

标准分享网
www.bzfxw.com

机械工程标准手册

基础互换性卷

《机械工程标准手册》编委会 编



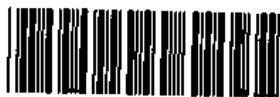
中国标准出版社

机械工程标准手册

超星阅读器提醒
使用本复制品
请尊重相关知识产权!

基础互换性卷

《机械工程标准手册》编委会 编



995549

中国标准出版社

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

图书在版编目 (CIP) 数据

机械工程标准手册. 基础互换性卷 / 《机械工程标准手册》编委会编. —北京: 中国标准出版社, 2001. 5
ISBN 7-5066-2374-9

I. 机… II. 机… III. ①机械工程-标准-中国-手册
②互换性-标准-中国-手册 IV. TH-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 00852 号

中国标准出版社出版

北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码: 100045

电 话: 68523946 68517540

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 28 $\frac{1}{2}$ 插页 1 字数 656 千字

2001 年 9 月第一版 2001 年 9 月第一次印刷

*

印数 1—2 500 定价 80.00 元

*

网址 www.bzeps.com

*

科目 581—536

ISBN 7-5066-2374-9



9 787506 623742 >

版权专有 侵权必究
举报电话: (010)68533533

《机械工程标准手册》编委会

主任 汪 恺

副主任 王建中 杨晓蔚 黄 雪

主 审 余庭和 顾尚劲 刘巽尔 李 洪

编 委 (按姓氏笔画为序)

丁卫平	王东岳	王曼宁	方效良	毛曙光
尹则璞	刘新德	许发樾	孙国光	朴东光
曲言诚	安 珣	杨东拜	张元国	张长伍
张民安	张启明	张明圣	张咸胜	李安民
李邦协	李晓滨	李维荣	李榆生	陈光权
陈明良	陈俊宝	武 榕	林江海	胡觉凡
孟祥宾	明翠新	金世燕	查国兵	赵占京
高天真	郭 汀	段 方	段 炼	秦书安
贾洪艳	梁丰收	郭宝霞	葛晨光	薛恒明

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

《机械工程标准手册》编辑部

主任 段 炼

副主任 段 方

成 员 (按姓氏笔画为序)

易 彤 郭 丹 黄 栩 黄 辉 韩基新

《机械工程标准手册 基础互换性卷》

编写委员会

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

主 编 刘巽尔

主 审 汪 恺

编写人 刘巽尔 汪 恺 段 炼

陈月祥 卓兴仁

前言

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

标准化是实现社会化、集约化生产的重要技术基础,是加快技术进步、推进技术创新、加强科学管理、提高产品质量的重要保证,是协调社会经济活动、规范市场秩序、联结国内外市场的重要手段。在企业的经营活动中推行标准化,贯彻实施标准,对提高企业管理水平和产品质量,降低成本,提高效率,增强竞争能力,具有十分重要的意义。

回顾我国机械工业标准化工作的发展历程,成就斐然。特别是在“九五”期间,标准制修订速度不断加快,标准数量不断增加,采标比例不断上升,技术水平不断提高。然而,面对品种繁多、内容浩瀚、新旧版本不一的标准文本,使用者如何快速、准确、系统、全面地了解、掌握和应用,已成为标准贯彻实施工作中亟待解决的难题。鉴于此,我们编委会组织行业技术力量编纂了这套大型丛书《机械工程标准手册》,旨在为繁荣经济、振兴机械工业、提高产品质量服务。

本手册由机械基础、零部件、工艺技术和通用产品四部分构成,每部分由若干卷组成。手册从满足现代设计、生产和使用的实际需要出发,对现行国家标准、行业标准,以及尚未转化的国际标准、国外先进标准的技术内容进行了系统提炼和有机整合,集中

反映了我国机械工业标准化和国际标准化的最新成果。手册以定量介绍为主,注重结论性技术内容的优选和资料的可查性;根据实际工作的需求,对标准应用的难点和要点进行了扼要的表述,强调对实际工作的指导性。手册内容力求“科学、准确、简明、实用”,在深度和广度上充分满足各专业对标准的需求,是广大工程技术人员的必备工具书。

本手册由 200 多名长期从事机械工业标准化工作的专家、学者编写而成。在实际工作中,他们掌握了本专业标准的第一手资料,具有丰富的专业知识和较高的编写水平,这为保证手册的时效性、实用性、系统性和权威性奠定了重要基础。

在《机械工程标准手册》的策划和编写过程中,得到了许多单位和有关人员的大力支持,在此表示衷心感谢。由于编写水平所限,错误与疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

《机械工程标准手册》编委会

2000 年 12 月

使用本复制品
请尊重相关知识产权!

出版说明

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

《机械工程标准手册》是我社组织编写和出版的大型科技丛书。本书是《机械工程标准手册》丛书机械基础部分中的一卷，由极限与配合、圆锥公差与配合、形状和位置公差、公差原则、形状和位置误差检测、表面特征六篇 36 章组成。全书共涉及国家标准 44 项，行业标准 3 项。

本书在编写原则和形式上，主要体现以下几点：

1. **选材范围** 选材取自截至本书出版日期之前发布的现行国家标准、行业标准，尚未转化的最新国际标准和有代表性的国外先进标准，以及标准修改通知单等。

2. **叙述形式** 对所述内容尽量采用图表和公式的形式表示。当书中的章或节涉及某一标准时，则在该章或节的文字叙述中指出相应的标准编号和标准名称。

3. **标准编号** 标准的属性及编号均以国家和行业公布的最新结果为准，如强制性国家标准代号为 GB，推荐性国家标准代号为 GB/T，标准的年号采用四位数。对于原国家标准调整为行业标准且未出版正式文本的，均采用新的编号。

4. **目录和索引** 目录的编排是根据标准体系和专业特点而设置的，层次分为篇、章、节等。章的编号在书中连续，不受篇的限制。考虑到不同读者的需求，在书后给出了根据本书涉及的所有标准而编排的索引。索引包括标准编号、标准名称和所在章节的编号。如章节号 2-3 表示在本卷的第 2 章第 3 节。

5. **各部分的衔接** 在注重标准体系完整性的同时，本卷尽可能不涉及其他卷的技术内容。为了节省篇幅，避免重复，在篇与篇、章与章之间，采用参见的方式，引导读者参阅其他有关内容。

6. **数据** 所有符号、数据、公式和插图等均来源于标准,忠实于标准,并根据标准内容修改信息给予及时的修改和补充。

7. **术语** 采用国家标准和行业标准中规定的术语,并尽量与全国科学技术名词审定委员会公布的最新结果相一致。

8. **量与单位** 量和单位符合 GB 3100~3102-1993 的规定,使用国家法定计量单位。遇有特殊情况,则以注的形式说明。

《机械工程标准手册》编辑部

2000年12月





前言	
出版说明	
概论	1

第一篇 极限与配合

第1章 基础

1 术语及定义	9
2 公差、偏差和配合的基本规定	12
2.1 代号	12
2.2 表示方法	15
2.3 注公差尺寸的解释	15
2.4 配合分类	15
2.5 基准温度	16
3 标准公差和基本偏差的数值	16
3.1 基本尺寸至 3150mm 的标准公差	16
3.2 基本尺寸至 3150mm 的基本偏差	16
3.3 基本尺寸大于 3150 至 10000mm 的标准公差和基本偏差	18

第2章 孔、轴的极限偏差数值

1 孔的极限偏差	19
2 轴的极限偏差	40
3 说明	61

第3章 公差带和配合的选择

1 公差带的选择	62
1.1 孔公差带	62
1.2 轴公差带	63

2 配合的选择	63
2.1 基本尺寸至 500mm 的配合	63
2.2 基本尺寸大于 500 至 3150mm 的配合	70
2.3 基本尺寸大于 500mm 的配制配合	70

第4章 尺寸至 18mm 的孔、轴公差带

1 孔公差带	71
2 轴公差带	71

第5章 一般公差

1 总则	79
2 一般公差的概念	79
3 一般公差的作用	79
4 适用范围	79
5 一般公差的公差等级和极限偏差数值	80
5.1 线性尺寸	80
5.2 角度尺寸	80
6 一般公差的图样表示法	80
7 判定	80

第6章 光滑工件尺寸的检验

1 用光滑极限量规检验	81
1.1 总则	81
1.2 公差	81
1.3 技术要求	83
1.4 标志与包装	83
1.5 实例	83
2 用普通计量器具检验	84

2.1 总则	84	5 计算公式	104
2.2 验收极限	84	6 系数 e 与 k 的取值	105
2.3 计量器具的选择	86	6.1 组成环的分布及其系数	105
2.4 仲裁	86	6.2 封闭环的分布及其系数	105
2.5 实例	86	7 达到装配尺寸链封闭环公差要求的方法	105
第7章 过盈配合的计算和选用		7.1 互换法	105
1 术语及定义	88	7.2 分组法	105
2 符号	89	7.3 修配法	105
3 计算和选用	89	7.4 调整法	105
3.1 计算基础	89	8 实例	106
3.2 计算公式	90	第9章 统计尺寸公差	
3.3 配合的选择	91	1 术语及定义	110
3.4 校核计算	93	2 实际尺寸概率分布特性的方案	111
3.5 包容件的外径扩大量和被包容件的内径缩小量计算	93	3 统计尺寸公差在图样上的标注	111
4 常用材料的摩擦系数、弹性模量、泊松比和线膨胀系数	93	4 统计尺寸公差在孔、轴配合中的应用	112
5 实例	94	4.1 对孔、轴实际尺寸概率分布特性要求的规定	112
5.1 已知条件	94	4.2 统计配合公差的简化计算	112
5.2 计算步骤和结果	94	4.3 应用举例	113
5.3 选择配合的步骤和结果	95	第二篇 圆锥公差与配合	
5.4 校核计算	96	第10章 圆锥公差	
5.5 计算包容件的外径扩大量和被包容件的内径缩小量	96	1 术语及定义	117
6 实现过盈联结的一般要求	96	2 圆锥公差的项目和给定方法	119
6.1 结构要求	96	2.1 圆锥公差的项目	119
6.2 联结前的准备工作	97	2.2 圆锥公差的给定方法	119
6.3 纵向过盈联结的装配	97	3 圆锥公差数值	
6.4 横向过盈联结的装配	97	3.1 圆锥直径公差 T_D	119
第8章 尺寸链的计算方法		3.2 给定截面圆锥直径公差 T_{Ds}	119
1 术语及定义	99	3.3 圆锥角公差 AT	119
2 尺寸链的形式	100	3.4 圆锥角的极限偏差	120
3 计算参数	101	3.5 圆锥的形状公差	120
4 符号	102	3.6 圆锥直径公差所能限制的最大圆锥角误差	121
4.1 尺寸链图符号	102	4 圆锥的尺寸和公差注法	122
4.2 环的特征符号	102		
4.3 计算参数符号	103		

- 4.1 圆锥的尺寸注法 122
4.2 圆锥的公差注法 124

第11章 圆锥配合

- 1 圆锥配合及其类型 130
1.1 结构型圆锥配合 130
1.2 位移型圆锥配合 130
2 术语及定义 131
3 圆锥配合的一般规定 132
4 圆锥角偏差对圆锥配合的影响 132
5 圆锥轴向极限偏差的计算 133
5.1 圆锥轴向极限偏差的概念 133
5.2 圆锥轴向极限偏差的计算公式
..... 134
6 基准平面间极限初始位置和极限终止
位置的计算 134
6.1 基准平面间极限初始位置的计算
..... 134
6.2 基准平面间极限终止位置的计算
..... 135

第12章 圆锥过盈配合的计算和选用

- 1 符号 136
2 圆锥过盈联结的特点、型
式及用途 136
2.1 圆锥过盈联结的特点 136
2.2 圆锥过盈联结的型式及用途 136
3 计算方法与公式 137
3.1 计算基础与假定条件 137
3.2 计算要点 137
3.3 计算公式 137
4 配合的选用和验算 138
5 实例 141
5.1 已知条件 141
5.2 计算步骤和结果 141
5.3 选择配合的步骤和结果 143
5.4 采用油压装拆参数的计算步骤和
结果 143
5.5 校核计算 144

- 5.6 计算包容件外径扩大量 144
6 实现圆锥过盈联结的一般要求 144
6.1 结构要求 144
6.2 对结合面的精度要求 145
6.3 压力油的选择 145
6.4 装配和拆卸 145

第13章 锥角与棱体

- 1 锥度与锥角系列 146
2 棱体的角度与斜度系列 147

第三篇 形状和位置公差

第14章 形位公差的术语及定义

第15章 形位公差表示法

- 1 形位公差的分类与符号 156
1.1 形位公差的分类 156
1.2 形位公差的符号 156
1.3 形位公差的标注符号及附加符号
..... 156
1.4 形位公差值后的限制符号 157
2 形位公差框格标注法 157
2.1 公差框格表示法 157
2.2 被测要素的标注方法 157
2.3 基准要素的标注方法 158
2.4 基准目标的表示方法 159
2.5 形位公差的特殊表示法 160
3 简化表示法 161
4 今后不允许出现的表示方法 162

第16章 形位公差带

- 1 公差带形式 164
2 形位公差的公差带 165
2.1 形状公差带 165
2.2 形状或位置公差带 166
2.3 位置公差带 167
3 最小条件 179
3.1 直线度最小条件示例 179

- 3.2 平面度最小条件示例 179
- 3.3 圆度最小条件示例 180
- 3.4 圆柱度最小条件示例 180
- 3.5 平行度最小条件示例 180

第 17 章 延伸公差带和非刚性零件表示法

- 1 延伸公差带及其表示法 181
 - 1.1 一般控制方法造成装配时的干涉状况 181
 - 1.2 延伸公差带保证顺利装配 182
 - 1.3 延伸公差带的形式 182
- 2 非刚性零件表示法 183
 - 2.1 有关术语及解释 183
 - 2.2 图样表示法 183
 - 2.3 标注示例 183

第 18 章 形位公差的公差值

- 1 未注公差值 184
 - 1.1 基本概念 184
 - 1.2 形位公差未注公差值 184
 - 1.3 未注公差值的示例解释 185
 - 1.4 各项目未注公差值的规定及相互间的关系 189
- 2 注出公差值 190
 - 2.1 注出公差值的数值系列 190
 - 2.2 公差值的选用原则 194
 - 2.3 常用加工方法能达到的各项目公差值 194
 - 2.4 各项目公差等级的应用示例 196

