连接线表 | 表示成套装置或设备的不同单元之间连接关系的一种接线图或接线表 | |
| | 端子接线图或端子接线表 | 表示成套装置或设备的端子以及接在端子上的外部连线的一种接线图或接线表 | 必要时可包括内部接线 |
| | 数据单 | 对特定项目给出详细信息的资料 | |
| | 位置简图或位置图 | 表示成套装置、设备或装置中各个项目的位置的一种简图或一种图 | |

**2.1.2　一般规则**（GB 6988.2）

该标准规定了绘制各种电气图的通用规则和一般要求，适用于各图种。其中对绘制电气图所涉及的基本要素，如图纸、图线、图形符号、字体、比例等均作出规定，还对绘制各种电气图可能涉及的共性问题提出了一般性的要求，包括简图的布局、图形符号的选择和使用、连接线的表示及项目代号的标注等。至于绘制不同图种的特殊要求则放在各个具体图种的相应标准中单独规定，以突出重点，避免重复。

（1）一般规定

该标准对图纸幅面尺寸的规定见表 10.1-56 和 10.1-57。

**表 10.1-56　图纸幅面尺寸**

| 代号 | 尺寸（mm） |
|---|---|
| A0 | 841×1189 |
| A1 | 594×841 |
| A2 | 420×594 |
| A3 | 297×420 |
| A4 | 210×297 |

**表 10.1-57　加长图纸幅面尺寸**

| 代号 | 尺寸（mm） |
|---|---|
| A3×3 | 420×891 |
| A3×4 | 420×1189 |
| A4×3 | 297×630 |
| A4×4 | 297×841 |
| A4×5 | 297×1051 |

选择图纸幅面的前提是保证幅面布局紧凑、清晰和使用方便，还应考虑：

——所设计对象的规模和复杂程度；

——由简图种类所确定的资料的详细程度；

——尽量选用较小幅面；

——便于图纸的装订和管理；

——复印和缩微的要求；

——计算机辅助设计的要求。

为便于图纸的使用和管理，所有图纸都应在标题栏内编注图号，一份多张图的每张图纸还应顺序编注张次号。

对图幅分区的规定见表 10.1-58。

**表 10.1-58　图幅分区**

| 区分 | 规定内容 |
|---|---|
| 分区目的 | 便于确定图上内容的位置，便于补充和更改 |
| 分区要求 | 分区数应是偶数，每一分区的长度一般在 25～75mm 之间 |
| 分区方法 | 每个分区内竖边方向用大写拉丁字母，横边方向用阿拉伯数字分别编号。编号的顺序从标题栏相对的左上角开始 |
| 分区表示 | 分区代号用该区域的字母和数字表示，如 B3 |

对图线、字体等的规定见表10.1-59。

**表10.1-59　图线型式**

| 图线名称 | 图线型式 | 一　般　应　用 |
|---|---|---|
| 实　　线 | ——— | 基本线，简图主要内容用线，可见轮廓线，可见导线 |
| 虚　　线 | ---- | 辅助线，屏蔽线，机械连接线，不可见轮廓线，不可见导线，计划扩展内容用线 |
| 点划线 | —·—·— | 分界线，结构围框线，功能围框线，分组围框线 |
| 双点划线 | —··—··— | 辅助围框线 |

**表10.1-60　图线宽度**

| 宽度（mm） | 0.25 | 0.35 | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 1.4 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 备　　注 | 通常只选两种宽度，粗线的宽度为细线的两倍 | | | | | |

**表10.1-61　字体**

| 基本图纸幅面 | A0 | A1 | A2 | A3 | A4 |
|---|---|---|---|---|---|
| 字体最小高度（mm） | 5 | 3.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| 备　　注 | 字体形式按GB 4457.3—84《机械制图字体》 | | | | |

**表10.1-62　箭头**

| 箭头形式 | 开口箭头 | 实心箭头 |
|---|---|---|
| 使用对象 | 信号线、连接线 | 指引线 |

**表10.1-63　指引线**

| 末端位置 | 轮廓线内 | 轮廓线上 | 电路线上 |
|---|---|---|---|
| 标记形式 | 黑点 | 箭头 | 短斜线 |

**表10.1-64　比例**

| 比例系列 | 1∶10 | 1∶20 | 1∶50 | 1∶100 | 1∶200 | 1∶500 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 备　　注 | 需选用其他比例时，按国家有关标准规定 | | | | | |

（2）有关图形符号的规定

1）电气图中所用的图形符号应符合GB 4728电气图用图形符号的规定，如果采用该标准未规定的图形符号，应加以说明。

2）选择图形符号的原则为：

——尽可能采用优选形式；

——在满足需要的前提下，尽量采用最简单的形式；

——在具有同一图号的图中使用相同形式的图形符号。

对比较简单的图（如系统图），尤其是用单线表示法绘制的图，大多数情况下使用一般符号或简化形式的符号。

对内容比较详细的简图，如一般符号不能满足，应按有关标准加以充实。

对电路图，必须使用完整形式的图形符号。

对图形符号的其他规定见表10.1-65。

**表10.1-65　图形符号的规定**

| 区分 \ 内容 | 具　体　规　定 |
|---|---|
| 符号的大小 | 符号含义由形式决定，符号大小、图线宽度不影响符号的含义 |
| 符号的取向 | 任意，为避免导线折弯和交叉，如不引起混淆，允许将符号旋转或镜象布置 |
| 端子的表示法 | 一般不画端子符号，但如果端子符号是符号的一部分，必须画出 |
| 引线的表示法 | 在不改变图形符号含义的前提下，引线可取不同方向 |

（3）有关连接线和围框的规定

关于连接线和围框的规定见表10.1-66和表10.1-67。

**表10.1-66　连接线的规定**

| 区分 \ 内容 | | 具　体　规　定 |
|---|---|---|
| 线型区分 | 实线 | 用于连接线 |
| | 虚线 | 用于表示计划扩展的内容 |
| 方向的改变 | | 一条连接线不应与另一条线在交叉处改变方向，也不应穿过其他连接线的连接点 |
| 导线的粗细 | | 为突出或区分某些电路、功能等，对导线、信号通路、连接线等可采用不同粗细的图线表示 |
| 标　　记 | | 识别标记标注在靠近单根或成组连接线的上方，也可断开连接线标注 |
| 中断处理 | | 1. 穿越图面的连接线较长或穿越稠密区域时，允许将连接线中断，在中断处加相应标记<br>2. 去向相同的线组也可中断，在图上线组的末端加适当标记 |

（续）

| 区分 \ 内容 | 具体规定 |
|---|---|
| 中断处理 | 3. 连到另一张图上的连接线应该中断，并在中断处注明图号、张次、图幅分区代号等标记 |

**表 10.1-67 围框的规定**

| 区分 | 规定内容 |
|---|---|
| 目的 | 在图上显示出图的一部分是功能单元、结构单元或项目组（如电器组、继电器组等） |
| 线型 | 点划线 |
| 形状 | 为使图面清晰，可以是不规则的 |
| 要求 | 围框线不应与元件符号相交（插头插座和端子符号除外） |
| 特点 | 对围框表示的单元如果已作出标记可以查阅详细资料，围框内的电路可以用简化形式表示 |
| 备注 | 如围框内有不属于所表示单元的元件符号，应对此符号另加双点划线框出，并加注代号或注解 |

（4）其他规定

关于注释和标志、技术数据的表示、符号或元件在图上位置等其他规定见表 10.1-68 和表 10.1-69。

**表 10.1-68 注释和标志、技术数据的表示**

| 区分 | | 规定内容 |
|---|---|---|
| 注释和标志 | 作用 | 表示用图示方法不便表示的内容 |
| | 位置 | 1. 所要说明的对象附近；2. 图中其他位置；3. 如出现多个注解，按顺序置于图纸边框附近 |
| 技术数据 | | 1. 标在图形符号附近；2. 用表格形式给出 |

**表 10.1-69 符号或元件在图上位置的表示方法**

| 符号或元件位置 | 标记写法 |
|---|---|
| 同一张图纸上的 *B* 行 | B |
| 同一张图纸上的 3 列 | 3 |
| 同一张图纸上的 *B*3 区 | B3 |
| 具有相同图号的第 34 张图上的 *B*3 区 | 34/B3 |
| 图号为 4568 的单张图的 *B*3 区 | 图 4568/B3 |
| 图号为 5796 的第 34 张图上的 *B*3 区 | 图 5796/34/B3 |
| =S1 系列单张图上的 *B*3 区 | =S1/B3 |
| =S1 系统多张图第 34 张的 *B*3 区 | =S1/34/B3 |

### 2.1.3 系统图和框图（GB 6988.3）

该标准规定了绘制系统图和框图的规则，其具体内容分别见表 10.1-70～表 10.1-72。

**表 10.1-70 系统图和框图的概述**

| 区分 \ 内容 | | 具体规定 |
|---|---|---|
| 定义 | | 用符号或带注释的框，概略表示系统或分系统的基本组成、相互关系及主要特征的简图 |
| 用途 | | 1. 概略了解系统或设备的总体情况<br>2. 为进一步编制详细的技术文件提供依据<br>3. 为操作和维修提供参考 |
| 系统图和框图的比较 | 共同点 | 没有原则区别<br>概念和绘制方法基本相同 |
| | 不同点 | 所描述对象的层次有所不同，系统图通常描述系统或成套装置，层次较高，侧重于体系的划分；框图通常描述分系统或设备，层次较低，侧重于功能划分 |

**表 10.1-71 系统图和框图的绘制方法**

| 区分 | 绘制方法 | | 备注 |
|---|---|---|---|
| 方法 1 | 采用 GB 4728 中的图形符号，其中以方框符号为主 | | |
| 方法 2 | 带注释的方框 | 1. 框内用图形符号作注释 | 有时符号难找 |
| | | 2. 框内用文字作注释 | 多表示较高层次 |
| | | 3. 框内同时用图形符号和文字作注释 | 表示灵活，常用 |
| 方法 3 | 采用带有主要元器件的点划线框表示 | | |

**表 10.1-72 系统图和框图的其他规定**

| 区分 | | 规定内容 |
|---|---|---|
| 分层次描述 | 方法 1 | 逐级分层次绘制，即把一个大的项目逐层展开，每展开一层画一张图 |
| | 方法 2 | 以框线嵌套形式表达各层次，即在同一张图纸上，用大框套小框的形式表明项目之间层次关系 |

（续）

| 区分 | | 规定内容 |
|---|---|---|
| 连接线 | | 1. 图中方框为实线时，各框之间的连接线画到框线<br>2. 图中方框为点划线时，连接线穿过框线与元件符号相连 |
| 项目代号 | | 执行 GB 5094—85《电气技术中的项目代号》的规定 |
| 布局 | 要求 | 图面清晰，易于识别过程和信息流向，表达功能概况 |
| | 方法 | 过程流向垂直布置，表明流程自上而下，以粗线绘制；控制信号流向水平布置，方向通常为从左至右 |
| 加注注释、说明 | 要求 | 便于读图，易于理解系统功能，不影响图面清晰 |
| | 方法 | 标注在连接线上或图的空白处 |

### 2.1.4 电路图（GB 6988.4）

电路图是电气技术领域中使用最广的图种，对各种电气产品进行研究、设计、生产、使用和维修时都离不开它。通常，各种电气系统、装置和设备的工作原理、功能特性、电路结构等要素均可通过电路图进行详细描述，其他的电气技术文件如系统图和框图、接线图等往往要和电路图配合使用。

过去我国不同部门所用的“电原理图”、“电气原理图”、“电路原理图”和“电气线路图”，按 GB 6988.4—86 电气制图　电路图规定应统一称作“电路图”，它的主要用途是：

——用于详细理解电路、设备或成套装置及其组成部分的作用原理；

——为测试和寻找故障提供信息；

——为编制接线图提供依据。

(1) 总则

1) 图上位置的表示方法

①电路图在绘制过程中，当需要表示从图上的某一部分连接到另一部分的中断线时，应在两边中断线的端头上表明相对的另一端的位置。复杂的电路分开绘制在几张图纸上时，还应标明中断线连到其他图上的情况。

②当采用分开表示法绘制继电器和断路器时，为了清晰地显示器件的作用原理并便于表明操作线圈与触点之间的对应关系，以方便查找，需分别示出它们在图上的位置。

③在电路图上用文字注释对某些元件、器件作说明时，常需要注明这些元件、器件在图上的位置。

④修改电路图时，应在修改文件中表明被修改内容在图上的位置，并将其记入图纸标题栏的修改记录中。

在图上表示元件、器件位置的方法见表 10.1-73。

**表 10.1-73　图上位置的表示方法**

| 名称 | 表示方法 | 适用对象 |
|---|---|---|
| 图幅分区法 | 按 GB 6988.2 中第 1.1.5 条规定 | 电路图和其他图 |
| 电路编号法 | 用数字编号表示电路或分支电路的位置，数字顺序为从左至右或从上至下 | 多分支电路 |
| 表格法 | 在图的边缘部分绘制一个以项目代号分类的表格，表格中的项目代号与相应的图形符号在垂直或水平方向对齐 | 电子设备的电路图 |

2) 元件、器件和设备及其工作状态的表示方法

元件、器件和设备应采用 GB 4728《电气图用图形符号》规定的各类符号表示，需要时可根据该标准提供的规则，组合成新符号来表示，必要时也可采用简化外形加上适当的注释表示元件、器件和设备等，同时还要绘出元器件之间的所有连接。

在图形符号旁应标注项目代号。根据需要还可标注主要参数或将参数列表示出，此时在表格中通常应列出项目代号、名称、型号、规格、数量、对特殊要求的注释等内容。

在复杂的电路中，元件、器件和设备的可动部分的实际工作状态、位置的变动情况和保持等相当复杂，同时又需要清楚地表明这些情况，因此通常要将这些可动部分在图上表示在非激励或不工作的状态和位置。表示方法见表 10.1-74。

**表 10.1-74　元器件和设备工作状态表示方法**

| 区　　分 | 表示方法及要求 |
|---|---|
| 继电器、接触器 | 表示在非激励状态，即所有绕组和驱动线圈上都无电流通过时的状态 |
| 断路器、隔离开关 | 表示在断开位置，即触点分开不接触的位置 |
| 带零位的手动控制开关 | 零位位置 |

（续）

| 区　　分 | 表示方法及要求 |
|---|---|
| 不带零位的手动控制开关 | 图中规定的位置 |
| 机械操作开关 | 非工作的状态或位置，即搁置时的情况 |
| 事故、备用、报警开关 | 设备正常使用位置 |

（2）符号在图上的布置

1）符号布置的一般要求

某些元器件，如继电器、断路器等，由驱动部分和被驱动部分组成，驱动部分和被驱动部分之间有机械连接，相应地这些元器件的图形符号也分为几部分，这些图形符号在电路图上的布置有的表示方法见表10.1-75，这些方法对其他多重开闭器件（多刀开关）、三联可变电容器、双联或带开关的电位器等也适用。

**表10.1-75 符号布置表示方法**

| 区　分 | 表　示　方　法 | 适　用　对　象 |
|---|---|---|
| 集中表示法 | 将一个项目的图形符号的组成部分在图上集中画在一起，机械连接符号（虚线）为直线 | 简单的电路图，即图上继电器一类的元件较少，触点组也较少的图 |
| 半集中表示法 | 把一个项目中某些部分的图形符号分开画在图上，并用机械连接符号连接各部分、连接线可分支、折弯 | 较复杂的电路图 |
| 分开表示法 | 把一个项目中的某些部分的图形符号分开绘制在图面上，仅用项目代号表示它们之间的关系而不画连接线 | 复杂的电路图，可与半集中表示法结合使用 |

2）分开表示法中项目的检索

当采用分开表示法绘图时，一个项目的图形符号被分开布置在图纸的各处，为便于显示分开表示的项目的全部组成部分及其在图上的位置，可采用表10.1-76所示的方法。

**表10.1-76 分开表示法中项目的检索方法**

| 区　分 | 表　示　方　法 | 图上布置的要求 |
|---|---|---|
| 插图法 | 将采用分开表示法绘制的一个项目的各部分图形符号，用集中表示法再给一次，并在插图上注明各组成部分在图纸上的位置 | 绘制在与相应驱动部分的图形符号成一直线的位置上，或绘制在其他位置或其他图上，也可将插图集中绘在图中的某一部位并加说明 |
| 表格法 | 用表格的形式表示项目的各组成部分及其在图上的位置 | 绘制在与相应驱动部分的图形符号成一直线的位置上或绘制在其他位置或其他图上，表头的文字可用图形符号表示 |

3）未用部分的表示法

当元器件和设备的某些部分（如触点、绕组和端子等）在电路上没有被使用时，为明确表示这些未用部分和整个元器件和设备的情况，也可将它们的符号画在图上并加适当标注。它们的表示方法见表10.1-77。

**表10.1-77 未用部分表示法**

| 区　　分 | 表　示　方　法 |
|---|---|
| 半集中表示法绘图 | 未用部分和其他部分用机械连接线相连 |
| 分开表示法绘图 | 在插图或表格中不标注其位置 |

4）触点的表示

为便于识别和使图面整齐美观，继电器和接触器的触点符号的动作方向应取向一致，尤其是触点具有保持、闭锁和延迟等功能时更应如此。不过相比之下，在用分开表示法表示的触点排列虽复杂，但在没有保持等功能的电路中，使电路避免交叉更为重要。

对非电或非人工操作的触点，必须在触点符号附近表明它的运行方式，为此可采用表10.1-78所示方法。

**表10.1-78 触点表示方法**

| 形　　式 | 表　示　方　法 |
|---|---|
| 图　形<br>操作器件的符号 | 以图形表示触点的运行方式<br>以凸轮符号表示凸轮推动的器件的运行方式 |
| 注释、标记、表格 | 以简要的文字说明或用于引证有关注释的标记直接写在触点符号附近 |

(3) 电路的表示方法

1) 电源的表示

在电路图上，清晰地表示出电源是十分重要的，在标准中规定了以下几种方法。

①直接用线条表示。

②根据 GB 4026—83 电器接线端子的识别和用字母数字符号标志接线端子的通则的规定，用字母、数字符号表示电源的类别。

③同时采用线条和字母、数字符号表示。

④对于公用的供电线（如电源线、汇流排等），用电源的电压值或其他标记表示。

在绘制时，可将所有的电源线集中绘制在电路的一侧、上部或下部。多相交流电源电路通常按相序从上至下或从左至右排列，中性线则绘制在相线的下方或右方。此外，连到方框符号的电源线一般与信号流向成直角绘制。

2) 电路布局

为便于识图，对一些常用的基础电路可采用统一的模式来布置，其规定如表 10.1-79 所示。

**表 10.1-79　电路布局的规定**

| 区　　分 | 规　定　方　法 |
|---|---|
| 类似项目的排列 | 电路垂直绘制时，类似项目横向对齐 |
| | 电路水平绘制时，类似项目纵向对齐 |
| 功能相关项目的连接 | 功能相关项目应靠近绘制，集中表示，同等重要的并联通路应根据主电路作对称布置 |
| 无源二端网络 | 两个端子应绘制在同一侧 |
| 无源四端网络 | 四个端应绘制在假想矩形的四个角上 |
| 桥式电路 | 输入绘在左方，输出绘在右方 |

3) 电路的简化方法

为使图面简洁清晰，标准规定了使电路简化表示的方法，见表 10.1-80。

**表 10.1-80　电路的简化方法**

| 区　　分 | 规　定　方　法 |
|---|---|
| 并联电路 | 用标有公共连接符号的一个支路表示而不必画出所有支路，但应标出全部项目代号及并联的支路数 |
| 相同电路 | 详细表示出其中的一个而不必重复画出每一个电路，其余的用适当的说明代替 |
| 外部或公共电路 | 用简化形式将外部或公共电路画出，并应加注以便查找其完整的电路 |
| 功能单元 | 1. 用方框图形符号简化表示<br>2. 用端子功能图简化表示<br>但都应在方框图形符号或端子功能图上加注标记，以便查找被代替的详细电路及对外连接情况 |

### 2.1.5　接线图和接线表（GB 6988.5）

接线图是表示成套装置、设备或装置的电气连接关系的简图，接线表是详细示出设备连接关系的表格，它既可作为接线图的补充也可进一步代替接线图。接线图和接线表都是重要的电气技术文件，用于电气设备的施工配线、敷线、校线和安装，还用于检查维修和故障处理。它们以电路图为基础，必须符合电气设备的装配图和施工图的要求，应清晰地表示出各个电器元件和设备的相对安装与敷设位置以及它们之间的电连接关系。GB 6988.5—86 电气制图　接线图和接线表即规定了绘制接线图和接线表的一般规则，并提供了示例。

(1) 总则

接线图和接线表通常应示出：项目的相对位置、项目代号、端子号、导线号、导线类型、导线截面积和特征（包括屏蔽、接地、绞合等）以及其他需要补充说明的内容。

1) 项目的表示

接线图中表示元件、器件、部件、组件或成套设备等项目时，应尽量采用这些项目的简化外形，如圆形、正方形、矩形等。必要时，对电阻器、电容器、半导体管等接线较简单的常用元器件，也可用它们的图形符号表示，此时在这些图形符号旁边应标注与电路图相一致的项目代号。

2) 端子的表示

端子一般采用其图形符号表示，当以简化外形示出端子所在项目时，可以将端子的图形符号省略而仅以端子代号表示。

如有必要区分可拆卸连接（如电表上的端子）和不可拆卸连接的端子时，应在接线图或接线表中注明。

3) 导线的表示

在接线图中，导线按表 10.1-81 规定的方法表

示。

表 10.1-81 导线的表示方法

| 区 分 | 规定内容 | 备 注 |
|---|---|---|
| 连续线 | 两个端子之间的连接导线用连续线表示 | 表示有布线位置要求的连接导线或线束 |
| 中断线 | 两个端子之间的连接导线用中断的实线束表示 | 必须在中断处标明导线的去向 |
| 加粗线 | 表示导线组、电缆、缆形线束等 | 不致误解时也可部分加粗 |

当一个单元或成套设备含有多个导线组、电缆、缆形线束时，应采用数字或字母标记区分它们。

对接线图中的导线，应根据 GB 4884—85 绝缘导线的标记的规定给出标记，必要时也可用颜色标记补充或代替导线的标记。

(2) 单元接线图和单元接线表

单元接线图和单元接线表反映结构单元内部的连接关系，通常不表现单元之间的外部连接，如有必要也可以给出与之有关的互连图的图号，以便查找和核对接线。

单元接线图和单元接线表有以下一些要求。

①依各项目之间的相对位置布置项目的图形符号，以方便接线图和实际项目之间进行对照。

②选择最能清晰地表示各个项目的端子与布线的视向布图，对多面布线的单元，可以用多个视图表示。

③端子层叠的项目或项目呈层叠放置时，应采用翻转或位移法布图，以清晰地表示出整个电路的连接关系，同时还应加注说明以便施工识图。

④接线表上的栏目一般应包括线缆号、线号、导线型号、规格、长度、连接点号、所属项目的代号、端子号和其他附注说明等内容。

(3) 互连接线图和互连接线表

互连接线图和互连接线表表示成套装置或设备的不同单元之间的连接关系，它们通过单元的外接端子板之间的互连线束描述单元间的连接接线状况，通常不包括单元内部的连接，必要时可给出与之相关的电路图或单元接线图的图号，以便进一步了解单元内部电路的连接情况。

互连接线图的要求是：

①各个视图应画在同一个平面上，以便清晰地表明各单元之间的连接接线关系。

②各个单元项目的外形轮廓围框用点划线表示。

(4) 端子接线图和端子接线表

端子接线图和端子接线表表示成套装置或设备的端子以及接在端子上的外部接线的状况，提供单元和设备的端子及其与外部导线相连的接线关系。它们通常不反映单元或设备的内部连接，需要了解内部连接关系时，可提供相关图纸的图号。

对端子接线图和端子接线表的要求是：

①各端子(或端子板)应按其相对位置布置，端子接线图的视图应与接线面的视图方向一致。

②端子接线表的电缆应按单元(如屏、柜、台等)集中填写，以便安排电缆走线和查找各芯线的连接线，其内容一般包括线缆号、线号、端子代号等。

③某些情况下可结合专业的实际情况和要求，用端子接线网格表来详细示出连接关系，端子接线网格表一般包括项目代号、线缆号、线号、缆芯数、端子号及其说明等。

(5) 电缆配置图和电缆配置表

电缆配置图和电缆配置表表明电缆之间的接续和相连关系，用于基建施工时敷设配置电缆，因其内容比较专一，与其他图关系不大，因此对它们的要求也比较简单，主要包括：

①在电缆配置图和电缆配置表上标明各单元(柜、屏、台等)之间的电缆相连的配置关系。

②各单元外形轮廓围框以实线表示。

③电缆配置表一般包括线缆号、线缆类型、连接点的位置代号及其他说明等内容。

## 2.2 标准的应用与注意事项

电气制图是对如何绘制各种电气图做出统一规定的通用标准，它和 GB 4728 电气图用图形符号、GB 5094 电气技术中的项目代号等标准一起构成绘制电气图、编制电气技术文件的基础。正确地理解和使用能准确地表达设计思想和意图，它也是表示电气设备或成套装置的电气原理、功能、结构、连接关系等共同遵循的依据。

(1) 术语

通常在绘制电气图之前，首先应明确要画一张什么类型的图，在这张图上主要应表示什么内容，通过什么形式采用什么方法去表达这些内容，这张图主要有什么用途等问题。

GB 6988.1 从以下三方面回答了上述问题。该标准从图样的表达形式、图面的表示方法、图的种类及用途出发规定了 24 个术语，在 2.1.1 中已分别作了介绍，在此需要指出的是：

①上述术语只涉及电气制图领域的主要用途并非全部内容，随着电气技术、绘图技术和工具的发展以及

电气制图标准化水平的提高，术语包含的内容也在不断发展和完善。

②上述术语只是一般性的解释，并不排除某些部门对同一术语的不同理解（如对框图和系统图），而且某些术语的规定也会发生一些变化，因此该标准规定的内容应视为推荐性的。

③在电气技术领域中，各种图所要表达的对象的功能、结构等千差万别，图纸的繁简程度和使用场合差别也很大，因此图种的划分、各种术语的使用应从实际情况出发根据各自特点来确定。

④术语标准根据所表达信息的类型和方式对各种图和表的名称及解释做了规定，在设计过程中，同一信息常出现在几种类型的文件上，因而使这些文件之间具有某些内在联系，设计人员应注意保持文件的一致性。

(2) 一般规则

绘制各种电气图都应遵循一些共同的基本要求，以达到各种电气图在形式上尽可能一致、内容上尽可能包含更多的信息的目的，并使各个图种既有各自的特点又尽可能体现相互之间的衔接关系和内在联系，这些都在GB 6988.2中有所规定。对该标准的应用提出以下几点注意事项：

①关于图幅分区

国家标准GB/T 14689—93机械制图 图纸幅面及格式对图幅分区的代号规定为“分区代号用数字和字母表示；阿拉伯数字在左，拉丁字母在右，如3B、5C”。GB 6988.2中有关图幅分区的规定正与之相反。现正在制订的技术制图 通则国家标准中关于分区代号的表示已定为拉丁字母在前，阿拉伯数字在后，即与GB 6988.2的规定相同。今后机械制图国家标准也将按此修订，各类制图标准将取得统一。

②关于简图的布局

绘制电气图时，对图面布置总的要求是布局合理，排列均匀，图面清晰，便于看图。

表示有电连接关系的导线、信号通路、连接线等，应尽量减少交叉或折弯。图的布置方向可以是水平的也可以是垂直的，必要时在个别情况下还允许使用斜交叉线以便把相应元件连接成对称的布局。

电路或元件应按其功能布置并尽可能按工作顺序排列。

对因果关系清楚的图（尤其是电路图和逻辑图），布局顺序应该和电流、信号流的方向一致，即从左到右和从上到下。如果不符合上述规定而且流向不明显，应在连接线上增加开口箭头以表明流向。

在闭合电路中，前向通路上信号流方向应该从左到右或从上到下，反馈通路的方向则与此正好相反。

③关于连接线

连接线的交叉和改变方向有一定要求，即一条连接线不能在与另一条线交叉处改变方向，也不能穿过其他连接线的连接点，以免造成误解。

连接线交叉和相连的连接点可不画圆点，以适应计算机绘图高速、精确的要求。

连接线可加注识别标记表明信号种类、电压或导线规格、性能参数等也可根据需要中断，但是不论在同一张图上中断，还是中断于几张图上，都必须在中断处注明适当的标记以明确表示连接关系，便于中断线之间互相呼应，便于对应查找。这种标记可以是简单的字母也可以是图号、张次号、图幅分区代号等内容。正是因为允许连接线中断，又对中断处的标记内容作了规定，加之有用图幅分区表示图上具体位置的统一方法，才有可能把过去在一张大图上绘制的内容分别绘在多张A3或A4号图上，并且保证完整而正确地表示电路的连接关系，从而给电气图的绘制、使用、保管、复制等带来许多方便，为从总体上提高电气制图标准化水平奠定基础。

(3) 系统图和框图

系统本身是一个相对的概念，因此系统图包括的范围并没有一定的限制。通常系统图用于系统或成套装置，描述系统基本组成部分的主要特征、功能关系。框图通常用于子系统或设备，描述设备基本组成部分。

系统图、框图均采用符号（以方框符号为主）或带有注释的框绘制，注释的形式可以是符号或文字，也可以将二者并用。

非电过程的电气控制系统或电气控制设备的系统图、框图，应根据非电过程的流程图绘制，以清晰地示出过程和信息的流向，为此系统图上控制信号流向应该与过程流向互相垂直。

(4) 电路图

电路图是使用最为普遍的电气图、被广泛用来详细表示电路、设备或成套装置的全部基本组成、电气原理和连接关系等，用于分析和计算电路特性。使用GB 6988.4—86电气制图电路图时，应注意的是：

①系统图和电路图的衔接关系，内容区分和内在联系。在进行电路设计时，一般先绘制系统图，粗略表示系统的结构划分和功能关系，由此进一步分析后绘制出若干张电路图详细表示系统的功能原理和电路构成。对系统图和电路图作仔细研究和正确区分，可达到使描述的内容最完整、图纸之间的逻辑关系最密切而图的数量最少的目的。

②关于图上位置的表示。标准中规定了三种方法，

其中图幅分区法的使用场合没有限制，各行业各图种均可使用，电路编号法多在机床行业用于绘制机床电气控制设备的电路图，其中的数字编号常按自左至右的顺序排列，对加长幅面的图纸这种方法尤为适用，而第三种方法即表格法在电子设备的电路图中经常使用，且与现行的习惯表示法基本一致。

③关于图形符号。图形符号是电路图的基本组成内容，绘制电路图选用图形符号的主要依据是GB 4728电气图用图形符号。只要是该标准已规定的符号，应直接采用，如果未作规定，可根据GB 4728.1总则所述原则采用GB 4728.2符号要素、限定符号和常用的其他符号等已规定的符号进行派生，或者借用有关专业的国家标准或专业标准中已有的符号，但为便于理解，对某些非电专业的符号和不常用的符号应加注文字注释。如果用以上方法仍无法找到或派生合适的图形符号，必要时也允许在电路图上以简化外形加注来表示某些元器件。对图形符号的布置方法，标准中规定了集中表示法、半集中表示法和分开表示法三种，供设计人员根据情况选用，不过要注意三种表示方法仅仅是方法有所区别。所表达的信息量应该完全相同而不应因方法不同导致表达和理解上的差异，而且在同一幅电路图上还可视需要同时使用上述三种不同的方法。

④关于简化画法。具有常规典型线路的产品的电路图中常有一些相同的或公共的内容，使得电路图上会重复出现某些相同的内容。此时，如采用一些简化方法，可以既增加每张图上显示的信息量又删去重复的部分，达到图面简洁、突出重点、减少重复的工作量、减少差错的目的。主要的方法有：

对多个相同的并联电路，可以用标有公共连接符号的一条支路表示，但此时应在这条支路上标明全部项目代号以及并联的支路数目。

对重复出现的相同电路，仅需详细绘出其中一条电路的全部内容，其余的电路则以适当的说明代替。

对于为了便于理解电路原理而绘制的外部电路或公共电路，其内容可以简化表示，并加注可查找其完整电路的标记（例如注明表示其内部电路的图纸的图号），以便查找与核对。

对功能单元，可用方框符号或端子功能图简化表示。不过此时也应在方框符号或端子功能图上加注标记，用来查找被其代替的电路的详细情况。

对一组相同的符号，可用一个符号表示，另加一根短斜线和表示相同符号的数量的数字。尤其是对方框符号，可采用方括号中的数字加乘号来简化表示相同符号的数量，例如〔3×〕表示有三组相同的符号。

当连接器或端子板符号作为边界线内一个单元的整体部分时，可将连接器或端子板符号省略。

(5) 接线图和接线表

接线图和接线表既是设计文件又是工艺文件，用于表示成套装置、设备和装置的电气连接关系，供安装、施工、操作和维修人员进行安装、接线、调试和检查。接线图和接线表与电路图、装配图等具有相同密切的关系，为了正确无误地表示出所有电气设备内部和相互之间的全部电气连接，还应在接线图和接线表上清晰地表示出各个设备及电器元件的相对安装与敷设位置。

端子符号是接线图的重要组成部分，对端子必须标注代号，此代号应符合GB/T 4026—92电器接线端子的识别和用字母数字符号标志接线端子的通则的规定，其中主要是：

①单个元件的两个端点用连续的两个数字标志。

②单个元件的中间各端点用自然递增的数字表示，如3、4、5等。中间各端点的数字选用大于两边端点的数字，并从靠近较小数字的端点处开始标志。

③如果几个相似的元件组合成组，各个元件的端点可以在规定数字前面加上字母表示（如U1、V1、W1），或在规定数字前面冠以数字表示（如1.1、2.1、或11、21等）。

④同类的元件组用相同字母标志时，在字母前冠以数字来区分（如1U1、2U1等）。

⑤直流元件在A-M中选用字母，交流元件在N-Z中选用字母分别表示。

⑥与特定导线相连的电器接线端子，可分别采用N（中性线）、M（中间线）、E（接地线）、TE（无噪声接地线）、PE（保护接地线）、PU（不接地的保护线）、PEN（保护接地与中性线共用线）、MM（机壳或机架）、CC（等电位）等字母来标志。

连接线也是接线图的重要组成部分，通常应根据GB 4884—85绝缘导线的标记采用本端标记或远端标记给连接线作出标志。

此外，如需要标明端子上所应连接的导线颜色时，应采用下列字母表示：RD—红色，YE—黄色，GN—绿色，BU—蓝色或淡蓝色，BK—黑色，BN—棕色，OG—橙色，VT—紫色或紫红色，GY—灰色或蓝灰色，WH—白色，PK—粉红色，GD—金黄色，TQ—青绿色，SR—银白色，GNYE—绿黄双色。

## 2.3 与IEC标准的对照

主要参照国际电工委员会IEC 113号标准及其修订文件制订的GB 6988电气制图，达到与国际标准基

本一致的目的。

(1) IEC 113号标准

IEC 113号标准是IEC/TC3/SC3B制订的关于电气制图规则的标准，其名称如下：

IEC 113—1　图、表图、表格　第1部分：定义和分类　(1971)