第 19 章 综合示例

第四篇 公差原则

第 20 章 公差原则的术语及定义

- 1 尺寸 207
- 2 状态 208
- 3 边界 208
- 4 示例 208

第 21 章 独立原则

- 1 尺寸公差 211
 - 1.1 线性尺寸公差 211
 - 1.2 角度公差 211
- 2 形状和位置公差 211

第 22 章 相关要求

- 1 包容要求 213
- 2 最大实体要求 214
 - 2.1 图样标注 214
 - 2.2 最大实体要求应用于被测要素 214
 - 2.3 最大实体要求应用于基准要素 216
- 3 最小实体要求 218
 - 3.1 图样标注 218
 - 3.2 最小实体要求应用于被测要素 219
 - 3.3 最小实体要求应用于基准要素 220
- 4 可逆要求 222
 - 4.1 可逆要求用于最大实体要求(可逆的最大实体要求) 222
 - 4.2 可逆要求用于最小实体要求(可逆的最小实体要求) 223

第五篇 形状和位置误差检测

第 23 章 形状和位置误差检测的规定

- 1 一般规定 227
- 2 形状误差及其评定 229
 - 2.1 形状误差 229
 - 2.2 最小条件 229
- 3 位置误差及其评定 230
 - 3.1 定向误差 230
 - 3.2 定位误差 230
 - 3.3 跳动 231
- 4 最小区域与定向最小区域判别法 231
- 5 基准的建立和体现 235

5.1 基准的建立	235	3.2 三测点圆度测量的原理及测量 方程	360
5.2 三基面体系的建立	238	3.3 测量传感器位置角的选择原则	361
5.3 基准的体现	239	3.4 三测点法仪器精度评定用标准件	361
5.4 三基面体系的体现	242	3.5 计算示例	361
6 仲裁	243		
7 检测方案	243		
第 24 章 直线度误差检测		第 27 章 同轴度误差检测	
1 术语及定义	297	1 术语及定义	363
2 评定方法	298	2 检测方法	363
3 检测方法	301	3 基准轴线的体现方法	366
3.1 检测方法分类	301	4 数据处理	367
3.2 测量原理和测量步骤	301	4.1 基准轴线的确定	367
4 数据处理	310	4.2 实际被测轴线的确定	368
5 仲裁	319	4.3 同轴度误差值的计算	369
		5 仲裁	369
第 25 章 平面度误差检测		第 28 章 功能量规	
1 术语及定义	320	1 术语及定义	370
2 评定方法	320	2 功能量规的型式	371
3 测量方法	321	3 代号	371
3.1 测量方法分类	321	4 一般规定	372
3.2 测量布点形式	322	5 检验方式	372
3.3 测量原理和测量步骤	324	6 功能量规工作部位的尺寸、形状、方向 和位置	372
4 数据处理	330	7 功能量规的公差	372
4.1 测量示值转换成坐标值	330	7.1 尺寸公差带位置	372
4.2 平面度误差值的评定	333	7.2 公差值	374
5 仲裁	338	8 功能量规的技术要求	379
		9 功能量规工作部位尺寸的计算示例	380
第 26 章 圆度误差测量			
1 两点、三点法	339	第六篇 表面结构	
1.1 术语及定义	339	第 29 章 表面结构的术语、定义及其参数	
1.2 测量方法的代号	340	1 一般术语	387
1.3 测量方法	341	2 几何参数的术语	388
1.4 测量条件	344	3 表面轮廓参数	389
2 半径变化量测量	345		
2.1 术语、定义及参数	345		
2.2 圆度误差的半径变化量测量	348		
3 三测点法及其仪器的精度评定	359		
3.1 术语、代号	359		

- 3.1 幅度参数(峰和谷) 389
- 3.2 幅度参数(纵坐标平均值) 391
- 3.3 间距参数 391
- 3.4 混合参数 392
- 3.5 曲线和相关参数 392
- 4 计算机上字母符号的应用 393
- 5 GB/T 3505—2000与GB/T 3505—1983
基本术语和参数符号的比较 393

第30章 表面粗糙度的评定参数及其数值

- 1 评定表面粗糙度的参数 394
- 2 表面粗糙度评定参数的数值系列... 394
- 3 取样长度的数值和选用 395
- 4 规定表面粗糙度要求的一般规则... 395

第31章 表面粗糙度的表示方法

- 1 表面粗糙度符号、代号 396
 - 1.1 符号 396
 - 1.2 代号 397
- 2 参数及有关内容的标注方法 397
 - 2.1 高度参数的标注方法 397
 - 2.2 间距参数、形状参数及取
样长度的标注方法 398
 - 2.3 加工纹理方向标注方法 399
 - 2.4 加工余量、加工方法及表面
处理的标注方法 400
- 3 表面粗糙度代号在图样上的标注方法
..... 401
 - 3.1 标注的规定 401
 - 3.2 简化表示法 403
 - 3.3 标注示例 404

第32章 木制件的表面粗糙度参数及其数值

- 1 评定木制件表面粗糙度的参数 407
- 2 木制件表面粗糙度评定参数的数值系
列 407
- 3 取样长度的数值和选用 407
- 4 规定木制件表面粗糙度要求的一般规
则 407

- 5 评定木制件表面粗糙度的 R_{pv} 参数和数
值 408
- 6 不同加工方法不同材质的木制件所
能达到的粗糙度数值范围 408

第33章 表面缺陷的术语

- 1 一般术语与定义 411
- 2 表面缺陷大小特性的术语与定义... 411
- 3 表面缺陷参数的术语与定义 411
- 4 表面缺陷类型的术语与定义 412

第34章 表面波纹度的词汇

- 1 表面、轮廓和基准的术语 418
- 2 表面波纹度参数术语 420

第35章 表面粗糙度比较样块

- 1 铸造表面 423
 - 1.1 制造方法 423
 - 1.2 表面特征 423
 - 1.3 分类及表面粗糙度参数 423
 - 1.4 粗糙度的评定方法 424
 - 1.5 结构与尺寸 424
 - 1.6 标志 425
- 2 磨、车、镗、铣、插及刨加工表面 425
 - 2.1 制造方法 425
 - 2.2 表面特征 425
 - 2.3 分类及粗糙度参数 425
 - 2.4 粗糙度的评定 425
 - 2.5 结构与尺寸 426
 - 2.6 加工纹理 426
 - 2.7 标志 426
- 3 电火花加工表面 427
 - 3.1 制造方法 427
 - 3.2 表面特征 427
 - 3.3 表面粗糙度参数及其数值 427
 - 3.4 样块表面粗糙度的评定 427
 - 3.5 结构与尺寸 427
 - 3.6 标志 427
- 4 抛光加工表面 427



4.1	制造方法	427
4.2	表面特征	427
4.3	表面粗糙度参数及其数值	428
4.4	样块表面粗糙度的评定	428
4.5	结构与尺寸	428
4.6	加工纹理	428
4.7	标志	428
5	抛(喷)丸、喷砂加工表面	428
5.1	制造方法	428
5.2	表面特征	429
5.3	样块的分类及表面粗糙度参数	429
5.4	表面粗糙度的评定	429
5.5	结构尺寸	430
5.6	标志与包装	430
6	木制件表面	430
6.1	制造方法	430
6.2	表面特征	430
6.3	分类及表面粗糙度参数	430

6.4	粗糙度的评定	430
6.5	结构与尺寸	431
6.6	标志	431

第36章 轮廓法评定表面结构的规则和方法

1	参数测定	432
2	测得值与公差极限值相比较的规则	432
3	参数评定	433
3.1	概述	433
3.2	粗糙度轮廓参数	433
4	用触针式仪器检验的规则和方法	433
4.1	粗糙度轮廓参数测量中确定截止波长的基本原则	433
4.2	粗糙度轮廓参数的测量	433
5	粗糙度检验的简化程序	435
	标准索引	436
	主要参考文献	437

超星浏览器提醒您：
 禁止本复制品
 侵犯知识产权！

概 论

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

为了满足机械零件的功能要求,必须在设计时规定其各种几何要素的精度,并在设计图样上用规定的方法加以标明,在检验时采用适当的方法对完工的工件进行检测,并采用相应的误差值的评定方法,确定其合格性。在现代化、大规模、专业化生产的条件下,为了广泛地实现互换性,应该按照简化、选优、协调和统一的原则对零件的几何精度及其检测方法予以标准化。

最基本的精度要求,包括尺寸精度、形状和位置精度和表面结构精度(包括表面粗糙度、表面波纹度和表面缺陷)。这些精度要求的标准,通常称为基础互换性标准。

我国的基础互换性国家标准是从1959年开始制定的。由于受历史条件的限制,当时国家标准的制定遵循了采用原苏联国家标准(ГОСТ)的原则。经过近20年的发展,初步建立了一批基础性的国家标准。20世纪70年代末,在改革开放政策的指导下,我国的标准化工作进入了一个新的阶段,即遵循“积极采用国际标准和国外先进标准”的原则,并先后成立了“公差与配合”、“形状和位置公差”等标准化技术委员会与ISO/TC3和ISO/TC10/SC5相对应地开展工作并开始了对原有以原苏联国家标准为基础的国家标准的全面修订工作。与此同时,制定了一系列新的国家标准,从而使机械工业国家标准基本满足了我国的生产发展和参与国际技术与贸易交流的需要。

进入20世纪90年代,随着国际标准化研究工作的进展,我国又对国家标准进行了一次全面的审定和修订,以便与国际标准更好地衔接,并体现我国标准化研究的最新成果。1999年,考虑到国际标准化组织的变动,在公差与配合、形状和位置公差两标准化技术委员会的基础上,重新组建了“全国产品尺寸和几何技术规范标准化技术委员会”统一负责机械产品的尺寸、形状和位置以及表面结构(形貌)的精度及其检测的标准化工作,以协调各相关基础互换性标准间的关系,并与由ISO/TC3、ISO/TC10/SC5和ISO/TC57重组成立的ISO/TC213对口工作。

《机械工程标准手册 基础互换性卷》主要介绍线性尺寸(圆柱)的极限与配合、角度尺寸和锥度的极限与圆锥配合、形状和位置公差、尺寸公差与形位公差的关系(公差原则)、形状和位置误差的检测以及表面结构等基础性的有关国家标准。它们都是在机械零件的几何精度设计、制造和检测的实际工作中应用最为广泛的国家标准,也是其他结构要素和传动要素(如螺纹、花键、齿轮等)精度标准的基础。因此,熟练掌握基础互换性国家标准,对于机械科学研究和工程技术人员都是极为重要的。

本卷以现行国家标准为主要依据,不仅包含了相应标准的全部技术内容,而且以简洁的形式予以表达,实现便于查阅的目的。同时,给出了必要的说明和应用实例,作为标准应用的指导和参考。

本卷述及的共 47 项国家(行业)标准的名称、编号、实施日期、以及采用相应国际标准的情况如表 1~表 4 所列。

表 1 线性尺寸(圆柱)的极限与配合标准(第一篇)

序号	中国标准	国际标准	采用情况
1	GB/T 1800.1—1997 极限与配合 基础 第 1 部分:词汇 (1997 年 7 月 1 日实施)	ISO 286-1:1988 ISO 极限与配合制 第 1 部分:公差、偏差和配合的基础(第 4 章)	非等效采用
2	GB/T 1800.2—1998 极限与配合 基础 第 2 部分:公差、偏差和配合的基本规定 (1999 年 7 月 1 日实施)	ISO 286-1:1988 ISO 极限与配合制 第 1 部分:公差、偏差和配合的基础(第 5~7 章)	等效采用
3	GB/T 1800.3—1998 极限与配合 基础 第 3 部分:标准公差和基本偏差数值表 (1999 年 7 月 1 日实施)	ISO 286-1:1988 ISO 极限与配合制 第 1 部分:公差、偏差和配合的基础(第 8、9 章及附录 A、B)	等效采用
4	GB/T 1800.4—1999 极限与配合 标准公差等级和孔、轴的极限偏差表 (2000 年 3 月 1 日实施)	ISO 286-2:1988 ISO 极限与配合制 第 2 部分:标准公差等级和孔、轴极限偏差表	等效采用
5	GB/T 1801—1999 极限与配合 公差带和配合的选择 (2000 年 3 月 1 日实施)	ISO 1829:1975 一般用途公差带的选择	等效采用
6	GB/T 1803—1979 公差与配合 尺寸至 18mm 孔、轴公差带 (1980 年 7 月 1 日实施)		无国际标准
7	GB/T 1804—2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差 (2000 年 12 月 1 日实施)	ISO 2768-1:1989 一般公差 第 1 部分:未注出公差的线性和角度尺寸的公差	等效采用
8	GB/T 1957—1981 光滑极限量规 (1982 年 8 月 1 日实施)	ISO/R 1938:1971 ISO 极限与配合制 第 2 部分:光滑工件的检验(第 3 章)	非等效采用
9	GB/T 3177—1997 光滑工件尺寸的检验 (1997 年 9 月 1 日实施)	ISO/DIS 1938-3 光滑工件尺寸的检验 第 3 部分:使用车间计量器具检验指南	非等效采用
10	GB/T 5371—1985 过盈配合的计算和选择 (1986 年 7 月 1 日实施)		无国际标准

续表 1

序号	中国标准	国际标准	采用情况
11	GB/T 5847—1986 尺寸链 计算方法 (1986年10月1日实施)		无国际标准
12	JB/T 9184—1999 统计尺寸公差 (2000年1月1日实施)		无国际标准

表 2 锥度公差和圆锥配合标准(第二篇)

序号	中国标准	国际标准	采用情况
1	GB/T 157—1989 锥度与锥角系列 (1990年1月1日实施)	ISO 1119—1975 锥度与锥角系列	等效采用
2	GB/T 4096—1983 棱体的角度与斜度系列 (1985年1月1日实施)	ISO 2538—1974 极限与配合——楔和棱的角度与斜度系列	非等效采用
3	GB/T 11334—1989 圆锥公差 (1990年1月1日实施)	ISO 1947—1973 圆锥公差制——用于 $C=1:3$ 至 $1:500$ 、长度 6 至 630mm 的圆锥工件	非等效采用
4	GB/T 12360—1990 圆锥配合 (1991年5月1日实施)	ISO 5166:1982 锥度 $C=1:3$ 至 $1:500$ 、长度从 6 至 630mm、直径至 500mm 圆锥配合制	等效采用
5	GB/T 15754—1995 技术制图 圆锥的尺寸和公差注法 (1996年7月1日实施)	ISO 3040 技术制图 锥体的尺寸和公差注法	等效采用
6	GB/T 15755—1995 圆锥过盈配合的计算和选用 (1996年7月1日实施)		无国际标准

表 3 形状和位置公差及误差检测标准(第三、四、五篇)

序号	中国标准	国际标准	采用情况
1	GB/T 1182—1996 形状和位置公差 通则、定义、符号和图样表示法 (1997年7月1日实施)	ISO 1101:1996 技术制图 几何公差 形状、定向、定位及跳动公差 通则、定义、符号及图样表示法	等效采用
2	GB/T 1184—1996 形状和位置公差 未注公差值 (1997年7月1日实施)	ISO 2768-2:1989 一般公差 第2部分 未注几何公差	等效采用
3	GB/T 1958—1980 形状和位置公差 检测规定 (1981年7月1日实施)	ISO/TR 5460:1985 技术制图 几何公差 形状、定向、定位和跳动公差 检测原则和方法 指南	参照采用

续表 3

序号	中国标准	国际标准	采用情况
4	GB/T 4249—1996 公差原则 1997年7月1日实施	ISO 8015:1985 公差标注的基本原则	等效采用
5	GB/T 4380—1984 确定圆度误差的方法 两点三点法 (1985年3月1日实施)	ISO 4292:1985 圆度误差评定法 两点法和三点法测量	参照采用
6	GB/T 7234—1987 圆度测量 术语、定义及参数 (1988年1月1日实施)	ISO 6318:1985 圆度测量 圆度的术语、定义和参数	等效采用
7	GB/T 7235—1987 评定圆度误差的方法 半径变化量测量 (1988年1月1日实施)	ISO 4291:1985 圆度误差评定法 半径变化量的测量	参照采用
8	GB/T 8069—1998 功能量规 (1999年7月1日实施)		无国际标准
9	GB/T 11336—1989 直线度误差检测 (1990年1月1日实施)		无国际标准
10	GB/T 11337—1989 平面度误差检测 (1990年1月1日实施)		无国际标准
11	GB/T 13319—1991 形状和位置公差 位置度公差 (1992年10月1日实施)	ISO 5458:1987 技术制图 几何公差 位置度公差注法	参照采用
12	GB/T 16671—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 (1997年7月1日实施)	ISO/DIS 2692:1996 技术制图 几何公差 最大实体要求、最小实体要求和可逆要求	等效采用
13	GB/T 16892—1997 形状和位置公差 非刚性零件注法 (1998年1月1日实施)	ISO 10579:1993 技术制图 尺寸和公差表示法 非刚性零件	等效采用
14	GB/T 17773—1999 形状和位置公差 延伸公差带 (1999年1月1日实施)	ISO 10578:1992 技术制图 定向定位公差带投影的公差带	等效采用
15	JB/T 5996—1992 圆度测量 三测点法及仪器的精度评定 (1993年7月1日实施)		无国际标准
16	JB/T 7557—1994 同轴度误差检测 (1995年10月1日实施)		无国际标准

国际标准
提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

表 4 表面结构标准(第六篇)

序号	中国标准	国际标准	采用情况
1	GB/T 131—1993 机械制图 表面粗糙度符号、代号及其注法 (1994年7月1日实施)	ISO 1302:1992 技术制图 标注表面特征的方法	等效采用
2	GB/T 1031—1995 表面粗糙度 参数及其数值 (1996年7月1日实施)	ISO 468:1982 表面粗糙度 参数及其数值和给定要求的通则	非等效采用
3	GB/T 3505—2000 产品几何技术规范 表面结构 轮廓法 表面结构的术语、定义及参数 (2000年12月1日实施)	ISO 4287:1997 产品几何技术规范(GPS)——表面结构:轮廓法术语、定义和表面结构参数	等效采用
4	GB/T 6060.1—1997 表面粗糙度比较样块 铸造表面 (1998年7月1日实施)	ISO 2632/Ⅲ:1979 表面粗糙度比较样块 第三部分:铸造表面	等效采用
5	GB/T 6060.2—1985 表面粗糙度比较样块 磨、车、镗、铣、插及刨加工表面 (1986年3月1日实施)	ISO 2632/Ⅰ:1975 表面粗糙度比较样块 第1部分:磨、车、镗、铣、插及刨加工表面	非等效采用
6	GB/T 6060.3—1986 表面粗糙度比较样块 电火花加工表面 (1987年4月1日实施)	ISO 2630/Ⅰ:1977 表面粗糙度比较样块 第2部分:电火花加工、喷丸、喷砂和抛光(电火花加工部分)	等效采用
7	GB/T 6060.4—1988 表面粗糙度比较样块 抛光加工表面 (1989年1月1日实施)	ISO 2632/Ⅰ:1985 表面粗糙度比较样块 第二部分:电火花加工、喷丸、喷砂和抛光(抛光部分)	非等效采用
8	GB/T 6060.5—1988 表面粗糙度比较样块 抛(喷)丸、喷砂加工表面 (1989年1月1日实施)	ISO 2632/Ⅱ:1985 表面粗糙度比较样块 第二部分:电火花加工、喷丸、喷砂和抛光(喷丸、喷砂部分)	非等效采用
9	GB/T 10610—1998 产品几何技术规范 表面结构 轮廓法评定表面结构的规则和方法 (1999年7月1日实施)	ISO 4288:1996 产品几何技术规范 表面结构 轮廓法评定表面结构的规则和方法	等效采用
10	GB/T 12472—1990 木制件 表面粗糙度参数及其数值 (1991年1月1日实施)		无国际标准
11	GB/T 14495—1993 木制件表面粗糙度比较样块 (1994年5月1日实施)		无国际标准
12	GB/T 15757—1995 表面缺陷 术语 (1996年7月1日实施)	ISO/DIS 8785:1991 表面缺陷 词汇	等效采用
13	GB/T 16747—1997 表面波纹度 词汇 (1997年9月1日实施)	ISO/DIS 10479:1993 表面波纹度 词汇	等效采用

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

○刘巽尔

○段 烁

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

第一篇

极 限 与 配 合

《极限与配合》是最重要且常用的基础互换性标准之一。

本篇包括线性尺寸的《极限与配合》的四项国家标准：《极限与配合 基础》(GB/T 1800.1—1997, GB/T 1800.2—1998, GB/T 1800.3—1998, GB/T 1800.4—1999)、《极限与配合 公差带与配合的选择》(GB/T 1801—1999)、《公差与配合 尺寸至18mm孔、轴公差带》(GB/T 1803—1979)、《一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差》(GB/T 1804—2000)以及相应的两项检验标准：《光滑极限量规》(GB/T 1957—1981)和《光滑工件尺寸的检验》(GB/T 3177—1997)。

此外,本篇还介绍了《过盈配合的计算和选用》(GB/T 5371—1985)和《尺寸链 计算方法》(GB/T 5847—1986)以及《统计尺寸公差》(JB/T 9184—1999)。

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

第1章

基础

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

极限与配合的基础标准包括国家标准《极限与配合 基础 第1部分：词汇》(GB/T 1800.1—1997)、《极限与配合 基础 第2部分：公差、偏差和配合的基本规定》(GB/T 1800.2—1998)、《极限与配合 基础 第3部分：标准公差和基本偏差数值表》(GB/T 1800.3—1998)、《极限与配合 标准公差等级和孔、轴的极限偏差表》(GB/T 1800.4—1999)。它们分别规定

了极限与配合的基本术语及定义；公差、偏差与配合的代号、表示及解释和配合分类；标准公差和基本偏差数值，适用于圆柱及非圆柱形光滑工件的尺寸。

1 术语及定义

极限与配合的术语及定义如表 1-1 所列。

表 1-1 极限与配合的术语及定义

序号	术 语	定 义	说 明
1	轴和孔		参见图 1-1
	轴	通常，指工件的圆柱形外表面，也包括非圆柱形外表面(由二平行平面或切面形成的被包容面)	
	孔	通常，指工件的圆柱形内表面，也包括非圆柱形内表面(由二平行平面或切面形成的包容面)	
2	尺寸	以特定单位表示线性尺寸值的数值	在形位公差标准中，尺寸也包括角度值
	基本尺寸	通过它应用上、下偏差可算出极限尺寸的尺寸	基本尺寸可以是一个整数或一个小数值，例如 32；15；8.75；0.5；……等等
	实际尺寸	通过测量获得的某一孔、轴的尺寸。 一个孔或轴的任意横截面中的任一距离，即任何两相对点之间测得的尺寸，称为局部实际尺寸	
	极限尺寸 a)最大极限尺寸 b)最小极限尺寸	一个孔或轴允许的尺寸的两个极端。实际尺寸应位于其中，也可达到极限尺寸。 孔或轴允许的最大尺寸。 孔或轴允许的最小尺寸	参见图 1-2
3	偏差	某一尺寸(实际尺寸、极限尺寸，等等)减其基本尺寸所得的代数差	参见图 1-2 和图 1-3
	极限偏差	极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差	轴的上、下偏差代号用小写字母 es、ei 表示；孔的上、下偏差代号用大写字母 ES、EI 表示
	a)上偏差(ES、es) b)下偏差(EI、ei)	最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差 最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差	
	基本偏差	在本标准极限与配合制中，确定公差带相对零线位置的那个极限偏差	它可以是上偏差或下偏差，一般为靠近零线的那个偏差
	实际偏差	实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差	GB/T 1800.1 中未规定此术语

续表 1-1

序号	术语	定义	说明
4	尺寸公差(简称公差)	最大极限尺寸减最小极限尺寸之差,或上偏差减下偏差之差。它是允许尺寸的变动量	尺寸公差是一个没有符号的绝对值。参见图 1-2 和图 1-3
5	零线	在极限与配合图解中,表示基本尺寸的一条直线,以其为基准确定偏差和公差	通常,零线沿水平方向绘制,正偏差位于其上、负偏差位于其下。参见图 1-3
6	公差带	在公差带图解中,由代表上偏差和下偏差或最大极限尺寸和最小极限尺寸的两条直线所限定的一个区域。它是由公差大小和其相对零线的位置(如基本偏差)来确定的	参见图 1-3
7	极限制	经标准化的公差与偏差制度	
8	间隙	孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为正	
	最大间隙	在间隙配合或过渡配合中,孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸之差	参见图 1-4、图 1-6
	最小间隙	在间隙配合中,孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸之差	参见图 1-4
	实际间隙	孔的实际尺寸减相配轴的实际尺寸之差(正值)	GB/T 1800.1 中未规定此术语
9	过盈	孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为负	过盈量的大小用不带符号的数值表示
	最大过盈	在过盈配合或过渡配合中,孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸之差	参见图 1-5、图 1-6
	最小过盈	在过盈配合中,孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸之差	参见图 1-5
	实际过盈	孔的实际尺寸减相配轴的实际尺寸之差(负值)	GB/T 1800.1 中未规定此术语
10	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	
	间隙配合	具有间隙(包括最小间隙等于零)的配合	孔的公差带在轴的公差带之上。参见图 1-4
	过盈配合	具有过盈(包括最小过盈等于零)的配合	孔的公差带在轴的公差带之下。参见图 1-5
	过渡配合	可能具有间隙或过盈的配合	孔的公差带与轴的公差带相互交叠。参见图 1-6
11	配合公差	组成配合的孔、轴公差之和。它是允许间隙或过盈的变动量	配合公差是一个没有符号的绝对值
12	配合制	同一极限制的孔和轴组成配合的一种制度	
	基轴制配合	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。 对本极限制与配合制,是轴的最大极限尺寸与基本尺寸相等、轴的上偏差为零的一种配合制	按英文原意可称为基轴配合制。参见图 1-7
	基准轴	在基轴制配合中选作基准的轴。 对本极限制与配合制,即上偏差为零的轴	

续表 1-1

序号	术语	定义	说明
12	基孔制配合	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。 对本极限与配合制,是孔的最小极限尺寸与基本尺寸相等、孔的下偏差为零的一种配合制	按英文原意可称为基孔配合制。参见图 1-8
	基准孔	在基孔制配合中选作基准的孔。 对本极限与配合制,即下偏差为零的孔。	
13	最大实体极限(MML)	对应于孔或轴最大实体尺寸的那个极限尺寸,即: —轴的最大极限尺寸; —孔的最小极限尺寸。 最大实体尺寸是孔或轴具有允许的材料量为最多时状态下的极限尺寸	与形位公差标准中的最大实体尺寸(MMS)的概念相同
14	最小实体极限(LML)	对应于孔或轴最小实体尺寸的那个极限尺寸,即: —轴的最小极限尺寸; —孔的最大极限尺寸。 最小实体尺寸是孔或轴具有允许的材料量为最少时状态下的极限尺寸	与形位公差标准中的最小实体尺寸(LMS)的概念相同



图 1-1 轴和孔

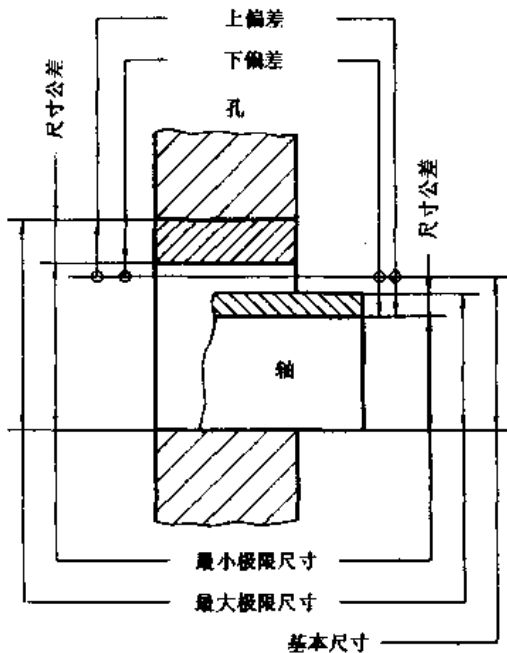


图 1-2 术语图解

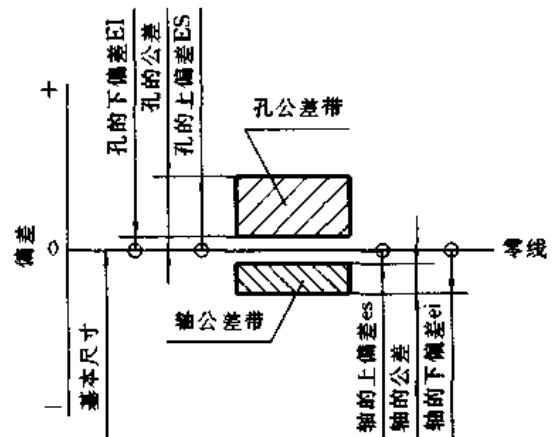


图 1-3 公差带图解

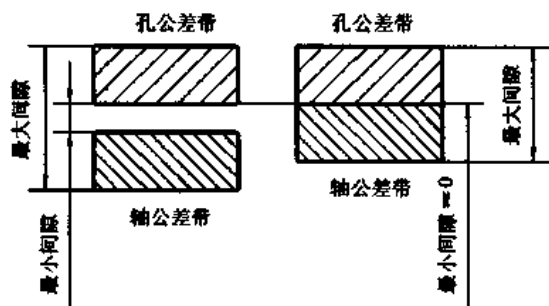


图 1-4 间隙配合

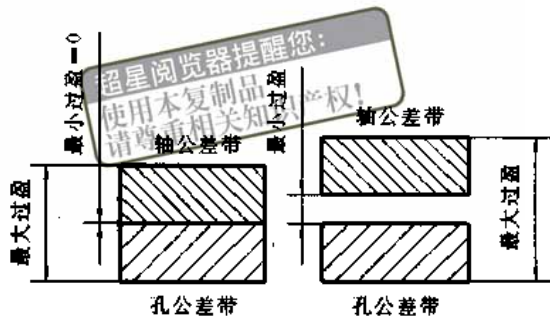


图 1-5 过盈配合

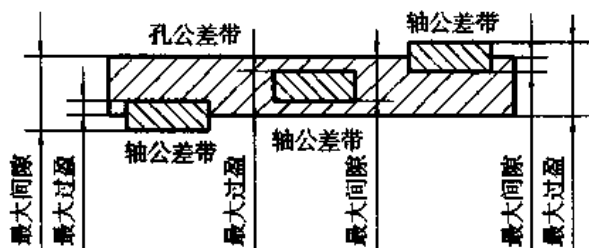
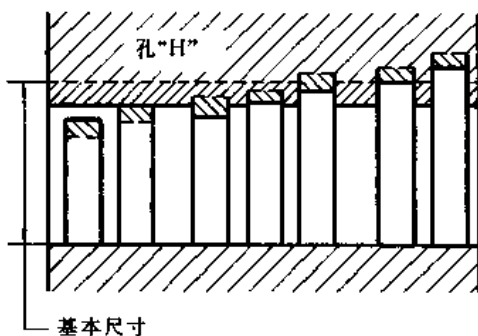
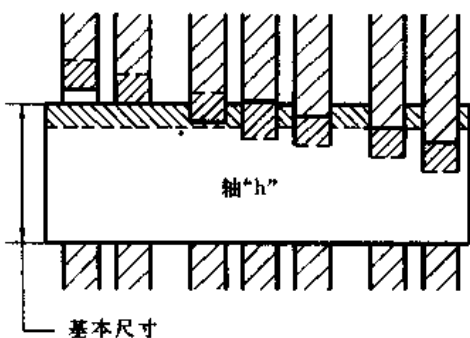