IEC 113—2　图、表图、表格　第2部分：项目代号　(1972)

IEC 113—3　图、表图、表格　第3部分：对制图的一般建议　(1974)

IEC 113—4　图、表图、表格　第4部分：绘制电路图的建议　(1975)

IEC 113—5　图、表图、表格　第5部分：互连图和互连表的绘制　(1975)

IEC 113—6　图、表图、表格　第6部分：单元接线图和单元接线表的绘制　(1976)

IEC 113—7　图、表图、表格　第7部分：逻辑图的绘制　(1981)

IEC 113—8　系统说明书用简图的绘制　(1982)

以上内容除了IEC 113—7和113—8之外均较简单而且陈旧，已远不能适应要求。自1984年以来IEC/TC3/SC3B一直在组织对它们进行修订，至今仍未全部结束。

(2) 国标与IEC标准及修订文件的对应关系（表10.1-82。）

**表10.1-82　国标与IEC标准及修订文件的对应关系**

| 国家标准 | IEC标准及修订文件 |
|---|---|
| GB 6988.1　术语 | IEC 3B (Sec) 36：定义和文件编制原则 |
| GB 6988.2　一般规则 | IEC 3B (Sec) 37：制图一般规则 |
| GB 6988.3　系统图和框图 | IEC 3B (Sec) 38：概述文件 |
| GB 6988.4　电路图 | IEC 3B (Sec) 41：电路文件 |
| GB 6988.5　接线图和接线表 | IEC 3B (Sec) 42：接线文件 |
| GB 6988.6　功能表图 | IEC 3B (Sec) 40：控制系统功能表图 |
| GB 6988.7　逻辑图 | IEC 113—7　逻辑图的绘制 |
| GB 7356—87　电气系统说明书用简图的编制 | IEC113—8　系统说明书用简图的编制 |

需要指出的是：国家标准GB 6988主要是根据IEC/SC3B对IEC 113号标准的修订文件制订的，但也参考了其他国际组织和先进工业国家相应标准的规定，同时吸取了我国的实践经验，在内容和编排格式上做了少量调整和删节。

## 3　项目代号

### 3.1　标准的内容说明与应用

各种电气设备分别由不同的电气元件、器件、组件等按要求有规律地组装而成，以具有某种功能，完成预定的任务。为设计、制造、安装、使用和维修电气设备而绘制的电气图中除了各种图形符号之外，还必须包括GB 5094—85电气技术中的项目代号中规定的项目代号，才能提供完整的信息并使图中的元件、器件、组件符号与安装在设备上的这些实际物件一一对应。

#### 3.1.1　项目代号的型式

所谓“项目代号”，实际上是在电气技术中使用的特定的代码，目的是供设计和使用人员识别图、表图、表格和设备上的项目种类，提供项目的层次关系、实际位置等信息。而“项目”，则是在电气图上通常用一个图形符号表示的实际物件的通称。

在贯彻项目代号标准时，必须掌握其基本内容，详见表10.1-83。

**表10.1-83　项目代号的基本内容**

| 段别＼区分 | 前缀符号 | 名称 | 示例 | 说明 |
|---|---|---|---|---|
| 第1段 | = | 高层代号 | =T3 | 系统或设备中任何较高层次项目的代号 |
| 第2段 | + | 位置代号 | +B25 | 项目的实际位置的代号 |
| 第3段 | − | 种类代号 | −C1 | 主要用于识别项目种类的代号 |
| 第4段 | : | 端子代号 | :A2 | 同外电路连接的电器导电件代号 |

#### 3.1.2　项目代号的构成

四段代号，都可采用下列任何一种方法构成：

——仅用拉丁字母；

——仅用阿拉伯数字；

——用拉丁字母和阿拉伯数字组合。

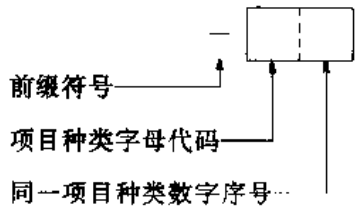
(1) 种类代号

在四段代号中，种类代号使用得较普遍，它表示的项目直接与 GB 4728 电气图用图形符号给出的图形符号相对应。

种类代号有三种构成方法可供选用：

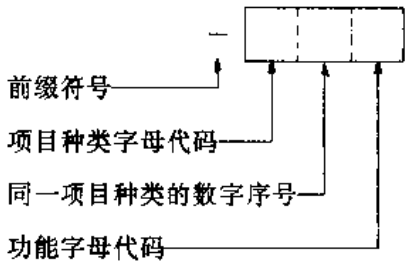
方法 1：字母代码加数字

其形式为：




这是最常用的方法，其中的项目种类字母代码在 GB 5094 中有统一的规定。

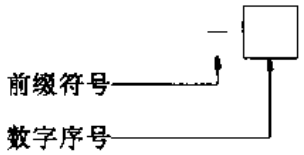
有时视需要对用方法 1 得到的种类代号还要补充一个后缀，以进一步说明该项目的特征或功能，这个后缀被称为功能代号。增加了功能代号以后，种类代号的形式为：




注意此时应在图中说明功能字母代码的意义。

方法 2：采用数字顺序编号

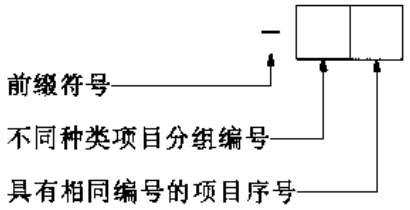
其形式为：




这种方法适用于较简单的电气图，使用时应将这些数字序号和它所代表的项目排列成表格，放在图中或图后，以便清晰地表示出对应关系。

方法 3：按不同种类的项目分组编号

其形式为：




采用方法 3 时也要将这些编号及其所代表的项目列表置于图中或附在图后。

对采用以上三种方法表示的项目的相似部分，可以用圆点（·）再加上辅助数字来加以区分，这种做法多用于表示继电器、接触器一类元件的触点。

对由若干项目组成的复合项目，也应采用上述方法得出种类代号。因为在系统图或电路图中常常用虚线（表示屏蔽）或点划线（表示结构围框）将复合项目围出，同时相应地常常在围框左上角标明复合项目的种类代号，一个较大的复合项目往往包含若干较小的复合项目，此时应在各复合项目内对各类项目分别给出种类代号并且各自顺序编号，对复合项目按规定给出种类代号，可以避免当一个组件含有若干部件时，各部件之间的同类项目发生混淆。为简化起见，当每个种类代号仅由前缀符号加一个字母代码和一个数字构成时，如不会引起误解，可以省略代号中间的前缀符号“－”。

例如，－Q2－M1　可简化为－Q2M1。

不过应注意如果在种类代号中增加了功能字母代码，则应保留位于两个代号中间的前缀符号“－”以避免混淆。

如－K3M－X1 不可简化为－K3MX1。

（2）高层代号

对一个系统、成套设备或设备可以依次分解，通过分解得到的系统的各个部分都可给出高层代号，以明确地显示系统各部分之间的层次关系。

与种类代号的构成不同，GB 5094 中没有对如何构成高层代号规定出字母代码表。这是因为用高层代号表示的所谓较高层次的项目同各类系统或成套设备的划分与分解方法有关。实际上，电气技术领域中各类系统和设备的结构千差万别，分解的方法也各不相同，因此难以规定适用于各种系统和设备的构成高层代号的字母代码表。需要使用高层代号时，可根据实际情况如系统、设备的结构、特性、设计要求、表达需要等自行确定。

通常，高层代号采用字母加数字、前面再加前缀符号“＝”构成，有时也可只用前缀符号“＝”加数字构成。

种类代号和高层代号主要内容的对比见表 10.1-84。

（3）位置代号

为了在图上明确表示项目在建筑物、系统、设备或组件中的实际安装位置，GB 5094 规定了位置代号，以便按此代号所指示在复杂的设备中迅速找到具体的项目。

与高层代号的构成相似，因为项目安装的实际位置有多种复杂的情况，故而也难以在标准中规定表示实际位置的字母代码表。需要在图中表示位置代号时，通常根据项目的实际安装和布置情况用字母和数字交替排列的字符组来构成。

**表 10.1-84　种类代号和高层代号的对比**

| 区分 \ 内容 | 种类代号 | 高层代号 |
|---|---|---|
| 表示对象 | 1. GB 4728 列出图形符号的项目，如元器件、设备等<br>2. 某些围框围出的项目 | 较高层次的项目，如系统、部分、单元等，具有相对性 |
| 主要作用 | 表明、识别项目所属种类 | 表示项目的层次关系 |
| 单独使用场合 | 电路图 | 系统图和框图 |
| 图中标注位置 | 1. 图形符号附近<br>2. 围框左上角 | 1. 标题栏<br>2. 种类代号之前<br>3. 围框左上角<br>4. 图中空白处 |
| 常用构成方法 | 选自 GB 5094 和 GB 7159 列出的字母加数字 | 1. 选自表示对象的英文字头<br>2. 借用某些产品型号<br>3. 自行命名 |
| 构成特点 | 应遵守 GB 5094 和 GB 7159 的规定 | 所用字母无统一要求 |

除了一般地表示项目的安装位置以外，对于开关柜、控制柜一类的设备，还可通过网格定位系统详细地描述元件所在的位置。这种定位系统的实质是给机柜设定直角坐标系，即对机柜的每个板都以面对该板时的左上角顶点为坐标原点，再分别规定水平模数，将此与各板共用的垂直模数交会，由此得出机柜的网格定位系统。当系统设定后，即可根据安装在机柜上的项目离坐标系统原点最近一点的坐标值来确定该项目的确切位置。

(4) 端子代号

与前三个代号相比，端子代号比较简单，它用来表示同外电路进行电气连接的电器端子。因此如果项目上的端子已有标记时，应直接采用此标记作为该项目的端子代号，如果没有而又需要表示该项目的端子，应自行设定。通常可采用数字或大写字母加数字来构成端子代号，如－X1：2 中的：2 即端子代号，表示端子板 X1 的第 2 个端子。

### 3.1.3　项目代号的使用

前已提及，项目代号共分四段，分别表达一定的信息，具有不同的作用。使用项目代号时，常根据实际需要选用四段代号中的某一段或某几段，见表 10.1-85。

**表 10.1-85　项目代号的使用方法**

| 区分 \ 内容 | 组成形式 | 示例 | 主要作用 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 方法 1 | 仅用某一段代号 | 视情况选用 | 表达不同信息 | 用于较简单的情况 |
| 方法 2 | 第 1 段加第 3 段 | =2－M1 | 提供层次和功能关系 | 主要用于初步设计 |
| 方法 3 | 第 2 段加第 3 段 | =A1－G3 | 反映项目安装位置 | 同位置图结合使用 |
| 方法 4 | 第 1 段加第 3 段再加第 2 段 | =P1－A5+M2D1 | 提供完整信息 | 用于表达内容复杂的项目 |

## 3.2　与旧国标的对照

GB 315 是统一编制电气技术各专业文字符号的基础，其主要作用是为制订各专业使用的文字符号标准提供编制依据。该标准中规定文字符号有两种组合格式，第一种主要用于电力工程图纸及电信工程图纸上的位置和设备，第二种主要用于电信工程图纸上的元(部)件及用国际惯用基本符号标注的元(部)件和测量仪表。通俗地说就是用于强电和弱电领域的文字符号分别有不同的组成格式，表现在两种格式中文字符号的组合顺序也各不相同。

GB 5094　则是直接使用于电气技术各领域的基础标准，侧重规定了项目代号的组成方法和应用原则，其中组成项目代号的格式不再根据强电和弱电领域分为两种而是普遍适用，以利于不同专业之间、国内外之间的技术交流。

GB 315 规定除国际惯用基本符号(即电阻器R、电容器C、电感器L)以外，所有文字符号的字母均采用汉语拼音字母，因而不能在国际上通用。

GB 5094 系等效采用国际标准IEC 750制订而成，其中规定采用拉丁字母、阿拉伯数字加前缀符号构成项目代号，还列举了字母代码表以用于组成种类代号。其方法和由此得出的项目代号均可在国际上通用。

GB 315 规定了基本符号用以标明电工设备及线路的基本名称，还规定了辅助符号用以标明电工设备及线路的作用和主要特征，并且分别将它们列表绘出。

除“常用辅助文字符号”之外，GB 315规定的内容基本上属于GB 5094中的种类代号的范围。从整体上看，虽然GB 5094只规定了构成种类代号的字母代码表，而没有规定构成其他代号的字母代码表，但是它提出了项目代号的组成方法和应用原则，可据此得出所需要的各段项目代号，所表示的信息量远大于GB 315中规定的内容，而且构成方法要灵活得多。

GB 315规定的文字符号与GB 5094规定的项目代号存在一定的对应关系，见表10.1-86

**表10.1-86 GB 315和GB 5094的对应关系**

| GB 315 | 对应关系 | GB 5094 |
|---|---|---|
| 附加符号 | 相当于 | 高层代号或较高层次的种类代号 |
| 基本符号 | 相当于 | 种类代号中的字母代码 |
| 辅助符号 | 相当于 | 种类代号中的功能代号 |
| 数字符号 | 等 于 | 种类代号中的数字 |

## 3.3 GB 5094与相应德国标准的对照

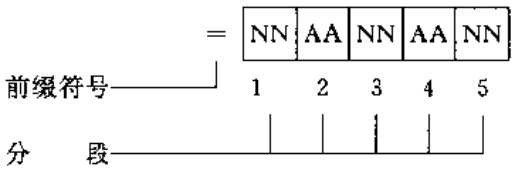
GB 5094是等效IEC 750(1983)电气技术中的项目代号制订的，而IEC 750及其前身IEC 113-2(1972)(图、表图、表格 第2部分：项目代号)与西欧工业国家特别是德国的标准具有相当密切的关系。

在德国标准DIN 40719 T2—78接线图 电气设备的标记中，关于项目代号的规定与GB 5094基本相同，也分为四段，其中种类代号的构成与GB 5094十分接近，此处不再提及，端子代号本身比较简单，也予省略。因此只介绍DIN 40719 T2中涉及到高层代号和位置代号的构成方法及有关规定。

### 3.3.1 DIN 40719 T2关于高层代号的规定

在DIN 40719 T2中规定高层代号应该用字母和数字组成，高层代号只在图中适当的地方表示一次，例如在标题栏中列出。

高层代号分成下列5个分段：



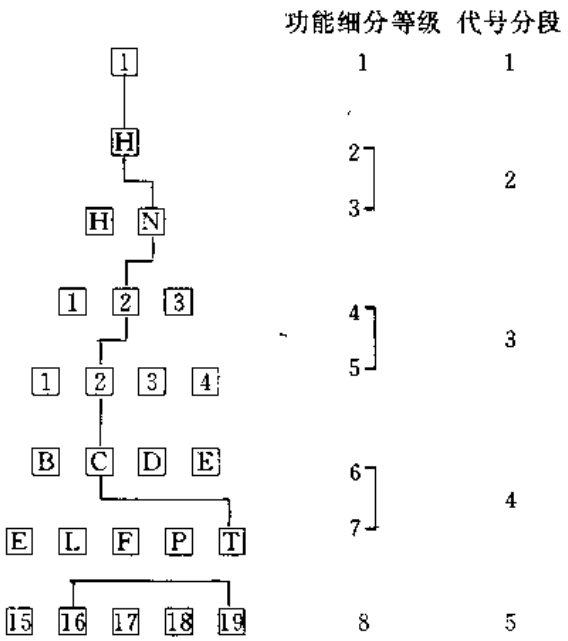

其中 A——一个字母

N 一个数字

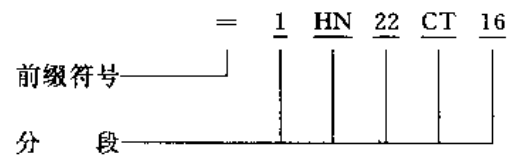
在代号段中最多允许使用10位字母和数字，使用字母和数字的位数与设备大小有关，不用的数据位可以去掉，但是不留空位。

高层代号中的字母常赋予特殊含义，且在表中明确规定出来。数字可以是单纯编号，也可赋于特殊含义。原则上字母和数字一样，都表示一个设备的功能细分等级。

**例1**




由此得出高层代号为：

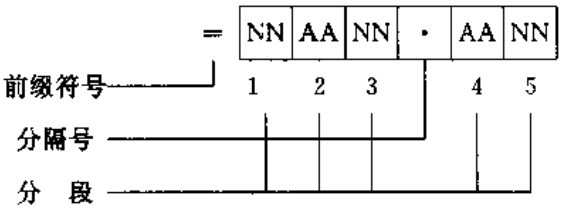



代号段从左端最大的功能单元开始，于右端最小的功能单元终止。必要时可在电气技术文件中说明选

择功能细分等级和数据的含义。

实际使用时，在第3分段与第4分段之间增加分隔号点（·）来区分。

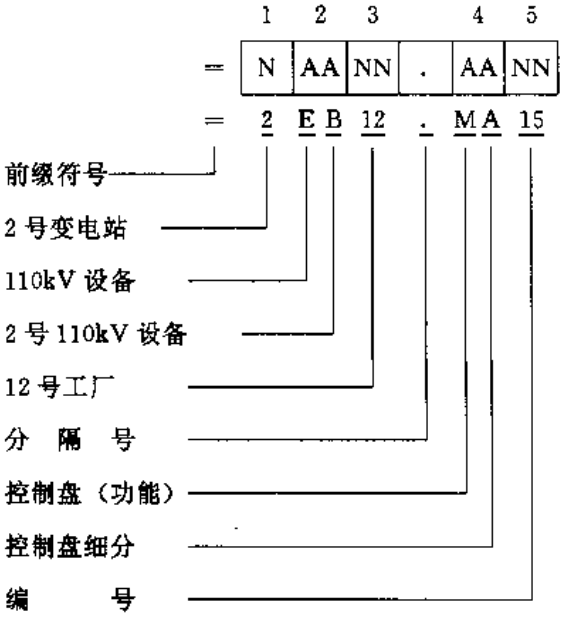
即：



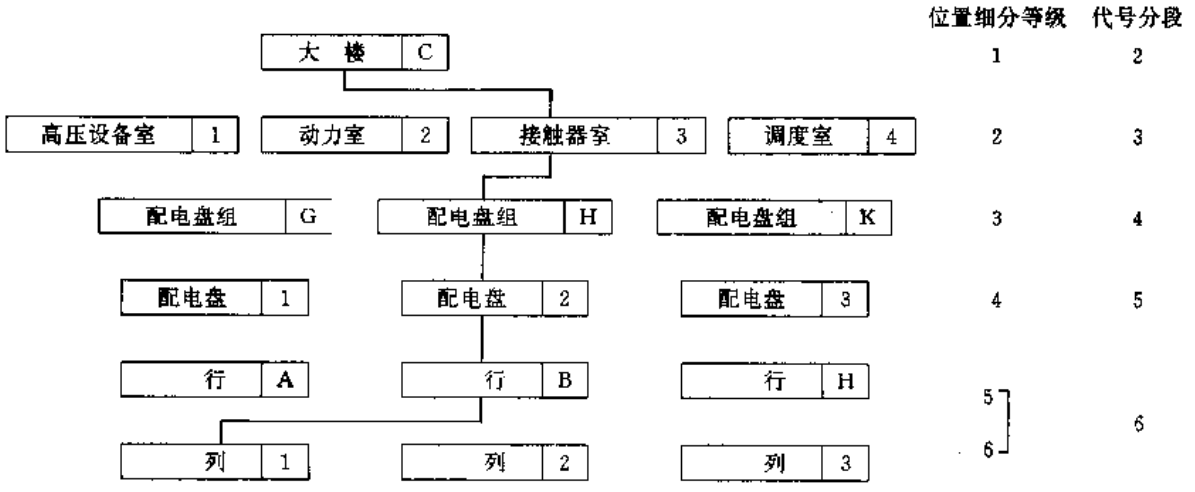

分隔号左面第1至第3分段主要反映总体设备的构成，分隔号右面第4、5分段包括具体的设备细节，如具体的装置、机组、功能组件（动力、测量、调节和控制电路）或相似的项目。

**例2**　动力配电

动力配电使用带分隔号点的代号段



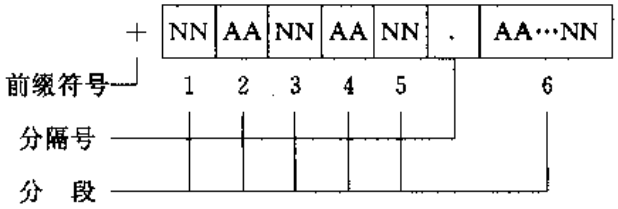

**例3**




### 3.3.2　DIN 40719 T2关于位置代号的规定

DIN 40719 T2规定位置代号也应由字母和数字构成，它可分为6个分段，

即：

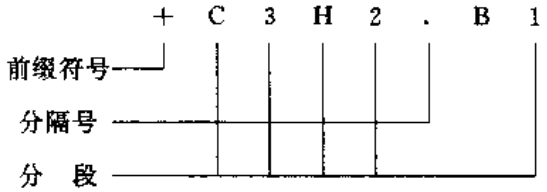



一个分段通常包括相似的空间和结构的单元。在位置代号中，字母和数字的多少取决于设备的大小，最多可用到18位字母和数字。代号段通过分隔号点（.）在第5和第6分段之间划分。

分隔号左面提供一个安装单元（盘、柜、框架）的安装位置信息（如建筑物、室、柜列等），分隔号右面提供在安装单元内一个项目的安装位置信息（行、列等）。在第6分段中最多可使用8个字母和/或数字，它们可按任意次序排列。

例3中的位置代号是在充分考虑到一个设备的空间和结构特征后构成的。

由此得出位置代号为：



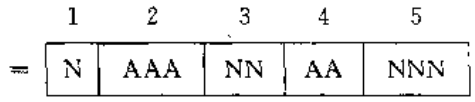
代号段从左端最大的开始，终止于右端最小的空间或结构的安装单元。

如果代号段中除了考虑电气项目的安装种类以外，还要给出机械的安装种类，或者必须照顾到实际的位置代号的编排，常常将第 1 到第 4 分段扩充到 3 位，但是 4 段中总的字母和数字不得超出 10 位。

最后，列出适用于高层代号和位置代号的两张字母代码表。

表 10.1-87 和表 10.1-88 给出了用于动力发电系统的字母代码。表 10.1-87 适用于高层代号和位置代号中第 2 分段的第 1 个字母。

即：



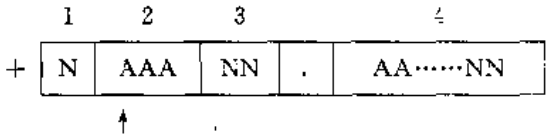




**表 10.1-87　动力发电用字母代码表**

| 字母代码 | 名　　称 |
|---|---|
| A | 电源和配电设备 |
| B | 动力导引和动力自用供电 |
| C | 导引技术设备 |
| D | — |
| E | 通用的燃料供应设备和残留物排除设备 |
| F | 核技术部分的处理（管理、控制） |
| G | 供水和排水 |
| H | 通用的热电设备 |
| J | 核热电设备 |
| K | 核技术的辅助设备 |

（续）

| 字母代码 | 名　　称 |
|---|---|
| L | 蒸汽、水、煤气循环 |
| M | 主机组 |
| N | 过程动力—配电设备（外部的） |
| P | 冷却水设备 |
| Q | 辅助设备 |
| R | — |
| S | 备用设备 |
| T | — |
| U | 建筑工程（安装） |
| V | — |
| W | — |
| X | 大型机组 |
| Y | — |
| Z | 企业管理设备 |

表 10.1-88 给出了成套装置和电气导引装置代号的字母代码，适用于高层代号中第 4 分段的第 1 个字母。

即：

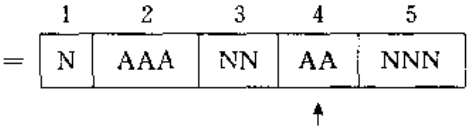



**表 10.1-88　成套装置和电气导引装置代号的字母代码**

| 字母代码 | 名　　称 |
|---|---|
| A | 装置 |
| B | 器件、仪器 |
| C | 测量电路 |
| D | 调节电路 |
| E | 数据处理 |
| G | 电工技术装置（配电箱、引出线装置） |
| H | 大型机组的组件 |
| J | 核技术元件 |

# 第 2 章　电压电流等级和频率

## 1　电气设备额定电流（GB 762—80）

1.1　电气设备的额定电流数值（表 10.2-1）

**表 10.2-1　电**　　（A）

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.25 | 1.6 | 2 | 2.5 | 3.15 | 4 | 5 | 6.3 | 8 |
| 10 | 12.5 | 16 | 20 | 25 | 31.5 | 40 | 50 | 63 | 80 |
| | | | | | | | | | (75) |

（续）

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.25 | 1.6 | 2 | 2.5 | 3.15 | 4 | 5 | 6.3 | 8 |
| 100 | 125<br>(120) | 160<br>(150) | 200 | 250 | 315<br>(300) | 400 | 500 | 630<br>(600) | 800<br>(750) |
| 1000 | 1250<br>(1200) | 1600<br>(1500) | 2000 | 2500 | 3150<br>(3000) | 4000 | 5000 | 6300<br>(6000) | 8000 |
| 10000 | 12500<br>(12000) | 16000<br>(15000) | 20000 | 25000 | | | | | |

### 1.2　电气设备的额定电流的适用范围

GB 762　适用于以电流为主参数来命名或标注型号的电气设备。它适用于交流设备，也适用于直流设备；适用于工频50Hz，也适用于其它频率；适用于电工设备，也适用于电子设备。

GB 762　可适用的设备有：

(1) 高压电器如断路器、隔离开关、负荷开关、熔断器和配电装置等。

(2) 低压电器如闸刀开关，转换开关，启动器、熔断器、自动开关、接触器、继电器、主令电器、配电装置和控制装置等。

(3) 半导体整流器和整流变压器。

(4)电焊设备如电焊发电机、电焊整流器和电焊变压器等。

(5) 日用电器和插头插座。

(6) 电流互感器、限流电抗器和电瓷套管。

(7) 电工仪器和仪表。

(8) 电子直流稳压电源装置。

(9) 专用电器如汽车电器、牵引电器、防爆电器、航空电器、通讯电器和变压器开关等。

GB 762不适用的设备和回路有：

(1)无线电通讯用的接收、发送机和信号呼唤机的内部闭合回路。

(2) 计量、检测仪器和控制回路。

(3) 热继电器的热元件和熔断器的熔片。

(4) 变压器和电磁铁的绕组线圈。

### 1.3　电气设备额定电流使用说明

国家标准电气设备额定电流是通用的基础性标准，涉及面较广，它是指导新产品设计和确定产品系列的依据，也是使用部门选购产品的依据。

电气设备的额定电流是导电部分或触头长期通过的额定发热电流，其发热温度不超过规定值，这个电流即额定电流。

标准中括号内的数值，仅限于老产品使用。标准对老产品使用的额定电流“既往不咎”，将其化整值的额定电流，以括号形式保留在标准中，但新设计的产品不允许采用。原因是电气设备在改变额定电流后，其导电部分或触头的发热温度及其他技术性能是否仍符合专业标准，需验证。这个验证的工作量很大，不宜进行。改变电流的工作结合产品更新换代工作进行。

表10.2-1中无1A以下及25000A以上的额定电流等级。GB 762标准规定：1A以下的额定电流等级，按R10化整值的十进分数值来选用，($R10\cdot10^{-n}$式中$n$为正整数)。25000A以上的额定电流等级，按R10优先数系的十进倍数值来选用（$R10\cdot10^{n}$式中$n$为正整数)。

额定电流值决定于导电部分及触头的截面，也决定于设备的结构和尺寸。在正常工作过程中，长期通过导电部分和触头的电流不仅仅是使这些部分发热，也使与这些部分相连接的所有结构元件和绝缘体也发热。长期工作应避免使结构元件损坏和绝缘过早老化，否则难以保障设备运行的可靠性。因此选用设备额定电流值时，应通过选择导电部分及触头的截面来实现，也应结合考虑设备结构尺寸的设计。导电部分一般采用的材料为铜（铝）电线或铜（铝）圆棒、铜带。根据我国标准，铜导电线芯的标准截面应采用优先数R20系列，这样能与GB 762采用的优先数R10系列相协调，从而为贯彻GB 762提供了条件。

## 2　标准对照

### 2.1　新旧标准对照

GB 762—80与GB 762—65相比，有如下改动：

(1) 新标准完全采用R10基本系列作为额定电流等级，将化整值1.2—1.5—3.—6—7.5改为R10基本系列，即1.25—1.6—3.15—6.3—8。

(2) 新增订了四个额定电流等级：1.25、12.5、20000和25000A。

(3) 增加了1A以下的额定电流等级的规定。

(4)旧标准适用范围小，仅适用于高低压电器的额

定电流，不包括其他设备，如整流器、绝缘瓷套管、电工仪器仪表、汽车电器，船用电器和航空电器等。新标准拓宽了适用范围。

2.2　国际标准及国外标准的有关规定（表 10.2-2）

**表 10.2-2　国际标准及国外标准中的额定电流等级**　（A）

| 标准名称及范围 | 标准电流等级 |
|---|---|
| IEC Pub. 59-38 标准电流等级任何类型设备均可选用 | 1、1.25、1.6、2、2.5、3.15、4、5、6.3、8、10、12.5、16、20、25、31.5、40、50、63、80、100、125、160、200、250、315、400、500、630、800、1000、1250、1600、2000、2500、3150、4000、5000、6300、8000、10000 |
| DIN 40003—691～10000 安培额定电流总系列<br>适用于电气设备和电气装置 | 1、1.25、1.6、2、2.5、3.15、4、5、6.3、8、10、12.5、16、20、25、31.5、40、50、63、80、100、125、160、200、250、315、400、500、630、800、1000、1250、1600、2000、2500、3150、4000、5000、6300、8000、10000 |
| ГОСТ 6827—76 电气设备和受电设备的额定电流等级 | 0.0001、0.0002、0.0003、0.0004、0.0005、0.0006、0.0008、0.001、0.0012、0.0016、0.002、0.0025、0.003、0.004、0.005、0.006、0.008、0.01、0.012、0.016、0.020、0.025、0.030、0.040、0.050、0.060、0.080、0.10、0.12、0.16、0.20、0.25、0.30、0.40、0.50、0.60、0.80、1.00、1.25、1.60、2.50、3.15、4.00、5.00、6.30、8.00、10.0、12.5、16.0、20.0、25.0、31.50、40.0、50.0、63.0、80.0、100、125、160、200、250、315、400、500、630、800、1000、1250、1600、2000、2500、3150、4000、5000、6300、8000、10000（11200）、12500（14000）、16000（18000）、20000（22500）、25000（28000）、31500（35500）、40000（45000）、50000（56000）、63000（71000）、80000、100000（112000）125000（140000）、160000（180000）、200000（225000）、250000 |
| JIS C0501—52 电气设备的额定电流，适用于仪表、变流器、接触器、隔离开关、断路器、控制电器、套管等 | 1、1.5、2、2.5、3、4、5、6、7.5、10、15、20、25、30、40、50、60、75、100、120、150、200、250、300、400、500、600、750、800、1000、1200、1500、2000、2500、3000、4000、5000、6000、7500、8000、10000 |

GB 762—80 与 IEC 59—38 相比，不同之处如下：

(1) GB 762 中规定 1A 以下的电流，按 R 10 基本系列化整值的十进分数值选用，而 IEC 59 的电流最低规定至 1A，1A 以下的电流等级未作规定。

(2) GB 762 标准规定的电流最高至 25000A，而 IEC 59 为 10000A。

## 3　电气设备额定频率（GB 1980—80）

3.1　电气设备的额定频率数值（表 10.2-3）

**表 10.2-3**　（Hz）

| 电力供电系统及设备 | 舰船电气设备 | 航空电气设备 | 一般工业电气设备 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 通用电气设备 | 电热装置 | 机床电气设备 | 纺织电机 | 控制电机 | 电动工具 |
| 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| | — | — | — | — | — | (75) | — | — |
| | — | — | 100 | — | — | 100 | — | — |
| | — | — | — | — | — | *133 | — | — |
| | — | — | 150 | 150 | 150 | 150 | — | 150 |
| | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | — | — | 200 | — | — | 200 | — | 200 |
| | — | — | — | — | — | (300) | — | — |
| | — | — | — | — | — | — | (330) | — |

（续）

| 电力供电系统及设备 | 舰船电气设备 | 航空电气设备 | 一般工业电气设备 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 通用电气设备 | 电热装置 | 机床电气设备 | 纺织电机 | 控制电机 | 电动工具 |
| | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| | | | — | — | — | — | (427) | |
| | | | — | (500) | — | — | (500) | |
| | | | 600 | — | 600 | 600 | — | |
| | | | 800 | — | 800 | — | — | |
| | | | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | |
| | | | 1500 | | 1500 | | | |
| | | | — | — | **2000 | | | |
| | | | 2500 | 2500 | 2500 | | | |
| | | | — | — | (3000) | | | |
| | | | 4000 | 4000 | 4000 | | | |
| | | | 8000 | 8000 | | | | |
| | | | 10000 | 10000 | | | | |

注：1. 带括号的值，在设计新产品时不推荐采用。

2. *133Hz 仅限于人造纤维的纺锭用。

3. 2000Hz 仅限于轴承磨削用。

### 3.2　电气设备的额定频率的适用范围

该标准适用于单相和三相交流频率 50 Hz 及以上至 10000 Hz 的电力供电系统及设备、舰船电气设备、航空电气设备和一般工业电气设备。一般工业电气设备包括通用电气设备、电热装置、机床电气设备、纺织电机、控制电机和电动工具。其中通用电气设备又包括仪器仪表、低压电器、自动控制元件等设备。

该标准不适用于下列设备及回路：

(1) 无级或有级调节频率的交流电气设备；

(2) 遥控及遥测技术和通讯工程（有线通讯、无线通讯）设备；

(3) 铁路信号、自动闭塞装置及电传动机车内部控制回路；

(4) 单个机床或一组机床的内部控制回路。

### 3.3　电气设备的额定频率的使用说明

额定频率是指电气设备在额定参数下的频率。换一种说法：额定频率为一台生产设备或一台电气装置的工作频率，它与其他的额定参数发生关系。交流电气设备的额定频率为冶金工业、机械工业、纺织工业、国防工业和许多科学研究部门必不可少的重要电气参数之一。频率等级过少会影响使用部门的需要，但频率等级过多也不利于电气设备按系列发展，因为这样会导致产品型号规格增加，不利于降低成本和不便于使用、维修。GB 1980 电气设备额定频率最大限度地而且科学地综合、协调了各专业的需要。它的实施使得各部门可以合理选择和确定频率等级，为适应国民经济机械化、自动化程度的提高和国防现代化的要求，创造了必要条件。标准表中括号内的值为过渡暂行额定频率等级，用于个别设备的产品配套。目前这些设备电气性能不够完善，但有一定的生产量，其频率等级不推荐采用。今后如生产发展需要，可列为正式等级，否则应逐步淘汰。

额定频率等级的允许偏差规定为下列六种，可按电气设备的需要选用：

±0.2%；±0.5%；±1%；±2%；±5%、±10%。

电力供电系统及设备的额定频率允许偏差规定为±1%。

交流电气设备的额定频率偏差，是由多方面因素引起的，包括测量本身的误差，外界条件变化（负载、温度和电压等）所引起的误差；制造工艺所引起的误差等。标准所规定的允许偏差，包括这三方面误差的总和。