图 1-6 过渡配合



注:1. 水平实线代表孔或轴的基本偏差。
2. 虚线代表另一极限,表示孔和轴之间可能的不同组合与它们的公差等级有关。

图 1-7 基准制



注:1. 水平实线代表孔或轴的基本偏差。
2. 虚线代表另一极限,表示孔和轴之间可能的不同组合与它们的公差等级有关。

图 1-8 基准制

2 公差、偏差和配合的基本规定

2.1 代号

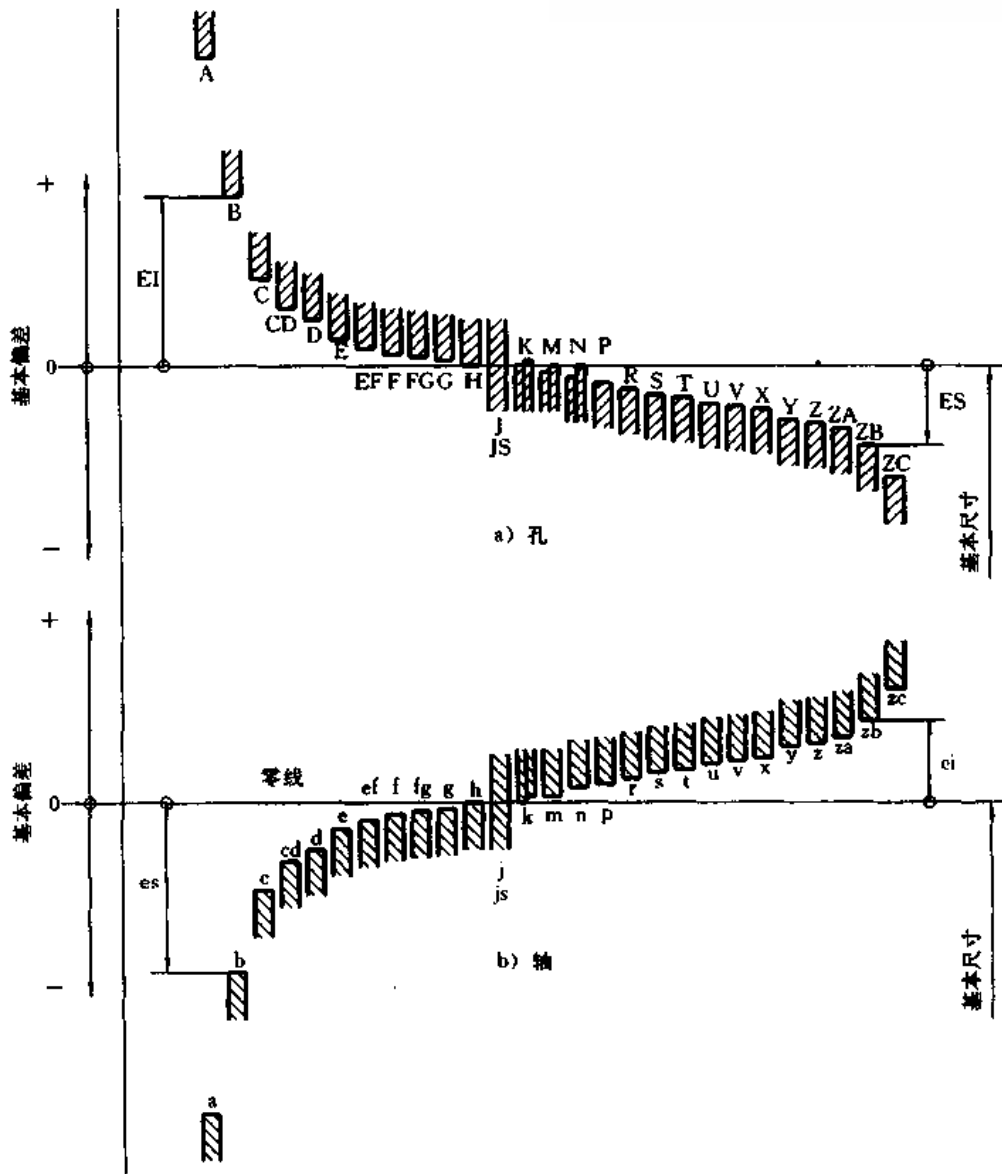
公差等级与偏差代号如表 1-2 所列。

表 1-2 公差等级与偏差代号

名称	代号	说明
标准公差等级代号	用符号 IT 和数字组成,例如:IT7	标准公差(IT)——本标准极限与配合制中,所规定的任一公差。 标准公差等级——在本标准极限与配合制中,同一公差等级(例如 IT7)对所有基本尺寸的一组公差被认为具有同等精确程度。 标准公差等级分 IT01、IT0、IT1 至 IT18 共 20 级
偏差代号	基本偏差代号	对孔用大写字母 A、……、ZC 表示;对轴用小写字母 a、……、zc 表示,各 28 个。其中,基本偏差 H 代表基准孔;h 代表基准轴
	上偏差代号	对孔用大写字母“ES”表示,对轴用小写字母“es”表示
	下偏差代号	对孔用大写字母“EI”表示,对轴用小写字母“ei”表示

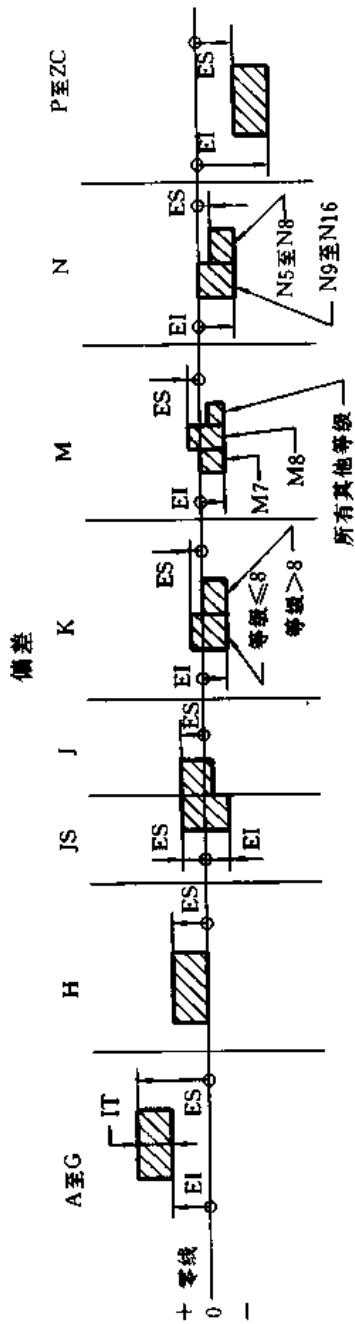
为避免混淆,不用下列字母:
l, i; L, l; O, o; Q, q; W, w。
参见图 1-9 和图 1-10

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！



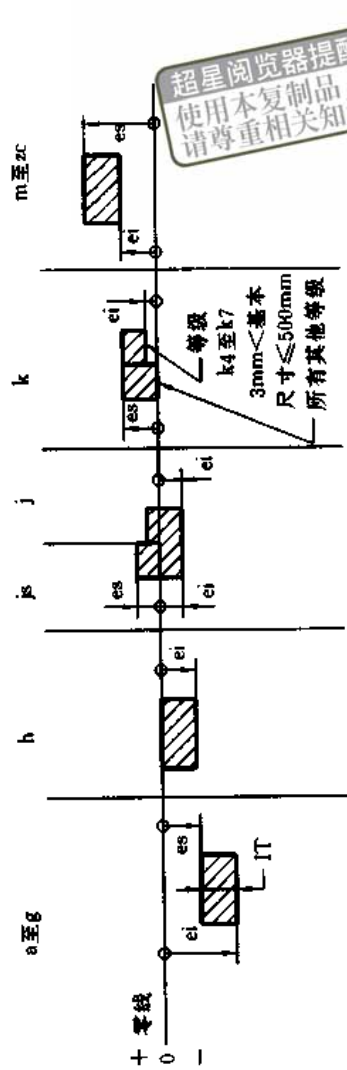
注：J/j, K/k, M/m 和 N/n 的基本偏差详示见图 1-10。

图 1-9 孔和轴的基本偏差系列



注, $ES = EI + IT$, 或
 $EI = ES - IT$

a) 孔
偏差



注, $ei = es - IT$, 或
 $es = ei + IT$

b) 轴

图 1-10 孔和轴的极限偏差

2.2 表示方法

公差带与配合的表示方法如表 1-3 所列。

表 1-3 公差带与配合的表示方法

名称	表示方法	说明
公差带	用基本偏差的字母和公差等级数字表示	例如： H7 孔公差带 h7 轴公差带
注公差尺寸	注公差的尺寸用基本尺寸后跟所要求的公差带或(和)对应的偏差值表示	例如： 32H7; 80js15; 100g6; 100 \pm $\frac{0.012}{0.034}$; 100g6(\pm $\frac{0.012}{0.034}$)
	当使用有限的字母组的装置传输信息时,例如电报,在标注前加注以下字母: 对孔为 H 或 h; 对轴为 S 或 s	例如: 50H5 或为 H50H5 或 h50h5 50h6 或为 S50H6 或 s50h6 这种表示方法不能在图样上使用
配合	用相同的基本尺寸后跟孔、轴公差带表示。孔、轴公差带写成分数形式,分子为孔公差带,分母为轴公差带	例如: 52H7/g6 或 52 $\frac{H7}{g6}$
	当使用有限的字母组的装置传输信息时,例如电报,在标注前加注以下字母: 对孔为 H 或 h; 对轴为 S 或 s	例如: 52H7/g6 或为 H52H7/S52G6 或 h52h7/s52g6

2.3 注公差尺寸的解释

4249”,注公差尺寸有两种不同的解释,如表 1-4 所列。

根据零件图样上是否注明“公差原则按 GB/T

表 1-4 注公差尺寸的解释

公差标注	解 释	说 明	
在图样上注明“公差原则按 GB/T 4249”	线性尺寸公差	线性尺寸公差仅控制要素的局部实际尺寸(两点法测量),不控制要素本身的形状误差(如圆柱要素的圆度和轴线直线度误差或平行平面要素的平面度误差)。尺寸公差也不能控制单一要素的几何相关要素	即线性尺寸公差遵循独立原则。参见第四篇“公差原则”
	包容要求	结合零件具有配合功能的单一要素,不论是圆柱表面还是两平行表面,图样上应在其尺寸极限偏差或公差带代号之后加注符号“(E)”。这表明尺寸和形状彼此相关,并且不能超越以工件最大实体尺寸形成的理想包容面	包容要求是一种相关要求。详见第四篇“公差原则”
在图样上未注明“公差原则按 GB/T 4249”	对孔	在规定的长度内,与实际孔表面内接的最大理想圆柱体直径应不小于孔的最大实体极限;孔上任何位置的最大直径应不超出孔的最小实体极限	除另有规定外,在上述要求的条件下,理想圆柱误差可达到给定的直径公差的全值。如果工件处处位于最大实体极限,则该工件将具有理想的圆和直线,即理想圆柱。 与注明“公差原则按 GB/T 4249”时的包容要求相同
	对轴	在规定的长度内,与实际轴表面外接的最理想圆柱体直径应不大于轴的最大实体极限;轴上任何位置的最小直径应不小于轴的最小实体极限	
注:在特殊情况下,由上述解释允许的最大形状误差可能太大,导致装配件不能达到令人满意的功能作用。在此情况下,可对形状给定独立公差,如圆柱度和(或)直线度。			

2.4 配合分类

配合分基孔制配合和基轴制配合。在一般情况下,

优先选用基孔制配合。如有特殊需要,允许将任一孔、轴公差带组成配合。

配合有间隙配合、过渡配合和过盈配合。属于哪一种配合取决于孔、轴公差带的相互关系。

基孔制配合中：

基本偏差 a 至 h 用于间隙配合；

基本偏差 j 至 zc 用于过渡配合和过盈配合。

基轴制配合中：

基本偏差 A 至 H 用于间隙配合；

基本偏差 J 至 ZC 用于过渡配合和过盈配合。

2.5 基准温度

极限与配合制规定的尺寸基准温度是 20℃。

3 标准公差和基本偏差的数值

3.1 基本尺寸至 3150mm 的标准公差

基本尺寸至 3150mm 的标准公差等级 IT1 至 IT18 的公差数值规定于表 1-5。

基本尺寸至 500mm 的标准公差等级 IT01 和 IT0 的公差数值规定于表 1-6。标准公差等级 IT01 和 IT0 在工业中很少用到，所以在 GB 1800.4 正文中没有给出该两公差等级的标准公差数值，而在其附录中给出。