频率 60Hz 以及以 60Hz 为基准的系列频率等级未列入标准。该系列的电气设备是出口援外的，制造部门可根据定货方的需要，按非标准频率制造。

我国纺织工业生产人造纤维的数量日益增长，电锭的需要量也随之增加，而电锭的旋转速度取决于所用电源的频率。根据目前的技术水平，当电锭（JFD 02-

2 型）的工作频率为 133Hz 时，电锭的功率因数高，效率好。因此目前从电锭的电气性能及用户的要求来看，使用 133Hz 的电锭是适宜的。但全面考虑纺织用电动机的频率，这一档次国外普遍采用 150Hz，我国也有整套 150Hz 的纺人造丝的原东德设备近两万台电锭。为此 GB 1980 标准将 150Hz 列为国标等级，而 133Hz 在国标中列为过渡暂行等级，仅限于人造纤维的电锭使用。

GB 1980 中的 2000Hz 一级，仅限于轴承磨削用。

## 3.4　国际标准及国外有关标准简介

### 3.4.1　IEC 标准

IEC 196—1965 标准频率适用于单相和三相交流电力系统、船舶装置、交流牵引系统、机床、人造丝工业和飞机。数值规定见表 10.2-4。

**表　10.2-4**

| 船舶系统和装置 | 牵引 | 机床 | | 人造丝工业 | | 飞机 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 系列 I 50Hz | 系列 II 60Hz | 系列 I 50Hz | 系列 II 60Hz | |
| 50 | 16 2/3 | 50 | 60 | | | |
| 60 | 50 | 100 | | 100 | 120 | |
| | 60 | 150 | 180 | | | |
| | | 200 | | | | |
| | | 250 | | | | |
| | | 300 | | | | |
| | | 400 | 400 | | | 400 |
| | | 500 | 540 | | | |
| | | 600 | 720 | | | |
| | | 750 | | | | |
| | | 1000 | 1000 | | | |
| | | 1200 | 1440 | | | |
| | | 1500 | | | | |
| | | 2000 | 2160 | | | |
| | | 2400 | 2800 | | | |
| | | 3000 | 3420 | | | |
| | | 4000 | | | | |
| | | 8000 | | | | |
| | | 10000 | | | | |

表 10.2-4 中机床系列 I（50Hz）中，划有横线的频率值是推荐优先采用的。

IEC 242—1967 中央电网控制装置的标准频率适用于配电系统的中央电网控制装置的标称频率。包括两个系列：

系列 I，50Hz：

175、200、300、400、500、600、750、1050、1350、1600、2000、2400、3000Hz

系列 II，60Hz：

210、240、360、480、600、720、900、1260、1620、1920、2400、2880、3600。

划有横线的频率值是推荐的优先采用值。

### 3.4.2　前苏联标准

ГОСТ 6697—75 电力供电系统、电源、变流和受电的交流电气设备其额定频率 50 至 10000Hz 及容许偏差适用于电力供电系统、电源、变流和受电的交流电气设备。其频率值规定见表：10.2-5。

**表　10.2-5**

| 电源 | 交流和受电设备 | 辅助设备 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 电动工具、电力拖动装置、离心机、分离器、木材加工机床 | 电热装置 | 航海船舶的逻陀仪 |
| 50 | 50 | 100 | 500 | 500 |
| 400 | 400 | 150 | 2400 | |
| 1000 | 1000 | 200 | 8000 | |
| | 2000 | 300 | | |
| | 4000 | | | |
| 6000 | 6000 | | | |
| 10000 | 100000 | | | |

注：表中 6000 Hz 用于特殊技术情况下的飞行器。

### 3.4.3　原德国标准

DIN 40005—1969 额定频率 162/3 至 10000Hz 适用于电力供电和工业电气设备及装置、工业上使用的标准频率适用于工作机器的驱动、电动工具、磁放大器、感应加热设备、人造丝设备和熔炼设备以及其他。额定频率值规定如下表 10.2-6。频率允许偏差为 ±5%。

**表　10.2-6**

| 序号 | 电力供电 | 船用设备 | 铁路 | 工业应用 | | 航空 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 系列 I | 系列 II | |
| 1 | — | — | 16 2/3 | — | — | — |
| 2 | 50 | 50 | 50 | 50 | — | — |
| 3 | 60① | 60 | 60① | — | 60 | — |
| 4 | — | — | — | 100 | — | — |
| 5 | — | — | — | — | — | — |
| 6 | — | — | — | 150 | — | — |
| 7 | — | — | — | — | 180 | — |
| 8 | — | — | — | 200 | — | — |
| 9 | — | — | — | 250 | — | — |
| 10 | — | — | — | 300 | — | — |
| 11 | — | — | — | 400 | 400 | 400 |
| 12 | — | — | — | 500 | — | — |

（续）

| 序号 | 电力供电 | 船用设备 | 铁路 | 工业应用 | | 航空 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 系列 I | 系列 II | |
| 13 | — | — | — | — | 540 | — |
| 14 | — | — | — | 600 | — | — |
| 15 | — | — | — | — | 720 | — |
| 16 | — | — | — | 750 | — | — |
| 17 | — | — | — | 1000 | 1000 | — |
| 18 | — | — | — | 1200 | — | — |
| 19 | — | — | — | — | 1440 | — |
| 20 | — | — | — | 1500 | — | — |
| 21 | — | — | — | 2000 | — | — |
| 22 | — | — | — | — | 2160 | — |
| 23 | — | — | — | 2400 | — | — |
| 24 | — | — | — | — | 2880 | — |
| 25 | — | — | — | 3000 | — | — |
| 26 | — | — | — | — | 3420 | — |
| 27 | — | — | — | 4000 | — | — |
| 28 | — | — | — | 8000 | — | — |
| 29 | — | — | — | 10000 | — | — |

注：下面划有横线的值为优先采用值。

①仅限于出口。

## 4　中频设备额定电压（GB 3926—83）

中频是高于工频 50 Hz 低于或等于 10 kHz 的频率。中频电源是工频 50 Hz 交流电源和直流电源以外的另一种必不可少的电源之一。它的优点是①能使电气设备提高性能指标、缩小体积，减轻重量；②使控制系统的元器件，具有灵敏度高，动作快，性能较稳定的特点。由于中频电源能获得比较显著的技术经济效益，因而已广泛地应用于冶金工业、机械工业、纺织工业和国防（舰船、航空）工业以及许多科研部门。中频额定电压是中频电气设备的主要基本参数之一。

### 4.1　中频设备额定电压值（表 10.2-7 和表 10.2-8）

电压允许偏差值规定为下列五种，按电气设备的需要来选用双偏差或单偏差值：

0.5%；1%；2%；3%；5%。

航空中频设备电压允差，另有专业标准规定。

**表　10.2-7**　　（V）

| 舰船 | | | | 航空 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 单相 | | 三相 | | 单相 | | 三相 | |
| 受电设备 | 供电设备 | 受电设备 | 供电设备 | 受电设备 | 供电设备 | 受电设备 | 供电设备 |
| 115 | 120 | 115 | 120 | 115 | 115 | 36 | 36 |
| 220 | 230 | 220 | 230 | 115 | 115、120* | 115/200 | 115/200 |
| | | 380 | 400（390） | | | 115/200 | 115/200<br>120/208* |

注：1. 三相栏内，斜线“/”之上为相电压，斜线之下为线电压，无斜线者为线电压。

2. 航空供电设备栏，带 * 号者为发电机电压值，不带 * 号者为电源系统或变流电动机电压值。

3. 带括号者也可采用。

**表　10.2-8**　　（V）

| 通用电气设备 | | 电热装置 | 机床电气设备 | 纺织电机 | 控制微电机 | 电动工具 | 中频发电机及装置 | | 移动电源设备 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 单相 | 三相 | 单相 | 三相 | 三相 | 单相 | 三相 | 单相 | 三相 | 单相 | 三相 |
| 受电设备 | | | | | | | 供电设备 | | | |
| 9 | 42 | (250) | 115 | 115 | 9 | 42 | 115 | 115 | 115 | 208 |
| 12 | 115 | 375 | 220 | 130* | 12 | 220 | 220 | 160* | 230 | 230 |
| 16 | 160 | 500 | 350 | 160* | 16 | | 375 | 220 | | 400 |
| 20 | 220 | 750 | | | 20 | | 500 | 350 | | |
| 26 | 350 | 1000 | | | 26 | | 750 | 550* | | |
| 36 | | 1500 | | | 36 | | 1000 | | | |
| 60 | | 2000 | | | 60 | | 1500 | | | |

（续）

| 通用电气设备 | | 电热装置 | 机床电气设备 | 纺织电机 | 控制微电机 | 电动工具 | 中频发电机及装置 | | 移动电源设备 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 单　相 | 三　相 | 单　相 | 三　相 | 三　相 | 单　相 | 三　相 | 单　相 | 三　相 | 单　相 | 三　相 |
| 受电设备 | | | | | | | 供电设备 | | | |
| 90 | | 3000 | | | 90 | | 2000 | | | |
| 115 | | | | | 115 | | 3000 | | | |
| 220 | | | | | 220 | | | | | |
| 375 | | | | | | | | | | |
| 500 | | | | | | | | | | |
| 750 | | | | | | | | | | |
| 1000 | | | | | | | | | | |
| 1500 | | | | | | | | | | |
| 2000 | | | | | | | | | | |
| 3000 | | | | | | | | | | |

注：1. 带 * 号者，仅限于人造纤维的纺锭使用；带括号者，不推荐采用。

2. 三相栏内的值均为线电压。

3. 控制微电机栏的电压值也适用于航空。

### 4.2　适用范围

GB 3926 中频设备额定电压适用于单相和三相交流频率高于工频 50 Hz 至 10kHz 的舰船、航空电气设备和一般工业电气设备的额定电压。一般工业电气设备包括通用电气设备，电热装置、机床电气设备、纺织电机、控制微电机、电动工具和移动电源设备等。

GB 3926 不适用于下列设备，但不予限制：

①无级或有级调节频率的交流电气设备；

②发电机的励磁设备；

③由变电压装置供电的舰船和航空交流电气设备；

④遥讯、遥控、遥测和通信（有线通信、无线通信）设备的内部电路；

⑤铁道信号、自动闭塞装置及电传动机车内部控制电路；

⑥单个或一组机床的内部控制电路。

### 4.3　使用说明

（1）一般工业电气设备等所包括的具体内容

通用电气设备的额定电压包括中频仪器仪表、低压电器、变压器、自动元件及磁放大器等专业所需要的与主机相配套的额定电压等级。

机床电气设备主要包括机床内圆磨头、轴承专用磨头及高速电动机。

控制微电机主要包括控制、通讯及导航用的微电机。

移动电源设备主要供雷达、指挥仪和火炮等的电源，有的通过中间变换器供电、有的直接供电于用电装置及器件。

舰船电气设备包括导航设备（包括陀螺仪、计程仪及自动操舵仪）、水声设备、舰船雷达、舰船指挥仪、舰船用中频电源设备。

（2）标准中括号的使用及对 60 Hz 设备的处理

个别专业的过渡暂行额定频率等级的交流电气设备所使用的中频额定电压值以括号形式保留在标准中，新设计的产品不推荐采用，仅限于老产品维修配套用。

目前外贸出口 60 Hz 的电气设备，逐年有所增加，也有个别部门引进 60 Hz 的产品。对于我国，工业标准频率为 50 Hz，不应同时共存工频 50 Hz 和 60 Hz。因此 60 Hz 设备的额定电压不列入标准中。当订货者需要时，建议有关制造部门按非标准设备制造。

（3）GB 3926 中频设备额定电压与 GB 1980 电气设备额定频率的关系

该两项标准是对应的成套基础标准，它们的适用范围是相互协调的。

## 5　国际标准和国外有关标准简介

目前世界上还没有通用的中频额定电压等级的国际标准或国家级标准，只有按专业规定的标准，如：

国际标准 ISO 1540—79 航空航天飞机的电气系统特性，规定交流中频额定电压为 115/200V，额定频

率为400 Hz，适用于三相四线制星形连接系统。

苏联标准ГОСТ 16494—70电机式频率变换机额定功率、频率及电压系列规定的中频额定电压有800、1600、3000、6000、10000及380/660V。微电机使用的中频额定电压有30、36、40、45、90、110及220V。

苏联标准ГОСТ 16370—70感应加热装置的技术要求规定的中频额定电压有220、400、800及1600V。

英国标准BS ZG143—65飞机用的交直流旋转和直线电动机规定的中频额定电压有115/200V。微电机使用的中频额定电压有26、115、140及150V。

美国军标MIL-STD-704飞机电源的特性及应用规定的中频额定电压为115/120V，额定频率为400 Hz，适用于三相四线制星形连接系统。

美国军标MIL-G-21480航空交流恒频C级单台发电机电源系统规定的中频额定电压为115/200V。高速电动机功率从16W至40W，频率从400 Hz至10000 Hz，中频额定电压有120、230、380及500 V。

原西德标准DIN 42655—43高速电动机功率，频率电压及转速系列规定功率从25W至5.7 kW，频率75 Hz至750 Hz，转速从450 r/min至45000 r/min，中频额定电压有125、220、380及500V。

意大利高速电动机MFG、MF系列，功率从2W至2.5kW，频率从250 Hz至2500Hz，中频额定电压有153；190、230、306及366V。

日本防卫厅舰船标准NDS、F8001C，规定中频额定电压为440V（单相、三相）和115V（单相、三相）。

# 第3章　电工量的符号及电路和磁路的规定

## 1　电学和磁学的量和单位（GB 3102.5）

国家标准电学和磁学的量和单位规定了各科学技术领域中使用的电学和磁学的量、单位及符号。

该标准是目前已制订的有关量和单位的一系列国家标准之一，这一系列国家标准是：

GB 3100　国际单位制及其应用；

GB 3101　有关量、单位和符号的一般规则；

GB 3102.1　空间和时间的量和单位；

GB 3102.2　周期及其有关现象的量和单位；

GB 3102.3　力学的量和单位；

GB 3102.4　热学的量和单位；

GB 3102.5　电学和磁学的量和单位；

GB 3102.6　光及有关电磁辐射的量和单位；

GB 3102.7　声学的量和单位；

GB 3102.8　物理化学和分子物理学的量和单位；

GB 3102.9　原子物理学和核物理学的量和单位；

GB 3102.10　核反应和电离辐射的量和单位；

GB 3102.11　物理科学和技术中使用的数学符号；

GB 3102.12　特征数；

GB 3102.13　固体物理学的量和单位。

### 1.1　名称和符号（表10.3-1）

表　10.3-1

| 量的名称 | 符　号 | 定　义 | 备　注 | 单位名称 | 符　号 | 定　义 | 换算因数和备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 电流 | $I$ | | 在交流电技术中，用$i$表示电流的瞬时值，$I$表示有效值（均方根值） | 安〔培〕 | A | 在真空中，截面积可忽略的两根相距1m的无限长平行圆直导线内通以等量恒定电流时，若导线间相互作用力在每米长度上为$2\times10^{-7}$N，则每根导线中的电流为1A | |

（续）

| 量的名称 | 符号 | 定义 | 备注 | 单位名称 | 符号 | 定义 | 换算因素和备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 体积电荷<br>电荷〔量〕 | $Q$ | 电流对时间的积分 | 也可以使用符号 $q$。ISO 和 IEC 未给出 $q$ | 库〔仑〕<br>安〔培〕〔小〕时 | C<br>A·h | 1C=1A·s | 单位［培］［小］时用于蓄电池<br>1A·h=3.6kC |
| 面积电荷<br>电荷〔体〕密度 | $\rho$，($\eta$) | $\rho=Q/V$，$V$：体积 | | 库〔仑〕每立方米 | $C/m^3$ | | |
| 电荷面密度 | $\sigma$ | $\sigma=Q/A$，$A$：面积 | | 库〔仑〕每平方米 | $C/m^2$ | | |
| 电场强度 | $E$ | $E=F/Q$，$F$：力 | | 伏〔特〕每米 | V/m | 1V/m=1N/C | |
| 电位，(电势) | $V$，$\varphi$ | 是一个标量，在静电学中：<br>$E=-\mathrm{grad}V$，<br>$E$：电场强度 | | 伏〔特〕 | V | 1V=1W/A | |
| 电位差，(电势差)，<br>电压 | $U$ ($V$) | 1、2两点间的电位差为从点1到点2的电场强度线积分<br>$U=\varphi_1-\varphi_2$<br>$=\int_{r_1}^{r_2}E,\mathrm{d}r$ | 在交流电技术中，$u$ 用于电位差的瞬时值，$U$ 表示有效值（均方根值） | | | | |
| 电动势 | $E$ | 电源电动势是电源供给的能量被它输送的电荷量除 | | | | | |
| 电通〔量〕密度 | $D$ | 是一个矢量<br>电通量密度是一个矢量，其散度等于电荷〔体〕密度 | | 库〔仑〕每平方米 | $C/m^2$ | | |
| 电通〔量〕 | $\Psi$ | $\Psi=\int D\cdot e_n dA$；<br>面积，$e_n$ 为面积的矢量单位 | | 库〔仑〕 | C | | |
| 电容 | $C$ | $C=Q/U$ | | 法〔拉〕 | F | 1F=1C/V | |
| 介电常数，(电容率) | $\epsilon$ | $\epsilon=D/E$，$E$：电场强度 | ISO 和 IEC 还给出此量的另一名称“电常数” | 法〔拉〕每米 | F/m | | |
| 真空介电常数，(真空电容率) | $\epsilon_0$ | | | | | | |

（续）

| 量的名称 | 符　号 | 定　　义 | 备　　注 | 单位名称 | 符号 | 定　　义 | 换算因数和备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $\varepsilon_0=1/\mu_0 C_0^2$ $=8.85418\times10^{-12}$F/m 式中 $c$ 是5－32.1项的电磁波在真空中的传播速度 | | | | |
| 相对介电常数，（相对电容率） | $\varepsilon_r$ | $\varepsilon_r=\varepsilon/\varepsilon_0$ | | — | 1 | | |
| 电极化率 | $\chi$，$\chi_e$ | $\alpha=\varepsilon_r-1$ | | — | 1 | | |
| 电极化强度 | $P$ | $P=D-\varepsilon_0 E$ | IEC还给出备用符号 $D_i$ | 库〔仑〕每平方米 | C/m² | | |
| 电偶极矩 | $p$，$(p_e)$ | 是一个矢量 $T=P\times E$，$T$：转矩 | | 库〔仑〕米 | C·m | | |
| 面积电流 电流密度 | $J$，$(S)$ | $\int J\cdot e_n dA=I$ $A$ 为面积，$e_n$ 为面积的矢量 | 也可以使用符号 $j$，$(\delta)$ ISO和IEC未给出备用符号 $\delta$ | 安〔培〕每平方米 | A/m² | | |
| 电流线密度 | $A$，$(a)$ | | $rotH=J+\frac{\partial D}{\partial t}$ | 安〔培〕每米 | A/m | | |
| 磁场强度 | $H$ | 磁场强度是一矢量，其旋度等于电流密度（包括位移电流） | | 安〔培〕每米 | A/m | | |
| 磁位差，（磁势差） | $U_m$ | 点1和点2间的磁位差 $U_m=\int_{r_1}^{r_2}H\cdot dr$ $r$ 为距离 | IEC还给出符号 $U$ 和备用符号 $u$ | 安〔培〕 | A | | |
| 磁通势，磁动势 | $F$，$F_m$ | $F=\oint H_r dr$ $dr$：距离的微分 $r$ 为距离 | IEC还给出备用符号 | | | | |
| 磁通〔量〕密度，磁感应强度 | $B$ | 是一个矢量 $F=I\Delta S\times B$ 式中 $S$ 为长度，$I\Delta S$ 为电流元 | | 特〔斯拉〕 | T | 1T＝1N/(A·m) | 1T＝1Wb/m² ＝1V·s/m² |

（续）

| 量的名称 | 符　号 | 定　　义 | 备　　注 | 单位名称 | 符号 | 定　　义 | 换算因数和备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 磁通〔量〕 | $\Phi$ | $\Phi=\int B\cdot dA$<br>$A$：面积 | | 韦〔伯〕 | Wb | 1Wb=1V·s | |
| 磁矢位，（磁矢势） | $A$ | 是一个矢量<br>$B=\mathrm{rot}A$ | | 韦〔伯〕每米 | Wb/m | | |
| 自感<br>互感 | $L$<br>$M$、$L_{12}$ | $L=\Phi/I$<br>$M=\Phi_1/I_2$<br>$\Phi_1$：穿过回路 1 的磁通量，<br>$I_2$：回路 2 的电流 | 电感：自感和自感的通称 | 亨〔利〕 | H | 1H=1Wb/A | 1H=1V·s/A |
| 耦合因数，（耦合系数）<br>漏磁因数（漏磁系数） | $k$、$(\kappa)$<br>$\sigma$ | $k=\lvert L_{mn}\rvert/\sqrt{L_1L_2}$<br>$\sigma=1-k^2$ | | —<br>— | 1<br>1 | | |
| 磁导率<br>真空磁导率 | $\mu$<br>$\mu_0$ | $\mu=B/H$ | ISO 和 IEC 还给出此量的另一名称“磁常数”<br>$\mu_0=4\pi\cdot10^{-7}$H/m<br>$=1.256\,637\times10^{-6}$ H/m | 亨〔利〕每米 | H/m | | |
| 相对磁导率 | $\mu_r$ | $\mu_r=\mu/\mu_0$ | 此量无量纲 | — | 1 | | |
| 磁化率 | $\kappa$，$(\chi_m,\chi)$ | $\kappa=\mu_r-1$ | 此量无量纲<br>ISO 和 IEC 未给出备用符号 $\chi$ | — | 1 | | |
| 〔面〕磁矩 | $m$ | $T=m\times B$，$T$：转矩，$B$ 为均匀场的磁通密度 | IEC 还定义了磁偶极矩 $j=\mu_0 m$ | 安〔培〕平方米 | A·m² | | 磁偶极矩的单位为 Wb·m |
| 磁化强度 | $M$，$(H_i)$ | $M=(B/\mu_0)-H$ | | 安〔培〕每米 | A/m | | |
| 磁极化强度 | $J$，$B_i$ | $J=B-\mu_0H$ | | 特〔斯拉〕 | T | | |
| 体积电磁能<br>电磁能密度 | $w$ | 电磁场能量被体积除<br>$W-\frac{1}{2}[\delta\cdot D+B\cdot H]$ | | 焦〔耳〕每立方米 | J/m³ | | |
| 坡印廷矢量 | $S$ | $S=E\times H$ | | 瓦〔特〕每平方米 | W/m² | | |
| 电磁波在真空中的传播速度 | $C$，$C_0$ | | $C=1/\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}$<br>$=299\,292\,458$m/s | 米每秒 | m/s | | |

（续）

| 量的名称 | 符　号 | 定　　义 | 备　　注 | 单位名称 | 符号 | 定　　义 | 换算因数和备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 如果介质中的速度用符号 $c$，则真空中的速度用符号 $c_0$ | | | | |
| 〔直流〕电阻 | $R$ | $R=U/I$ | | 欧〔姆〕 | Ω | $1\Omega=1V/A$ | |
| 〔直流〕电导 | $G$ | $G=1/R$ | | 西〔门子〕 | S | $1S=1\Omega^{-1}$ | |
| 电阻率 | $\rho$ | $\rho=RA/l$<br>$A$：面积<br>$l$：长度 | | 欧〔姆〕米 | Ω·m | | |
| 电导率 | $\gamma$，$\sigma$ | $\gamma=1/\rho$ | $\kappa$用于电化学 | 西〔门子〕每米 | S/m | | |
| 磁阻 | $R_m$ | $R_m=U_m/\Phi$ | ISO 和 IEC 还给出符号 $R$ | 每亨〔利〕 | $H^{-1}$ | $1H^{-1}=1A/Wb$ | |
| 磁导 | $\Lambda$，$(P)$ | $\Lambda=1/R_m$ | | 亨〔利〕 | H | 1H=1Wb/A | |
| 绕组的匝数<br>相　数<br>极对数 | $N$<br>$m$<br>$p$ | | 这些量是无量纲量 | | | | |
| 相〔位〕差，相〔位〕移 | $\varphi$ | $u=U_m\cos\omega t$，$i=I_m\cos(\omega t-\varphi)$时，则$\varphi$为相位移 | $\omega t-\varphi$是$i$的相位 | 弧度<br>〔角〕秒<br>〔角〕分<br>度 | rad<br>(″)<br>(′)<br>(°) | <br>$1''=(\pi/648\,000)$rad<br>$1'=60''=(\pi/10\,800)$ rad<br>$1°=60'=(\pi/180)$ rad | |
| 阻抗，（复［数］阻抗） | $Z$ | 复数电压被复数电流除 | $Z=\lvert Z\rvert e^{j\varphi}=R+jX$ | 欧〔姆〕 | Ω | | |
| 阻抗模，（阻抗） | $\lvert Z\rvert$ | | $\lvert Z\rvert=\sqrt{R^2+X^2}$ | | | | |
| 电抗 | $X$ | 阻抗的虚部 | 当一感抗与一容抗串联时， | | | | |
| 〔交流〕电阻 | $R$ | 阻抗的实部 | $X=L\omega-\frac{1}{C_\omega}$ | | | | |

（续）

| 量的名称 | 符　号 | 定　　义 | 备　　注 | 单位名称 | 符号 | 定　　义 | 换算因数和备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 在交流电技术中，电阻均指交流电阻，必要时还应说明频率；如需与直流电阻区别，则可使用全称 | | | | |
| 品质因数 | $Q$ | 对于无辐射系统，如果 $Z=R+jX$<br>则 $Q=\|X\|/R$ | | — | 1 | | |
| 导纳，（复［数］导纳） | $Y$ | $Y=1/Z$ | $Y=\|Y\|e^{-j\theta}=G+jB$<br>$=(R-jX)/\|Z\|^2$ | 西〔门子〕 | S | 1S=1A/V | |
| 导纳模，（导纳） | $\|Y\|$ | | $\|Y\|=\sqrt{G^2+B^2}$ | | | | |
| 电纳 | $B$ | 导纳的虚部 | 在交流电技术中，电导均指交流电导，必要时还应说明频率；如需与直流电导区别，则可使用全称 | | | | |
| 〔交流〕电导 | $G$ | 导纳的实部 | | | | | |
| 功率［有功］ | $P$ | $P=\frac{1}{T}\int_0^T u_i\mathrm{d}t$<br>$t$ 为时间；$T$ 为计算功率的时间 | $P=ui$ 是瞬时功率 | 瓦〔特〕 | W | | |
| ［有功］电能〔量〕 | $W$ | $W=\int u_i\mathrm{d}t$<br>$t$ 为时间 | | 瓦〔特〕〔小〕时 | J<br>……<br>kW·h | ……<br>1kW·h=3.6MJ | …… |

注：1. 去掉方括号时为全称，去掉方括号及方括号中的字时为简称。

2. 圆括号中的符号为备用符号。

3. ∈和ϵ是同一字母的两种写法，两者同样可以使用。

**表 10.3-2　常用的三基本量高斯 CGS 方程系和四基本量有理化方程系对照表**

| 序　号 | 内　　容 | 具有四基本量有理化的方　程　系 | 具有三基本量的高斯方　程　系 |
|---|---|---|---|
| 1 | 麦克斯韦方程式 | $\mathrm{rot}\,E=-\partial B/\partial t$ | $c\,\mathrm{rot}\,E_s=-\partial B_s/\partial t$ |
| 2 | 麦克斯韦方程式 | $\mathrm{div}\,D=\rho$ | $\mathrm{div}\,D_s=4\pi\rho_s$ |
| 3 | 麦克斯韦方程式 | $\mathrm{div}\,B=0$ | $\mathrm{div}\,B_s=0$ |
| 4 | 麦克斯韦方程式 | $\mathrm{rot}\,H=J+\partial D/\partial t$ | $c\mathrm{rot}\,H_s=4\pi J_s+\partial D_s/\partial t$ |
| 5 | 在电场强度为 $E$ 的电场中，电荷 $Q$ 受的力 | $F=QE$ | $F=Q_sE_s$ |
| 6 | E 和 D 之间的关系 | $\varepsilon_0\varepsilon_rE=\varepsilon E=D$ | $\varepsilon_rE_s=D_S$ |
| 7 | 与电荷 $Q$ 的距离为 $r$ 处的电通量密度 | $D=Q/4\pi r^2$ | $D_s=Q_s/r^2$ |
| 8 | 具有电荷面密度 $\sigma$ 的表面处的电通量密度 | $D=\sigma$ | $D_s=4\pi\sigma_s$ |
| 9 | 介质中相距 $r$ 的两电荷 $Q_1$ 与 $Q_2$ 间的力 | $F=Q_1Q_2/4\pi\varepsilon r^2$ | $F=Q_{s1}Q_{s2}/\varepsilon_rr^2$ |
| 10 | 面积为 $A$、距离为 $d$ 的两平行平板间的电容 | $C=A\varepsilon/d$ | $C_s=A\varepsilon_r/4\pi d$ |
| 11 | 半径为 $r$ 的孤立球体的电容 | $C=4\pi\varepsilon r$ | $C_s=\varepsilon_rr$ |
| 12 | 静电学中 $E$ 与 $V$ 间的关系 | $E=-\mathrm{grad}V$ | $E_s=-\mathrm{grad}V_s$ |
| 13 | 静电学真空中的泊松方程 | $\Delta V=-\rho/\varepsilon_0$ | $\Delta V_s=-4\pi\rho_s$ |
| 14 | 真空中与电荷 $Q$ 相距 $r$ 处的电位 | $V=Q/4\pi\varepsilon_0r$ | $V_s=Q_s/r$ |
| 15 | 真空中与电偶极子在位置 $r$ 处的电位 | $V=P\cdot r/4\pi\varepsilon_0r^3$ | $V_s=P_s\cdot r/r^3$ |
| 16 | 相距为 $s$ 的两电荷 $\pm Q$ 的电偶极距 | $P=Q_s$ | $P_s=Q_ss$ |
| 17 | 电场中电偶极子的位能 | $W=-P\cdot E$ | $W=-P_s\cdot E_s$ |
| 18 | 具有 $P$ 极化强度的体积 $\Delta\tau$ 元的电偶极距 | $P=P\Delta\tau$ | $P_s=P_s\Delta\tau$ |
| 19 | 电场的能量密度 | $w=D\cdot E/2$ | $w_s=D_s\cdot E_s/8\pi$ |
| 20 | 在磁场中，以速度 $v$ 运动的电荷 $Q$ 所受的力 | $F=Qv\times B$ | $F=Q_sv\times B_s/c$ |
| 21 | 在磁场中，电流元 $I\Delta s$ 上受的力 | $F=I\Delta s\times B$ | $F=I_s\Delta s\times B_s/c$ |
| 22 | $B$ 和 $H$ 间的关系 | $B=\mu_0\mu_rH=\mu H$ | $B_s=\mu_rH_s$ |
| 23 | 由于以速度 $v$ 移动的电荷 $Q$ 产生的磁场强度 | $H=QV\times r/4\pi r^3$ | $H_s=Q_sV\times r/cr^3$ |
| 24 | 由电流元 $I\Delta s$ 产生的磁场强度 | $H=I\Delta s\times r/4\pi r^3$ | $H_s=I_s\Delta s\times r/cr^3$ |
| 25 | 距直线导线 $r$ 处的磁场强度 | $H=I/2\pi r$ | $H_s=2I_s/cr$ |
| 26 | 在长度为 $l$ 上有 $N$ 匝线圈的螺线管中的磁场强度 | $H=NI/l$ | $H_s=4\pi NI_s/cl$ |
| 27 | 在真空中，相距 $d$ 的两平行导线间的力 | $F/l=\mu_0I_1I_2/2\pi d$ | $F/l=2I_{s1}I_{s2}/c^2d$ |
| 28 | $B$ 和矢势 $A$ 之间的关系 | $B=\mathrm{rot}A$ | $B_s=\mathrm{rot}A_s$ |
| 29 | 在真空中，矢势的波动方程式 | $\Delta A-\dfrac{1}{c^2}\dfrac{\partial^2A}{\partial t^2}=-\mu_0J$ | $\Delta A_s-\dfrac{1}{c^2}\dfrac{\partial^2A_s}{\partial t^2}=-\dfrac{4\pi}{c}J_s$ |
| 30 | 关于 $A$ 的洛伦茨规范条件 | $\mathrm{div}A+\dfrac{1}{c^2}\dfrac{\partial V}{\partial t}=0$ | $\mathrm{div}A_s+\dfrac{1}{c}\dfrac{\partial V_s}{\partial t}=0$ |
| 31 | $E$、$V$、$A$ 间的一般关系 | $E=-\mathrm{grad}V-\dfrac{\partial A}{\partial t}$ | $E_s=-\mathrm{grad}V_s-\dfrac{1}{c}\dfrac{\partial A_s}{\partial t}$ |
| 32 | 环绕平面面积 $A$ 的电流为 $I$ 时的电磁矩 | $m=IA$ | $m_s=I_sA/c$ |
| 33 | 磁偶极矩在磁场中的位能 | $W=-m\cdot B$ | $W=-m_s\cdot B_s$ |
| 34 | 磁化强度为 $M$ 的体积元 $\Delta\tau$ 的电磁矩 | $m=M\Delta\tau$ | $m_s=M_s\Delta\tau$ |
| 35 | 磁场的能量密度 | $w=B\cdot H/2$ | $w=B_s\cdot H_s/8\pi$ |
| 36 | 坡印廷矢量 | $S=E\times H$ | $S=\left(\dfrac{c}{4\pi}\right)E_s\times H_s$ |

标准中还列出了常用的三基本量高斯 CGS 方程系和四基本量有理化方程系以供对照，见表 10.3-2。

根据三基本量的高斯 CGS 方程系定义的物理量叫做高斯量，各高斯量所选用的符号是四基本量有理化方程系中相应量的符号加右下标“s”。

### 1.2　特点与应用

(1) 形式和特点

1)标准规定了电学和磁学领域中最重要的量及符号，这些量和符号全部包括在表 10.3-1 中。

2) 表 10.3-1 中列出了本标准所涉及的科学技术中最重要的量及其符号，大多数情况下给出了定义，但这些定义并不是完整的，在此列出只是为了便于识别。

大多数情况下，每个量只给出一个符号，凡当一个量给了两个或两个以上的符号，又未加区别时，表示它们是等同的，量的符号大多只给出一般形式，只有在特定的场合，尤其是在定义式中才使用矢量形式，但是这并不意味否定该量的矢量特性。

3) 量的相应单位连同其国际符号和定义一起列出。

4) 单位按下述方式编排

可与 SI（国际单位制）并用或暂时并用的非国际单位制的单位，用虚线同相应的 SI 单位隔开。

5) 方程系、量和单位

在电学和磁学中，选取不同的基本量可以导出不同的方程系。该标准采用四基本量、有理化方程系。此方程系选长度、质量、时间和电流为基本量；它们的 SI 单位分别是米、千克、秒和安培。本方程系中因数 $4\pi$ 和 $2\pi$ 只在涉及球对称和圆对称的方程式中出现，介电常数和磁导率以有量纲量的形式出现在有关方程式中。

考虑到目前基于三基本量的高斯 CGS 方程系仍在继续使用，所以在标准中列出了常用的四基本量有理化方程系和高斯 CGS 方程系方程式对照表以供参考。

(2) 应用说明

1) SI 单位及其倍数单位的应用

标准中各量的单位一律为 SI 单位，但在演算过程中，可根据使用方便的原则，选用与之等效的 SI 单位的倍数单位。通过适当的选择，可使数值处于实用范围内。

2) 关于交流电技术

在交流电技术中，对于按照正弦规律变化的量，标准规定以小写字母表示量的瞬时值，大写字母表示量的有效值，以 $m$ 为右下标的大写字母表示量的最大值，相量可以用在上方正中处加一个圆点的大写字母表示，例如 $i$ 表示电流瞬时值；$I$ 表示电流有效值，$I_m$ 表示电流最大值，$\dot{I}_m$ 表示电流相量（最大值）。

3) 矢量

有许多物理量具有矢量特征，例如电偶极矩、电通[量]密度、磁通[量]密度等等。这些量的矢量特性，特别是当定义需要时，已予指明，但并不企图使其完整或一致。

## 2　电工技术用字母符号　旋转电机量的符号 (GB/T 13394—92)

国家标准电工技术用字母符号　旋转电机量的符号规定了电工技术中应用于旋转电机的主要量的名称、字母符号及单位，适用于使用这些量、符号及单位的各科学技术领域。

标准的主要内容见表 10.3-3

### 2.1　旋转电机量的符号（表 10.3-3）

**表　10.3-3**

| 编号 | 量的名称 | 符号 | | 单位 | 说　明 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 主 | 保留 | | |
| 1 | 几何量 | | | | |
| 1.1 | 铁心全长 | $l$ | | m | |
| 1.2 | 铁心长 | $l_{Fe}$ | | m | $l_{Fe}=l-n_v l_v$ |
| 1.3 | 铁心净长 | $l_c$ | | m | $l_c=k_{Fe}\cdot l_{Fe}$ |
| 1.4 | 铁心有效长 | $l_e$ | | m | |
| 1.5 | 一个通风道长 | $l_v$ | ($b_v$) | m | |
| 1.6 | [线圈]半匝平均长 | $l_{av}$ | ($l_c$) | m | |
| 1.7 | 线圈端部平均长 | $l_b$ | | m | $l_b=l_{av}-l$ |
| 1.8 | (气隙侧)电枢表面直径 | $d$ | ($D_a$) | m | |
| 1.9 | 定子外径 | $d_{es}$ | ($D_1$) | m | |
| 1.10 | 定子内径 | $d_s$ | $d_{is}$ ($D_{i1}$) | m | |
| 1.11 | 转子外径 | $d_r$ | $d_{er}$ ($D_2$) | m | |
| 1.12 | 转子内径 | $d_{ir}$ | ($D_{i2}$) | m | |

（续）

| 编号 | 量的名称 | 符号 主 | 符号 保留 | 单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.13 | 换向器直径 | $d_c$ | ($D_K$) | m | |
| 1.14 | 极　高 | $h_p$ | | m | |
| 1.15 | 极靴高 | $h_{p1}$ | | m | |
| 1.16 | 极身高 | $h_{p2}$ | | m | |
| 1.17 | 定子磁轭高 | $h_{ys}$ | | m | |
| 1.18 | 转子磁轭高 | $h_{yr}$ | | m | |
| 1.19 | 定子槽深 | $h_s$ | | m | 深度的各个部分从气隙开始依次附上下标1、2…若不致引起混淆，下标s或r可以省略 |
| 1.20 | 转子槽深 | $h_r$ | | m | |
| 1.21 | 气　隙 | $\delta$ | $g$ | m | |
| 1.22 | 最小气隙 | $\delta_0$ | | m | |
| 1.23 | 包括槽效应的等效气隙 | $\delta_e$ | ($g_e$) | m | $\delta_e=\delta\cdot k_{Cs}\cdot k_{Cr}$ |
| 1.24 | 定子齿高 | $h_{ds}$ | ($h_{ts}$) | m | 实际 $h_{ds}=h_s$ |
| 1.25 | 转子齿高 | $h_{dr}$ | ($h_{tr}$) | m | 实际 $h_{dr}=h_r$ |
| 1.26 | 轴中心高 | $H$ | | m | |
| 1.27 | 极靴宽 | $b_p$ | $b_{p1}$ | m | |
| 1.28 | 极身宽 | $b_{p2}$ | | m | |
| 1.29 | 等效（圆周上的）极宽 | $b_{pe}$ | | m | 圆周上的宽度是指对电枢直径 $d$ 的圆而言 |

（续）

| 编号 | 量的名称 | 符号 主 | 符号 保留 | 单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.30 | 定子槽宽 | $b_s$ | | m | 各不同宽度从气隙处开始依次附上下标1、2…，若不致引起混淆，下标s或r可以省略 |
| 1.31 | 转子槽宽 | $b_r$ | | m | |
| 1.32 | 定子齿宽 | $b_{ds}$ | ($b_{ts}$) | m | |
| 1.33 | 转子齿宽 | $b_{dr}$ | ($b_{tr}$) | m | |
| 1.34 | 电刷（切向）宽 | $t$ | $b_t$ | m | |
| 1.35 | 电刷（轴向）长 | $a$ | $b_a$ | m | |
| 1.36 | 电刷（径向）高 | $r$ | $h_b$ | m | |
| 1.37 | 等效电刷宽 | $b_{te}$ | | m | |
| 1.38 | 相邻换向片间绝缘的厚度 | $b_{cI}$ | $b_{cIs}$ | m | |
| 1.39 | （以弧长表示的）节距 | $\tau$ | $t$ | m | |
| 1.40 | 极　距 | $\tau_p$ | $t_p$ | m | |
| 1.41 | 定子齿距 | $\tau_s$ | $t_s$ | m | |
| 1.42 | 转子齿距 | $\tau_r$ | $t_r$ | m | |
| 1.43 | 换向（器）片距 | $\tau_c$ | $t_c$ | m | |
| 1.44 | 表面积、截面积 | $A$ | $S$ | $m^2$ | |
| 1.45 | 体　积 | $V$ | | $m^3$ | |
| 2 | 运动学量 | | | | |
| 2.1 | 时间常数 | ($\tau$) $T$ | | S | |
| 2.2 | 电角频率 | $\omega$ | | rad/S | |
| 2.3 | 基准角频率、参考角频率 | $\omega_0$ | | rad/S | |
| 2.4 | 定子磁场角频率 | $\omega_s$ | | rad/S | 交流电机中 $\omega_s/p$ 即为同步角频率 |

（续）

| 编号 | 量的名称 | 符号 主 | 符号 保留 | 单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.5 | 转子磁场角频率 | $\omega_r$ | | rad/S | 指相对于转子本体的角速度 |
| 2.6 | 机械角速度 | $\Omega_m$ | | rad/S | |
| 2.7 | 转速、旋转频率 | $n$ | | $S^{-1}$ (r/min) | 转每分（r/min）是我国选定的法定计量单位 |
| 2.8 | 转差率 | $s$ | | | $s=\frac{\omega_k/p-\Omega_m}{\omega_k/p}$ |
| 3 | 动力学量 | | | | |
| 3.1 | 能 | $E$ | $W$ | J | |
| 3.2 | 功 | $W$ | $A$ | J | |
| 3.3 | 热量 | $Q$ | | J | |
| 3.4 | 转动惯量 | $(I)$ $J$ | | $kg\cdot m^2$ | |
| 3.5 | 标称加速时间 | $T_J$ | | S | $T_J=J\cdot\Omega_{mN}^2/P_N$ |
| 3.6 | 储能常数 | $H$ | | S | $H=\frac{1}{2}J\cdot\Omega_{mN}^2/S_N$ |
| 3.7 | 电磁转矩 | $T_e$ | $M_e$ | N·m | 当转矩与时间常数同时出现时，为避免混淆，转矩符号可使用M，下同 |
| 3.8 | 轴转矩 | $T_s$ | $M_s$ | N·m | |
| 3.9 | 转子机械损耗转矩 | $T_d$ | $M_d$ | N·m | |
| 3.10 | 堵转转矩 | $T_1$ | $(T_k)$ $M_1$ | N·m | |
| 3.11 | 最小转矩 | $T_u$ | $(T_{min})$ $M_u$ | N·m | |
| 3.12 | 最大转矩 | $T_b$ | $(T_{max})$ $M_b$ | N·m | |
| 3.13 | 牵入转矩 | $T_{pi}$ | $M_{pi}$ | N·m | |
| 3.14 | 失步转矩、最大同步转矩 | $T_{po}$ | $M_{po}$ | N·m | |

（续）

| 编号 | 量的名称 | 符号 主 | 符号 保留 | 单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 损耗、热传递 | | | | |
| 4.1 | 热耗散功率 | $P_d$ | | W | |
| 4.2 | 热流量 | $\Phi_{th}$ | | W | |
| 4.3 | 温升 | $\Delta g$, $\Delta\theta$ | $(\Delta t)$ | K | |
| 4.4 | 环境温度 | $g_a$, $\theta_a$ | $(t_a)$ | ℃ | |
| 4.5 | 冷却介质温度 | $g_c$, $\theta_c$ | $(t_c)$ | ℃ | |
| 4.6 | 热导 | $G_{th}$ | | W/K | |
| 4.7 | 传热系数 | $a$ | K | $\frac{W}{m^2\cdot K}$ | |
| 4.8 | 热导率 | $\lambda$ | k | $\frac{W}{m\cdot K}$ | |
| 4.9 | 热阻 | $R_{th}$ | | K/W | |
| 4.10 | 体积流量 | $q_v$ | | $m^3/s$ | 如果不会引起混淆，体积流量可以使用无附加标记的 $q$ 代替 $q_v$ |
| 4.11 | 压（力）降 | $\Delta p$ | | $N/m^2$ | |
| 5 | 电学量和磁学量 | | | | |
| 5.1 | 磁链 | $\Psi$ | $(\Psi)$ | Wb | $\Psi=N\cdot\Phi$ |
| 5.2 | 电负荷 | $A$ | | A/m | |
| 5.3 | 电磁功率、气隙功率 | $P_\delta$ | | W | |
| 5.4 | 稳态短路电流 | $I_k$ | | A | 表示电流的瞬时值时，可用小写i表示，下同 |
| 5.5 | 对称短路电流初始值 | $I_{k0}$ | | A | |
| 5.6 | 最大非对称短路电流 | $I_k$ $(I_{km})$ | | A | |

（续）

| 编号 | 量的名称 | 符号 主 | 符号 保留 | 单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|
| 5.7 | 瞬态短路电流 | $I_k''$ | | A | |
| 5.8 | 超瞬态（短路）电流 | $I_k'$ | | A | |
| 5.9 | 电枢短路时间常数 | $T_a$ | | S | 时间常数符号T也可用符号τ代替，不同 |
| 5.10 | 直轴瞬态开路时间常数 | $T_{do}'$ | | S | |
| 5.11 | 直轴瞬态短路时间常数 | $T_d'$ | | S | |
| 5.12 | 直轴超瞬态开路时间常数 | $T_{do}''$ | | S | |
| 5.13 | 直轴超瞬态短路时间常数 | $T_d''$ | | S | |
| 5.14 | 交轴瞬态开路时间常数 | $T_{qo}''$ | | S | |
| 5.15 | 交轴瞬态短路时间常数 | $T_q''$ | | S | |
| 5.16 | 交轴超瞬态开路时间常数 | $T_{qo}''$ | | S | |
| 5.17 | 交轴超瞬态短路时间常数 | $T_q''$ | | S | |
| 5.18 | 励磁系统顶值电压 | $U_{Ep}$ | | V | |
| 5.19 | 直轴同步电抗 | $X_d$ | | Ω | |
| 5.20 | 直轴瞬态电抗 | $X_d'$ | | Ω | |
| 5.21 | 直轴超瞬态电抗 | $X_d''$ | | Ω | |

（续）

| 编号 | 量的名称 | 符号 主 | 符号 保留 | 单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|
| 5.22 | 交轴同步电抗 | $X_q$ | | Ω | |
| 5.23 | 交轴瞬态电抗 | $X_q'$ | | Ω | |
| 5.24 | 交轴超瞬态电抗 | $X_q''$ | | Ω | |
| 5.25 | 正序电抗 | $X_1$ | | Ω | |
| 5.26 | 负序电抗 | $X_2$ | | Ω | |
| 5.27 | 零序电抗 | $X_0$ | | Ω | |
| 5.28 | 正序电阻 | $R_1$ | | Ω | |
| 5.29 | 负序电阻 | $R_2$ | | Ω | |
| 5.30 | 零序电阻 | $R_0$ | | Ω | |
| 5.31 | 短路比 | $k_k$ | $(K_c)$ | | |
| 5.32 | 输出功率 | $P$ $(P_2)$ | $P_{out}$ | W | |
| 5.33 | 输入功率 | $P_{in}$ $(P_1)$ | | W | |
| 6 | 数和比 | | | | |
| 6.1 | 极对数 | $p$ | | | |
| 6.2 | 并联支路数<br>——在无换向器绕组中，每相<br>——在有换向器绕组中，每半个电枢 | $a$ | | | 在有换向器绕组中，一个电枢的并联支路数为2a |
| 6.3 | 串联匝数 | $N$ | $(w)$ | | |
| 6.4 | 槽数 | $Q$ | | | |

（续）

| 编号 | 量的名称 | 符号 主 | 符号 保留 | 单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|
| 6.5 | 换向器片数 | $K$ | | | |
| 6.6 | 每槽每层圈边数 | $u$ | | | $u=K/Q$ |
| 6.7 | 导体总数 | $z$ | | | |
| 6.8 | 每槽导体数 | $z_Q$ | | | |
| 6.9 | 每线圈串联匝数 | $N_c$ | | | |
| 6.10 | 每极每相槽数 | $q$ | | | |
| 6.11 | 通风道数 | $n_v$ | | | |
| 6.12 | 线圈节距 | $Y_Q$ | $Y$ | | |
| 6.13 | 换向器节距 | $Y_c$ | | | |
| 6.14 | 总漏磁因数 | $\sigma$ | | | $\sigma=1-k^2$<br>$k=M/\sqrt{L_1L_2}$ |
| 6.15 | 定子漏磁因数 | $\sigma_s$ | | | |
| 6.16 | 转子漏磁因数 | $\sigma_r$ | | | |
| 6.17 | 绕组因数 | $k_w$ | $(K_{dp})$ | | |
| 6.18 | 分布因数 | $k_d$ | | | |
| 6.19 | 节距因数 | $k_p$ | | | |
| 6.20 | 斜槽因数 | $k_{sq}$ | $(K_{sk})$ | | |
| 6.21 | 变比（转子绕组与定子绕组） | $n_{sr}$ | | | $n_{sr}=\frac{k_{ws}\cdot N_s}{k_{wr}\cdot N_r}$ |
| 6.22 | 等效极弧因数 | $a_e$ | | | $a_e=b_{pc}/\tau_p$ |
| 6.23 | 电刷覆盖比 | $\beta$ | | | $\beta=b_{br}/\tau_c$ |
| 6.24 | 电压对电流的相位差 | $\varphi$，<br>$\phi$ | | rad | |
| 6.25 | 转角 | $\theta$，<br>$\theta$ | | rad | |
| 6.26 | 同步电机的功角（负载角） | $\theta_L$，<br>$\theta_L$ | $(\theta')$ | rad | |
| 6.27 | 谐波次数 | $\nu$ | | | |

（续）

| 编号 | 量的名称 | 符号 主 | 符号 保留 | 单位 | 说明 |
|---|---|---|---|---|---|
| 6.28 | 槽满率、槽空间因数 | $k_Q$ | $(K_s)$ | | |
| 6.29 | 铁心迭压因数铁空间因数 | $k_{Fe}$ | | | |
| 6.30 | 定子卡特因数 | $k_{Cs}$ | | | |
| 6.31 | 转子卡特因数 | $k_{Cr}$ | | | |
| 6.32 | 卡特因数、气隙系数 | $k_C$ | $(K_\delta)$ | | $k_C=k_{Cs}\cdot k_{Cr}$ |
| 6.33 | 电阻集肤效应因数 | $k_R$ | | | |
| 6.34 | 电感集肤效应因数 | $K_L$ | | | |
| 6.35 | 堵转表观功率比 | $s_1$ | | | 对电动机<br>$s_1=\frac{S_1}{P_N}$<br>对发电机<br>$S_1=\frac{S_1}{S_N}$ |
| 6.36 | 堵转电流比 | $i_1$ | | | $i_1=\frac{I_1}{I_N}$ |

注：1. 圆括号“（ ）”表示IEC27-4中无此括号内的符号。

2. 去掉方括号“〔 〕”时为全称，去掉方括号及方括号中的字时为简称。

标准中还给出了旋转电机用符号的〔右〕下标，见表10.3-4。

**表 10.3-4**

| 编号 | 名称 | 符号① 短式 | 符号① 长式 |
|---|---|---|---|
| 1 | 电枢 | a | |
| 2 | 磁场 | f | |
| 3 | 励磁系统、励磁电源 | E | |
| 4 | 直轴 | d | |
| 5 | 交轴 | q | |
| 6 | 交流 | ~，a | |
| 7 | 直流 | —、d | |

（续）

| 编号 | 名　称 | 符　号① | |
|---|---|---|---|
| | | 短式 | 长式 |
| 8 | 波动 | ω，υ | |
| 9 | 磁滞 | Hy | |
| 10 | 涡流 | Ft | |
| 11 | 绝缘 | I | Is |
| 12 | 平均（值） | av | |
| 13 | 等效 | e | eq |
| 14 | 额定 | N | rat |
| 15 | 标称，名义 | n | nom |
| 16 | 转子 | r | |
| 17 | 定子 | s | |
| 18 | 绕组端部 | b | |
| 19 | 耗散 | d | |
| 20 | 串联 | ser | |
| 21 | 分接，并联 | par | |
| 22 | 有效的 | ef | |
| 23 | 气隙 | δ | |
| 24 | 附加的 | ad | |
| 25 | 〔泄〕漏 | σ | |
| 26 | 铜 | Cu | |
| 27 | 铝 | Al | |
| 28 | 铁 | Fe | |
| 29 | 油 | U | |
| 30 | 水 | W | |
| 31 | 空气 | A | |
| 32 | 氢 | H | |

①用于下标的符号分短式和长式，长式是为了减少短式的混淆而列出的。

## 2.2　特点与应用

（1）形式和特点

标准规定了电工技术中应用于旋转电机的主要量的名称、字母符号及单位。这些量和符号全部包括在表10.3-3中。

表10.3-3中列出了标准所涉及的科学技术中最重要的量及单位的符号。量的符号分主符号和保留符号。大多数情况下，每个量只给出一个主符号，凡是一个量给出了两个主符号时，在使用上是等同的。保留符号允许使用，但应优先采用主符号。

量的符号为斜体，单位符号为正体。

（2）应用说明

1）SI单位及其倍数单位的应用

标准中各量的单位一律为SI单位，但在演算过程中，可根据使用方便的原则，选用与之等效的SI单位的倍数单位。通过适当的选择，可使数值处于实用范围内。

2）旋转电机用符号的〔右〕下标

标准给出了常用的旋转电机用符号的〔右〕下标（见表10.4-4）。表示下标的符号与其所代表的含义密切相关，一般采用英文词汇的第一个字母。这些符号分为短式和长式，其中长式是为了减少短式的混淆而列出来的。此表仅供参考，并非是标准不可缺少的部分。

3）右下标的字体

①表示物理量的符号作下标时用斜体（如 电阻集肤效应因数，电感集肤效应因数），其符号大小写的形式与物理量符号的形式一致，不能改变。

②专有名词作下标时用大写正体（如卡特因数 $k_C$），卡特（C）为专有名词，因此角标C为大写正体字母。

③其他下标用正体，其符号大小写的形式应与各量符号的角标和表10.3-4中所列符号一致。

## 2.3　与IEC标准的对照

标准原则上等效采用IEC27-4电工技术用字母符号　旋转电机量的符号制订，但根据我国的实际情况做了少量的改动和补充，主要有以下内容：

（1）考虑到我国技术人员长期使用的习惯，在标准中增加了一些内容，即把少量与IEC27-4差异较大、国内长期广泛使用且比较重要的量的符号列入标准之中，大部分作为保留符号出现，同时指出“保留符号允许使用，但应优先采用主符号”，也有个别的列入主符号中。为明确区分起见，对所有增加的符号均在圆括号中示出。

（2）标准中取消了IEC27-4中的两个量：即槽和铁磁化效应的有效气隙、流体阻力。因为经慎重研究，认为前者公式中的 $V_{Fe}/V_\delta$ 含义不清，而后者 $\Delta P=R_q$ 与我国使用的公式 $\Delta P=R_i^2$ 不一致，为避免误会和产生混淆，故予删除。

（3）在IEC27-4中表示正序电抗的备用符号 $X_p$ 与表示保梯电抗的符号 $X_p$ 重合，此外，国内习惯采用 $X_1$ 表示 $Z$ 序电抗，这是与IEC27-4中表示 $Z$ 序电抗的主符号一致的。为避免混淆，同时出于简化的目的，在标准中删去了表示正序电抗的备用符号 $X_p$。同理，还删去了表示负序电抗，零序电抗正序电阻、负序电阻和

零序电阻 5 个量的备用符号 $X_n$、$X_h$、$R_p$、$R_n$、$R_h$。

(4)IEC27-4 中规定，凡是无量纲量的单位均用数字“1”表示，而国内无此表示法，且国际计量大会也未做过此种规定，故在标准中不予采纳。

最后要说明的是标准规定的只是与 IEC27-4 相对应的用于旋转电机的最基本的单位及符号，并非涉及所有量的符号，这一点希望读者在使用时注意。

# 第 4 章　电工可靠性基础

可靠性分析是产品可靠性设计的一个重要内容，产品进行可靠性分析时，一般都把产品看成是一个系统，而产品的零部件则看成是各个单元或子系统，所以机电产品的可靠性分析也可叫做机电系统可靠性分析。可靠性分析的方法一般有两种，一种是失效模式和效应分析（Failure Mode and Effects Analysis），简称 FMEA，另一种是故障树分析（Fault Tree Analysis），简称 FTA。FMEA 是一种归纳法，主要用以对系统可靠性和安全性进行定性分析，FTA 是一种演绎法，既可对系统可靠性作定性分析，又可进行定量分析。我国于 1987 年发布了国家标准 GB7826—87 失效模式和效应分析（FMEA）程序，该标准是等同采用国际标准 IEC812（1985）制订的。

## 1　失效模式和效应分析程序（GB7826—87）

### 1.1　主要内容

FMEA 是从基本单元失效特征和系统功能结构出发，来确定单元失效和系统失效之间的关系，或确定单元失效与系统工作不正常、操作受到抑制以及性能或完整性下降等之间的关系。FMEA 可以扩展为考虑失效模式的危害度，这时就称为失效模式、效应及危害度分析（FMECA）。FMEA 和 FMECA 都是可靠性分析方法，这种分析方法是要在实际使用中找出对系统性能有显著影响的各种失效模式。FMEA 和 FMECA 的目的、适用范围、用途及局限性如表 10.4-1 所示。

**表 10.4-1　FMEA 和 FMECA 的目的、适用范围、用途及局限性**

（续）

| | |
|---|---|
| 目的 | 1. 评价在系统的各功能级上产品的失效模式所产生的效应；<br>2. 按系统的功能或性能以及对于可靠性和安全性方面的影响，确定每个失效模式的重要性和危害度；<br>3. 在具备数据的前提下，对失效的重要性和发生的概率进行估计；<br>4. 按失效模式的可检测性、可诊断性、构件的可更换性、补偿和运行措施（修理及维护等）以及其他有关特性，将失效模式进行分类 |
| 适用范围 | FMEA 主要用于研究部件和设备的失效，并能应用于以不同技术（电的、机械的、液压传动装置等）及其以多种技术为基础组合成的各种系统。FMEA 还可用于软件和人类行为的研究。FMEA 既是协助设计评审的一种技术，也是一种保证及评价方法，在系统和子系统设计的最初阶段就可加以应用，在工程结束之前，可以用 FMEA 来检查工程设计，FMEA 还可用作论证所设计的系统是否达到标准、规程和满足用户要求的基础 |
| 用途 | 1. 找出各种失效模式，当这些失效模式单独发生时，会导致不可接收或有严重的影响<br>2. 确定下列各项要求：冗余；提高发生失效后的“安全”概率的设计；进一步的减额和简化设计<br>3. 选择替换的材料、零件、部件或整件<br>4. 鉴别严重失效的后果和修改设计<br>5. 揭示安全性受到危害及会引起产品责任问题或与各种规程要求的不一致性<br>6. 确保试验大纲能够发现各种潜在的失效模式<br>7. 确定预防和避免耗损失效的工作周期<br>8. 提出需要进行重点质量控制、检验和制造过程控制的关键环节<br>9. 通过较早发现设计中的缺陷而避免昂贵的设计改动<br>10. 建立在试验、检测和使用期间对数据记录和监测的要求<br>11. 为选择维修点和编写故障检修指南等提供资料<br>12. 促进或帮助确定试验判据、试验计划和诊断程序等 |

（续）

| | |
|---|---|
| 局限性 | 1. 对于具有多种功能和由大量零部件（或元器件）组成的复杂系统，实施FMEA可能感到很困难和很繁琐，这是由于对来自系统而必须考虑的详细资料为数太多。这些困难还会随系统可能存在的工作方式以及修理和维护方针的考虑而增加<br>2. FMEA通常不包括人为差错的后果<br>3. 当环境的影响很重要时，FMEA表现出更多的局限性 |

FMEA的基本出发点是将系统分解为各种基本"单元"，并确定系统的功能结构。分析的方法是首先列出各种基本"单元"（如零部件、电路或组件）的各种失效模式以及每种失效模式所对应的失效效应，对下一个更高功能级作分析时，上述失效效应又都被看作是一个失效模式。这样连续的迭代就可找出系统或最高功能级上的失效效应。

FMECA是在FMEA的基础上考虑失效模式的危害度。所谓"危害度"是指从失效发生的概率及其效应的严重性来分析各种失效模式的严重程度，所以危害度基本上是一个与失效后果的严重性及其出现的概率相关的概念，它使分析定量化，并作为FMEA法的补充。严重性本身取决于所考虑的对象在失效后所产生的后果，是否危及生命安全、造成重大破坏，或影响服务的效果等。为了定义危害度，需要一个数值尺度以便按照所考虑的判据来判断后果的严重性。表10.4-2给出了按后果严重性分成四个等级的例子。等级数是依据所考虑的相关判据的组合而定的，并且涉及以下因素：人身安全（伤、亡）；系统功能的丧失；环境影响和器材损坏。

**表10.4-2　危害度等级举例**

| 危害度等级 | 危害状态 |
|---|---|
| Ⅳ | 可能成为主要系统丧失功能，从而导致系统或其环境的重大损坏的潜在原因或造成人身伤亡潜在原因的任何事件 |
| Ⅲ | 可能成为主要系统丧失功能，从而导致系统或其环境重大损坏的潜在原因，而又几乎不危及人身安全的任何事件 |
| Ⅱ | 能造成系统功能、性能的退化，而对系统或人员的生命或肢体没有可感觉的损伤的任何事件 |
| Ⅰ | 可能成为系统功能、性能退化的原因，而对系统或其环境几乎无损坏，对人身安全无损害的任何事件 |

FMEA与FMECA的基本步骤如表10.4-3。

**表10.4-3　FMEA与FMECA的基本步骤**

| 序号 | 内　　容 |
|---|---|
| 1 | 定义系统及其功能 |
| 2 | 拟定功能和框图及其他图表或数学模型，并作文字说明 |
| 3 | 确定分析的基本原则和用于完成分析的文件 |
| 4 | 找出失效模式、原因和效应 |
| 5 | 找出失效的检测、隔离措施和方法 |
| 6 | 找出设计和工作中的预防措施，以防止特别不希望发生的事件 |
| 7 | 确定事件的危害度（仅适用于FMECA） |
| 8 | 估计失效概率（仅适用于FMECA） |

为了完成FMEA或FMECA，对于所研究的系统需要填写系统的各组成单元的名称、功能、识别代码、失效模式、失效原因、失效效应、失效检测方法、预防措施、失效概率、危害度等内容的表格，如表10.4-4所示。

**表10.4-4　失效模式、效应及危害度分析表格**

| 单元名称 | 功能 | 单元识别代码 | 失效模式 | 失效原因 | 失效效应 | | 失效检测 | 可选择的预防措施 | 失效模式发生概率 | 危害度等级 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 局部效应 | 最终效应 | | | | | |

## 1.2　应用说明

GB7826—87的有关问题及其应用时应注意的问题说明如下。

（1）失效模式的分类

失效模式是在一个系统中能被观察到的一种失效现象。作为FMEA的基本依据，对系统列出全部可能的或潜在的失效模式清单是十分重要的。失效模式的分类方法通常有以下两种。

1)从可靠性的定义出发,得出的基本失效模式,如表 10.4-5 所示。

2) 尽可能完整地列出各类失效模式,如表 10.4-6 所示,它足以概括系统中任何单元的失效。

实际工作中每种失效模式均可归入表 10.4-5 的一种或几种分类中,但显得太粗些,故常用表 10.4-6。

**表 10.4-5 基本失效模式分类**

| |
|---|
| 1. 提前运行 |
| 2. 在规定时刻开机不能运行 |
| 3. 在规定时刻关机不能停止运行 |
| 4. 在运行中失效 |

**表 10.4-6 各类失效模式清单**

| 序号 | 失效模式 | 序号 | 失效模式 |
|---|---|---|---|
| 1 | 结构失效(破损) | 18 | 错误动作 |
| 2 | 卡死 | 19 | 不能关机 |
| 3 | 振动 | 20 | 不能开机 |
| 4 | 不能保持正常位置 | 21 | 不能切换 |
| 5 | 打不开 | 22 | 提前运行 |
| 6 | 关不上 | 23 | 滞后运行 |
| 7 | 误开 | 24 | 错误输入(过大) |
| 8 | 误关 | 25 | 错误输入(过小) |
| 9 | 内部漏泄 | 26 | 错误输出(过大) |
| 10 | 外部漏泄 | 27 | 错误输出(过小) |
| 11 | 超出允差(上限) | 28 | 无输入 |
| 12 | 超出允差(下限) | 29 | 无输出 |
| 13 | 意外运行 | 30 | 短路(电的) |
| 14 | 间歇性工作 | 31 | 开路(电的) |
| 15 | 漂移性工作 | 32 | 漏泄(电的) |
| 16 | 错误指示 | 33 | 对于系统特性、要求和运行限制的其它独特失效 |
| 17 | 流动不畅 | | |

(2) 共模(或共因)失效

可靠性分析中,仅仅考虑独立失效是不够充分的,还可能发生共同模式(或共同原因)失效,一般记为 CMF。这种失效模式是由于同一原因(如设计或人为错误),在几个单元或部件上同时发生失效,从而引起系统失效(或性能退化)。

利用 FMEA 可以对 CMF 作定性分析。由于在 FMEA 程序中,逐一地调查每个失效模式及其原因,所以可用 FMEA 方法去研究可能诱发 CMF 的原因,这些原因可分为以下五个主要类别。

1) 环境影响。

2) 设计缺陷。

3) 制造缺陷。

4) 组装差错。

5) 人为差错。

(3) 危害度分析与估计

估计失效模式的发生概率和定量描述一种失效效应的危害度均有助于采取正确的修正措施。对于所考虑的各种失效效应,可根据它对系统性能的危害程度进行分类,通常可定性地分为:

1) 造成工作人员或公众的伤亡。

2) 造成其他设备或设备本身的损坏。

3) 由于无输出或丧失功能造成的经济损失。

4)由于设备不能完成其主要功能而造成的任务失效。

表 10.4-2 是从人员伤亡、设备受损失和功能下降等因素出发,所编制的危害度等级的例子。

可以利用危害度网格图来进行危害度的估计,通常以失效模式的危害度等级为纵坐标,以失效模式的发生概率为横坐标,并适当地把失效概率分为四类:很低、低、中等和高,则就构成了危害度网格图,如图 10.4-1 所示。

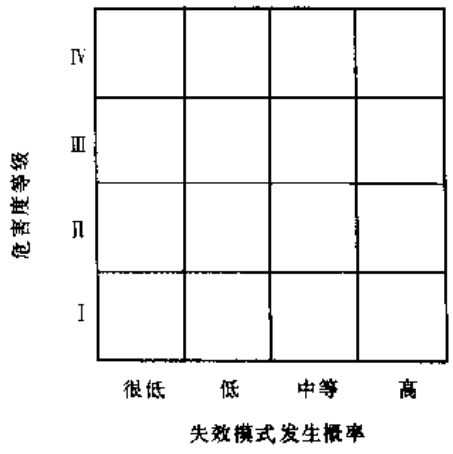



**图 10.4-1 危害度网格图**

当已经确定各种失效模式的发生概率及其危害度等级时,就可以用危害度网格图来确定这些失效模式的危害度:根据失效模式的发生概率及其危害度等级在网格图上找出对应点的位置,然后从网格图的原点与该点间连一直线,当线越长时,该失效模式的危害度越大。

(4) 失效效应

失效效应是指每种失效模式引起的各种后果，每种假设的失效模式对系统单元的工作、功能、状态的后果都应加以识别、评价。一种失效效应还可能影响到上一级直至最高的分析级，因此，对每个较高级别的失效效应也都要进行评价。

失效效应分为局部效应和最终效应。局部效应是指在所考虑单元上失效模式的效应，确定局部效应的目的是在评价现有的替换措施或提出推荐的修正措施时提供一个判定依据。最终效应是指对于假定的失效模式，通过所有中间功能级的分析，来评价其对于最高功能级的影响。

## 2　故障树分析

所谓"故障树"是指一种特殊的倒立树状的逻辑因果关系图，它是以各种单元的失效作为出发点，来分析导致系统发生故障的逻辑关系。故障树分析是系统可靠性分析的主要工具之一。故障树分析包括定性分析和定量分析，定性分析的主要目的是：寻找导致系统不希望事件发生的原因和原因的组合，即寻找导致顶事件发生的所有故障模式。定量分析的主要目的是：当给定所有底事件发生的概率时，求出顶事件发生的概率及其他定量指标。1985年和1987年分别发布了国家标准GB4888—85故障树名词术语和符号与GB7829—87故障树分析程序。

### 2.1　故障树分析中常用名词术语及符号

(1) 底事件

底事件是故障树分析中仅导致其他事件的原因事件。底事件位于所讨论的故障树底端，总是某个逻辑门的输入事件而不是输出事件。底事件分为基本事件与未探明事件。

1)基本事件　基本事件是指在故障树分析中无须探明其发生原因的底事件。基本事件用圆形符号表示(见表10.4-7)。

2)未探明事件　未探明事件是指原则上应进一步探明其原因，但暂时不必或暂时不能探明其原因的底事件。未探明事件用菱形符号表示（见表10.4-7)。

(2) 结果事件

结果事件是故障树分析中由其他事件或事件组合所导致的事件，结果事件总是位于某个逻辑门的输出端。结果事件用长方形符号表示（见表10.4-7)。结果事件分为顶事件与中间事件。