3.2 基本尺寸至 3150mm 的基本偏差

3.2.1 轴的基本偏差

轴的基本偏差 a 至 h 和 k 至 zc 及其“+”或“-”号见图 1-11 所示。

轴的基本偏差数值规定于表 1-7。

轴的另一个偏差，下偏差(ei)和上偏差(es)可由轴的基本偏差和标准公差(IT)求得(见图 1-11)。

轴的基本偏差 js 见 3.2.3。

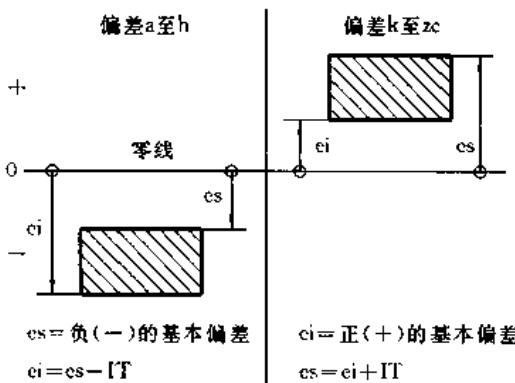


图 1-11 轴的偏差

3.2.2 孔的基本偏差

孔的基本偏差 A 至 H 和 K 至 ZC 及其“+”或“-”号见图 1-12 所示。

孔的基本偏差数值规定于表 1-8。

孔的另一个偏差，上偏差(ES)和下偏差(EI)可由孔的基本偏差和标准公差(IT)求得(见图 1-12)。

孔的基本偏差 JS 见 3.2.3。

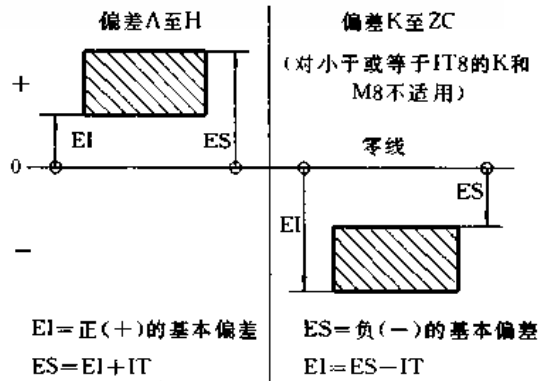


图 1-12 孔的偏差

3.2.3 基本偏差 js 和 JS

基本偏差 js 和 JS 是标准公差(IT)带对称分布于零线的两侧(见图 1-13)，即：

对 js：

$$es = +\frac{IT}{2}; \quad ei = -\frac{IT}{2}$$

对 JS：

$$ES = +\frac{IT}{2}; \quad EI = -\frac{IT}{2}$$

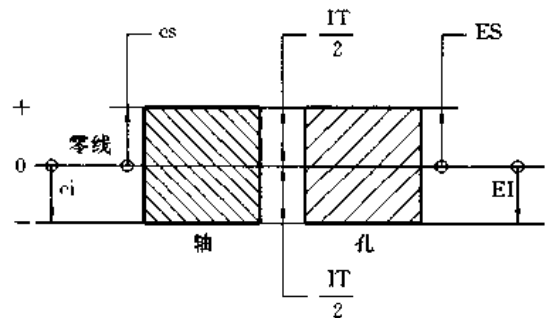


图 1-13 js 和 JS 的偏差

3.2.4 基本偏差 j 和 J

大部分基本偏差 j 和 J 是标准公差(IT)不对称分布于零线两侧的公差带。

表 1-5 标准公差数值

基本尺寸 mm		标准公差等级																	
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	至	μm										mm							
—	3	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.1	0.14	0.25	0.4	0.6	1	1.4
3	6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.3	0.48	0.75	1.2	1.8

续表 15

基本尺寸 mm		标准公差等级																	
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	至	μm																	
6	10	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.9	1.5	2.2
10	18	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.7	1.1	1.8	2.7
18	30	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.3	2.1	3.3
30	50	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1	1.6	2.5	3.9
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.3	0.46	0.74	1.2	1.9	3	4.6
80	120	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.4	2.2	3.5	5.4
120	180	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.4	0.63	1	1.6	2.5	4	6.3
180	250	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.9	4.6	7.2
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.3	2.1	3.2	5.2	8.1
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.4	2.3	3.6	5.7	8.9
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.5	4	6.3	9.7
500	630	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0.7	1.1	1.75	2.8	4.4	7	11
630	800	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0.8	1.25	2	3.2	5	8	12.5
800	1000	11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0.9	1.4	2.3	3.6	5.6	9	14
1000	1250	13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1.05	1.65	2.6	4.2	6.6	10.5	16.5
1250	1600	15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1.25	1.95	3.1	5	7.8	12.5	19.5
1600	2000	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1.5	2.3	3.7	6	9.2	15	23
2000	2500	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1100	1.75	2.8	4.4	7	11	17.5	28
2500	3150	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1350	2.1	3.3	5.4	8.6	13.5	21	33

注:1 基本尺寸大于500mm的IT1至IT5的标准公差数值为试行的。

2 基本尺寸小于或等于1mm时,无IT14至IT18。

表 1-6 IT01和IT0的标准公差数值

基本尺寸 mm		标准公差等级		基本尺寸 mm		标准公差等级	
		IT01	IT0			IT01	IT0
大于	至	公差 μm		大于	至	公差 μm	
—	3	0.3	0.5	80	120	1	1.5
3	6	0.4	0.6	120	180	1.2	2
6	10	0.4	0.6	180	250	2	3
10	18	0.5	0.8	250	315	2.5	4
18	30	0.6	1	315	400	3	5
30	50	0.6	1	400	500	4	6
50	80	0.8	1.2				

3.3 基本尺寸大于 3150 至 10000mm 的标准公差和基本偏差

GB/T 1801—1999 规定的基本尺寸大于 3150 至 10000mm 的标准公差等级 IT6 至 IT18 的标准公差数

值列于表 1-9、孔、轴的基本偏差数值列于表 1-10。必要时,可据此计算相应基本尺寸和公差带的极限偏差数值。



表 1-9 基本尺寸大于 3150 至 10000mm 标准公差数值

基本尺寸 mm		公差等级												
		IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	至	μm						mm						
3150	4000	165	260	410	660	1050	1650	2.60	4.10	6.6	10.5	16.5	26.0	41.0
4000	5000	200	320	500	800	1300	2000	3.20	5.00	8.0	13.0	20.0	32.0	50.0
5000	6300	250	400	620	980	1550	2500	4.00	6.20	9.8	15.5	25.0	40.0	62.0
6300	8000	310	490	760	1200	1950	3100	4.90	7.60	12.0	19.5	31.0	49.0	76.0
8000	10000	380	600	940	1500	2400	3800	6.00	9.40	15.0	24.0	38.0	60.0	94.0

表 1-10 基本尺寸大于 3150mm 至 10000mm 孔、轴的基本偏差数值

μm

轴的基本偏差		上偏差 (es)					js	下偏差 (ei)								
		d	e	f	g	h		k	m	n	p	r	s	t	u	
公差等级		6 至 18														
基本尺寸 .mm		符 号														
大于	至	-	-	-	-	0	IT ₆₋₁₈ + 轴		+	+	+	+	+	+	+	+
3150	3550	580	320	160	0	290						680	1600	2400	3600	
3550	4000											720	1750	2600	4000	
4000	4500	640	350	175	0	360						840	2000	3000	4600	
4500	5000											900	2200	3300	5000	
5000	5600	720	380	190	0	440						1050	2500	3700	5600	
5600	6300											1100	2800	4100	6400	
6300	7100	800	420	210	0	540						1300	3200	4700	7200	
7100	8000											1400	3500	5200	8000	
8000	9000	880	460	230	0	680						1650	4000	6000	9000	
9000	10000										1750	4400	6600	10000		
大于	至	+	+	+	+		-	-	-	-	-	-	-	-		
基本尺寸 .mm		符 号														
公差等级		6 至 18														
孔的基本偏差		D	E	F	G	H	JS	K	M	N	P	R	S	T	U	
		下偏差 (EI)							上偏差 (ES)							

第 2 章

孔、轴的极限偏差数值

温馨提示：
请尊重知识产权

《极限与配合 标准公差等级和孔、轴的极限偏差表》(GB/T 1800.4-1999)规定了孔、轴极限偏差的数值。它们是根据 GB/T 1800.3-1998 规定的标准公差和基本偏差数值计算得到的。在实际工作中,据此可直接由基本尺寸和公差带代号查得极限偏差数值,也可以由极限偏差数值查得相应的公差带代号。GB/T 1800.3-1998 规定的标准公差等级及标准公差数值见第 1 章表 1-5。

1 孔的极限偏差

GB/T 1800.4-1999 规定的孔的公差带如图 2-1 (基本尺寸至 500mm)和图 2-2(基本尺寸大于 500 至 3 150mm)所示。

与图 2-1 和图 2-2 所示公差带对应的孔的极限偏差(上偏差 ES 和下偏差 EI)的概念如图 2-3 所示,其数值列于表 2-1 至表 2-15。

						H1 JS1																
						H2 JS2																
					EF3 F3	FG3 G3	H3 JS3	K3	M3 N3	P3 R3	S3											
					EF4 F4	FG4 G4	H4 JS4	K4	M4 N4	P4 R4	S4											
				F5	EF5 F5	EG5 G5	H5 JS5	K5	M5 N5	P5 R5	S5	T5 U5	V5 X5									
	CD6 D6	E6	EF6 F6	FG6 G6	H6 JS6	J6 K6	M6 N6	P6 R6	S6	T6 U6	V6 X6	Y6 Z6	ZA6									
	CD7 D7	E7	EF7 F7	FG7 G7	H7 JS7	J7 K7	M7 N7	P7 R7	S7	T7 U7	V7 X7	Y7 Z7	ZA7	ZB7	ZC7							
B8 C8	CD8 D8	E8	EF8 F8	FG8 G8	H8 JS8	J8 K8	M8 N8	P8 R8	S8	T8 U8	V8 X8	Y8 Z8	ZA8	ZB8	ZC8							
A9 B9 C9	CD9 D9	E9	EF9 F9	FG9 G9	H9 JS9	K9	M9 N9	P9 R9	S9	U9	X9 Y9	Z9	ZA9	ZB9	ZC9							
A10 B10 C10	CD10 D10	E10	EF10 F10	FG10 G10	H10 JS10	K10	M10 N10	P10 R10	S10	U10	X10 Y10	Z10	ZA10	ZB10	ZC10							
A11 B11 C11	D11				H11 JS11		N11						Z11	ZA11	ZB11	ZC11						
A12 B12 C12	D12				H12 JS12																	
A13 B13 C13	D13				H13 JS13																	
					H14 JS14																	
					H15 JS15																	
					H16 JS16																	
					H17 JS17																	
					H18 JS18																	
2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10	2-11	2-12	2-13	2-14	2-15								

表

图 2-1 基本尺寸至 500mm 的孔的公差带

续表 2-1

μm

基本尺寸 mm		A					B						C					
大于	至	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13
30	40	+372 +310	+410 +310	+470 +310	+560 +310	+700 +310	+209 +170	+232 +170	+270 +170	+330 -170	+420 +170	+560 +170	+159 +120	+182 +120	+220 +120	+280 +120	+370 +120	+510 +120
40	50	+382 +320	+420 +320	+480 +320	+570 +320	+710 +320	+219 +180	+242 +180	+280 +180	+340 +180	+430 +180	+570 +180	+169 +130	+192 +130	+230 +130	+290 +130	+380 +130	+520 +130
50	65	+414 +340	+460 +310	+530 +340	+640 +340	+800 +340	+236 +190	+264 +190	+310 +190	+380 +190	+490 +190	+650 +190	+186 +110	+214 +140	+260 +140	+330 +140	+440 +140	+600 +140
65	80	+434 +360	+480 +360	+550 +360	+660 +360	+820 +360	+246 +200	+274 +200	+320 +200	+390 +200	+500 +200	+660 +200	+196 +150	+224 +150	+270 +150	+340 +150	+450 +150	+610 +150
80	100	+457 +380	+520 +380	+600 +380	+730 +380	+920 +380	+274 +220	+307 +220	+360 +220	+440 -220	+570 +220	+760 +220	-224 +170	+257 +170	+310 +170	+390 +170	+520 +170	+710 +170
100	120	+497 +410	+550 +410	+630 +410	+760 +410	+950 +410	+294 +240	+327 +240	+380 +240	+460 +240	+590 +240	+780 +240	+234 +180	+267 +180	+320 +180	+400 +180	+530 +180	+720 +180
120	140	+560 +460	+620 +460	+710 +460	+860 +460	+1090 +460	+323 +260	+360 +260	+420 +260	-510 +260	+660 +260	+890 +260	+263 +200	+300 +200	+360 +200	+450 +200	+600 +200	+830 +200
140	160	+620 +520	+680 +520	+770 +520	+920 +520	+1150 +520	+343 +280	+380 +280	+440 +280	+530 +280	+680 +280	+910 +280	+273 +210	+310 +210	+370 +210	+460 +210	+610 +210	+840 +210
160	180	+680 +580	+740 +580	+830 +580	+980 +580	+1210 +580	+373 +310	+410 +310	+470 +310	+560 +310	+710 +310	+940 +310	+293 +230	+330 +230	+390 +230	+480 +230	+630 +230	+860 +230
180	200	+775 +660	+845 +660	+950 +660	+1120 +660	+1380 +660	+412 +340	+455 +340	+525 +340	+630 +340	+800 +340	+1060 +340	+312 +240	+355 +240	+425 +240	+530 +240	+700 +240	+960 +240
200	225	+855 +740	+925 +740	+1030 +740	+1200 +740	+1460 +740	+452 +380	+495 +380	+565 +380	+670 +380	+840 +380	+1100 +380	+332 +260	+375 +260	+445 +260	+550 +260	+720 +260	+980 +260
225	250	+935 +820	+1005 +820	+1110 +820	+1280 +820	+1540 +820	+492 +420	+535 +420	+605 +420	+710 +420	+880 +420	+1140 +420	+352 +280	+395 +280	+465 +280	+570 +280	+740 +280	+1000 +280
250	280	+1050 +920	+1130 +920	+1240 +920	+1410 +920	+1730 +920	+561 +480	+610 +480	+690 +480	+800 +480	+1000 +480	+1290 +480	+381 +300	+430 +300	+510 +300	+620 +300	+820 +300	+1110 +300
280	315	+1180 +1050	+1260 +1050	+1370 +1050	+1570 +1050	+1860 +1050	+621 +540	+670 +540	+750 +540	+860 +540	+1060 +540	+1350 +540	+411 +330	+460 +330	+540 +330	+650 +330	+850 +330	+1140 +330
315	355	+1340 +1200	+1430 +1200	+1560 +1200	+1770 +1200	+2000 +1200	+689 +600	+740 +600	+830 +600	+960 +600	+1170 +600	+1490 +600	+419 +360	+490 +360	+590 +360	+720 +360	+930 +360	+1250 +360
355	400	+1490 +1350	+1580 +1350	+1710 +1350	+1920 +1350	+2240 +1350	+769 +680	+820 +680	+910 +680	+1040 +680	+1250 +680	+1570 +680	+489 +400	+540 +400	+630 +400	+760 +400	+970 +400	+1290 +400
400	450	+1655 +1500	+1750 +1500	+1900 +1500	+2130 +1500	+2470 +1500	+857 +760	+915 +760	+1010 +760	+1160 +760	+1390 +760	+1730 +760	+537 +440	+595 +440	+690 +440	+840 +440	+1070 +440	+1410 +440
450	500	+1805 +1650	+1900 +1650	+2050 +1650	+2280 +1650	+2620 +1650	+937 +840	+995 +840	+1090 +840	+1240 +840	+1470 +840	+1810 +840	+577 +480	+635 +480	+730 +480	+880 +480	+1110 +480	+1450 +480

注：基本尺寸小于 1mm 时，各级的 A 和 B 均不采用。

表 2-2 孔 CD、D 和 E 的极限偏差

μm

基本尺寸 mm		CD					D										E				
大于	至	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10	11	12	13	5	6	7	8	9	10	
—	3	+40	+44	+48	+59	+74	+26	+30	+34	+45	+60	+80	+120	+160	+18	+20	+24	+28	+39	+54	
		+34	+34	+34	+34	+34	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+14	+14	+14	+14	+14	+14	+14
3	6	+54	+58	+64	+76	+94	+38	+42	+48	+60	+78	+105	+150	+210	+25	+28	+32	+38	+50	+68	
		+46	+46	+46	+46	+46	+30	+30	+30	+30	+30	+30	+30	+30	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20
6	10	+65	+71	+78	+92	+114	+49	+55	+62	+76	+98	+130	+190	+260	+31	+34	+40	+47	+61	+83	
		+56	+56	+56	+56	+56	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+25	+25	+25	+25	+25	+25	+25
10	18						+61	+68	+77	+93	+120	+160	+230	+320	+40	+43	+50	+59	+75	+102	
							+50	+50	+50	+50	+50	+50	+50	+50	+32	+32	+32	+32	+32	+32	+32
18	30						+78	+86	+98	+117	+149	+195	+275	+395	+49	+53	+61	+73	+92	+124	
							+65	+65	+65	+65	+65	+65	+65	+65	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40
30	50						+96	+105	+119	+142	+180	+240	+330	+470	+61	+66	+75	+89	+112	+150	
							+80	+80	+80	+80	+80	+80	+80	+80	+50	+50	+50	+50	+50	+50	+50
50	80						+119	+130	+146	+174	+220	+290	+400	+560	+73	+79	+90	+106	+134	+180	
							+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+60	+60	+60	+60	+60	+60	+60
80	120						+142	+155	+174	+207	+260	+340	+470	+660	+87	+94	+107	+125	+159	+212	
							+120	+120	+120	+120	+120	+120	+120	+120	+72	+72	+72	+72	+72	+72	+72
120	180						+170	+185	+208	+245	+305	+395	+545	+775	+103	+110	+125	+148	+185	+245	
							+145	+145	+145	+145	+145	+145	+145	+145	+85	+85	+85	+85	+85	+85	+85
180	250						+199	+216	+242	+285	+365	+460	+630	+890	+120	+129	+146	+172	+215	+285	
							+170	+170	+170	+170	+170	+170	+170	+170	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100
250	315						+222	+242	+271	+320	+400	+510	+710	+1000	+133	+142	+162	+191	+240	+320	
							+190	+190	+190	+190	+190	+190	+190	+190	+110	+110	+110	+110	+110	+110	+110
315	400						+246	+267	+299	+360	+440	+570	+780	+1100	+150	+161	+182	+214	+265	+365	
							+210	+210	+210	+210	+210	+210	+210	+210	+125	+125	+125	+125	+125	+125	+125
400	500						+270	+293	+327	+385	+480	+630	+860	+1200	+162	+175	+198	+232	+290	+385	
							+230	+230	+230	+230	+230	+230	+230	+230	+135	+135	+135	+135	+135	+135	+135
500	630						+304	+330	+370	+436	+540	+700	+960	+1360		+189	+215	+255	+320	+425	
							+260	+260	+260	+260	+260	+260	+260	+260	+145	+145	+145	+145	+145	+145	+145
630	800						+340	+370	+415	+490	+610	+790	+1090	+1540		+210	+240	+285	+360	+480	
							+290	+290	+290	+290	+290	+290	+290	+290	+160	+160	+160	+160	+160	+160	+160
800	1000						+376	+410	+460	+550	+680	+880	+1220	+1720		+226	+260	+310	+400	+530	
							+320	+320	+320	+320	+320	+320	+320	+320	+170	+170	+170	+170	+170	+170	+170
1000	1250						+416	+455	+515	+610	+770	+1010	+1400	+2000		+261	+300	+360	+456	+615	
							+350	+350	+350	+350	+350	+350	+350	+350	+195	+195	+195	+195	+195	+195	+195
1250	1600						+468	+515	+585	+700	+890	+1170	+1640	+2340		+298	+345	+415	+530	+720	
							+390	+390	+390	+390	+390	+390	+390	+390	+220	+220	+220	+220	+220	+220	+220
1600	2000						+522	+580	+660	+800	+1030	+1350	+1930	+2730		+332	+390	+470	+610	+840	
							+430	+430	+430	+430	+430	+430	+430	+430	+240	+240	+240	+240	+240	+240	+240
2000	2500						+590	+655	+760	+920	+1180	+1580	+2230	+3280		+370	+436	+540	+700	+960	
							+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+260	+260	+260	+260	+260	+260	+260
2500	3150						+655	+730	+850	+1060	+1380	+1870	+2620	+3820		+425	+500	+620	+830	+1150	
							+520	+520	+520	+520	+520	+520	+520	+520	+290	+290	+290	+290	+290	+290	+290

注：各级的 CD 主要用于精密机械和钟表制造业。

表 2-3 孔 EF 和 F 的极限偏差

μm

基本尺寸 mm		EF								F							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	+12 +10	+13 +10	+14 +10	+16 +10	+20 +10	+24 +10	+35 +10	+50 +10	+8 +6	+9 +6	+10 +6	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+31 +6	+46 +6
3	6	+16.5 +14	+18 +14	+19 +14	+22 +14	+26 +14	+32 +14	+44 +14	+62 +14	+12.5 +10	+14 +10	+15 +10	+18 +10	+22 +10	+28 +10	+40 +10	+58 +10
6	10	+20.5 +18	+22 +18	+24 +18	+27 +18	+33 +18	+40 +18	+54 +18	+76 +18	+15.5 +13	+17 +13	+19 +13	+22 +13	+28 +13	+35 +13	+49 +13	+71 +13
10	18									+19 +16	+21 +16	+24 +16	+27 +16	+34 +16	+43 +16	+59 +16	+86 +16
18	30									+24 +20	+26 +20	+29 +20	+33 +20	+41 +20	+53 +20	+72 +20	+104 +20
30	50									+29 +25	+32 +25	+36 +25	+41 +25	+50 +25	+64 +25	+87 +25	+125 +25
50	80											+43 +30	+49 +30	+60 +30	+76 +30	+104 +30	
80	120											+51 +36	+58 +36	+71 +36	+90 +36	+123 +36	
120	180											+61 +43	+68 +43	+83 +43	+106 +43	+143 +43	
180	250											+70 +50	+79 +50	+95 +50	+122 +50	+165 +50	
250	315											+79 +56	+88 +56	+108 +56	+137 +56	+186 +56	
315	400											+87 +62	+98 +62	+119 +62	+151 +62	+202 +62	
400	500											+95 +68	+108 +68	+131 +68	+165 +68	+223 +68	
500	630												+120 +76	+146 +76	+186 +76	+251 +76	
630	800												+130 +80	+160 +80	+205 +80	+280 +80	
800	1000												+142 +86	+176 +86	+226 +86	+316 +86	
1000	1250												+164 +98	+203 +98	+263 +98	+358 +98	
1250	1600												+188 +110	+235 +110	+305 +110	+420 +110	
1600	2000												+212 +120	+270 +120	+350 +120	+490 +120	
2000	2500												+240 +130	+305 +130	+410 +130	+570 +130	
2500	3150												+280 +145	+355 +145	+475 +145	+685 +145	

注：各级的 EF 主要用于精密机械和钟表制造业。

表 2-4 孔 FG 和 G 的极限偏差

 μm

基本尺寸 mm		FG								G							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	+6 +4	+7 +4	+8 +4	+10 +4	+14 +4	+18 +4	+29 +4	+44 +4	+4 +2	+5 +2	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+16 +2	+27 +2	+42 +2
3	6	+8.5 +6	+10 +6	+11 +6	+14 +6	+18 +6	+24 +6	+36 +6	+54 +6	+6.5 +4	+8 +4	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+22 +4	+34 +4	+52 +4
6	10	+10.5 +8	+12 +8	+14 +8	+17 +8	+23 +8	+30 +8	+44 +8	+66 +8	+7.5 +5	+9 +5	+11 +5	+14 +5	+20 +5	+27 +5	+41 +5	+63 +5
10	18									+9 +6	+11 +6	+14 +6	+17 +6	+24 +6	+33 +6	+49 +6	+76 +6
18	30									+11 +7	+13 +7	+16 +7	+20 +7	+28 +7	+40 +7	+59 +7	+91 +7
30	50									+13 +9	+16 +9	+20 +9	+25 +9	+34 +9	+48 +9	+71 +9	+109 +9
50	80											+23 +10	+29 +10	+40 +10	+56 +10		
80	120											+27 +12	+34 +12	+47 +12	+66 +12		
120	180											+32 +14	+39 +14	+54 +14	+77 +14		
180	250											+35 +15	+44 +15	+61 +15	+87 +15		
250	315											+40 +17	+49 +17	+69 +17	+98 +17		
315	400											+43 +18	+54 +18	+75 +18	+107 +18		
400	500											+47 +20	+60 +20	+83 +20	+117 +20		
500	630												+66 +22	+92 +22	+132 +22		
630	800												+74 +24	+104 +24	+149 +24		
800	1000												+82 26	+116 26	+166 26		
1000	1250												+94 +28	+133 +28	+193 +28		
1250	1600												+108 +30	+155 +30	+225 +30		
1600	2000												+124 +32	+182 +32	+262 +32		
2000	2500												+141 +34	+209 +34	+314 +34		
2500	3150												+173 +38	+248 +38	+368 +38		

注：各级的 FG 主要用于精密机械和钟表制造业。

表 2-5 孔 H 的极限偏差

基本尺寸		H																	
mm		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
大于	至	偏 差																	
		μm										mm							
	3	+0.8 0	+1.2 0	+2 0	+3 0	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	+60 0	+0.1 0	+0.14 0	+0.25 0	+0.4 0	+0.6 0		
3	6	+1 0	+1.5 0	+2.5 0	+4 0	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	+48 0	+75 0	+0.12 0	+0.18 0	+0.3 0	+0.48 0	+0.75 0	+1.2 0	+1.8 0
6	10	+1 0	+1.5 0	+2.5 0	+4 0	+6 0	+9 0	+15 0	+22 0	+36 0	+58 0	+90 0	+0.15 0	+0.22 0	+0.36 0	+0.58 0	+0.9 0	+1.5 0	+2.2 0
10	18	+1.2 0	+2 0	+3 0	+5 0	+8 0	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	+70 0	+110 0	+0.18 0	+0.27 0	+0.43 0	+0.7 0	+1.1 0	+1.8 0	+2.7 0
18	30	+1.5 0	+2.5 0	+4 0	+6 0	+9 0	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0	+81 0	+130 0	+0.21 0	+0.33 0	+0.52 0	+0.84 0	+1.3 0	+2.1 0	+3.3 0
30	50	+1.5 0	+2.5 0	+4 0	+7 0	+11 0	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0	+100 0	+160 0	+0.25 0	+0.39 0	+0.62 0	+1 0	+1.6 0	+2.5 0	+3.9 0
50	80	+2 0	+3 0	+5 0	+8 0	+13 0	+19 0	+30 0	+46 0	+74 0	+120 0	+190 0	+0.3 0	+0.46 0	+0.74 0	+1.2 0	+1.9 0	+3 0	+4.6 0
80	120	+2.5 0	+4 0	+6 0	+10 0	+15 0	+22 0	+35 0	+54 0	+87 0	+140 0	+220 0	+0.35 0	+0.54 0	+0.87 0	+1.4 0	+2.2 0	+3.5 0	+5.4 0
120	180	+3.5 0	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	+160 0	+250 0	+0.4 0	+0.63 0	+1 0	+1.6 0	+2.5 0	+4 0	+6.3 0
180	250	+4.5 0	+7 0	+10 0	+14 0	+20 0	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	+185 0	+290 0	+0.46 0	+0.72 0	+1.15 0	+1.85 0	+2.9 0	+4.6 0	+7.2 0
250	315	+6 0	+8 0	+12 0	+16 0	+23 0	+32 0	+52 0	+81 0	+130 0	+210 0	+320 0	+0.52 0	+0.81 0	+1.3 0	+2.1 0	+3.2 0	+5.2 0	+8.1 0
315	400	+7 0	+9 0	+13 0	+18 0	+25 0	+36 0	+57 0	+89 0	+140 0	+230 0	+360 0	+0.57 0	+0.89 0	+1.4 0	+2.3 0	+3.6 0	+5.7 0	+8.9 0
400	500	+8 0	+10 0	+15 0	+20 0	+27 0	+40 0	+63 0	+97 0	+155 0	+250 0	+400 0	+0.63 0	+0.97 0	+1.55 0	+2.5 0	+4 0	+6.3 0	+9.7 0
500	630	+9 0	+11 0	+16 0	+22 0	+32 0	+44 0	+70 0	+110 0	+175 0	+280 0	+440 0	+0.7 0	+1.1 0	+1.75 0	+2.8 0	+4.4 0	+7 0	+11 0
630	800	+10 0	+13 0	+18 0	+25 0	+36 0	+50 0	+80 0	+125 0	+200 0	+320 0	+500 0	+0.8 0	+1.25 0	+2 0	+3.2 0	+5 0	+8 0	+12.5 0
800	1000	+11 0	+15 0	+21 0	+28 0	+40 0	+56 0	+90 0	+140 0	+230 0	+360 0	+560 0	+0.9 0	+1.4 0	+2.3 0	+3.6 0	+5.6 0	+9 0	+14 0
1000	1250	+13 0	+18 0	+24 0	+33 0	+47 0	+66 0	+105 0	+165 0	+260 0	+420 0	+660 0	+1.05 0	+1.65 0	+2.6 0	+4.2 0	+6.6 0	+10.5 0	+16.5 0
1250	1600	+15 0	+21 0	+29 0	+39 0	+55 0	+78 0	+125 0	+195 0	+310 0	+500 0	+780 0	+1.25 0	+1.95 0	+3.1 0	+5 0	+7.8 0	+12.5 0	+19.5 0
1600	2000	+18 0	+25 0	+35 0	+46 0	+65 0	+92 0	+150 0	+230 0	+370 0	+600 0	+920 0	+1.5 0	+2.3 0	+3.7 0	+6 0	+9.2 0	+15 0	+23 0
2000	2500	+22 0	+30 0	+41 0	+55 0	+78 0	+110 0	+175 0	+280 0	+440 0	+700 0	+1100 0	+1.75 0	+2.8 0	+4.4 0	+7 0	+11 0	+17.5 0	+28 0
2500	3150	+26 0	+36 0	+50 0	+68 0	+96 0	+135 0	+210 0	+330 0	+540 0	+860 0	+1350 0	+2.1 0	+3.3 0	+5.4 0	+8.6 0	+13.5 0	+21 0	+33 0