1)顶事件　顶事件是指故障树分析中所关心的结果事件，顶事件位于故障树的顶端，总是所讨论的故障树中某个逻辑门的输出事件，而不是输入事件。

2)中间事件　中间事件是指位于底事件和顶事件之间的结果事件，中间事件既是某个逻辑门的输出事件，同时又是别的逻辑门的输入事件。

(3) 逻辑门

逻辑门在故障树分析中用来描述事件间的逻辑因果关系，常用的逻辑门有与门、或门与非门。

1) 与门　与门表示仅当所有输入事件都发生时，输出事件才发生，其符号见表10.4-7。

2) 或门　或门表示至少有一个输入事件发生时，输出事件就发生，其符号见表10.4-7。

3)非门　非门表示输出事件是输入事件的对立事件，其符号见表10.4-7。

(4) 条件事件

条件事件是指描述逻辑门起作用的具体限制的特殊事件，条件事件用椭圆形符号表示（见表10.4-7)。

(5) 故障树

故障树是指一种特殊的倒立树状逻辑因果关系图，它是用上述各种事件符号、逻辑门符号以及一些线条组成的一个图。各种逻辑门的输入事件是输出事件的"因"，而各种逻辑门的输出事件是输入事件的"果"。

(6) 割集

割集是指导致顶事件发生的若干底事件的集合。当这些底事件同时发生时就会导致顶事件发生。

(7) 最小割集

最小割集是指导致顶事件发生的、数目不可再少的底事件的集合，即当从某一割集中任意去掉一个底事件后剩下的底事件的集合不再是一个割集时，则此割集就是故障树的最小割集。最小割集表示引起故障树顶事件发生的一种故障模式。

(8) 结构函数

故障树的结构函数定义为：

$$\Phi(X_1, X_2, \cdots\cdots, X_n)=\begin{cases}1 & \text{(若顶事件发生)}\\ 0 & \text{(若顶事件不发生)}\end{cases}$$

式中　$n$——故障树底事件的数目；

$X_1, X_2, \cdots\cdots, X_n$——描述底事件状态的布尔变量，即

$$X_i=\begin{cases}1 & \text{(若第}i\text{个底事件发生)}\\ 0 & \text{(若第}i\text{个底事件不发生)}\end{cases}$$

式中　$i=1, 2, \cdots\cdots, n$

(9) 底事件的结构重要度

第$i$个底事件的结构重要度为：

$$I_\Phi(i)=\frac{1}{2^{n-1}}\sum_{(X_1,\cdots\cdots,X_{i-1},X_{i+1},\cdots\cdots,X_n)}[\Phi(X_1,\cdots\cdots,X_{i-1},1,X_{i+1},\cdots\cdots,X_n)-\Phi(X_1,\cdots\cdots,X_{i-1},0,X_{i+1},\cdots\cdots,X_n)] \qquad (10.4\text{-}1)$$

式中　$\Phi(X_1, \cdots\cdots, X_{i-1}, 1, X_{i+1}, \cdots\cdots, X_n)$ 为 $X_i=1$ 时的故障树结构函数，$\Phi(X_1, \cdots\cdots, X_{i-1}, 0, X_{i+1}, \cdots\cdots, X_n)$ 为 $X_i=0$ 时的故障树结构函数。$\sum_{(X_1,\cdots\cdots,X_{i-1},X_{i-1}\cdots\cdots,X_n)}$ 是对 $X_1, X_2, \cdots\cdots, X_{i-1}, X_{i+1}, \cdots\cdots, X_n$ 分别取 0 或 1 的所有可能求和。

底事件的结构重要度从故障树结构的角度反映了各底事件在故障树中的重要程度。

(10) 底事件的概率重要度

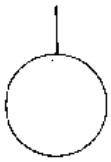
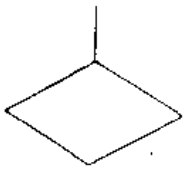
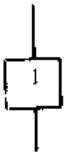
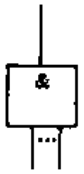
第 $i$ 个底事件的概率重要度为：

$$I_p(i)=\frac{\partial}{\partial q_i}Q(q_1, q_2, \cdots\cdots, q_n) \quad (10.4\text{-}2)$$

式中　$Q(q_1, q_2, \cdots\cdots, q_n)$ 为顶事件发生的概率，在底事件相互独立的条件下，它是各底事件发生概率 $q_1$，$q_2$，……，$q_n$ 的函数。

第 $i$ 个底事件的概率重要度表示当第 $i$ 个底事件发生概率的微小变化而导致顶事件发生概率的变化率。

**表 10.4-7　常用的各种事件和逻辑门的符号**

| 名　称 | 符　号 |
|---|---|
| 基本事件 |  |
| 未探明事件 |  |
| 结果事件 | |
| 条件事件 | |
| 与门 |  |
| 或门 | |
| 非门 |  |

## 2.2　故障树分析的步骤

故障树分析的步骤如表 10.4-8 所示。

**表 10.4-8　故障树分析的步骤**

| 序号 | 步骤名称 | 内　容 |
|---|---|---|
| 1 | 确定顶事件 | 确定与系统有关的不希望发生的事件，通常这个事件明显地影响系统的技术性能、经济性、可靠性、安全性或其他所要求的特征 |
| 2 | 建立故障树 | 通常应在系统设计的早期阶段开始，随着系统设计的进展和对故障模式的不断增加理解，故障树随之增大，所以建立故障树是一个反复深入、逐步完善的过程 |
| 3 | 故障树的定性分析 | 求出故障树的所有最小割集 |
| 4 | 故障树的定量分析 | 求顶事件发生的概率；求各底事件的概率重要度；求各底事件的结构重要度 |

## 2.3　故障树分析方法的应用

(1) 故障树的建立方法及举例

建立故障树可以用人工建树，也可用计算机辅助建树，在人工建树时主要采用演绎法，下面介绍演绎法。

演绎法是从顶事件开始，由上到下，循序渐进，逐步分解，一直分解到基本事件或未探明事件为止，其具体方法如下。

1）确定顶事件，一般把系统最不希望发生的故障作为顶事件。

2）分析顶事件，寻找导致顶事件发生的直接的各种原因，将顶事件作为输出事件，将所有各种直接原因作为输入事件（这些事件称为次级事件或中间事件），并根据它们之间的逻辑关系用适当的逻辑门相联。

3）分析每一个与顶事件直接相联系的输入事件（中间事件），如果这些中间事件（次级事件）还能进一步分解，则应将其作为下一级中间事件的输出事件。再根据它们之间的逻辑关系，将这些中间事件与下一级的中间事件用适当的逻辑门相联。

4）对各种下一级中间事件再进行分解，其方法与上一步骤类似，直到所有的输入事件为不能再分解的基本事件或未探明事件为止。

5）将上述确定及找出的各种顶事件、中间事件、基本事件、未探明事件、逻辑门用一些线条相联即构成了该系统的故障树。

**例1**　图10.4-2为一个BUCK型DC-DC开关电源的电路图，图中DSP为脉宽调制器，试画出其故障树。

**解**：若选择输出电压$U_0$失效作为顶事件，它包含两种情况。

（1）$U_0$的纹波系数过大（记为$E_{11}$）；

（2）$U_0$值超出规定范围（记为$E_{12}$）。

$E_{11}$由电感L及电容C的参数同时发生不稳定所造成；$E_{12}$由开关管$VT_1$二极管$V_D$及控制回路中任一部分失效所造成，而控制回路失效（记作$E_{21}$）又是由于稳压管VS、差放模块A以及DSP中任一部分失效所造成，按此可画出此开关电源的故障树，如图10.4-3所示。

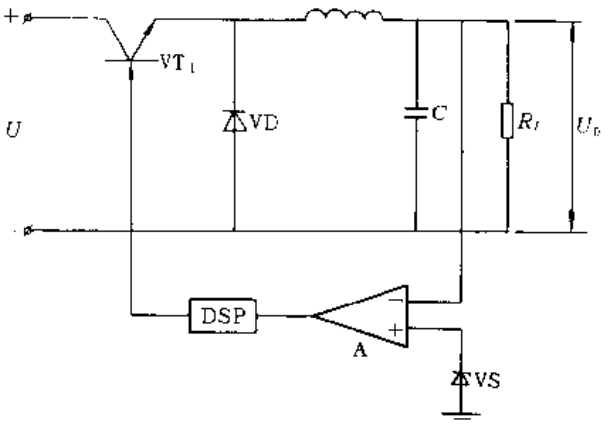



图10.4-2　BUCK型DC-DC开关电源的电路图

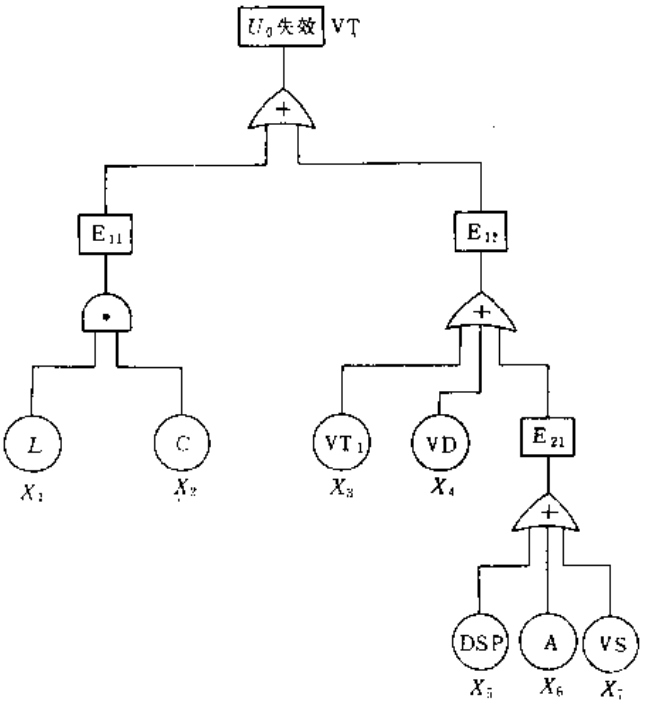



图10.4-3　BUCK型DC-DC开关电源的故障树

（2）故障树定性分析的方法及举例

通过故障树分析可以找出系统的可靠性关键环节。故障树的所有最小割集中频繁出现的底事件以及在阶数（阶数是指组成最小割集的底事件的个数）低的最小割集中出现的底事件对顶事件发生与否的影响较大，亦即这些底事件所对应的单元是系统可靠性的关键环节。综合上面两方面因素，可以找出影响系统可靠性的最关键的环节。对这些关键环节的可靠性进行改进，就可以在成本增加不十分多的情况下有效地提高系统的可靠性。

对故障树进行定性分析的方法一般有下行法和上行法。

1）下行法（也称Fussell法）

下行法的基本原则是：对每一个输出事件，若下面是或门，则将该或门下的每一个输入事件各自排成一行；若下面是与门，则将该与门下的所有输入事件排在同一行。

下行法的步骤：从顶事件开始，由上到下逐级进行，对每个结果事件重复上述原则，直到所有的结果事件均被处理为止，所得每一行的底事件的集合均为故

障树的一个割集。最后按照最小割集的定义，对各割集进行两两比较，剔除那些不符合最小割集定义的割集，剩下的即为故障树的最小割集。当故障树较大、求出的割集数量较大时，用上述比较的方法求最小割集，可能发生差错，这时可采用下列方法：将所求出的各个割集中的各底事件分别用一个素数（如 2，3，5，7，11，……）表示，并将各个割集分别用表示割集中各底事件的素数的乘积表示，然后将这些乘积相互除，能被整除的乘积所代表的割集不是最小割集，不能被整除的各个乘积所代表的割集就是该故障树的所有最小割集。

2）上行法

上行法的基本原则是：对每个结果事件，若下面是或门，则将此结果事件表示为该或门下的各输入事件的布尔和；若下面是与门，则将此结果事件表示为该与门下的输入事件的布尔积。

上行法的步骤：从底事件开始，由下向上逐级进行，对每个结果事件重复上述原则，直到所有结果事件均被处理为止。将所得表达式逐步代入，并按布尔代数的运算规则，将顶事件表示成底事件积之和的最简式，其中每一项对应于故障树的一个最小割集，从而得到故障树的所有最小割集。

**例 2**　对例 10.4-1 所示开关电源，试进行故障树的定性分析

**解**：先用下行法求该故障树（见图 10.4-3）的所有最小割集，其步骤如表 10.4-9 所示。

**表　10.4-9**

| 步骤 1 | 步骤 2 | 步骤 3 |
|---|---|---|
| $E_{11}$ | $X_1$，$X_2$ | $X_1$，$X_2$ |
| $E_{12}$ | $X_3$<br>$X_4$<br>$E_{21}$ | $X_3$<br>$X_4$<br>$X_5$<br>$X_6$<br>$X_7$ |

步骤 1：顶事件 T 下面是或门，故该或门下的输入事件 $E_{11}$ 和 $E_{12}$ 各自排成一行。

步骤 2：事件 $E_{11}$ 下面是与门，故将该与门下的输入事件 $X_1$ 和 $X_2$ 排在同一行；事件 $E_{12}$ 下面是或门，故该或门下的输入事件 $X_3$、$X_4$ 和 $E_{21}$ 各自排成一行。

步骤 3：事件 $E_{21}$ 下面是或门，故将该或门下的输入事件 $X_5$、$X_6$ 和 $X_7$ 各自排成一行。

至此，故障树的所有结果事件均已被处理，步骤 3 所得的每一行均表示一个割集。最后，按最小割集的定义可以看出，步骤 3 中求得的割集都是最小割集，所以该故障树的最小割集为：$\{X_1, X_2\}$，$\{X_3\}$，$\{X_4\}$，$\{X_5\}$，$\{X_6\}$，$\{X_7\}$。

再用上行法求该故障树的所有最小割集：

$$E_{21}=X_5+X_6+X_7$$

$$E_{11}=X_1X_2$$

$$E_{12}=X_3+X_4+E_{21}$$
$$=X_3+X_4+X_5+X_6+X_7$$

$$T=E_{11}+E_{12}$$
$$=X_1X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7$$

所以该故障树的最小割集为：$\{X_1, X_2\}$，$\{X_3\}$，$\{X_4\}$，$\{X_5\}$，$\{X_6\}$，$\{X_7\}$，可看出此结果与用下行法所得结果完全相同。在上述最小割集中，$\{X_3\}$，$\{X_4\}$，$\{X_5\}$，$\{X_6\}$，$\{X_7\}$ 的阶数最低，所以底事件 $X_3$、$X_4$、$X_5$、$X_6$、$X_7$ 所对应的单元均为该系统可靠性的关键环节。

（3）故障树的定量计算方法及举例

若已知故障树中各底事件发生的概率，则在所有底事件相互独立的条件下，可对故障树进行定量计算。

1）顶事件发生概率的计算方法

求顶事件发生的概率的方法有：真值表法、概率图法、概率公式法及不交布尔代数法等，真值表法和概率图法仅适用于故障树的底事件个数较少的情况，概率公式法仅适用于故障树的最小割集个数较少的情况，当故障树的规模较大时，一般采用不交布尔代数法。下面介绍不交布尔代数法。

若故障树的最小割集用符号 $C_1$，$C_2$，……，$C_n$ 表示，则顶事件可用下式表示：

$$T=\bigcup_{i=1}^{n}C_i \tag{10.4-3}$$

也可写成

$$T=C_1+C_2+\cdots\cdots+C_n \tag{10.4-4}$$

在一般情况下，集合 $C_1$，$C_2$，……，$C_n$ 是相交的，为了使顶事件 T 发生概率的计算简化，希望将 $C_1+C_2+\cdots\cdots+C_n$ 化为不相交的一些集合之和，这种方法称为不交布尔代数法，简称不交化法，下面介绍不交化的具体方法：

若 $C_1$ 与 $C_2$ 是相交的两个集合，若不在 $C_2$ 中出现、但在 $C_1$ 中出现的底事件的交集为 $X_aX_bX_c\cdots\cdots X_k$，则 $C_1$ 与 $C_2$ 的并集可表示为

$$C_1\cup C_2=C_1\cup(\overline{X}_a\cap C_2)\cup(X_a\cap\overline{X}_b\cap C_2)\cup(X_a\cap X_b\cap\overline{X}_c\cap C_2)\cup\cdots\cdots\cup(X_a\cap X_b\cap X_c\cap\cdots\cdots\cap\overline{X}_k\cap C_2) \tag{10.4-5}$$

为了书写方便，在运算中通常用“乘”和“加”的符号来代替集合的“交”和“并”的符号，所以式（10.4-5）可以写为

$$C_1+C_2=C_1+\overline{X}_aC_2+X_a\overline{X}_bC_2+X_aX_b\overline{X}_cC_2+\cdots\cdots+X_aX_bX_c\cdots\cdots\overline{X}_kC_2$$

$$=C_1+(\overline{X}_a+X_a\overline{X}_b+X_aX_b\overline{X}_c+\cdots\cdots-X_aX_bX_c\cdots\cdots\overline{X}_k)C_2 \quad (10.4\text{-}6)$$

式中集合 $C_1$ 与 $(\overline{X}_a+X_a\overline{X}_b+X_aX_b\overline{X}_c+\cdots\cdots+X_aX_bX_c\cdots\cdots\overline{X}_k)C_2$ 是不相交的，所以完成了不交化。

对于多个相交的集合的并集，其不交化运算的原理与上述相同。例如，对于三个相交的集合的并集 $C_1+C_2+C_3$，先可变换为

$$C_1+C_2+C_3=C_1+\overline{C}_1(C_2+C_3)=C_1+\overline{C}_1C_2+\overline{C}_1C_3 \quad (10.4\text{-}7)$$

则 $C_1$ 与 $\overline{C}_1C_2$、$C_1$ 与 $\overline{C}_1C_3$ 已实现不交，但 $\overline{C}_1C_2$ 与 $\overline{C}_1C_3$ 还可能相交，应进一步将 $\overline{C}_1C_2$ 与 $\overline{C}_1C_3$ 进行不交化运算。

在实际运算中 $\overline{C}_1C_2$ 与 $\overline{C}_1C_3$ 都是若干项布尔积之和，如下式所示：

$$C_1+C_2+C_3=C_1+(\overline{X}_aC_2+X_a\overline{X}_bC_2+\cdots\cdots+X_aX_bX_c\cdots\cdots\overline{X}_kC_2)+(\overline{X}_a'C_3+X_a'\overline{X}_b'C_3+\cdots\cdots+X_a'X_b'X_c'\cdots\cdots\overline{X}_k'C_3) \quad (10.4\text{-}8)$$

式中 $X_a'X_b'X_c'\cdots\cdots X_k'$ 为不在 $C_3$ 中出现、但在 $C_1$ 中出现的底事件之交集。

式(10.4-8)等号右边的 $C_1$ 与 $C_1$ 后的各项均已实现了不交化，第一个括号内的各项之间已实现了不交化，第二个括号内的各项之间也已实现了不交化，但第一个括号内的各项与第二个括号内的各项之间还可能相交。因此，展开成式(10.4-8)后，应从等号右边第二项起对以后各项进行不交化运算，再从第三项起对以后各项进行不交化运算，一直到最后两项之间进行不交化运算为止。

故障树的各个最小割集之间实现了不交化之后，就很易求得顶事件发生的概率 $Q(q_1, q_2, \cdots\cdots, q_n)$。

2) 各底事件概率重要度的计算方法

求出顶事件发生的概率 $Q(q_1, q_2, \cdots\cdots, q_n)$ 之后，按下式即可求出第 $i$ 个底事件的概率重要度 $I_P(i)$：

$$I_P(i)=\frac{\partial Q(q_1, q_2, \cdots\cdots, q_n)}{\partial q_i}$$

3) 各底事件结构重要度的计算方法

系 $i$ 个底事件的结构重要度可以用式(10.4-1)来计算，但这样计算太繁琐。由于底事件的结构重要度完全由故障树的结构所决定，而与底事件发生概率的大小无关，故在理论上可以证明：当所有底事件发生的概率都取0.5时，底事件的结构重要度等于底事件的概率重要度。因此，在各底事件发生的概率 $q_1=q_2=\cdots\cdots=q_n=0.5$ 时求出各底事件的概率重要度，从而就得出了各底事件的结构重要度。

**例3**　对于例10.4-1所示的开关电源，若各底事件相互独立，且已知各底事件发生的概率均为0.01(即 $q_1=q_2=q_3=q_4=q_5=q_6=q_7=0.01$)，试求顶事件发生的概率 $Q(q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, q_7)$ 及各底事件的概率重要度与结构重要度。

**解**：在例10.4-2中已求得顶事件 $T$ 为

$$T=X_1X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7=X_3+X_4+X_5+X_6+X_7+X_1X_2$$

按式(10.4-6)对上式进行不交化运算，可得

$$T=X_3+\overline{X}_3X_4+\overline{X}_3X_5+\overline{X}_3X_6+\overline{X}_3X_7+\overline{X}_3X_1X_2$$

再将上式等号右边第三项起各项与第二项进行不交化运算，可得

$$T=X_3+\overline{X}_3X_4+\overline{X}_4\overline{X}_3X_5+\overline{X}_4\overline{X}_3X_6+\overline{X}_4\overline{X}_3X_7+\overline{X}_4\overline{X}_3X_1X_2$$

再将上式等号右边第四项起各项与第三项进行不交化运算，……，直至最后两项进行不交化运算，可得

$$\begin{aligned}T&=X_3+\overline{X}_3X_4+\overline{X}_4\overline{X}_3X_5+\overline{X}_5\overline{X}_4\overline{X}_3X_6+\overline{X}_5\overline{X}_4\overline{X}_3X_7+\overline{X}_5\overline{X}_4\overline{X}_3X_1X_2\\&=X_3+\overline{X}_3X_4+\overline{X}_4\overline{X}_3X_5+\overline{X}_5\overline{X}_4\overline{X}_3X_6+\overline{X}_6\overline{X}_5\overline{X}_4\overline{X}_3X_7+\overline{X}_6\overline{X}_5\overline{X}_4\overline{X}_3X_1X_2\\&=X_3+\overline{X}_3X_4+\overline{X}_4\overline{X}_3X_5+\overline{X}_5\overline{X}_4\overline{X}_3X_6+\overline{X}_6\overline{X}_5\overline{X}_4\overline{X}_3X_7+\overline{X}_7\overline{X}_6\overline{X}_5\overline{X}_4\overline{X}_3X_1X_2\end{aligned}$$

至此，上式等号右边各项之间均已实现了不交化，从而可求得顶事件发生的概率为

$$\begin{aligned}Q(q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, q_7)&=P(T)\\&=P(X_3+\overline{X}_3X_4+\overline{X}_4\overline{X}_3X_5+\overline{X}_5\overline{X}_4\overline{X}_3X_6+\overline{X}_6\overline{X}_5\overline{X}_4\overline{X}_3X_7+\overline{X}_7\overline{X}_6\overline{X}_5\overline{X}_4\overline{X}_3X_1X_2)\\&=P(X_3)+P(\overline{X}_3X_4)+P(\overline{X}_4\overline{X}_3X_5)+P(\overline{X}_5\overline{X}_4\overline{X}_3X_6)+P(\overline{X}_6\overline{X}_5\overline{X}_4\overline{X}_3X_7)+P(\overline{X}_7\overline{X}_6\overline{X}_5\overline{X}_4\overline{X}_3X_1X_2)\\&=q_3+(1-q_3)q_4+(1-q_3)(1-q_4)q_5+(1-q_3)(1-q_4)(1-q_5)q_6+(1-q_3)(1-q_4)(1-q_5)(1-q_6)q_7+(1-q_3)(1-q_4)(1-q_5)(1-q_6)(1-q_7)q_1q_2\end{aligned}$$

将 $q_1=q_2=q_3=q_4=q_5=q_6=q_7=0.01$ 代入上式可得

$$Q(q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, q_7)=0.01+0.99\times0.01+0.99^2\times0.01+0.99^3\times0.01+0.99^4\times0.01+0.99^5\times0.01^2=0.04911$$

再将上面求出的顶事件发生概率的表达式代入式(10.4-2)，可得到各底事件概率重要度的表达式如下：

$$I_P(1)=(1-q_3)(1-q_4)(1-q_5)(1-q_6)(1-q_7)q_2$$

$$I_P(2)=(1-q_3)(1-q_4)(1-q_5)(1-q_6)(1-q_7)q_1$$

$$I_p(3)=(1-q_4)(1-q_5)(1-q_6)(1-q_7)(1-q_1q_2)$$

$$I_p(4)=(1-q_3)(1-q_5)(1-q_6)(1-q_7)(1-q_1q_2)$$

$$I_p(5)=(1-q_3)(1-q_4)(1-q_6)(1-q_7)(1-q_1q_2)$$

$$I_p(6)=(1-q_3)(1-q_4)(1-q_5)(1-q_7)(1-q_1q_2)$$

$$I_p(7)=(1-q_3)(1-q_4)(1-q_5)(1-q_6)(1-q_1q_2)$$

将 $q_1=q_2=q_3=q_4=q_5=q_6=q_7=0.01$ 代入上列各式可得这种情况下各底事件概率重要度的数值为

$$I_p(1)=I_p(2)=0.00951$$

$$I_p(3)=I_p(4)=I_p(5)=I_p(6)=I_p(7)=0.9605$$

再将 $q_1=q_2=q_3=q_4=q_5=q_6=q_7=0.5$ 代入上述各底事件概率重要度的表达式，即可求得各底事件的结构重要度如下：

$$I_\phi(1)=I_\phi(2)=0.0156$$

$$I_\phi(3)=I_\phi(4)=I_\phi(5)=I_\phi(6)=I_\phi(7)=0.0469$$

## 3　可靠性预计程序（GB 7827—87）

在产品的设计阶段，根据产品各组成部分（零部件或电子元器件）的可靠性来对产品的可靠性进行定量的估计称为可靠性预计，也称可靠性预测。

可靠性预计是产品可靠性设计的重要内容之一，可靠性预计的目的主要是估计产品能否符合规定的可靠性要求。可靠性预计可分为基本可靠性预计和任务可靠性预计。基本可靠性预计用于估计由于产品的不可靠将导致对维修与后勤保障的要求；任务可靠性预计用于估计产品在执行任务的过程中完成其规定功能的概率。

### 3.1　可靠性预计的一般程序

表 10.4-10 列出的工作步骤是产品可靠性预计的一般程序。

**表 10.4-10　可靠性预计的工作步骤**

| 序号 | 步骤名称 | 内　　容 |
|---|---|---|
| 1 | 定义产品 | 应对产品以下几方面作出规定：<br>1. 目的、预定用途或任务<br>2. 性能参数及其允许的界限<br>3. 结构和功能界限<br>4. 构成任务失效的条件 |
| 2 | 确定产品的组成部分 | 即确定产品进行结构分解的基本单元 |
| 3 | 确定可靠性方框图 | 以简单、扼要的直观方法描述产品完成规定任务的各种可靠性串联、并联或复杂的组合 |
| 4 | 确定环境信息 | 即确定对产品各组成部分的失效率有影响的环境信息 |
| 5 | 确定应力信息 | 根据可利用的详细设计资料来进行应力分析，以确定产品各组成部分所受的工作应力 |
| 6 | 确定失效分布类型 | 在计算中应确定产品的失效分布类型，在产品失效分布类型是未知的情况下，应根据工作经验或进行统计检验来假设产品的失效分布类型 |
| 7 | 确定失效率 | 对根据各种信息源计算出来的基本失效率都必须按特定的产品用途用适当的系数进行修正。应在预计报告中列出和核实所用的修正因子 |
| 8 | 建立可靠性模型 | 进行基本可靠性预计时应采用基本可靠性模型，基本可靠性模型中所有组成部分都按串联对待，即它是一个串联模型。进行任务可靠性预计时应采用任务可靠性模型，它通常是一个串并联模型或是一个更为复杂的模型 |
| 9 | 预计产品的可靠性 | 利用可靠性预计方法和相应的可靠性数据来预计产品可靠性 |
| 10 | 编写可靠性预计报告 | 参照 GB 7289-87 可靠性、维修性与有效性预计报告编写指南 |

（1）建立任务可靠性模型的步骤和方法

建立任务可靠性模型的步骤为

1）确定可靠性方框图 。

2）确定数学模型。

确定数学模型的方法有普通概率法、布尔真值表法和不交布尔代数法等。

（2）可靠性预计的分类和方法

可靠性预计的类别和适用场合如表 10.4-11 所示。

**表 10.4-11　可靠性预计的类别和适用场合**

| 类别 | 名　称 | 适 用 场 合 |
|---|---|---|
| Ⅰ类 | 可行性预计 | 用于产品的方案论证阶段，在这个阶段设计信息的详细程度一般只限于描述产品的总体情况。这时的信息一般局限于现有类似产品所得到的信息 |
| Ⅱ类 | 初步预计 | 用于产品详细设计阶段的早期。在这个阶段中，结构设计信息是工程图和初步草图。可利用的信息详细程度可以达到产品的各组成部分，但没有可利用的应力分析信息 |
| Ⅲ类 | 详细预计 | 用于详细设计阶段之中和之后。这个阶段的特点是产品的每个组成部分都要有工作环境和应力的信息 |

可靠性预计的方法有相似产品法、相似电路法、部件计数法和元件应力分析法等。前两种方法常用于可行性预计，部件计数法常用于初步预计，元件应力分析法常用于详细预计。

### 3.2　可靠性预计的有关说明

(1) 可行性预计的方法

在可行性预计中，由于还没有确定产品的各组成部分（零部件或元器件），所以这个阶段的可靠性预计只能作大致的估计。一般常用相似产品法或相似电路法等方法，亦即根据已有的相似产品或相似电路的可靠性数据来估计所设计的产品的可靠性。

(2) 初步预计的方法

在初步预计中，由于已确定了产品的各组成部分（零部件或元器件）的种类、数量及质量等级，同时也确定了产品所处的环境条件，所以这个阶段的可靠性预计可以进行粗略的定量估计，一般可采用部件计数法，亦即将各类零部件（或元器件）的通用失效率与该类零部件(或元器件)数量的乘积之和作为产品失效率的估计值 $\lambda_s$，即

$$\lambda_s=\sum_{i=1}^{k}n_i\lambda_{Gi}\pi_{Qi} \qquad (10.4\text{-}9)$$

式中　$k$——产品零部件（或元器件）的种类数；

$n_i$——第 $i$ 类零部件（或元器件）的数量；

$\lambda_{Gi}$——第 $i$ 类零部件(或元器件)的通用失效率；

$\pi_{Qi}$——第 $i$ 类零部件（或元器件）的质量系数。

美国军用手册 MIL-HDBK-217E (1986)“电子设备可靠性预计”中规定了各种通用电子元器件(微电子半导体器件、分立半导体器件、电阻器、电容器、电感及机电元件）的通用失效率 $\lambda_G$ 及质量系数 $\pi_Q$。

(3) 详细预计的方法

在详细预计中，由于已确定了产品的各组成部分的应力信息和环境条件，所以在这个阶段中可以进行比较精确的可靠性预计。详细预计的步骤可按前面表 10.4-10 的步骤进行，现对其中的主要步骤说明如下。

1) 产品各组成部分失效率的确定方法

对于电工产品中的一般零部件，目前还缺乏详细的可靠性数据，需要通过可靠性试验或现场统计，逐步加以积累。对于电工产品中的电子元器件一般可采用元件应力分析法来确定其失效率，亦即根据这些元器件的应力及环境条件来预测其失效率。美国军用手册 MIL-HDBK-217E (1986) 中列出了各种电子元器件的失效率模型及模型中各系数的数据表格，例如，对于晶体管与二极管，其通用的失效率模型为

$$\lambda=\lambda_b(\pi_E\pi_A\pi_Q\pi_R\pi_{r_2}\pi_C) \qquad (10.4\text{-}10)$$

式中　$\lambda_b$——基本失效率，即该元器件在实验室条件下的失效率；

$\pi_E$——环境系数，对于不同的环境条件，$\pi_E$ 值如表 10.4-12 所示；

$\pi_A$——应用系数（考虑应用的影响）；

$\pi_Q$——质量系数（考虑不同质量等级的影响）；

$\pi_R$——额定值系数（考虑最大功率或电流额定值的影响）；

$\pi_C$——复杂度系数。

**表 10.4-12　电子设备在不同使用环境下的环境系数 $\pi_E$**

| 设备种类 | 使用环境 | 环境系数 |
|---|---|---|
| 固定设备 | 1. 实验室 | 1 |
| | 2. 工厂、普通室内 | 1～10 |
| | 3. 电话、交换、传播 | 10 |
| | 4. 广播、通讯、信号 | 10 |
| | 5. 军用电子通讯 | 15～30 |
| | 6. 工业设备 | 10 |
| 可动设备 | 1. 可移式的设备 | 15 |
| | 2. 车辆、铁路 | 10～30 |
| | 3. 船舶 | 10～20 |
| | 4. 飞机 | 100 |

式 (10.4-10) 中的基本失效率 $\lambda_b$ 可用下列模型计算：

$$\lambda_b = A_e^{\frac{N_t}{273+T+(\Delta T)^S}+\left(\frac{273+T+(\Delta T)^S}{T_m}\right)^P} \quad (10.4\text{-}11)$$

式中　$A$——失效率换算系数；

$N_t$、$T_m$、$P$——形状参数；

$T$——环境温度（℃）

$\Delta T$——没有结电流或功率时的最大允许温度与额定结电流或功率时的最大允许温度之差；

$S$——工作电应力与额定电应力之比。

式 (10.4-10) 中的 $\pi_A$、$\pi_Q$、$\pi_R$、$\pi_{S_2}$、$\pi_C$ 以及式 (10.4-11) 中的 $A$、$N_t$、$T_m$、$P$、$\Delta T$ 等数值均可由 MIL-HDBK-217E 中查得。

2) 产品的可靠性模型

前面已指出，产品的可靠性模型是指产品的可靠性方框图及其数学模型，下面分别予以介绍：

a. 可靠性方框图

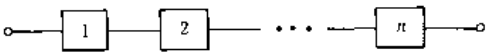
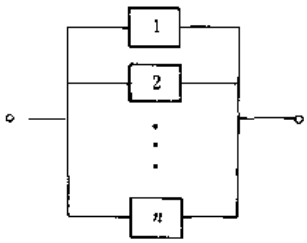
一个电工产品总是由若干个零部件(或元器件)组成。例如，一个电子式时间继电器一般是由若干个电子元器件及一个小型电磁继电器组成。所以在进行产品可靠性预计时可以把产品看成是一个系统，而产品的各零部件可看成是组成此系统的各个单元。

一个产品的可靠性一方面与它的各零部件(单元)的可靠性高低有关，另一方面也与这些零部件（单元）工作状态对整个产品工作状态的影响有关，所以在进行产品（系统）的可靠性预计时，一般都首先要画出产品（系统）的可靠性逻辑框图（简称为可靠性方框图），然后根据可靠性方框图来进行可靠性预计。

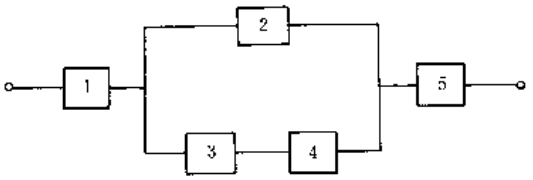
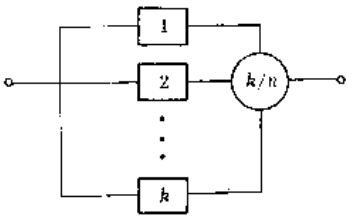
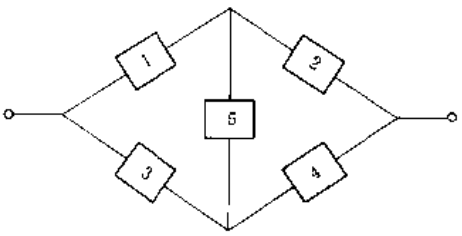
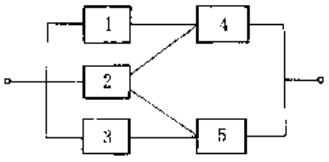
可靠性方框图是由一些线条及方框等符号组成，它表示产品使用时能成功地完成任务的所有组成部分之间相互依赖关系的方框图。它是以单元的正常工作或失效对系统工作状态的影响出发，并以正常工作(完成规定功能)作为出发点所画出的方框图。图中每一个方框均表示一个单元，在系统可靠性方框图中从左到右的任一条通路上的所有单元都正常时该系统就处于正常工作状态，否则系统就处于故障状态。

一个系统按其各组成单元的工作状态对系统工作状态的影响，可分为串联系统、并联系统、串并联系统、$n$ 个取 $k$ 系统、桥式系统及各种复杂系统，其定义及可靠性方框图见表 10.4-13。

**表 10.4-13　几种常见的系统可靠性方框图**

| 系统名称 | 定　　义 | 可靠性方框图 |
|---|---|---|
| 串联系统 | 所有组成单元均正常时系统才能正常工作的系统 |  a) |
| 并联系统 | 只要有一个单元正常工作时系统就能正常工作的系统 |  b) |

（续）

| 系统名称 | 定　　义 | 可靠性方框图 |
| --- | --- | --- |
| 串并联系统 | 既有串联方式，又有并联方式的系统 |  c) |
| $n$ 个取 $k$ 系统 | 由 $n$ 个单元组成的系统中至少有 $k$ 个单元正常工作时系统就能正常工作的系统 |  d) |
| 桥式系统 | 可靠性方框图中各单元的联结方式与电桥的形状相似的系统 |  e) |
| 复杂系统 | 系统中各单元既不是按串联方式、并联方式或串并联方式联接，也不是按 $n$ 个取 $k$ 系统或桥式系统联接，这种比较复杂的系统称为复杂系统 |  f) |

b. 可靠性数学模型

建立数学模型的方法有普通概率法、布尔真值表法及不交布尔代数法等。对于串联系统、并联系统、串并联系统、$n$ 个取 $k$ 系统常用普通概率法，对于桥式系统可用布尔真值表法及不交布尔代数法，对于组成单元数较多的各种复杂系统一般可用不交布尔代数法。

①串联系统的数学模型

系统可靠度为

$$R_s(t) = \prod_{i=1}^{n} R_i(t) \qquad (10.4\text{-}12)$$

式中　$n$ 为单元数。

若各单元的寿命均服从指数分布，则

$$R_s(t)=e^{-\lambda_s t} \tag{10.4-13}$$

式中 $\lambda_s$ 的串联系统的失效率，它等于各单元失效率之和，即

$$\lambda_s=\sum_{i=1}^{n}\lambda_i \tag{10.4-14}$$

串联系统的平均寿命为

$$MTTF_s=\frac{1}{\lambda_s}=1/\sum_{i=1}^{n}\lambda_i \tag{10.4-15}$$

②并联系统的数学模型

并联系统可靠度为

$$R_s(t)=1-\prod_{i=1}^{n}[1-R_i(t)] \tag{10.4-16}$$

若各单元的寿命均服从指数分布，则并联系统可靠度为

$$R_s(t)=1-\prod_{i=1}^{n}(1-e^{-\lambda_i t}) \tag{10.4-17}$$

并联系统的平均寿命为

$$MTTF_s=\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{\lambda_i}-\sum_{1\leqslant i<j\leqslant n}\frac{1}{\lambda_i+\lambda_j}+\cdots\cdots+(-1)^{n-1}\frac{1}{\lambda_1+\lambda_2+\cdots+\lambda_n} \tag{10.4-18}$$

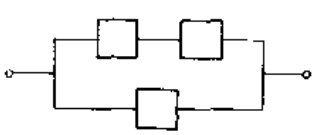
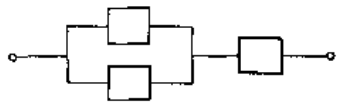
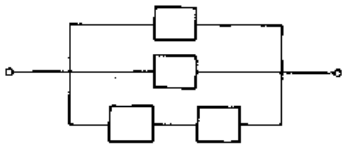
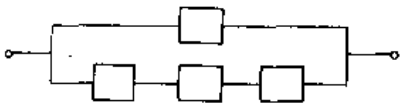
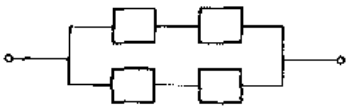
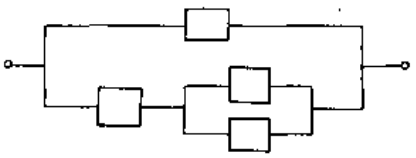
若各单元的失效率均相等，即 $\lambda_1=\lambda_2=\cdots\cdots=\lambda_n=\lambda$ 时，则式 (10.4-18) 可写为

$$MTTF_s=\frac{1}{\lambda}\left[C_n^1-\frac{C_n^2}{2}+\frac{C_n^3}{3}-\cdots\cdots+\cdots\cdots+(-1)^{n-1}\frac{C_n^n}{n}\right] \tag{10.4-19}$$

③串并联系统

任一个串并联系统总可以看成是由一些串联方式的、并联方式的子系统组合而成。所以只要用上述串联系统及并联系统的可靠性预计方法求出各子系统的可靠度，即可使串并联系统的可靠性方框图逐步简化，最后可简化为一个串联系统或并联系统，从而可求出串并联系统的可靠度。表 10.4-14 列出了一些串并联系统的可靠度公式，表中各串并联系统的各单元的可靠度均相等，并记作 $R$。

**表 10.4-14　几种串并联系统的可靠度**

| 串并联系统可靠性框图 | 系统可靠度 |
|---|---|
|  | $R+R^2-R^3$ |
|  | $2R^2-R^3$ |
|  | $2R-2R^3+R^4$ |
|  | $R+R^3-R^4$ |
|  | $2R^2-R^4$ |
|  | $R+2R^2-3R^3+R^4$ |

当串并联系统越复杂时，用上述将系统可靠性框图逐步简化的方法求系统可靠度的计算也越复杂，这时可采用分割-联接法（也可称截割-联接法），可以较快地求得系统可靠度 $R_s$ 的范围。

所谓一个分割组合就是画一条线穿过系统可靠性方框图中的一些单元，当这些单元同时失效时会引起系统故障；所谓一个联接组合就是画一条线穿过系统可靠性方框图中的一些单元，当这些单元均正常工作时就能使系统正常工作。则串并联系统可靠度 $R_s$ 的范围就可由下式确定：

$$\left[1-\sum_{i=1}^{N}\prod_{j=1}^{k_i}(1-R_j)\right]<R_s<\sum_{i=1}^{T}\prod_{j=1}^{m_i}R_j \tag{10.4-20}$$

式中　$N$——分割组合数；

$T$——联接组合数；

$k_i$——第 $i$ 条分割线上的单元数；

$m_i$——第 $i$ 条联接线上的单元数。

例如，对于表 10.4-13 中所示的串并联系统的图 c)，可画出四条分割组合线（如图 10.4-4 中的点划线）及两条联结组合线（如图 10.4-4 中的虚线），则由式（10.4-20）可列出该串并联系统的可靠度 $R_s$ 的范围为

$$[(1-R_1)+(1-R_2)(1-R_3)+(1-R_2)(1-R_4)+(1-R_5)]<R_s<R_1R_3R_4R_5+R_1R_2R_5 \tag{10.4-21}$$

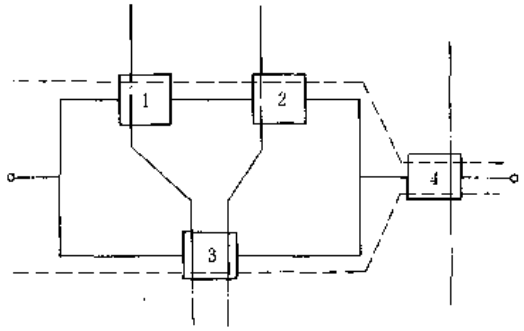



**图 10.4-4**　用分割-联接法求串并联系统的可靠度

④$n$ 个取 $k$ 系统的数学模型

若 $n$ 个取 $k$ 系统各单元的可靠度均相等并记作 $R(t)$，则 $n$ 个取 $k$ 系统的可靠度为

$$R_s(t)=\sum_{i=k}^{n}C_n^iR(t)^i[1-R(t)]^{n-i} \tag{10.4-22}$$

若各单元的寿命均服从指数分布，则系统可靠度为

$$R_s(t)=\sum_{i=k}^{n}C_n^ie^{-i\lambda t}(1-e^{-\lambda t})^{n-i} \tag{10.4-23}$$

系统平均寿命为

$$MTTF_s=\sum_{i=k}^{n}\frac{1}{i\lambda} \tag{10.4-24}$$

式中　$\lambda$ 为各单元的失效率；

⑤桥式系统的数学模型

对于表 10.4-13 中所示桥式系统的图 e)，若已知各单元的可靠度为 $R_1$，$R_2$，$R_3$，$R_4$，$R_5$，则可用下列方法求其系统可靠度 $R_s$。

a)真值表法　若系统及各单元处于正常工作状态用“1”表示，处于故障状态用“0”表示，则可将桥式系统中五个单元工作状态的各种组合情况排列成表，这个表称为真值表，如表 10.4-15 所示。显然，真值表中的组合数等于 $2^5$（即等于 32）。表中序号为 7 时单元 3 及 4 正常，单元 1，2 及 5 处于故障状态，此时系统能正常工作，其正常工作的概率等于 $R_3R_4(1-R_1)(1-R_2)(1-R_5)$，将表 10.4-15 中所有系统处于正常工作状态的概率相加，就可得到桥式系统的可靠度。

**表 10.4-15　桥式系统的真值表**

| 序号 | 单元 1 的工作状态 | 单元 2 的工作状态 | 单元 3 的工作状态 | 单元 4 的工作状态 | 单元 5 的工作状态 | 系统的工作状态 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 8 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 11 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 13 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 15 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 16 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 17 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 19 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 20 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 21 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 23 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 24 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 25 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 26 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 27 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 28 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 29 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 30 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 31 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 32 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

b）不交布尔代数法布尔函数是指布尔变量 $X_1$，$X_2$，……，$X_n$ 进行并、交、非等运算所得的关系式 $f(X_1, X_2, \cdots\cdots, X_n)$，其中布尔变量 $X_1$，$X_2$，……，$X_n$ 的取值只限于 0 或 1，所以布尔函数的取值也只限于 0 或 1。

设布尔函数 $Y=f(X_1, X_2, \cdots\cdots, X_n)$，令 $X_i=1$ 时的上述布尔函数为 $f_1$；$X_i=0$ 时的上述布尔函数为 $f_0$，则对于任一个布尔变量 $X_i$，布尔函数 $Y$ 可等于

$$Y=X_if_1+\overline{X}_if_0 \tag{10.4-25}$$

上式称为加法形展开定理。应用布尔代数的基本关系式及上述展开定理可以方便地解决桥式系统可靠度的计算问题。

若表 10.4-13 图 e）中单元 1，2，3，4，5 分别用布尔变量 $X_1$，$X_2$，$X_3$，$X_4$，$X_5$ 表示，则该桥式系统的布尔函数可用下式表示

$$Y=f\ (X_1,\ X_2,\ X_3,\ X_4,\ X_5) \tag{10.4-26}$$

将式（10.4-26）对 $X_5$ 展开，可得

$$\begin{aligned}Y&=X_5f_1+\overline{X}_5f_0\\&=X_5f\ (X_1,\ X_2,\ X_3,\ X_4,\ 1)+\overline{X}_5f\ (X_1,\ X_2,\ X_3,\ X_4,\ 0)\end{aligned} \tag{10.4-27}$$

式中 $f\ (X_1,\ X_2,\ X_3,\ X_4,\ 1)$ 表示 $X_5$ 始终为 1（即单元 5 始终处于正常工作状态）时的布尔函数，所以它可用图 10.4-5 所示的可靠性方框图表示；$f\ (X_1,\ X_2,\ X_3,\ X_4,\ 0)$ 表示 $X_5$ 始终为 0（即单元 5 始终处于故障状态）时的布尔函数，所以它可用图 10.4-6 所示的可靠性方框图表示。

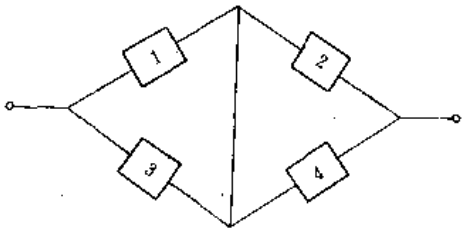



**图 10.4-5**　单元 5 始终处于正常工作状态时的可靠性方框图

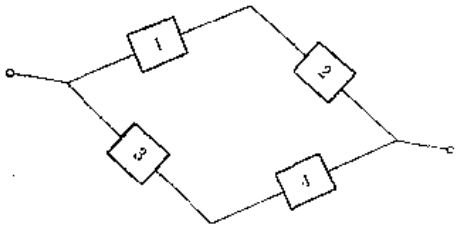



**图 10.4-6**　单元 5 始终处于故障状态时的可靠性方框图

根据图 10.4-5 及图 10.4-6 由逻辑关系可得出

$$f\ (X_1,\ X_2,\ X_3,\ X_4,\ 1)\ =\ (X_1+X_3)\ (X_2+X_4) \tag{10.4-28}$$

$$f\ (X_1,\ X_2,\ X_3,\ X_4,\ 0)\ =X_1X_2+X_3X_4 \tag{10.4-29}$$

将式（10.4-28）及式（10.4-29）代入式（10.4-27）可得

$$Y=X_5\ (X_1+X_3)\ (X_2+X_4)\ +\overline{X}_5\ (X_1X_2+X_3X_4) \tag{10.4-30}$$

将式（10.4-30）按布尔代数基本关系式化简后进行不交化运算，可得

$$\begin{aligned}Y&=X_1X_2+X_3X_4+X_5X_1X_4+X_5X_2X_3\\&=X_1X_2+\overline{X}_1X_3X_4+X_1\overline{X}_2X_3X_4+\overline{X}_2X_5X_1X_4\\&\quad+\overline{X}_1X_5X_2X_3\\&=X_1X_2+\overline{X}_1X_3X_4+\overline{X}_2X_1X_3X_4+X_1\overline{X}_2X_5X_4\\&\quad+\overline{X}_4\overline{X}_1X_5X_2X_3\\&=X_1X_2+\overline{X}_1X_3X_4+\overline{X}_2X_1X_3X_4+\overline{X}_3X_1\overline{X}_2X_5X_4\\&\quad+\overline{X}_4\overline{X}_1X_5X_2X_3\end{aligned} \tag{10.4-31}$$

显然，桥式系统的可靠度 $R_s$ 即为布尔函数 $Y$ 取值为 1 的概率。若单元 1，2，3，4，5 正常工作分别用事件 $A_1$，$A_2$，$A_3$，$A_4$，$A_5$ 表示，系统正常工作用事件 $A_s$ 表示，则式（10.4-31）也可用事件间关系表示：

$$\begin{aligned}A_s&=A_1A_2+\overline{A}_1A_3A_4+\overline{A}_2A_1A_3A_4+\overline{A}_2\overline{A}_3A_1A_4A_5\\&\quad+\overline{A}_3\overline{A}_4A_2A_3A_5\end{aligned} \tag{10.4-32}$$

由于 $P\ (A_s)=R_s$，$P\ (A_1)=R_1$，$P\ (A_2)=R_2$，$P\ (A_3)=R_3$，$P\ (A_4)=R_4$，$P\ (A_5)=R_5$，$P\ (\overline{A}_1)=1-R_1$，$P\ (\overline{A}_2)=1-R_2$，$P\ (\overline{A}_3)=1-R_3$，$P\ (\overline{A}_4)=1-R_4$，所以可求出桥式系统的可靠度 $R_s$ 为

$$\begin{aligned}R_s&=R_1R_2+\ (1-R_1)\ R_3R_4+\ (1-R_2)\ R_1R_3R_4\\&\quad+\ (1-R_2)\ (1-R_3)\ R_1R_4R_5+\ (1-R_1)\ (1-R_4)R_2R_3R_5\end{aligned} \tag{10.4-33}$$

**例 4**　对于表 10.4-13 图 e）所示的桥式系统，若各单元的可靠度为 $R_1=0.9$，$R_2=0.8$，$R_3=0.9$，$R_4=0.8$，$R_5=0.9$，求桥式系统的可靠度。

**解**：先用真值表法求系统可靠度，在表 10.4-15 中序号为 7 时系统正常工作概率等于 $0.9\times0.8\times\ (1-0.9)\ \times\ (1-0.8)\ \times\ (1-0.9)\ =0.00144$，依此可求得系统状态为 1 时的各个概率，再相加即可得所求的桥式系统可靠度 $R_s=0.94752$。

再用不交布尔代数法求系统可靠度：将 $R_1$，$R_2$，$R_3$，$R_4$，$R_5$ 的数值代入式（10.4-33）可以求得 $R_s=0.94752$。上述两种方法所得的结果完全相同，不交布尔代数法与真值表法相比，显然简单方便，而且还能得出系统可靠度的表达式。

⑥复杂系统的数学模型

有时各单元不一定能单纯以串联方式、并联方式或串并联方式相联接，也不属于 $n$ 个取 $k$ 系统或桥式系统，这种系统一般可称为复杂系统（表 10.4-13 图 f）。对于复杂系统一般可用不交布尔代数法求解系统的可靠度。例如，对于表 5-13 图 f）所示的复杂系统，其布尔函数为

$$Y=f\ (X_1,\ X_2,\ X_3,\ X_4,\ X_5) \tag{10.4-34}$$

若对单元 2 展开，并用与桥式系统类似的步骤，可求得

$$Y=X_2(X_4+X_5)+\overline{X}_2(X_1X_4+X_3X_5) \tag{10.4-35}$$

从而可得该复杂系统的可靠度为

$$R_s=R_2(R_4+R_5-R_4R_5)+(1-R_2)(R_1R_4+R_3R_5-R_1R_2R_4R_5) \tag{10.4-36}$$

## 4 可靠性设计评审（GB 7828－87）

可靠性设计评审是为保证设计符合可靠性要求，由设计、生产、使用各部门代表组成的评审机构对产品的设计方案，从可靠性角度，按事前确定的计划和评审表进行审查。

### 4.1 基本内容（表 10.4-16）

**表 10.4-16 可靠性设计评审的内容**

| | |
|---|---|
| 1. 目的 | 阐述了设计评审的目标和要求，规定了设计评审的程序和方法，对研制过程如何应用设计评审，提供了指导和必要的表格实例 |
| 2. 适用范围 | 标准适用于新系统的研制或已有系统的改进设计。对于规范中包括有可靠性和维修性要求的设计项目，必须实施严格的设计评审。对于电子、电气、机械和液压等不同类型的系统均可按本标准实施设计评审 |
| 3. 设计评审作用 | ①评价设计方案的有效性<br>②确定以改进产品的可靠性与维修性为目标的设计研究方案<br>③为设计部门提供经验和反馈信息<br>④提供设计决定过程的文件 |
| 4. 设计评审目标 | ①设计任务书是否反映了合同或市场的需求<br>②是否达到要求的可靠性指标<br>③是否保证了维修性要求<br>④是否保证适应环境条件<br>⑤发现和确定设计上有疑问的区域，研究并提出改进可靠性和维修性的建议和预防措施<br>⑥对研制试验、检查程序和维修资源分配进行预先考虑<br>⑦上述设计的理论模型，计算方法是否正确<br>⑧上述设计的基本数据是否可靠<br>⑨检查和监督可靠性管理规划的实施<br>⑩减少设计更改、缩短研制周期，在权衡可靠性与费用的基础上，降低寿命周期费用 |
| 5. 设计评审步骤 | ①方案设计评审<br>为确定系统设计方案和审查方案的合理性与可行性而进行的评审，在方案设计完成后进行。重点评审设计方案、技术途径的正确性、系统参数、可靠性和维修性要求初步分配的合理性与实现的可能性<br>②初步设计评审<br>为评价设计接近系统最终要求的进展、确定系统各部分参数和接口要求而进行的评审，在初步设计完成，样机试制前进行。重点评审系统功能、结构设计结果，系统参数分配落实情况、接口设计、功能试验计划及要求、可靠性模型建立情况和预计、分配结果、失效模式和效应分析、关键项目清单及控制规划<br>③详细设计评审<br>为评价系统及其各功能级详细设计的结果符合最终要求的情况，确定是否投入试制而进行的评审，在完成试样设计、试生产开始前进行。重点评审功能、性能、可靠性设计结果和初步试验结果，失效模式和效应分析、应力——强度分析、容差分析、关键项目控制要求、元件控制规划、其他影响可靠性和维修性的项目<br>④定型设计评审<br>为评价系统鉴定试验结果与最终要求符合的程度，确定是否可以定型并转入批量生产而进行的评审。重点审查系统功能、性能、可靠性鉴定试验结果，设计的成熟性，可生产性、可操作性、生产试验中问题和故障分析处理的正确性与彻底性、批生产质量控制要求，关键件和外协、外购件控制要求 |
| 6. 设计评审程序 | 设计评审是由一系列活动组成的审查过程，并按一定程序逐步展开和完成。设计评审周期包括准备、预审、召开正式评审会议和追踪管理四个阶段。具体内容如下：<br>①成立设计评审机构。要事先挑选设计、生产、管理、销售等各方面业务骨干<br>②编制资料汇编。设计评审所需一切技术资料应事先整理好汇编在一起，并提前一段时间发给评审委员。评审资料应包括设计任务书、设计说明书及图纸、各种设计计算资料、材料、零件采购计划，加工说明书，试验计划或试验结果、可靠性分配、预测资料，FME（C）A，FTA，价值分析、成本概算等 |

（续）

| | |
|---|---|
| 6. 设计评审程序 | ③召开评审会议。会上设计者对设计做重点说明，然后按已准备好的评审表逐项审议，与设计者讨论发现的问题，提出改进建议<br>④总结评审结果，形成评审报告，提出改进建议及理由。设计评审报告交企业技术负责人审批<br>⑤实施跟踪管理。评审报告经负责人审批后，要立即将各项改进建议落实执行，要实施跟踪管理和设计变更管理 |

## 4.2　应用说明

（1）设计评审的意义

产品的可靠性是设计出来的，设计决定了产品的固有可靠性，因此对设计进行评审具有重要意义。

保证了产品的设计可靠性与安全性。由于多方面专家的“会诊”，对设计进行全面分析与评价，找出潜在的问题，提出改进措施，使设计上的错误、失误与疏漏在评审中得以暴露和纠正。

保证产品多元化的质量要求。通过评审还可以对其他方面的要求进行评审。

降低制造成本。通过价值分析与可靠性费用分析可使产品的功能结构、材料、工艺与加工精度等更合理。

缩短开发周期。早期发现问题以免在试验与试制后有大的返工。

设计资料文件化。评审要求事前准备好系统的设计资料汇编，这有利于企业的资料管理。

（2）设计评审的作用

设计评审运用早期告警的原则，通过建立设计与生产之间的关系，来进行设计质量控制。在设计阶段及时发现和纠正潜在的设计缺陷，为改进设计提供信息、加速设计的成熟。

在研制过程的各个阶段，对系统中的不同功能级别，可分别进行若干次设计评审，以及时检查和监督设计工作的质量，确认是否可以转入下一个阶段。

设计评审不能代替或削弱设计组为履行技术责任制而进行的逐级审核，而仅是对这种审核的一个重要补充和监督。

（3）设计评审范围和内容

设计评审从研究设计要求的明确性和完整性出发，对系统的功能、任务、环境条件进行全面分析；对技术途径、设计试验方法、使用的标准和规范进行系统的详细的审查；对一切影响系统可靠性和维修性的因素进行认真的研究和鉴别；对系统最终形成的所有软件和硬件的图纸、文化等成果进行正式的评审和论证。

设计评审既要系统地全面地进行，又要突出重点、抓住关键。对新的设计特性，新采用的元件和材料、新的计算和试验方法以及可靠性和维修性分析、计算结果、要作重点审查。特别是对有疑问、有分歧的地方或未知领域，应着重做出评价。

设计评审的具体内容和评审点的设置，由该系统工程的可靠性管理规划加以具体规定。评审工作的深度和广度，取决于系统的重要性和复杂性，以及受进度和费用的限制程度。

有计划有组织的正式评审是公开进行的，并要履行一定的程序和召开正式评审会议，邀请包括用户在内的有关专家参加。评审结果要形成正式文件并作为管理者决策的依据。

设计评审有以可靠性、安全性为重点的，也有进行全面评审的，即从产品的功能与性能可靠性与安全性、美学设计、成本，交货期等各方面进行评审，侧重点不同，其评审提纲也不一样。

（4）设计评审组

为了达到设计评审的目标，评审小组的组成必须具有足够的广泛性，应由各方面有经验的专家组成。由设计项目的管理机关负责组织。一般由 7～15 人组成，设组长、秘书各一名。

评审组的任务如下：

1）对设计结果按专业分别进行分析、检查。

2）对有分歧的问题进行集体研讨。

3）对设计是否满足合同和有关规范的要求、提出明确的评价意见和改进设计的具体建议。

在评审组中，组长负责制订计划，明确小组分工，主持预审工作和评审会议，提出评审结论，签署设计评审报告。可靠性工程师负责处理可靠性的技术问题，找出使设计不能正常工作的问题，帮助设计师了解为获得一个稳定而可靠的设计所必须做的那些工作。

（5）评审方式

设计评审可以按不同情况进行分类。例如，按评审目的的不同，可分为非正式评审、正式评审和特殊评审；按设计阶段不同，可以分为方案评审、初步评审和最终评审；按评审对象的特点可分为系统级评审、单元评审和软件评审。具体用何种方式进行评审，应该在可靠性管理规划中加以明确。通常正式设计评审是关键评审，一般民用产品可只在最终设计完成后评审、复杂或重要的产品在产品规划，初步设计、中间设计与样机试验、最终（定型）设计以及小批试制阶段结束时都要进行评审，其评审的侧重面也不完全相同。

日本汽车行业的设计评审例子：

1）确定技术条件阶段的设计评审

以开发研究成果为基础，对新开发产品的构想进行分析。检查是否满足整机性能、功能要求，此阶段评审的要点是：

①小型和轻量化

②耗能少

③耐振动和冲击

④故障少

⑤安全性高

⑥开发期短

⑦成本低

2）基本设计阶段的评审

在汽车主要组成和关键部件完成基本设计后进行，评审的要点是：

①可操作性

②服务性

③工业所有权

④安全性

⑤可靠性包括对过去索赔资料调查，不允许发生类似故障

⑥生产性

这一阶段的评审须由设计部门以外专家参加，需要具有广泛的有关材料和加工方面的知识。要整理出类似产品曾在开发、设计使用各阶段暴露出的问题，采取预防对策。FMEA 是评审的主要工具，在汽车行业普遍采用。

3）详细设计阶段的评审

设计部门完成全部图纸或生产技术部门完成图纸后进行的评审，评审要点是：

①材料特性

②零件的选用

③规定的性能、功能

④FMEA

⑤基本设计评审时提出的问题是否解决

⑥制造成本预测

⑦备件种类和服务体制

⑧对使用说明书要求

4）开发完成阶段评审

完成样机试验后，决定是否投产前的评审，要点是：

①试验的结果（试验报告内容）

②投产时需变更的设计内容

③试验中不符合处和改进措施

④对生产要求事项。

## 5　可靠性特征参数的估计方法

在可靠性研究中，最重要的是产品可靠性的高低，应寻求产品可靠度、失效率、平均寿命、可靠寿命、中位寿命以及寿命标准离差等各个可靠性特征参数的准确而方便的计算公式。在实际工作中，获得失效数据的途径有两个，一是由现场使用中收集，二是通过对产品进行寿命试验获得。为测定产品可靠性指标的具体数值或取值范围所进行的统计性试验称为可靠性测定试验。

测定试验通常是从批量产品中抽取一部分样品进行的寿命试验。在统计学上称批量产品为总体，称从其中抽取的试样为样本。通过较少样本的试验结果来测定总体的可靠性参数，称为参数估计。通过可靠性测定试验结果可进行两种估计：

（1）点估计——求出总体的可靠性指标的统计平均值；

（2）区间估计——求出在给定置信度下，可靠性指标的置信区间，包括双侧区间估计和单侧区间估计。

### 5.1　基本内容

（1）设备可靠性试验　可靠性测定试验的点估计和区间估计方法（指数分布）（GB5080.4—85）

**表 10.4-17　可靠性特征参数估计方法**

| | |
|---|---|
| 1. 适用范围 | 标准规定了寿命服从指数分布，或近似服从指数分布的产品的可靠性测定试验的估计、置信限的数值法和图估法。适用于任何时间或任何试验次数以后的可靠性试验 |
| 2. 定时试验的点估计 | 以 $r$ 表示测定试验中到测定点为止的相关失效总数，以 $T^*$ 表示测定试验中到规定的截止时间所累积的相关试验时间，则：<br>失效率的点估计是：$\lambda=\frac{r}{T^*}$<br>平均寿命的点估计是：$m=\frac{T^*}{r}$<br>如果到测定点没有观测到失效，即 $r=0$<br>失效率点估计的推荐公式为：<br>$\bar{\lambda}=\frac{1}{3T^*}$ |
| 3. 定时试验的区间估计 | 置信水平为 90% 的失效率的置信限表达式如下：<br>单边置信上限：<br>$\lambda<\bar{\lambda}\frac{X^2_{0.90}(2r+2)}{2r}$ 或 $\lambda<\frac{X^2_{0.90}(2r+2)}{2T^*}$ |

（续）

| | |
|---|---|
| 3. 定时试验的区间估计 | 其中，$X^2_{0.90}(2r+2)$表示自由度为 $2r+2$ 的 $X^2$ 分布的 0.9 分位数理论值<br>双边置信区间：<br>$$\lambda\frac{X^2_{0.05}(2r)}{2r}<\lambda<\lambda\frac{X^2_{0.95}(2r+2)}{2r}$$<br>或 $$\frac{X^2_{0.05}(2r)}{2T^*}<\lambda<\frac{X^2_{0.95}(2r+2)}{2T^*}$$<br>平均寿命的置信限表达式如下：<br>单边置信下限<br>$$m>\hat{m}\frac{2r}{X^2_{0.90}(2r+2)}\text{或}\ m>\frac{2T^*}{X^2_{0.90}(2r+2)}$$<br>双边置信限：<br>$$m\frac{2r}{X^2_{0.95}(2r+2)}<m<\hat{m}\frac{2r}{X^2_{0.05}(2r)}$$<br>或 $$\frac{2T^*}{X^2_{0.95}(2r+2)}<m<\frac{2T^*}{X^2_{0.05}(2r)}$$<br>如果无失效，仅能确定置信下限 |
| 4. 定数试验的点估计 | 失效率的点估计是：<br>$$\hat{\lambda}=\frac{r}{T_r}$$<br>平均寿命的点估计是：<br>$$\hat{m}=\frac{T_r}{r}$$<br>式中：$T_r$ 表示到规定的截止时间所累积的相关试验时间 |
| 5. 定数试验的区间估计 | 置信水平为 90% 的失效率置信限表达式如下：<br>单边置信限：<br>$$\lambda<\lambda\frac{X^2_{0.90}(2r)}{2r}\text{或}\ \lambda<\frac{X^2_{0.90}(2r)}{2T_r}$$<br>双边置信限：<br>$$\lambda\frac{X^2_{0.05}(2r)}{2r}<\lambda<\lambda\frac{X^2_{0.95}(2r)}{2r}$$<br>或<br>$$\frac{X^2_{0.05}(2r)}{2T_r}<\lambda<\frac{X^2_{0.95}(2r)}{2T_r}$$<br>置信水平为 90% 的平均寿命的置信限表达式如下：<br>单边置信下限：<br>$$m>\hat{m}\frac{2r}{X^2_{0.90}(2r)}\text{或}\ m>\frac{2T_r}{X^2_{0.90}(2r)}$$<br>双边置信限：<br>$$\hat{m}\frac{2r}{X^2_{0.95}(2r)}<m<\hat{m}\frac{2r}{X^2_{0.05}(2r)}$$<br>或 $$\frac{2T_r}{X^2_{0.95}(2r)}<m<\frac{2T_r}{X^2_{0.05}(2r)}$$ |

(2) 寿命试验和加速寿命　试验的简单线性无偏估计法（用于威布尔分布）》(GB2689.4—81) 和寿命试验和加速寿命试验的最好线性无偏估计法（用于威布尔分布）(GB2689.4—81) 的基本内容见表 10.4-18。

**表 10.4-18　线性无偏估计法基本内容**

| | |
|---|---|
| 1. 适用范围 | 标准规定了用于恒定应力寿命试验和加速寿命试验的简单线性无偏估计法和最好线性无偏估计法的程序和方法。适用于电子元器件产品的寿命服从威布尔分布，其形状参数 $m>0$，特征寿命 $\eta>0$，位置参数 $r=0$ 的定数截尾的寿命试验和加速寿命试验的数据处理 |
| 2. 简单线性无偏估计法 | 在投试样品数 $n>25$ 时，采用此方法。计算尺度参数 $\sigma$<br>$$\sigma=\begin{cases}\dfrac{rX_r-M_1}{0.4343nK_{r,n}} & \text{当 } r/n<0.9\\ \dfrac{(2s-r-1)X_s-\sum_{i=1}^{s}X_i+\sum_{i=s+1}^{r}X_i}{0.4343nK_{r,n}} & \text{当 } r/n\geqslant 0.9\end{cases}$$<br>式中　$X_i=\lg ti$，$ti$ 为第 $i$ 个失效样品的失效时间<br>$M_1=\sum_{i=1}^{r}x_i$，$S$，$nK_{r,n}$为系数，可查表<br>计算形状参数 $m$<br>$$m=\frac{1}{\sigma}g_{r,n}$$<br>式中　$g_{r,r}$为 $m$ 的修正系数，可查表<br>计算位置参数 $\mu$<br>$$\mu=\begin{cases}2.3026X_r-E(Z_{r,n})\sigma & \text{当 } r/n<0.9\\ 2.3026X_s-E(Z_{r,n})\sigma & \text{当 } r/n\geqslant 0.9\end{cases}$$<br>式中 $E(Z_{r,n})$为标准极值分布第 $r$ 个次序统计量 $Z_{r,n}$的均值。可查表得到<br>计算特征寿命 $\eta$<br>$$\eta=e^{\mu}$$<br>计算失效率 $\lambda(t)$<br>$$\lambda(t)=mt^{m-1}/\eta^m$$<br>计算平均寿命 $t_B$<br>$$t_B=\eta\Gamma\left(1+\frac{1}{m}\right)$$<br>式中　$\Gamma\left(1+\frac{1}{m}\right)$为 $\Gamma$ 函数，可查表<br>计算可靠寿命 $t_R$<br>$$t_R=\eta(-2.3026\lg R)^{\frac{1}{m}}$$ |