注：1 IT14 至 IT18 只用于大于 1mm 的基本尺寸。

2 黑框中的数值，即基本尺寸大于 500 至 3150mm，IT1 至 IT5 的偏差值，为试用的。

表 2-6 孔 JS 的极限偏差

基本尺寸 mm		JS																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
大于	至	偏 差																	
		μm																	
—	3	± 0.4	± 0.6	± 1	± 1.5	± 2	± 3	± 5	± 7	± 12	± 20	± 30	± 0.06	± 0.07	± 0.125	± 0.2	± 0.3		
3	6	± 0.5	± 0.75	± 1.25	± 2	± 2.5	± 4	± 6	± 9	± 15	± 24	± 37	± 0.06	± 0.09	± 0.15	± 0.24	± 0.375	± 0.6	± 0.9
6	10	± 0.5	± 0.75	± 1.25	± 2	± 3	± 4.5	± 7	± 11	± 18	± 29	± 45	± 0.075	± 0.11	± 0.18	± 0.29	± 0.45	± 0.75	± 1.1
10	18	± 0.6	± 1	± 1.5	± 2.5	± 4	± 5.5	± 9	± 13	± 21	± 36	± 55	± 0.09	± 0.135	± 0.215	± 0.35	± 0.55	± 0.9	± 1.35
18	30	± 0.75	± 1.25	± 2	± 3	± 4.5	± 6.5	± 10	± 16	± 28	± 42	± 65	± 0.105	± 0.165	± 0.26	± 0.42	± 0.65	± 1.06	± 1.65
30	50	± 0.75	± 1.25	± 2	± 3.5	± 5.5	± 8	± 12	± 19	± 31	± 50	± 80	± 0.125	± 0.195	± 0.31	± 0.5	± 0.8	± 1.25	± 1.95
50	80	± 1	± 1.5	± 2.5	± 4	± 6.5	± 9.5	± 15	± 23	± 37	± 60	± 95	± 0.15	± 0.23	± 0.37	± 0.6	± 0.95	± 1.5	± 2.3
80	120	± 1.25	± 2	± 3	± 5	± 7.5	± 11	± 17	± 27	± 43	± 70	± 110	± 0.175	± 0.27	± 0.435	± 0.7	± 1.1	± 1.75	± 2.7
120	180	± 1.75	± 2.5	± 4	± 6	± 9	± 12.5	± 20	± 31	± 50	± 80	± 125	± 0.2	± 0.315	± 0.5	± 0.8	± 1.25	± 2	± 3.15
180	250	± 2.25	± 3.5	± 5	± 7	± 10	± 14.5	± 23	± 36	± 57	± 92	± 145	± 0.23	± 0.36	± 0.575	± 0.925	± 1.45	± 2.3	± 3.6
250	315	± 3	± 4	± 6	± 8	± 11.5	± 16	± 26	± 40	± 65	± 106	± 160	± 0.28	± 0.405	± 0.65	± 1.05	± 1.6	± 2.6	± 4.05
315	400	± 3.5	± 4.5	± 6.5	± 9	± 12.5	± 18	± 28	± 44	± 70	± 115	± 180	± 0.285	± 0.445	± 0.7	± 1.15	± 1.8	± 2.85	± 4.45
400	500	± 4	± 5	± 7.5	± 10	± 13.5	± 20	± 31	± 48	± 77	± 125	± 200	± 0.315	± 0.485	± 0.775	± 1.25	± 2	± 3.15	± 4.85
500	630	± 4.5	± 5.5	± 8	± 11	± 16	± 22	± 36	± 55	± 87	± 140	± 220	± 0.35	± 0.55	± 0.875	± 1.4	± 2.2	± 3.5	± 5.5
630	800	± 5	± 6.5	± 9	± 12.5	± 18	± 25	± 40	± 62	± 100	± 180	± 250	± 0.4	± 0.625	± 1	± 1.6	± 2.5	± 4	± 6.25
800	1000	± 5.5	± 7.5	± 10.5	± 14	± 20	± 28	± 45	± 70	± 115	± 180	± 280	± 0.45	± 0.7	± 1.15	± 1.8	± 2.8	± 4.5	± 7
1000	1250	± 6.5	± 9	± 12	± 16.5	± 23.5	± 33	± 52	± 82	± 130	± 210	± 330	± 0.525	± 0.825	± 1.3	± 2.1	± 3.3	± 5.25	± 8.25
1250	1600	± 7.5	± 10.5	± 14.5	± 19.5	± 27.5	± 39	± 62	± 97	± 155	± 250	± 390	± 0.625	± 0.975	± 1.55	± 2.5	± 3.9	± 6.25	± 9.75
1600	2000	± 9	± 12.5	± 17.5	± 23	± 32.5	± 46	± 76	± 115	± 185	± 300	± 460	± 0.75	± 1.15	± 1.85	± 3	± 4.6	± 7.5	± 11.5
2000	2500	± 11	± 15	± 20.5	± 27.5	± 39	± 55	± 87	± 140	± 220	± 360	± 550	± 0.875	± 1.4	± 2.2	± 3.5	± 5.5	± 8.75	± 14
2500	3150	± 13	± 18	± 25	± 34	± 48	± 67.5	± 105	± 165	± 270	± 430	± 675	± 1.05	± 1.65	± 2.7	± 4.3	± 6.75	± 10.5	± 16.5

注：1 为避免相同值的重复，表列值以“ $\pm X$ ”给出，可为 $ES = +X, EI = -X$ ，例如 $\pm 0.03\text{mm}$ 。

2 IT14 至 IT18 只用于大于 1mm 的基本尺寸。

3 黑框中的数值，即基本尺寸大于 500 至 3150mm，IT1 至 IT5 的偏差值，为试用的。

表 2-7 孔 J 和 K 的极限偏差

 μm

基本尺寸 mm		J				K							
大于	至	6	7	8	9	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	+2	+4	+6		0	0	0	0	0	0	0	0
		-4	-6	-8		-2	-3	-4	-6	-10	-14	-25	-40
3	6	+5	± 6	+10		0	+0.5	0	+2	+3	+5		
		-3		-8		-2.5	-3.5	-5	-6	-9	-13		
6	10	+5	+8	+12		0	-0.5	+1	+2	+5	+6		
		-4	-7	-10		-2.5	-3.5	-5	-7	-10	-16		
10	18	+6	+10	+15		0	-1	+2	+2	+6	+8		
		-5	-8	-12		-3	-4	-6	-9	-12	-19		
18	30	+8	+12	+20		-0.5	0	+1	+2	+6	+10		
		-5	-9	-13		-4.5	-6	-8	-11	-15	-23		
30	50	+10	+14	+24		-0.5	+1	+2	+3	+7	+12		
		-6	-11	-15		-4.5	-6	-9	-13	-18	-27		
50	80	+13	+18	+28				+3	+4	+9	+14		
		-6	-12	-18				-10	-15	-21	-32		
80	120	+16	+22	+34				+2	+4	+10	+16		
		-6	-13	-20				13	18	25	-38		
120	180	+18	+26	+41				+3	+4	+12	+20		
		-7	-14	-22				-15	-21	-28	-43		
180	250	+22	+30	+47				+2	+5	+13	+22		
		-7	-16	-25				-18	-24	-33	-50		
250	315	+25	+36	+55				+3	+5	+16	+25		
		-7	+16	-26				-20	-27	-36	-56		
315	400	+29	+39	+60				+3	+7	+17	+28		
		-7	-18	-29				-22	-29	-40	-61		
400	500	+33	+43	+66				+2	+8	+18	+29		
		-7	-20	-31				-25	-32	-45	-68		
500	630								0	0	0		
									-44	-70	-110		
630	800								0	0	0		
									-50	-80	-125		
800	1000								0	0	0		
									-56	-90	-140		
1000	1250								0	0	0		
									-66	-105	-165		
1250	1600								0	0	0		
									-78	-125	-195		
1600	2000								0	0	0		
									-92	-150	-230		
2000	2500								0	0	0		
									-110	-175	-280		
2500	3150								0	0	0		
									-135	-210	-330		

注：1 J9、J10等公差带对称于零线，其偏差值可见JS9、JS10等。

2 基本尺寸大于3mm时，大于IT8的K的偏差值不作规定。

3 基本尺寸大于3至6mm的J7的偏差值与对应尺寸段的JS7等值。

表 2-8 孔 M 和 N 的极限偏差

μm

基本尺寸 mm		M								N										
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
-	3	-2 -4	-2 -5	-2 -6	-2 -8	-2 -12	-2 -16	-2 -27	-2 -42	-4 -6	-4 -7	-4 -8	-4 -10	-4 -11	-4 -18	-4 -29	-4 -44	-1 -64		
3	6	-3 -5.5	-2.5 -6.5	-3 -8	-1 -9	0 -12	+2 -16	-4 -34	-4 -52	-7 -9.5	-6.5 -10.5	-7 -12	-5 -13	-4 -16	-2 -20	0 -30	0 -18	0 -75		
6	10	-5 -7.5	-4.5 -8.5	-4 -10	-3 -12	0 -15	+1 -21	-6 -42	-6 -64	-9 -11.5	-8.5 -12.5	-8 -14	-7 -16	-4 -19	-3 -25	0 -36	0 -58	0 -90		
10	18	-6 -9	-5 -10	-4 -12	-4 -15	0 -18	+2 -25	-7 -50	-7 -77	-11 -14	-10 -15	-9 -17	-9 -20	-5 -23	-3 -30	0 -43	0 -70	0 -110		
18	30	-6.5 -10.5	-6 -12	-5 -14	-4 -17	0 -21	+4 -29	-8 -60	-8 -92	-13.5 -17.5	-13 -19	-12 -21	-11 -24	-7 -28	-3 -36	0 -52	0 -84	0 -130		
30	50	-7.5 -11.5	-6 -13	-5 -16	-4 -20	0 -25	+5 -34	-9 -71	-9 -109	-15.5 -19.5	-14 -21	-13 -24	-12 -28	-8 -33	-3 -42	0 -62	0 -100	0 -160		
50	80			-6 -19	-5 -24	0 -30	+5 -41						-15 -28	-14 -33	-9 -39	-4 -50	0 -74	0 -120		
80	120			-8 -23	-6 -28	0 -35	+6 -48							-18 -33	-16 -38	-10 -45	-4 -58	0 -87		
120	180			-9 -27	-8 -33	0 -40	+8 -55							-21 -39	-20 -45	-12 -52	-4 -67	0 -100		
180	250			-11 -31	-8 -37	0 -46	+9 -63							-25 -45	-22 -51	-14 -60	-5 -77	0 -115		
250	315			-13 -36	-9 -41	0 -52	+9 -72							-27 -50	-25 -57	-14 -66	-5 -86	0 -130		
315	400			-14 -39	-10 -46	0 -57	+11 -78							-30 -55	-26 -62	-16 -73	-5 -94	0 -140		
400	500			-16 -43	-10 -50	0 -63	+11 -86							-33 -60	-27 -67	-17 -80	-6 -103	0 -155		
500	630				-26 -70	-26 -96	-26 -136							-41 -88	-44 -114	-44 -154	-44 -219			
630	800				-30 -80	-30 -110	-30 -155							-50 -100	-50 -130	-50 -175	-50 -250			
800	1000				-34 -90	-34 -124	-34 -174							-56 -112	-56 -146	-56 -196	-56 -286			
1000	1250				-40 -106	-40 -145	-40 -205							-66 -132	-66 -171	-66 -231	-66 -326			
1250	1600				-48 -126	-48 -173	-48 -243							-78 -156	-78 -203	-78 -273	-78 -388			
1600	2000				-58 -150	-58 -208	-58 -288							-92 -184	-92 -242	-92 -322	-92 -462			
2000	2500				-68 -178	-68 -243	-68 -348							-110 -220	-110 -285	-110 -390	-110 -550			
2500	3150				-76 -211	-76 -286	-76 -406							-135 -270	-135 -345	-135 -465	-135 -675			

注：公差带 N9、N10 和 N11 只用于大于 1mm 的基本尺寸。

表 2-9 孔 P 的极限偏差

 μm

基本尺寸 mm		P							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
	3	-6 -8	-6 -9	-6 -10	-6 -12	-6 -16	-6 -20	-6 -31	-6 -46
3	6	-11 -13.5	-10.5 -14.5	-11 -16	-9 -17	-8 -20	-12 -30	-12 -42	-12 -60
6	10	-14 -16.5	-13.5 -17.5	-13 -19	-12 -21	-9 -24	-15 -37	-15 -51	-15 -73
10	18	-17 -20	-16 -21	-15 -23	-15 -26	-11 -29	-18 -45	-18 -61	-18 -88
18	30	-20.5 -24.5	-20 -26	-19 -28	-18 -31	-14 -35	-22 -55	-22 -74	-22 -106
30	50	-24.5 -28.5	-23 -30	-22 -33	-21 -37	-17 -42	-26 -65	-26 -88	-26 -126
50	80			-27 -40	-26 -45	-21 -51	-32 -78	-32 -106	
80	120			-32 -47	-30 -52	-24 -59	-37 -91	-37 -124	
120	180			-37 -55	-36 -61	-28 -68	-43 -106	-43 -143	
180	250			-44 -64	-41 -70	-33 -79	-50 -122	-50 -165	
250	315			-49 -72	-47 -79	-36 -88	-56 -137	-56 -186	
315	400			-55 -80	-51 -87	-41 -98	-62 -151	-62 -202	
400	500			-61 -88	-55 -95	-45 -108	-68 -165	-68 -223	
500	630				-78 -122	-78 -148	-78 -188	-78 -253	
630	800				-88 -138	-88 -168	-88 -213	-88 -288	
800	1000				-100 -156	-100 -190	-100 -240	-100 -330	
1000	1250				-120 -186	-120 -225	-120 -285	-120 -380	
1250	1600				-140 -218	-140 -265	-140 -335	-140 -450	
1600	2000				-170 -262	-170 -320	-170 -400	-170 -540	
2000	2500				-195 -305	-195 -370	-195 -475	-195 -635	
2500	3150				-240 -375	-240 -450	-240 -570	-240 -780	