（续）

| | |
|---|---|
| 3. 最好线性无偏估计 | 最好线性无偏估计法适用于投试样品数 $n\leqslant 25$ 的定数截尾寿命试验<br>计算位置参数 $\mu$<br>$\mu=2.3026M_2$<br>式中 $M_2=\sum_{j=1}^{r}D(n,r,j)\lg t_j$<br>$D(n,r,j)$ 表示样品数为 $n$，截尾失效数为 $r$ 时，$\mu$ 的最好线性无偏估计系数，其值可查表<br>计算形状参数 $m$<br>$m=0.4343g_{r,n}/m_1$<br>式中：$m_1=\sum_{j=1}^{r}C(n,r,j)\lg t_j$<br>$C(n,r,j)$ 为样品数为 $n$，截尾失效数为 $r$ 时，$\sigma$ 的最好线性无偏估计的系数。其值可查表<br>计算特征寿命 $\eta$：<br>$\eta=e^{\mu}$<br>计算失效率 $\lambda(t)$<br>$\lambda(t)=m\cdot t^{m-1}/\eta^m$<br>计算平均寿命 $t_E$<br>$t_E=\eta\Gamma\left(1+\frac{1}{m}\right)$<br>计算可靠寿命 $t_R$<br>$t_R=\eta(-2.3026\lg R)^{\frac{1}{m}}$<br>以上公式中的 $t$、$R$ 值都是预先给定的。公式中的有关系数都可以查《可靠性试验用表》获得<br>另外，一般情况下，试验截尾时间应使失效数有 $r\geqslant 30\%n$；当失效数无法达到 $30\%n$ 时，至少有 $r\geqslant 4$ |

## 5.2　应用说明

（1）可靠性特征参数的点估计

所谓“点估计”就是根据子样观察值对所求的可靠性特征参数求它的一个估计值。求点估计值的方法很多，其计算公式有平均寿命和寿命标准离差的点估计公式、完全寿命试验时各可靠性特征参数的点估计公式以及截尾寿命试验时各可靠性特征参数的点估计公式。在实际工作中由于产品的寿命较长，若要等到全部试品都失效时才停止试验，则试验需要相当长的时间，并且需要花费较多的经费，因此截尾寿命试验方法比较常用。

在截尾试验中，当试品发生故障时可以撤下并换上新的试品继续试验，这称为有替换的截尾试验，在现场试验中当受试样品发生相关故障时，将其修复后继续试验也相当于进行了替换。还有，在试验进行中，有的试品可能因某种原因而中途停止试验，称为有中止的试验。中途停试不是由于发生相关故障，而是因为除此以外的原因。以上各种情况的组合就形成了各种各样的截尾试验方式。不同的截尾试验方式，其累积相关试验时间 $T$ 的计算公式不同。

为叙述方便，以下用符号表示试验方式的各项特征：$n$——试品数量（样本量）；$r$——截尾数或试验中发生的相关故障总次数；$t_c$——截尾时间；$R$——有替换；$S$——有中止。例如，〔$n$，$r$〕表示样本量为 $n$，截尾数为 $r$ 的无替换无中止的定数截尾试验，〔$n$，$t$，$R$，$S$〕表示样本量为 $n$，截尾时间为 $t$ 的有替换有中止的定时截尾试验。下面给出了各种截尾试验方式的模型（表10.4-19）以及相应的点估计公式（表10.4-20）

**表10.4-19　各种截尾试验方式的模型**

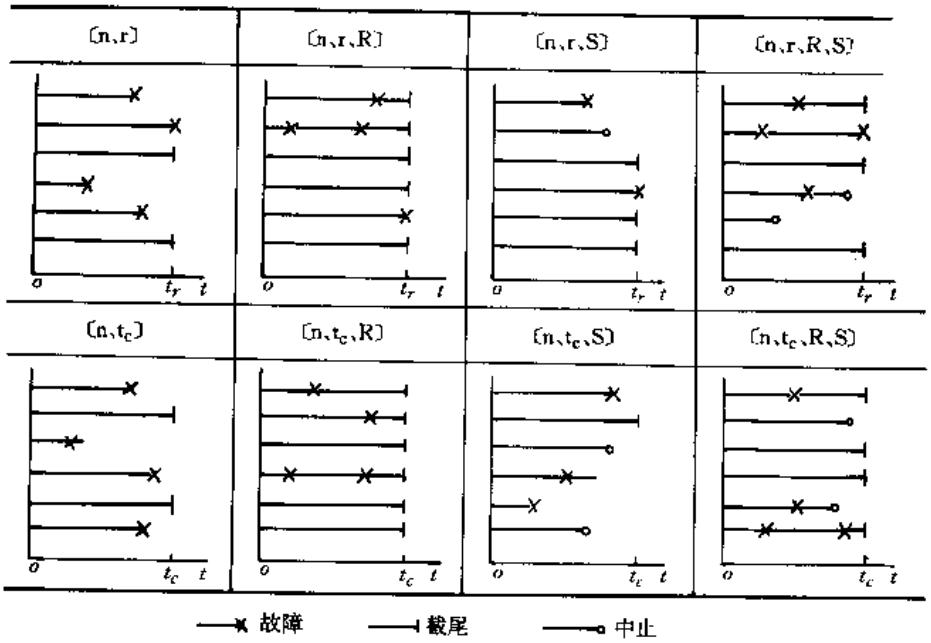


**表 10.4-20　指数分布参数的点估计公式**

| 试验方式 | 试验总时间 $T$ | 点估计值 | |
|---|---|---|---|
| | | $\hat{\mu}$ | $\hat{\lambda}$ |
| 〔$n$, $r$〕 | $\sum_{i=1}^{r} t_i + (n-r)\,t_r$ | $\frac{T}{r}$ | $\frac{r}{T}$ |
| 〔$n$, $r$, $R$〕 | $nt_r$ | | |
| 〔$n$, $r$, $S$〕 | $\sum_{i=1}^{r} t_i + \sum_{j=1}^{s} \tau_j + (n-r-s)\,t_r$ | | |
| 〔$n$, $r$, $R$, $S$〕 | $\sum_{j=1}^{s} \tau_j + (n-s)\,t_r$ | | |
| 〔$n$, $t_c$〕 | $\sum_{i=1}^{r} t_i + (n-r)\,t_c$ | $\frac{T}{r}$ | $\frac{r}{T}$ |
| 〔$n$, $t_c$, $R$〕 | $nt_c$ | | |
| 〔$n$, $t_c$, $S$〕 | $\sum_{i=1}^{r} t_i + \sum_{j=1}^{s} \tau_j + (n-r-S)\,t_c$ | | |
| 〔$n$, $t_c$, $R$, $S$〕 | $\sum_{j=1}^{s} \tau_j + (n-S)\,t_c$ | | |

表中：$t_i$——第 $i$ 次相关故障发生时间；$\tau_j$——第 $j$ 次中止时间；$S$——中止次数

此外，应注意的是，如果对同一种产品从中抽取数量相同的 $n$ 批试品分别进行寿命试验，可得到 $n$ 组不同的子样观察值（数据），所计算出的可靠性特征参数的点估计值一般也都不同，所以可靠性特征参数的点估计值是一个随机变量，它的取值范围相当宽，因而可靠性特征参数的真实值与其估计值可能很接近，也可能相差很大，也就是说点估计法的误差不是一个确定值，其误差具有不确定性。

（2）可靠性特征参数的区间估计

为了消除点估计的误差不确定性，给出了区间估计法。在进行区间估计时，首先应规定置信度。置信度的取值在 0～1 之间，置信度规定得太低时，所作区间估计的正确程度就很差，这是不希望的。但置信度也不能规定得过高，如果将置信度规定得接近 1 时，将使所估计的区间过宽，亦使区间估计的精确性大大降低，这也是不希望的，一般测定试验时取置信度 0.9，验证试验时，取置信度为 0.6。

（3）寿命服从威布尔分布时可靠性特征参数的估计

上面所说的点估计和区间估计方法只适用于寿命服从指数分布的产品，但对大多数的机械、电工等产品，往往不服从指数分布，而服从威布尔或正态分布，或其他类型的分布。对于威布尔分布，经过数学推导和试验验证，得出一种简单的线性无偏估计方法。虽然其计算精度不够理想，但比较而言，它确是一种简单方便和切实可行的估计方法，如果对具体的产品进行试验，对公式进行修正，其计算结果的精度就比较理想了。提高精度的一个非常有效的措施就是增加投入试验的试品数和延长试验时间，对其他估计方法也是如此。

线性无偏估计法有简单线性无偏估计和最好线性无偏估计两种，采用何种方法取决于投试样品数，投试样品数应严格按抽样标准抽取。为保证计算结果的准确性，可同时采用其他方法进行验证，如图估计法。

# 第 5 章　严酷条件下户外场所电气设施的安全

严酷条件下户外场所电气设施（GB9089—88）是个系列标准，它等效或参照采纳 IEC 的系列标准 IEC621 严酷条件下户外场所电气设施。对 IEC621 各部分采纳情况如下：

IEC621-1 术语和定义——GB9089.1 术语和定义

IEC621-2 一般防护要求——GB9089.2 一般防护要求

IEC621-3 设备和附件的一般要求——GB9089.3 设备及附件的一般要求

IEC621-4 装置要求——GB9089.4 装置要求

IEC621-5 操作要求——GB9089.5 操作要求

IEC621-6 维修要求（这部分 IEC 无具体内容）

严酷条件下户外场所电气设施是用于规定条件下的电气设施的基础安全标准。它所涉及的户外场所包括露天矿、采石场和水坝建筑工地、炼钢业灰渣排放、地下矿的地面输送、堆取、二次加工等类似场所。严酷条件系指设施在开敞的场所工作，担负重载运输和堆栈任务。这些电气设施的特点是：①设备和系统要经常变动位置；②工作场地面积较大且不断延伸；③存在特殊环境的影响。

严酷条件下户外场所电气设施国标适用的电气设备和系统包括：

(1) 采掘、堆取和初加工机械。

(2) 二次加工机械。

(3) 输送系统。

(4) 排水和供水系统。

(5) 可移动铁路系统。

(6) 固定铁路系统（仅指运行）。

(7) 电动卡车。

(8) 发电和配电设备。

(9) 控制、监测、信号、通信系统。

(10) 辅助设备。

本文暂介绍 GB9089.1 和 GB9089.2 二部分。GB9089.1 术语和定义包括标准的范围、标准涉及的人员、操作区域、各类机械、与电气安全相关的导体及联结方式、防触电措施等内容。该部分所列术语涉及整个系列标准，在此不集中论述。文中涉及到的有关术语，随时介绍。GB9089.2 一般防护要求包括四篇，本文重点介绍它的前三篇：①防直接触电；②防间接触电；③过电流和故障电流防护。

## 1　防直接触电

防直接触电是指对人或动物与带电部件危险接触的防护，又称正常工作时的触电防护或基本防护。

### 1.1　一般要求

下述三种情况，可认为防直接触电得到了保证。

(1) 遵守操作维修通道的安全距离和下述规定之一：

①利用遮栏和外壳进行完全防护。

②用绝缘对带电部分进行完全防护。

③把带电部分放在伸臂范围之外进行部分防护。

④设置阻挡物进行部分防护。

(2) 采用 25V 以下的安全特低电压。

(3) 按本标准要求安装保护和中性导体。

### 1.2　利用遮栏或外壳的完全防护

利用遮栏或外壳对带电部分作直接接触防护时的最低防护等级要求见表 10.5-1。

采用本防护措施应使遮栏和外壳紧固在其位，遮栏和外壳应有足够的稳定性、耐久性和机械强度。开启或拆卸遮栏和外壳及其部件时，或使用钥匙和工具，或装设联锁装置，或自动断电，也可在带电部分与遮栏、外壳间插入隔离网罩，以保证完全防护。

**表 10.5-1　用遮栏或外壳对带电部分作直接接触防护时的最低防护等级要求**

| 电压范围（交流） | 操作区域内 | 电气操作区域内 | 封闭的电气操作区域内 |
|---|---|---|---|
| 50V<$U$≤1kV | 对易触及的遮栏，外壳或顶表面实行防护等级为 IP2X 或 IP4X 的完全防护，这种防护特别适用于外壳上可能用作站立表面的那些部分② | 当 $U$≤600V 或在伸臂范围内可同时触及的带电部分没有压差时，实行防护等级为 IP1X① 的部分防护<br>对易触及的遮栏，外壳或顶表面，当 $U$>600V 时实行防护等级为 IP2X 的完全防护；当 $U$>660V 时实行防护等级为 IP4X 的完全防护<br>这种防护特别适用于外壳上可能用作站立表面的那些部分② | 当 $U$≤660V 时，不设保护，防护等级为 IP0X。<br>当 $U$>600V 或在伸臂范围内可同时触及的带电部分没有压差时，实行防护等级为 IP1X① 的部分防护② |
| $U$>1kV | 伸臂范围内实行防护等级为 IP5X 的完全防护<br>伸臂范围外实行防护等级为 IP2X 的部分保护 | 伸臂范围内实行防护等级为 IP5X 的完全防护<br>伸臂范围外实行防护等级为 IP1X① 的部分防护 | 实行防护等级为 IP1X① 的部分防护 |

注：表中给出的电压指设施的线间电压，适用交流。直流的范围应以系数 1.5。

①在电气操作区和封闭的电气操作区，当把带电部分放在伸臂范围之外，或在带电部分插入阻挡物，均认为达到了 IP1X 的保护。

②不排除在地面使用插头插座连接器，但插座不用时应加以遮盖。

### 1.3　用绝缘对带电部分进行完全防护

带电部分须完全用绝缘覆盖，覆盖层应足够牢固。绝缘的类型须符合设备的标准。

### 1.4　把带电部分放在伸臂范围之外进行部分防护

防止与带电部分的无意接触，见表10.5-1。

同时可触及的带电部分间的距离若不小于表10.5-2规定的值，带电部分在所有方向都处于伸臂范围之外时，防触电可得到保证。

**表10.5-2　户内设施操作和维修通道的最小距离**　（mm）

| 额定电压（kV） | 表10.5-1（标准）中所要求的完全保护 | | | | | 表10.5-1（标准）中要求的部分保护或没有保护 | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | IP1X或IPOX保护，带电部分在一边 | | | | | | | IP1X或IPOX保护，带电部分在两边 | | | | | |
| | 遮栏或外壳下面的高度 | 阻挡物或开关手柄和壁间的宽度 | | 阻挡物间或者开关手柄之间的宽度 | | 带电部分在地面以上的高度 | 墙壁和带电部分之间的宽度 | | | | 控制器前的自由通道 | | 带电部分在地面以上的高度 | 带电部分和导体在两边时的中间宽度 | | | | 控制器之间的自由通道 | |
| | | | | | | | 维修 | | 操作 | | | | | 维修 | | 操作 | | | |
| | | 维修 | 操作 | 维修 | 操作 | | IP1X | IPOX | IP1X | IPOX | 维修 | 操作 | | IP1X | IPOX | IP1X | IPOX | 维修 | 操作 |
| 1 | 2000 | 700 | 700 | 700 | 700 | 2300 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 700 | 700 | 2300 | 1000 | 1000 | 1200 | 1200 | 900 | 1100 |
| 3 | 2000 | 800 | 1000 | 1000 | 1200 | 2500 | 1000 | 1300 | 1165 | 1500 | 800 | 1000 | 2500 | 1330 | 2000 | 1530 | 2200 | 1000 | 1200 |
| 6 | 2000 | 800 | 1000 | 1000 | 1200 | 2500 | 1000 | 1300 | 1190 | 1500 | 800 | 1000 | 2500 | 1380 | 2000 | 1580 | 2200 | 1000 | 1200 |
| 10 | 2000 | 800 | 1000 | 1000 | 1200 | 2500 | 1015 | 1300 | 1215 | 1500 | 800 | 1000 | 2500 | 1430 | 2000 | 1630 | 2200 | 1000 | 1200 |
| 20 | 2000 | 800 | 1000 | 1000 | 1200 | 2500 | 1115 | 1300 | 1315 | 1500 | 800 | 1000 | 2500 | 1630 | 2000 | 1830 | 2200 | 1000 | 1200 |
| 35 | 2000 | 800 | 1000 | 1000 | 1200 | 2550 | 1225 | 1325 | 1425 | 1525 | 800 | 1000 | 2550 | 1850 | 2050 | 2050 | 2250 | 1000 | 1200 |
| 63 | 2000 | 800 | 1000 | 1000 | 1200 | 2800 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 800 | 1000 | 2800 | 2600 | 2800 | 2800 | 3000 | 1000 | 1200 |
| 110 | 2000 | 800 | 1000 | 1000 | 1200 | 3250 | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | 800 | 1000 | 3250 | 3400 | 3600 | 3600 | 3800 | 1000 | 1200 |

### 1.5　设置阻挡物的部分防护

设置阻挡物可用于防止与带电部分的无意接触，见表10.5-3。

当用遮栏、隔板等防止人体无意识地接近带电部分或用网罩等防止人体在操纵带电设备时无意触及带电部分时，防触电可得到保证。

（1.1～1.5中的“完全防护”和“部分防护”是电气安全方面的常用词汇。“完全防护”一般指既防无意识的接触，又防有意识的接触。“部分防护”则仅防无意识的接触，对于有意接触不能防护。）

### 1.6　操作维修通道的安全距离

（1）户内设施

户内设施的操作维修通道最小距离应符合表10.5-2的规定。

当最小距离不能满足表10.5-2规定时，若防护等级等于或严于IP4X，最小距离可缩短。

（2）户外设施

户外操作场所裸露的带电部分到包围带电部分的围栏、到人可进入的区域以及到围栏内防止人触电的遮栏之间的最小距离见表10.5-3示意图见图10.5-1～10.5-4。

在可进入区域，带电部分在上部，地面到带电部分的最低高度 $H=S+2300$mm，最小限值2600mm，$S$ 为户外电气间隙（下文相同）。（常数2300mm是从放电的角度考虑，计及人体测量学中统计身高等因素确定的。）对于经常有积雪的区域，还应计入积雪深度。

带电部分到外部围栏的水平距离 $D$ 和 $E$。

严酷条件下户外场所电气设施标准规定，对带电部分实行直接接触防护的外部围栏高度应不低于1800mm，最小水平距离从人站立的地面以上2300mm处算起。

板状围栏，水平距离 $D=S+1000$mm。

筛或网状围栏，水平距离 $E=S+1500$mm。这是国内现有标准中，首次规定的类似尺寸。

**表 10.5-3　户外设施操作场地裸露的带电部分的最小距离**　(mm)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 额定电压 $U_n$/kV | 在可进入区域，带电部分的最低高度 $H$ | 在设施内从带电部分到遮栏的水平距离 | | | 从带电部分到外部围栏的水平距离 | |
| | | $A$<br>板状遮栏，最低高度为 1800 | $B$<br>筛或网状遮栏，最低高度为 1800 | $C$<br>第 3、4 列所述型式高度低于 1800 的遮栏或有扶手、链、绳的遮栏，最低高度都是 1100 | $D$<br>板状围栏，最低高度 1800 | $E$<br>筛或网状围栏最低高度 1800 |
| | $H=S+2300$<br>$H_{min}=2600$ | $A=S$ | $B=S+100$ | $C=S+300$<br>$C_{min}=600$ | $D=S+1000$ | $E=S-1500$ |
| 1～10 | 2600 | 200 | 300 | 500 | 1200 | 1700 |
| 15～20 | 2600 | 300 | 400 | 600 | 1300 | 1800 |
| 35 | 2600 | 400 | 500 | 700 | 1400 | 1900 |
| 63 | 2950 | 650 | 750 | 950 | 1650 | 2150 |
| 110 | 3300 | 1000 | 1100 | 1300 | 2000 | 2500 |
| 220J | 4100 | 1800 | 1900 | 2100 | 2800 | 3300 |

注：1. $S$ 为表 10.5-5 规定的“带电部分至接地部分之间”的电气间隙。

2. 对板状遮栏和围栏，水平距离应从离带电部分最近的面测量。

3. 对链或绳，水平距离必须加上下垂。

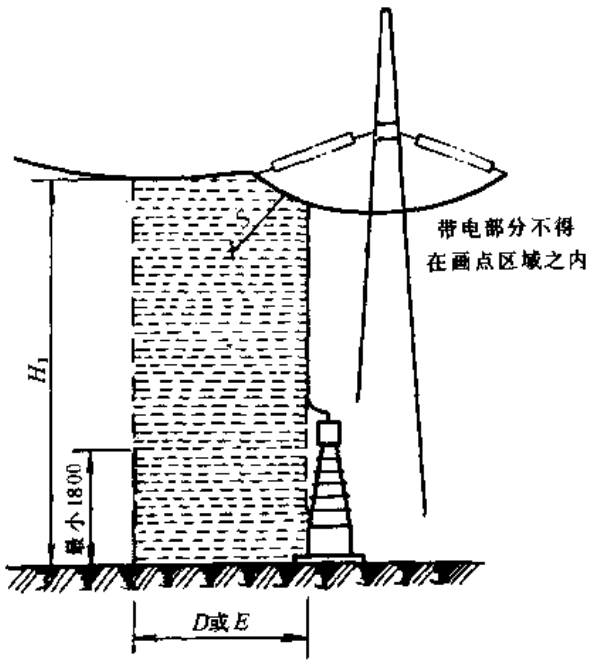



**图 10.5-1**　带电部分到外部围栏的距离

$H_1$—架空动力线对地最小距离　$D$，$E$—表 10.5-3 的第 6 列和第 7 列要求的最小距离　$S$—表 10.5-5 规定的“带电部分至接地部分之间”的电气间隙

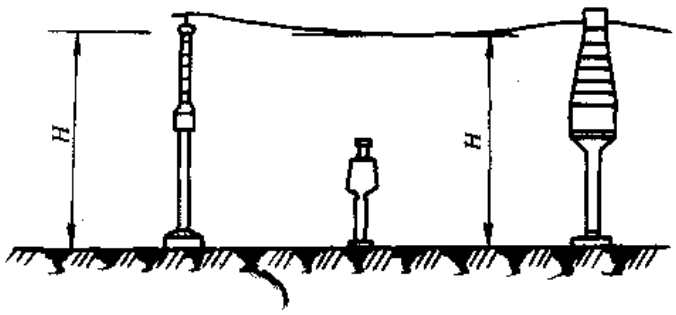



**图 10.5-2**　户外设施中在可进入区域的平面上带电部分的最低高度

$H$—表 10.5-3 第 2 列要求的，在可进入区域的平面上，带电部分的最小距离

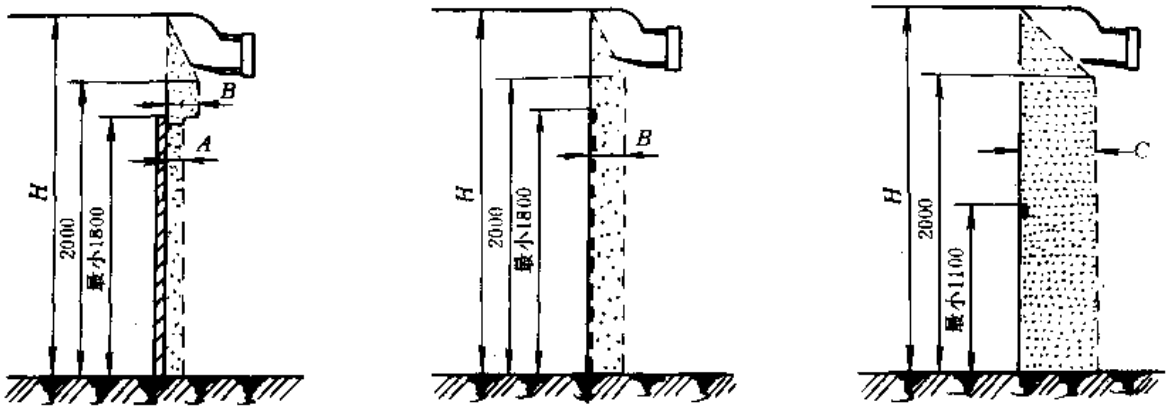



**图 10.5-3**　额定电压 30kV 以下（包括 30kV）的户外设施的带电部分的距离

a）板状遮栏　b）筛或网状遮栏　c）含有扶手、链或绳的遮栏

带电部分不得在画点区域之内

$H$—表 10.5-3 第 2 列要求的，在可进入区域的平面上带电部分的最小距离

$A$、$B$、$C$—表 10.5-3 第 3、4 和 5 列分别要求的最小距离

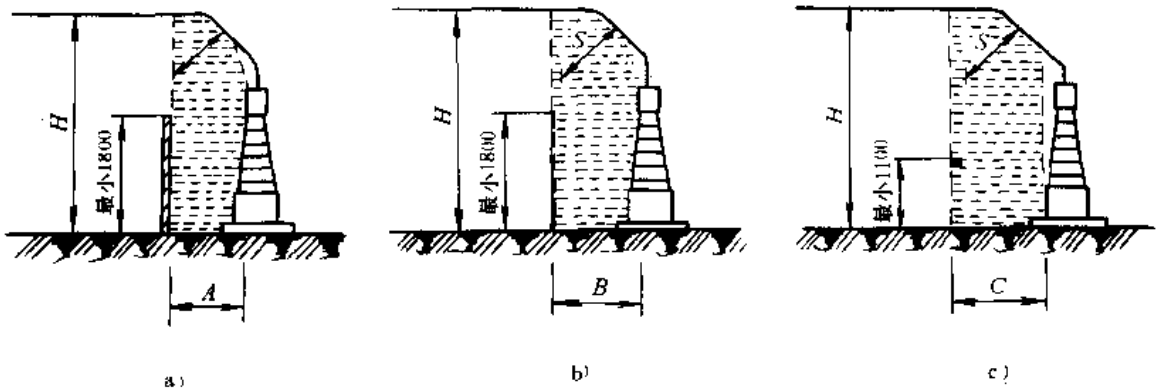



**图 10.5-4**　额定电压 30kV 以上的户外设施与带电部分的距离

a）板状遮栏　b）筛或网状遮栏　c）含有扶手、链或绳的遮栏

带电部分不得在画点区域之内；

$H$—可进入区域的平面上带电部分的最小距离见表 10.5-3 第 2 列。

$A$、$B$、$C$—表 10.5-3 第 3、4 和 5 列要求的最小距离　$S$—表 10.5-3 规定的“带电部分至接地部分之间”的电气间隙

在人可进入区域，带电部分到遮栏间的水平距离 $A$、$B$、$C$ 值的规定适用于围栏内裸露带电部分的高度比 $H$ 值小的情况。

板状遮栏，水平距离 $A=S$mm，

筛或网状围栏，水平距离 $B=S+100$（mm）。

选用 $A$、$B$ 值时，遮栏高度应不低于 1800mm。

当采用板，筛或网状遮栏但高度低于1800mm或采用扶手、链或绳时，水平距离应不低于1100mm。

1.7　电气间隙

(1) 电气间隙值

现场安装的裸导体之间及裸导体与接地部分（如遮栏和外壳）间的电气间隙应符合表10.5-4和表10.5-5。

**表10.5-4　户内设施电气间隙**㊀

(mm)

| 额定电压(kV) | 3 | 6 | 10 | 15 | 20 | 35 | 63 | 110J | 110 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 带电部分至接地部分之间 | 75 | 100 | 125 | 150 | 180 | 300 | 550 | 850 | 950 |
| 不同相的带电部分之间 | 75 | 100 | 125 | 150 | 180 | 300 | 550 | 900 | 1000 |

**表10.5-5　户外设施电气间隙**㊀

(mm)

| 额定电压(kV) | 3～10 | 15～20 | 35 | 63 | 110J | 110 | 220J |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 带电部分至接地部分之间 | 200 | 300 | 400 | 650 | 900 | 1000 | 1800 |
| 不同相的带电部分之间 | 200 | 300 | 400 | 650 | 1000 | 1100 | 2000 |

电气间隙的大小，对电气装置及电气操作人员的安全具有重大作用，是电气工作者考虑安全问题的重要指标。户外严酷条件下电气设施标准中电气间隙值主要是从操作过电压和大气过电压两方面考虑的。10kV和20kV两级使用了较大的裕度，是因为不仅考虑过电压的因素，还考虑了一些动物和外界杂物可能短路一部分间隙。为了方便63kV及以下电压等级相—地与相--相间隙取同一数值。63kV以上电压等级的电气装置所需空间较大，为节约占地面积及投资，相—地及相—相间隙分别采取不同的数值。

(2) 严酷条件下户外场所电气设施电气间隙值同IEC621推荐值比较见表10.5-6。

**表10.5-6　GB 9089与IEC621的比较**

| | 户内 | | | | 户外 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 电压等级(kV) | 6 | 10 | 20 | 110J | 10 | 20 | 110J | 220J |
| 本标准相—相间隙(mm) | 100 | 125 | 150 | 900 | 200 | 300 | 1000 | 2000 |
| IEC621 (mm) | 70 | 90 | 160 | 950 | 150 | 160 | 950 | 1850 |

由表10.5-6知，除户内110kV中性点直接接地系统外，其余电压等级IEC的电气间隙值均小于GB 9089的推荐值。间隙值的大小与电网的运行水平和保护水平密切相关。随着电网操作过电压的降低，自动化水平的提高以及避雷器特性的改善，电气间隙值可望进一步减小。

(3) 部分国家电气间隙值

表10.5-7～10.5-13分别列出了部分国家的电气间隙值。

**表10.5-7　日本的电气间隙**　(cm)

| 额定电压(kV) | | 6.6 | 22 | 66 | 154 | 275 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 对地 | 棒—棒 | 9 | 29 | 72 | 160 | 226 |
| | 棒—板 | 13 | 33 | 77 | 165 | 232 |
| 相间 | | 14 | 42 | 105 | 233 | 330 |

**表10.5-8　原西德户外与户内配电装置电气间隙**

(在电压为1kV<$U_m$<52kV范围内)

(cm)

| 额定电压(kV) | | | 3 | 6 | 10 | 20 | 30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 不降低值 | 导体—导体及导体—地 | 户内 $N$ (cm) | 6.5 | 9.0 | 11.5 | 21.5 | 32.5 |
| | | 户外 $N$ (cm) | 15 | 15 | 15 | 21.5 | 32.5 |
| 降低值 | 导体—导体及导体—地 | 户内 $N$ (cm) | 6.0 | 6.5 | 9 | 16 | 27 |
| | | 户外 $N$ (cm) | 15 | 15 | 15 | 16 | 27 |

㊀　表10.5-4、表10.5-5的110J、220J系指中性点直接接地电力网。

㊁　海拔超过1000m时表10.5-4、表10.5-5的值应按每升高100m增大1%进行修正。

**表 10.5-9 原西德户外与户内配电装置电气间隙**

（在电压为 52kV≤$U_m$<300kV 范围内）

(cm)

| 额定电压 (kV) | | 45 | 60 | 110 | 150 | 220 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 导体—导体及导体—地电气间隙 | 接地系数大于 1.4 | 52 | 70 | 110 | 155 | 220 |
| | 接地系数小于 1.4 | -- | — | 95 | 135 | 185 |

**表 10.5-10 西德户外与户内配电装置电气间隙**

（在电压为 $U_m$≥300kV 范围内）(cm)

| 额定电压 (kV) | 导体—导体电气间隙 | 导体—地电气间隙 |
|---|---|---|
| 380 | 310.0 | 290 |

**表 10.5-11 加拿大户外配电装置电气间隙**（*B*、*C* 省水电局） (cm)

| 电压等级 (kV) | 15 | 25 | 69 | 138 | 230 | 287 | 345 | 500 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 带电部分至接地部分 | 18 | 26 | 65 | 110 | 180 | 210 | 240 | 365 |
| 不同相的带电部分之间 | 31 | 38 | 80 | 135 | 226 | 270 | 375 | 520 |

**表 10.5-12 苏联户内及户外配电装置的电气间隙**

(cm)

| 额定电压 (kV) | | 6 | 10 | 20 | 35 | 110 | 150 | 220 | 330 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 户内 | 相—地 | 9 | 12 | 18 | 29 | 70 | — | 170 | — |
| | 相—相 | 10 | 13 | 20 | 32 | 80 | — | 180 | — |
| 户外 | 相—地 | 20 | 20 | 30 | 40 | 90 | 130 | 180 | 250 |
| | 相—相 | 22 | 22 | 33 | 44 | 100 | 140 | 200 | 280 |

**表 10.5-13 美国户外配电装置电气间隙**

（依巴斯公司）

| 额定电压 (kV) | 230 | | | 345 | | | 400 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 设备基准冲击水平 BIL (kV) | 750 | 825 | 900 | 900 | 1050 | 1300 | 1300 | 1425 | 1550 |
| 带电部分—地 (cm) | 5 | 6 | 6 | 6 | 8 | 10 | 9 | 10 | 12 |
| 带电部分之间 (cm) | 7 | 8 | 8 | 8 | 10 | 12 | 10 | 12 | 15 |

## 1.8 爬电比距

爬电比距是电力设备外绝缘的爬电距离与设备最高电压之比或是此爬电距离与试验电压(方均根值)的 $\sqrt{3}$ 倍之比，单位 mm/kV。爬电比距是电气安全的又一重要指标。

严酷条件下户外场所电气设施标准规定在操作区域（即操作人员正常履行职责时可进入的具有高水平直接接触防护的电气区域）带电导体和接地部分(如遮栏和外壳）之间的最小公称爬电比距，不应低于 GB 5582 高压电力设备外绝缘污秽等级规定的值。见表 10.5-14。

**表 10.5-14 最小公称爬电比距分级数值**

| 外绝缘污秽等级 | 最小公称爬电比距 (mm/kV) | |
|---|---|---|
| | 线路 | 电站设备 |
| 0 | 13.9 | 14.8 |
| Ⅰ | 16 | 16 |
| Ⅱ | 20 | 20 |
| Ⅲ | 25 | 25 |
| Ⅳ | 31 | 31 |

表 10.5-4 “0”级污秽适用于无明显污秽地区，不需进行人工污秽试验。Ⅰ—Ⅳ级普通盘形悬式绝缘子和户外棒形支柱绝缘子的人工污秽耐受值执行表 10.5-15 和表 10.5-16 的规定。根据表中所给的污层电导率和等值盐密度的大小即可确定电气设备外绝缘污秽等级。由外绝缘污秽等级即可查到相应爬电比距。）

**表 10.5-15 普通盘形悬式绝缘子人工污秽耐受值**

| 污秽等级 | 人工污秽耐受值（固体层法） | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 污层电导率 μS | | 等值盐密 (mg/cm²) | |
| | 范围 | 参考值 | 范围 | 参考值 |
| Ⅰ | 5～10 | 7 | 0.020～0.030 | 0.025 |
| Ⅱ | 12～16 | 14 | 0.050～0.070 | 0.060 |
| Ⅲ | 18～25 | 21 | 0.10～0.15 | 0.12 |
| Ⅳ | 30～35 | 32 | 0.20～0.30 | 0.25 |

**表 10.5-16 户外棒形支柱绝缘子人工污秽耐受值**

| 污秽等级 | 人工污秽耐受值（固体层法） | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 污层电导率 μS | | 等值盐密 (mg/cm²) | |
| | 范围 | 参考值 | 范围 | 参考值 |
| Ⅰ | 5～10 | 7 | 0.010～0.020 | 0.015 |
| Ⅱ | 12～16 | 14 | 0.020～0.040 | 0.030 |
| Ⅲ | 20～25 | 21 | 0.040～0.080 | 0.060 |
| Ⅳ | (30～40) | (36) | (0.080～0.16) | (0.12) |

由于任何表示污秽特征的图表都不可能包括可能发生的全部污秽因素，因而有时需对特殊污秽增加爬

电比距。季节的变化和异常的气候条件也可能改变污秽水平。

导电灰尘可以源于外部环境（如来自挖掘或处理材料的过程）或源于外壳内部（如来自碳或金属刷的灰尘）。

上述GB 5582高压电力设备外绝缘污秽等级不仅是制造部门对产品进行设计和定型试验的依据，而且是电力系统设计，施工和运行维护部门应使用的工程建设规范。

## 2　防间接触电

防间接触电又称故障情况下的触电防护或附加防护，是用来对接触故障情况下带电的外露可导电部分和外界可导电部分危险的防护。

### 1.2　总则

防间接触电的主要措施是发生故障时有条件地切断电源。实现间接触电的防护要做到以下几方面。

(1)将所有外露可导电部分接到保护导体上。电力系统的可接地点要接地，就必须接到各自的电力变压器或发电机附近的接地极上。如需保护导体单独接地，则接地处必须远离电力系统的接地极。如有良好的接地设备或接地点，最好将保护导体和他们连接起来，连接点应尽可能地多。多点接地的接地点应尽可能均匀分布，以保护故障时保护导体的电位接近地电位，保护导体可以是裸导体。

(2)在由保护装置所保护的电气设施中，当某部分发生故障时，如果该电气设施的任何一点不能把接触电压保持在等于或小于约定接触电压极限$U_L$时，保护装置必须自动切断发生故障部分的供电电源。$U_L$为50V（均方根值）左右。在潮湿和导电的应用场所，应规定更低的值。某些IT系统，当出现第一次故障时，可不必自动切断电源。

(3)在实行切断保护时，保护装置的切断时间和电力系统的预期接触电压值1kV及以下应符合表10.5-17和图10.5-5的规定，1kV以上应符合表10.5-18和图10.5-6的规定。

**表10.5-17　电压为1kV及以下的系统**

| 预期接触电压（V）（方均根值） | ≤50 | 50 | 75 | 90 | 110 | 150 | 220 | 280 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 最长动作时间（s） | ∞ | 5 | 1 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.05 | 0.03 |

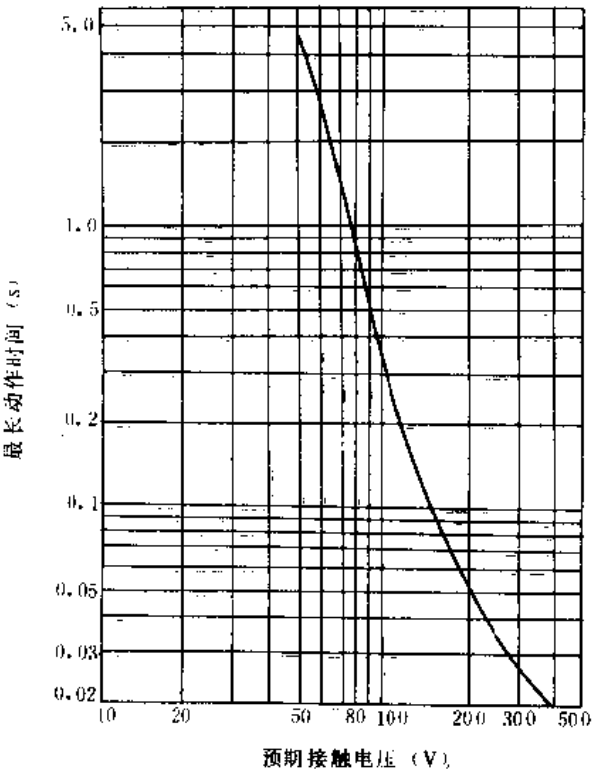



图　10.5-5

**表10.5-18　电压为1kV以上的系统**

| 预期接触电压（V）（方均根值） | ≤50 | 80 | 120 | 150 | 180 | 300 | 420 | 550 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 最长动作时间（s） | ∞ | 5 | 1 | 0.5 | 0.4 | 0.1 | 0.05 | 0.03 |

导致触电伤亡的原因是电流通过人体时引起心室纤维颤动及热效应以致心跳、呼吸停止。IEC479中关于“电流通过人体的效应”的研究表明，设备短路时，同时可触及的可导电部分之间出现的电压以电流形式对人造成伤害。伤害的大小决定于预期接触电压和人体触电的时间。在预期接触电压下，流经人体的电流值主要决定于人体电阻和环境条件。由表10.5-17、表10.5-18的预期接触电压值，再确定相应接触电阻值，可计算出相应的触电电流值。IEC479给出一个电流对人体造成影响的“电流—时间区域图”，见图10.5-7。可据此图判断安全性。①区和②区为通常无有害的生理性反应区。③区一般无器官性损伤，可能出现肌肉收缩、呼吸困难、随时间、电流的增加引起非心脏纤颤的短暂心脏停跳，不致命，通常可逆。④区除有③区的作用外，还有心室纤颤。触电致死的主要原因是心室纤颤引起窒息或心脏停跳。

户外预期接触电压与动作时间的关系实质上是通过人体的电流与持续时间的关系。

(4)不使用保护导体时，必须采用附加绝缘或加强绝缘的防护、非导电场所的防护和电气隔离防护。

(5) 1kV 及以下的特殊电气设施（如给电动机供电的系统），用于对固定地点的某些设备的供电和用于对便携式、移动式及其他有可持在手中的外露可导电部分的设备的供电之间，要明确而永久的区分，固定设备的切断时间不应超过 5s。明确而永久的区分，指固定设施发生故障不会危及便携式，移动式及其他有可持在手中的外露可导电部分的设备的安全。

(6) 电压为 1kV 以上的系统，在切断过程中可能存在较高预期接触电压的特殊情况，切断时间必须尽可能的短。

(7) 采用保护措施应使电力系统的接地型式和保护装置特性互相协调。

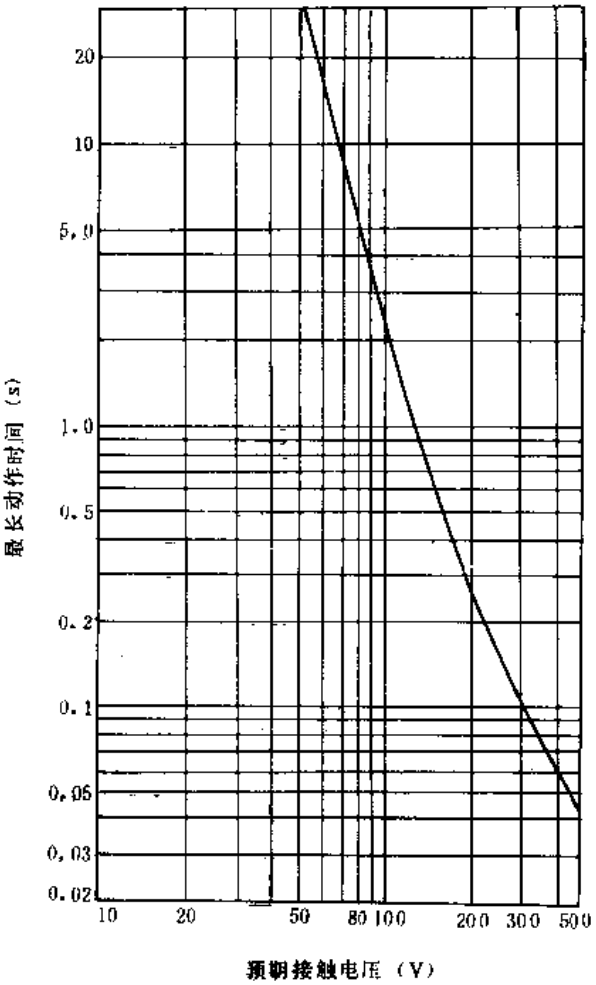



**图 10.5-6**　预期接触电压与最长动作时间的关系

## 2.2　三种电力接地系统

根据电力系统供电端和用电端的接地特点，电力系统可分为 TN、TT、IT 三种接地系统。(从电气安全角度看，三种系统各有利弊，如按要求采取防护措施，均可达安全目的，到底选哪一种接地系统应具体分析。

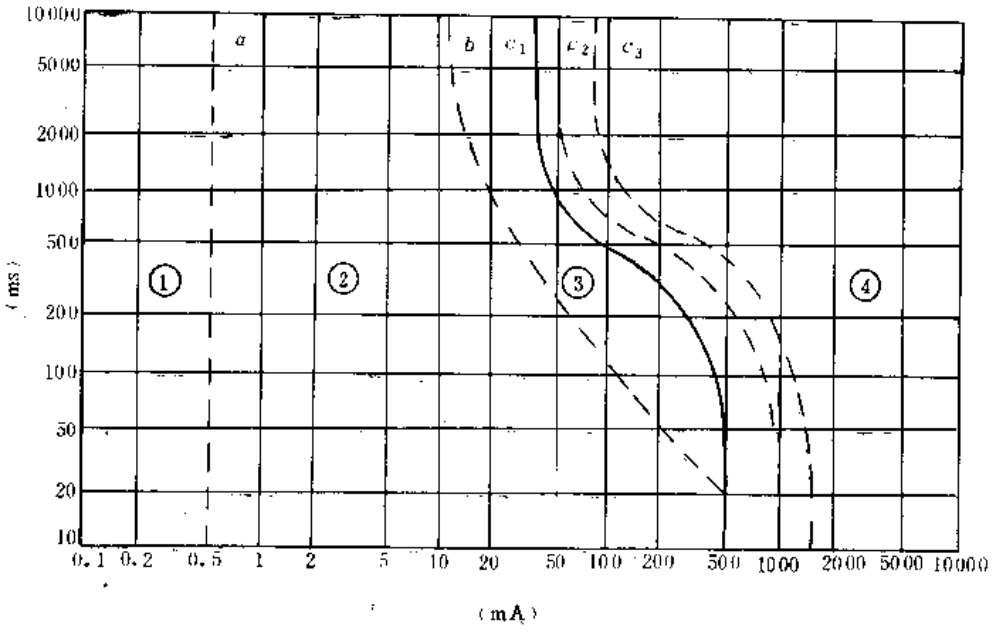



**图 10.5-7**　IEC479—1（84）中的流经人体电流对人体产生影响的电流—时间区域图

在实际安装和设计中，如所用系统或设备是由电力部门供电的，所选用的接地系统要与供电系统相符，同时采取相应的安全防护措施。如系统或设备是由特殊或单独电源供电，接地系统要考虑安全、经济等因素选择，同时也需要采取相应保护措施)。

### 2.2.1　TN系统

TN系统指电源端有一点直接接地，用电设施的外露可导电部分通过保护导体或保护中性导体接到电源端的接地点。TN系统的三种型式见图10.5-8～10。

TN系统的保护措施是：

①外露可导电部分须通过保护导体接地。

②故障时，要求切断设备或系统的供电。保护导体使用中一般不允许中断，但有PEN导体的TN系统例外。在PEN导体中断的同时也切断相导体，则允许PEN导体中断。

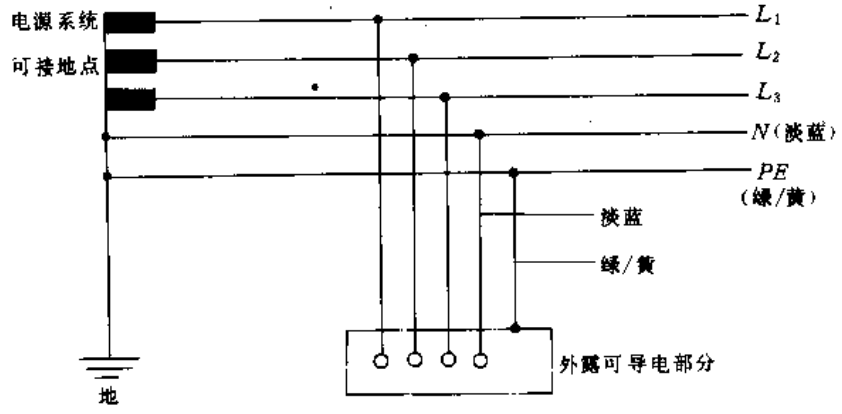



图10.5-8　中性导体与保护导体在系统中是分开的TN系统

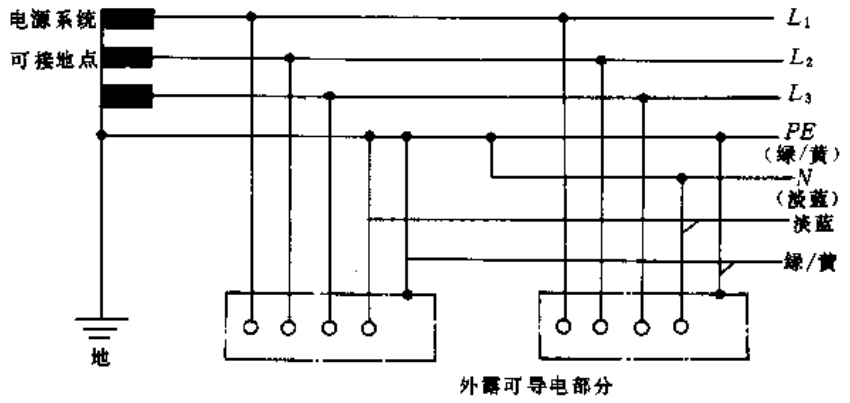



图10.5-9　中性导体和保护导体在系统的一部分中是合一的TN系统

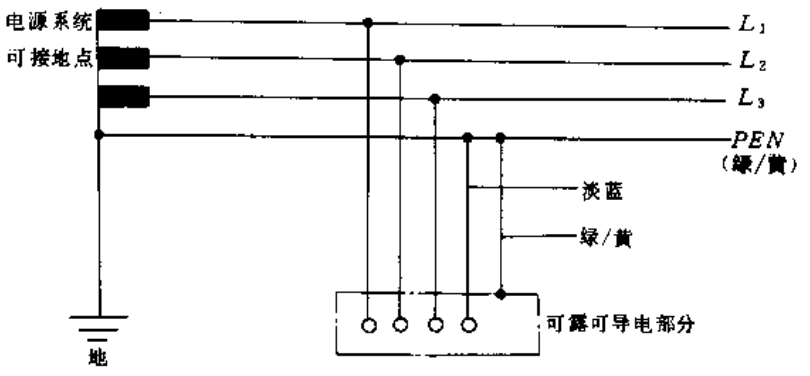



图10.5-10　中性导体和保护导体在整个系统中是合一的TN系统

③可采用过电流保护装置和漏电电流保护，装置实现切断电源的防护。有 PEN 导体的 TN 系统，当 PEN 导体可与相导体同时切断时，方可采用过电流保护装置。

④中性导体的绝缘和安装方式必须与相导体一致。

⑤中性导体采用淡蓝色；保护导体采用绿/黄色；保护中性导体采用绿/黄色；保护中性导体的终端标以兼中性导体的标记。

⑧满足 $Z_s \cdot I_{a1} \leqslant U_0$ 时，即可保证出现故障时，在规定时间内切断电源。

式中　$Z_s$ ——故障回路阻抗；

$I_{a1}$ ——保证保护装置在规定时间内切断电源的动作电流；

$U_0$ ——额定相电压。

如果此条件不能满足，则要作附加等电位联结。

### 2.2.2　TT 系统

指电源系统可接地点（中性点）直接接地，外露可导电部分通过保护导体单个地、成组地或集中接到独立于电源系统接地极的一个或多个接地极上。见图 10.5-11。

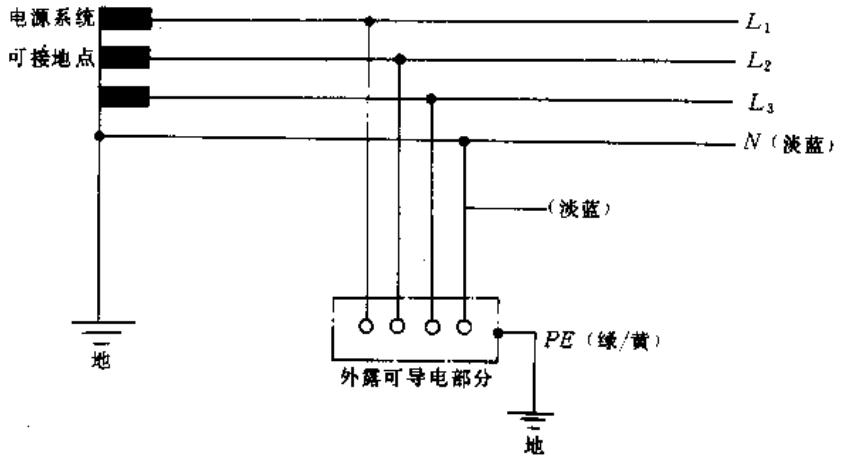



**图 10.5-11**　TT 系统

TT 系统的保护措施基本与 TN 系统的保护措施相同（①～⑤）。TT 系统只有满足 $I_a \cdot R_A \leqslant U$，才可保证故障时能在规定时间内切断电源。

式中　$I_a$ ——保证保护装置在规定时间内切断电源的动作电流；

$U$ ——约定电压极限或预期接触电压；

$R_A$ ——外露可导电部分的接地极电阻。

如此条件不能满足，则要作附加等电位联结。

### 2.2.3　IT 系统

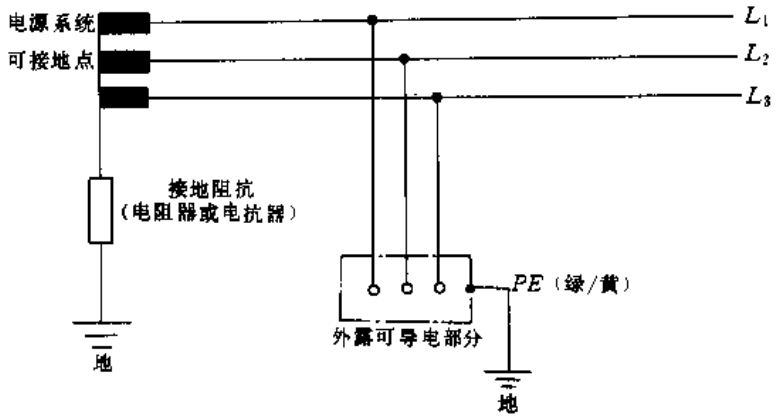



**图 10.5-12**　具有独立接地极的 IT 系统

IT 系统指电源系统可接地点不接地或通过阻抗接地，外露可导电部分单个地、成组地或集中接到一个或多个接地极上。见图 10.5-12～14 示出的 IT 系统的三种型式。

IT 系统的保护措施大体同前述 TN 系统的保护措施①～③相同。对于②所指的故障时切断，有特殊要求。

在IT 系统出现第一次故障时，如果预期接触电压超过约定接触电压极限 $U_L$，保护装置按规定的“电压—时间特性”切断供电；如果预期接触电压不超过 $U_L$ 值，则电气设施可按下述条件继续运行。

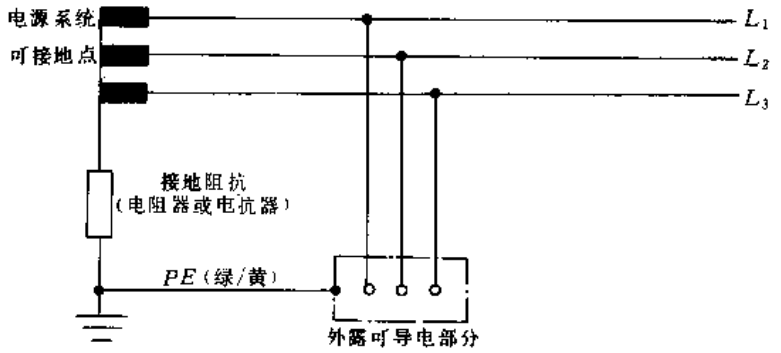



图 10.5-13　具有公共接地极的 IT 系统

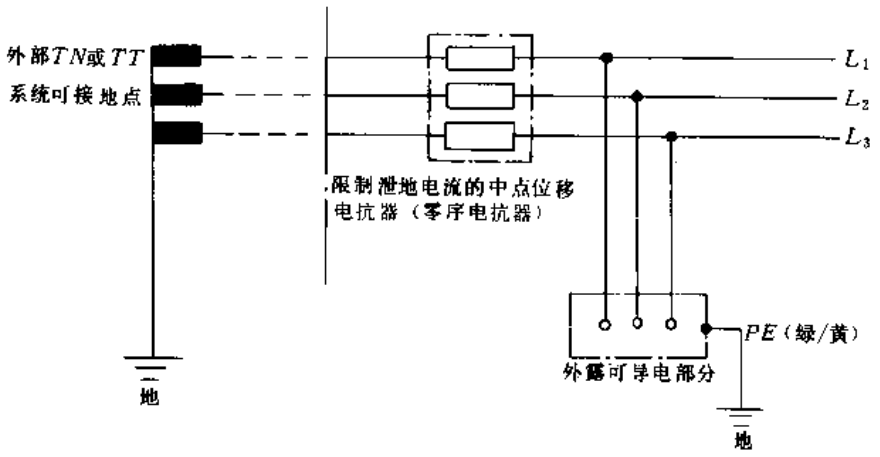



图 10.5-14　使用 TT 或 TN 系统作电源的 IT 系统

①在连续发生故障时，必须具备按有关标准规定的要求切断供电的保护措施；

②必须安装绝缘监测装置或其他相应的保护装置。发生故障时，该装置应能发出可听和/或可见的警告信号，以便迅速排除故障；

③对故障情况下继续运行的设备，应考虑它的火灾危险性，并应符合有关的国家规定。对于移动式设备，当它的外露可导电部分通过保护导体接到电源端接地极时，应在发生第一次故障后，尽快停止运行。

对在发生第一次故障后出现第二次故障的 IT 系统，应具备切断供电的保护措施。

在IT 系统中，用保护导体把所有外露可导电部分接地的总接地电阻 $R_A$ 应符合下式：$I_d \cdot R_A \leqslant U_L$

式中　$I_d$——相导体和外露可导电部分之间出现第一次故障时的故障电流。

$U_L$——约定接触电压极限。

## 2.3　IT 系统中限制故障电流的装置

为保证IT 系统在出现第一次故障时继续运行，就需要限制单相接地电流。这个要求通过如下装置来实现。

（1）中性点接地的电抗器和消弧线圈

电抗器可以只用来限制接地故障电流，或起消弧线圈作用，以补偿单相接地故障下的容性电流。消弧线圈可由一个连接电阻的独立绕组构成。

（2）中性点位移电抗器（零序电抗器）

中性点位移电抗器与三相系统串联使用，可接地点（中性点）接地。该电抗器对负载电流呈现低阻抗，对零序电流呈现高阻抗，以便把可能出现的单相对地故障电流限制在规定值以内。这类电抗器通常用于

1kV 以上的系统。可用这种电抗器代替隔离变压器限制接地故障电流。

上述装置的额定绝缘电压必须是系统的线电压。限制接地故障电流的优选值为：电压为 1kV 及以下的系统中为 10、15、25A；1kV 以上的系统中为 10、15、25、50A。

## 2.4　接地装置和保护导体

接地装置和保护导体的可靠性是实现间接接触防护的重要保证。

(1) 一般要求

接地装置的性能必须满足电气设施的安全和工作要求，根据设施的防护和工作要求，可共用或单独使用接地装置。

接地装置的设计、选择和安装必须满足间接接触防护要求；满足保护装置的正常工作要求；设计、安装的接地和保护导体应满足预定条件下的保护要求和工作要求；应能无危险地承受接地故障电流和泄漏电流，特别是由之引起的热应力，热机应力和机电应力；足够坚固或有附加机械保护以适应可能的外部环境影响；

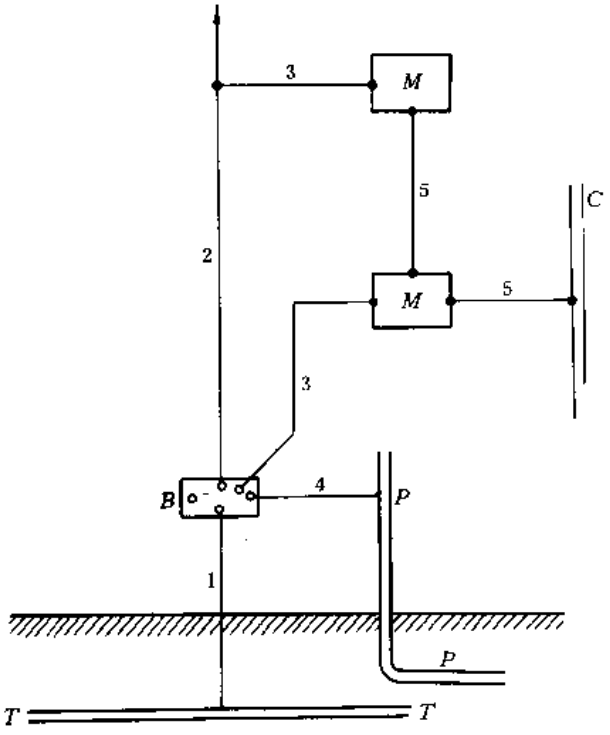



**图 10.5-15**　典型接地装置各部分说明

1—接地导体；2—主保护导体；3—保护导体；4—主等电位联结导体；5—附加等电位联结导体；*T*—接地极；*B*—主接地端子；*M*—外露可导电部分；*C*—外界可导电部分；*P*—主金属水管

接地电阻值符合电气设施的保护要求和工作要求，并连续有效。

必须采取防护措施把对其他金属部分腐蚀的危害限制在最小范围内。

典型的接地装置见图 10.5-15。实际的接地装置不一定包括图 10.5-15 中的所有部分。如采取其他方法能满足接地要求，则不必单独安装接地装置或保护导体。

(2) 接地极，接地导体，主接地端子和主接地排

从接地极的结构型式、材料、截面积、埋置要求、设计要求，接地电阻值的测量对接地极提出了基本要求。

规定了接地导体截面积的确定方法和最小限值，还规定了与接地极的连接要求。

设置主接地端子和主接地排的目的是将保护导体、主等电位联结导体、工作接地导体相互连接。为测量接地装置的电阻值，应在主接地端子或主接地排与接地导体间装设一个能断开的装置。连接点应牢固并保证电气连续性，只有用工具才能将其断开。

(3) 保护导体

保护导体可以是下述导体，多芯电缆中的线芯；与相导体处于同一外壳内的绝缘导体或裸导体；单独的裸导体或绝缘导体；导体或电缆的金属履层，如护套，屏蔽层、铠装层；导体的金属外壳；某些允许使用的金属部件。

保护导体最小截面积要根据能承受可能遭受的过热条件、有足够的机械强度的原则来选择。根据发热确定最小截面积的公式为：

$$A=\frac{K_1\sqrt{I^2t}}{K}$$

式中　$A$ ——截面积 ($mm^2$)；

$I$ ——流过保护装置的故障电流值（交流有效值），(A)；

$t$ ——切断装置的动作时间 (s)；

$K$ ——取决于保护导体、绝缘等材质，及初始和最终温度的因数；

$K_1$ —— 考虑短路过渡过程中暂态电流影响的因数，$t\geqslant 0.2s$ 时 $K_1$ 取 1，$t<0.2s$ 时 $K_1$ 取 1.3。

严酷条件下户外场所电气设施标准的附录给出了 $K$ 值的计算方法。

保持保护导体的电气连续性应采取下述措施：使保护导体免受机械的、化学的损蚀和电动力的影响；保护导体的连接必须便于检查和测试（填充绝缘膏或封装的接头除外）；严禁在保护导体上装开关装置，允许

设置供测试用的只有用工具才能将其断开的连接点；对接地的电气连续性进行电气监测时，不得将动作线圈接入保护导体中；对由外部电源供电的移动式设备的拖曳电缆中的保护导体应进行电气连续性监测；不得将仪器的外露可导电部分作为其他设备的保护导体。

(4) 等电位联结

使各个外露可导电部分和外界可导电部分实际上处于相等电位的电气联结，称为等电位联结。

实行等电位联结是为了降低故障情况下的预期接触电压值，其实质是降低接地电阻值。

主等电位联结就是用保护导体、(主等电位联结导体)与系统中的主保护导体、主接地导体及系统外的主要可导电部分(如主金属水管、金属构架、基础内的钢筋)全部实行电气连接。主等电位联结将使处于等电位联结影响区域内的预期接触电压显著降低。

附加等电位联结是实现故障条件切断的一项附加措施，若电气设施或其中一部分在故障情况下不能满足切断防护要求，应实行附加等电位联结。附加等电位联结是把辅助导体、辅助构件或二者与同时可触及的外露可导电部分（设备框架、外罩、外露电缆铠装层等)连接，或把同时可触及的外露可导电部分连接到外界可导电部分（如梯子、通道等)。

## 3　过电流和故障电流防护

本章规定了过载电流防护和短路电流防护的最低要求、二者的配合以及这些防护与电气设备和导体的配合。

除去某些例外，电气设备和带电导体都必须受到一个或多个保护装置的保护，以便在电流过载和短路时，自动切断电源。

### 3.1　保护装置的性质

根据保护装置的保护能力，可将其分为只防护过载电流的保护装置，只防护短路电流的保护装置或过载和短路电流保护装置三种。

只防护过载电流的保护装置通常具有反时限保护特性，其分断容量可以低于该保护装置安装处的预期短路电流值。

只防护短路电流的装置必须能分断包括预期短路电流在内的最大短路电流。这类保护装置有断路器和熔断器。

能防护过载和短路电流的装置应具有合适的工作电压且能分断保护装置安装处的任何过电流。这类保护装置有断路器、熔断器及带熔断器的断路器。

### 3.2　过载自动切断防护

(1) 使用条件

保护装置应在过载电流对带电导体的绝缘接头、端子或导体周围的物料造成危险之前，分断过载电流。对可能产生过载电流的任何电气设备都必须安装过载保护装置，以便在设备过载时自动切断设备的供电。电气设备和其相关联的电路允许使用同一个过载保护装置。

某些电气设备若供电电源意外中断将会对人、机械电气设备造成更大的危险，过载保护装置不允许安装在这些设备的供电导体中。如：

1) 直流和交流（同步）电动机的激励电路；

2) 起重电磁铁的供电电路；

3) 电流互感器二次电路；

4) 消防水泵和某些排水泵装置；

5) 升降机；

6) 卷扬机；

7) 特殊水泵；

8) 采掘机主传动装置；

9) 某些输送装置；

10) 某些制动电路；

11) 应急灯光和信号装置。

某些承受周期性或循环负载的电动机，不宜安装过载保护装置。

上述特殊设备，可利用设计手段把过载电流限制在一定的持续时间和安全值以内。

(2) 保护装置的额定电流值

选定保护装置的额定值时，不应超过导体的载流量，对电流值可调的保护装置，其额定电流 $I_n$ 即为选定的整定电流值。

如果电气设备由若干电气特性（如材料、安装方法、长度、截面积等（相同的导体并联供电，并且每个并联导体的沿线没有任何支路时，则所有并联导体可由同一个保护装置保护。这时保护装置的额定电流值 $I_n$ 应取各导体载流量之和。

(3) 过载保护装置的安装

过载时，带电导体最易发生故障的位置是在导体截面积减小，导体材料变更、绝缘类型改变或由于安装方法的变化致使导体载流量降低的地方，因此带电导体的保护装置应安装在这些地方。但前述 3.2 (1) 中列举的特殊设备在下述情况下例外。

当载流量较高的导体所使用的过载保护装置能有效地对载流量较低的导体提供保护时，或者在截面减小处或其他改变处，只要满足下列条件之一，保护装置

即可安装在被保护导体沿线的任何位置；

导体沿线没有支路并实行了短路防护措施，导体长度不超过3m和沿线没有支路，并满足下述条件：

1）不安装在易燃物料附近；

2）在预定条件下，其结构可以减少由于故障产生的过载危险；

3）对人不产生危害。

### 3.3 短路自动切断防护

导体及经导体供电的电气设备应安装短路保护装置，在短路电流的热效应和机械效应对导体、接头或电气设备产生危害之前，应自动分断短路电流。预期短路电流值可通过适当的计算、测量法及网络分析器确定。

（1）短路保护装置的特性

保护装置的分断容量的确定应考虑系统电压和保护装置安装处的预期短路电流值等因素。一般不应小于保护装置安装处的预期短路电流值。但个别情况例外。

在电路的任一点出现短路时，由短路引起的全部电流必须在规定的时间内中断。

（2）导体的温度

在实行短路保护时，必须考虑导体在短路持续时间内导体的极限允许温度并计算短路时导体从正常工作最高允许温度到极限允许温度所需的时间$t$。

对于短路持续时间在0.2s到6s的绝缘导体，其极限允许温度为：

聚氯乙烯：　160℃，

普通橡胶、黄蜡布和浸渍纸：200℃，

交联聚乙烯和乙丙橡胶：　250℃；

其他绝缘导体的极限允许温度可参阅有关资料。

对于导体的终端，不管是锡焊的、铜焊的、电焊的，机械夹紧的还是压接的，都必须考虑，故障情况下温度对连接媒质的影响，如某些锡焊合金，不到180℃就软化，导致机械强度降低。故障情况下温度对终端绕包材料的影响也应考虑。

短路持续时间可按下式计算：

$$\sqrt{t}=K\cdot\frac{A}{I}$$

式中　$t$ ——持续时间（s）；

$A$ ——导体截面积（$mm^2$）；

$I$ ——截面积为A的导体流过的短路电流有效值（A）；

$K$——与导体材料、绝缘材料，初始工作温度、极限允许温度等有关的因数。标准给出部分材料的近似K值。

（3）短路保护装置的安装

短路保护装置应安装在导体截面积减少处或任何其他变动会引起短路保护装置特性变动的地方。

在同时满足下列条件时，可省略短路保护装置：

1）安装在变动处供电侧的保护装置，其运行特性对负载侧的导体可提供短路保护的；

2）安装在变动处负载侧的导体长度小于GB 9089给定方法求得的导体长度。

当布线时已采取了措施使短路危险减至最小和布线不靠近可燃物料附近两个条件同时满足时，下述情况可省略保护装置：

1）长度不超过3m的导体；

2）某些测量电路；

3）前述3.2（1）所列举的特殊设备。

### 3.4 过载保护和短路防护的配合

如果根据过载保护的要求确定的过载保护装置的断流容量不小于安装点和预期短路电流值，则可以认为这个保护装置对该点负载侧的短路电流也提供了保护。如果分别由各自的保护装置对过载和短路提供保护，则两套保护装置的特性必须相互配合，以使短路保护装置允许通过的电流容量不超过过载保护装置所能承受的电流容量。