表 2-10 孔 R 的极限偏差

 μm

基本尺寸 mm		R							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	-10 -12	-10 -13	-10 -14	-10 -16	-10 -20	-10 -24	-10 -35	-10 -50
3	6	-14 -16.5	-13.5 -17.5	-14 -19	-12 -20	-11 -23	-11 -33	-15 -45	-15 -63
6	10	-18 -20.5	-17.5 -21.5	-17 -23	-16 -25	-13 -28	-19 -41	-19 -55	-19 -77
10	18	-22 -25	-21 -26	-20 -28	-20 -31	-16 -34	-23 -50	-23 -66	-23 -93
18	30	-26.5 -30.5	-26 -32	-25 -34	-24 -37	-20 -41	-28 -61	-28 -80	-10 -112
30	50	-32.5 -36.5	-31 -38	-30 -41	-29 -45	-25 -50	-34 -73	-34 -96	-34 -134
50	65			-36 -49	-35 -54	-30 -60	-41 -87		
65	80			-38 -51	-37 -56	-32 -62	-43 -89		
80	100			-46 -61	-44 -66	-38 -73	-51 -105		
100	120			-49 -64	-47 -69	-41 -76	-54 -106		
120	140			-57 -75	-56 -81	-48 -88	-63 -126		
140	160			-59 -77	-58 -83	-50 -90	-65 -128		
160	180			-62 -80	-61 -86	-53 -93	-68 -131		
180	200			-71 -91	-68 -97	-60 -106	-77 -149		
200	225			-74 -94	-71 -100	-63 -109	-80 -152		
225	250			-78 -98	-75 -104	-67 -113	-84 -156		
250	280			-87 -110	-85 -117	-74 -126	-94 -175		
280	315			-91 -114	-89 -121	-78 -130	-96 -179		
315	355			-101 -126	-97 -133	-87 -144	-108 -197		
355	400			-107 -132	-103 -139	-93 -150	-114 -203		
400	450			-119 -146	-113 -153	-103 -166	-126 -223		

续表 2-10

 μm

基本尺寸 mm		R							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
450	500			-125 -152	-119 -159	-109 -172	-132 -229		
500	560				-150 -194	-150 -220	-150 -260		
560	630				-155 -199	-155 -225	-155 -265		
630	710				-175 -225	-175 -255	-175 -300		
710	800				-185 -235	-185 -265	-185 -310		
800	900				-210 -266	-210 -300	-210 -350		
900	1000				-220 -276	-220 -310	-220 -360		
1000	1120				-250 -316	-250 -355	-250 -415		
1120	1250				-260 -328	-260 -365	-260 -425		
1250	1400				-300 -378	-300 -425	-300 -495		
1400	1600				-330 -408	-330 -455	-330 -525		
1600	1800				-370 -452	-370 -520	-370 -600		
1800	2000				-400 -492	-400 -550	-400 -630		
2000	2240				-440 -550	-440 -615	-440 -720		
2240	2500				-460 -570	-460 -635	-460 -740		
2500	2800				-550 -685	-550 -760	-550 -880		
2800	3150				-580 -715	-580 -790	-580 -910		

表 2-11 孔 S 的极限偏差

 μm

基本尺寸 mm		S							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	-14 -16	-14 -17	-14 -18	-14 -20	-14 -24	-14 -28	-14 -39	-14 -54
3	6	-18 -20.5	-17.5 -21.5	-18 -23	-16 -24	-15 -27	-14 -37	-14 -49	-19 -67
6	10	-22 -24.5	-21.5 -25.5	-21 -27	-20 -29	-17 -32	-23 -45	-23 -59	-23 -81
10	18	-27 -30	-26 -31	-25 -33	-25 -36	-21 -39	-28 -55	-28 -71	-28 -98
18	30	-33.5 -37.5	-33 -39	-32 -41	-31 -44	-27 -48	-35 -68	-35 -87	-35 -119
30	50	-41.5 -45.5	-40 -47	-39 -50	-38 -54	-34 -59	-43 -82	-43 -105	-43 -143
50	65			-48 -61	-47 -66	-42 -72	-53 -99	-53 -127	
65	80			-54 -67	-53 -72	-48 -78	-59 -105	-59 -133	
80	100			-66 -81	-64 -86	-58 -93	-71 -125	-71 -158	
100	120			-74 -89	-72 -94	-86 -101	-79 -133	-79 -166	
120	140			-86 -104	-85 -110	-77 -117	-92 -155	-92 -192	
140	160			-94 -112	-93 -118	-85 -125	-100 -163	-100 -200	
160	180			-102 -120	-101 -126	-93 -133	-108 -171	-108 -208	
180	200			-116 -136	-113 -142	-105 -151	-122 -194	-122 -237	
200	225			-124 -144	-121 -150	-113 -159	-130 -202	-130 -245	
225	250			-134 -154	-131 -160	-123 -169	-140 -212	-140 -255	
250	280			-151 -174	-149 -181	-138 -190	-158 -239	-158 -288	
280	315			-163 -186	-161 -193	-150 -202	-170 -251	-170 -300	
315	355			-183 -208	-179 -215	-169 -226	-190 -279	-190 -330	
355	440			-201 -226	-197 -233	-187 -244	-208 -297	-208 -348	
400	450			-225 -252	-219 -259	-209 -272	-232 -329	-232 -387	
450	500			-245 -272	-239 -279	-229 -292	-252 -349	-252 -407	

续表 2-11

μm

基本尺寸 mm		S							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
500	560				--280 -324	-280 -350	280 -390		
560	630				-310 -354	-310 -380	-310 -420		
630	710				-340 -390	-340 -420	-340 -465		
710	800				-380 -430	-380 -460	-380 -505		
800	900				-430 -486	-430 -520	-430 -570		
900	1000				-470 -526	-470 -560	-470 -610		
1000	1120				-520 -586	-520 -625	-520 -685		
1120	1250				-580 -646	-580 -685	-580 -745		
1250	1400				--640 -718	-640 -765	--640 -835		
1400	1600				--720 -798	--720 -845	--720 -915		
1600	1800				-820 -912	-820 -970	-820 -1050		
1800	2000				-920 -1012	-920 -1070	-920 -1150		
2000	2240				--1000 -1110	-1000 -1175	-1000 -1280		
2240	2500				--1100 -1210	-1100 -1275	1100 -1380		
2500	2800				--1250 -1385	-1250 -1460	-1250 -1580		
2800	3150				1400 1535	-1400 -1610	-1400 -1730		

表 2-12 孔 T 和 U 的极限偏差

 μm

基本尺寸 mm		T				U					
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10
—	3					-18	-18	-18	-18	-18	-18
						-22	-24	-28	-32	-43	-58
3	6					-22	-20	-19	-23	-23	-23
						-27	-28	-31	-41	-53	-71
6	10					-26	-25	-22	-28	-28	-28
						-32	-34	-37	-50	-64	-86
10	18					-30	-30	-26	-33	-33	-33
						-38	-41	-44	-60	-76	-103
18	24					-38	-37	-33	-41	-41	-41
						-47	-50	-54	-74	-93	-125
24	30	-38	-37	-33	-41	-45	-44	-40	-48	-48	-48
		-47	-50	-54	-74	-54	-57	-61	-81	-100	-132
30	40	-44	-43	-39	-48	-56	-55	-51	-60	-60	-60
		-55	-59	-64	-87	-67	-71	-76	-99	-122	-160
40	50	-50	-49	-45	-54	-66	-65	-61	-70	-70	-70
		-61	-65	-70	-93	-77	-81	-85	-109	-132	-170
50	65		-60	-55	-66		-81	-76	-87	-87	-87
			-79	-85	-112		-100	-106	-133	-161	-207
65	80		-69	-64	-75		-96	-91	-102	-102	-102
			-88	-94	-121		-115	-121	-148	-176	-222
80	100		-84	-78	-91		-117	-111	-124	-124	-124
			-106	-113	-145		-139	-146	-178	-211	-264
100	120		-97	-91	-104		-137	-131	-144	-144	-144
			-119	-126	-158		-159	-166	-198	-231	-284
120	140		-115	-107	-122		-163	-155	-170	-170	-170
			-140	-147	-185		-188	-195	-233	-270	-330
140	160		-127	-119	-134		-183	-175	-190	-190	-190
			-152	-159	-197		-208	-215	-253	-290	-350
160	180		-139	-131	-146		-203	-195	-210	-210	-210
			-164	-171	-209		-228	-235	-273	-310	-370
180	200		-157	-149	-166		-227	-219	-236	-236	-236
			-186	-195	-238		-256	-265	-308	-351	-421
200	225		-171	-163	-180		-249	-241	-258	-258	-258
			-200	-209	-252		-278	-287	-330	-373	-443
225	250		-187	-179	-196		-275	-267	-284	-284	-284
			-216	-225	-268		-304	-313	-368	-399	-469
250	280		-209	-198	-218		-306	-295	-315	-315	-315
			-241	-250	-299		-338	-347	-396	-445	-525
280	315		-231	-220	-240		-341	-330	-350	-350	-350
			-263	-272	-321		-373	-382	-431	-480	-560
315	355		-257	-247	-268		-379	-369	-390	-390	-390
			-293	-304	-357		-415	-426	-479	-530	-620

续表 2-12

μm

基本尺寸 mm		T				U					
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10
355	400		-283 -319	-273 -330	-294 -383		-424 -460	-414 -471	-435 -524	-435 -575	-435 -665
400	450		-317 -357	-307 -370	-330 -427		-477 -517	-467 -530	-490 -587	-490 -645	-490 -740
450	500		-347 -387	-337 -400	-360 -457		-527 -567	-517 -580	-540 -637	-540 -695	-540 -790
500	560		-400 -444	-400 -470	-400 -510		-600 -644	-600 670	-600 -710		
560	630		-450 -494	-450 -520	-450 -560		-660 -704	-660 -730	-660 -770		
630	710		-500 -550	-500 -580	-500 -625		-740 -790	-740 -820	-740 -865		
710	800		-560 -610	-560 -640	-560 -685		-840 -890	-840 -920	-840 -965		
800	900		-620 -676	-620 -710	-620 -760		-940 -996	-940 -1030	-940 -1080		
900	1000		-680 -736	-680 -770	-680 -820		-1050 -1106	-1050 -1140	-1050 -1190		
1000	1120		-780 -845	-780 -885	-780 -945		-1150 -1216	-1150 -1255	-1150 -1315		
1120	1250		-840 -905	-840 -945	-840 -1005		-1300 -1366	-1300 -1405	-1300 -1465		
1250	1400		-960 -1038	-960 -1085	-960 -1155		-1450 -1528	-1450 -1575	-1450 -1645		
1400	1600		-1050 -1128	-1050 -1175	-1050 -1245		-1600 -1678	-1600 -1725	-1600 -1795		
1600	1800		-1200 -1292	-1200 -1350	-1200 -1430		-1850 -1942	-1850 -2000	-1850 -2060		
1800	2000		-1350 -1442	-1350 -1500	-1350 -1580		-2000 -2082	-2000 -2150	-2000 -2230		
2000	2240		-1500 -1610	-1500 -1675	-1500 -1780		-2300 -2410	-2300 -2475	-2300 -2580		
2240	2500		-1650 -1760	-1650 -1825	-1650 -1930		-2500 -2610	-2500 -2675	-2500 -2780		
2500	2800		-1900 -2035	-1900 -2110	-1900 -2230		-2900 -3035	-2900 -3110	-2900 -3230		
2800	3150		-2100 -2235	-2100 -2310	-2100 -2430		-3200 -3335	-3200 -3410	-3200 -3530		

注：基本尺寸至 24mm 的 T5 至 T8 的偏差值未列入表内，建议以 U5 至 U8 代替，如非要 T5 至 T8，则可按 GB/T 1800.3 计算。

表 2-13 孔 V、X 和 Y 的极限偏差

 μm

基本尺寸 mm		V				X						Y				
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
—	3					-20	-20	-20	-20	-20	-20					
						-24	-26	-30	-34	-45	-60					
3	6					-27	-25	-24	-28	-28	-28					
						-32	-33	-36	-46	-58	-76					
6	10					-32	-31	-28	-34	-34	-34					
						-38	-40	-43	-56	-70	-92					
10	14					-37	-37	-33	-40	-40	-40					
						-45	-48	-51	-67	-83	-110					
14	18	-36	-36	-32	-39	-42	-42	-38	-45	-45	-45					
		-44	-47	-50	-66	-50	-53	-56	-72	-88	-115					
18	24	-44	-43	-39	-47	-51	-50	-46	-54	-54	-54	-59	-55	-63	-63	-63
		-53	-56	-60	-80	-60	-63	-67	-87	-106	-138	-72	-76	-96	-115	-147
24	30	-52	-51	-47	-55	-61	-60	-56	-64	-64	-64	71	-67	-75	-75	-75
		-61	-64	-68	-88	-70	-73	-77	-97	-116	-148	-84	-88	-108	-127	-159
30	40	-64	-63	-59	-68	-76	-75	-71	-80	-80	-80	-89	-85	-94	-94	-94
		-75	-79	-84	-107	-87	-91	-96	-119	-142	-180	-105	-110	-133	-156	-194
40	50	-77	-76	-72	-81	-93	-92	-88	-97	-97	-97	-109	-105	-111	-111	-114
		-88	-92	-97	-120	-104	-108	-113	-136	-159	-197	-125	-130	-153	-176	-214
50	65		-96	-91	-102		-116	-111	-122	-122		-138	-133	-144		
			-115	-121	-148		-135	-141	-168	-196		-157	-163	-190		
65	80		-114	-109	-120		-140	-135	-146	-146		-168	-163	-174		
			-133	-139	-165		-159	-165	-192	-220		-187	-193	-220		
80	100		-139	-133	-146		-171	-166	-178	-178		-207	-201	-214		
			-161	-168	-200		-193	-200	-232	-265		-229	-236	-268		
100	120		-165	-159	-172		-203	-197	-210	-210		-247	-241	-254		
			-187	-194	-226		-225	-232	-264	-297		-269	-276	-308		
120	140		-195	-187	-202		-241	-233	-248	-248		-293	-285	-300		
			-220	-227	-265		-266	-273	-311	-348		-318	-325	-363		
140	160		-221	-213	-228		-273	-265	-280	-280		-333	-325	-340		
			-246	-253	-291		-298	-305	-343	-380		-358	-365	-403		
160	180		-245	-237	-252		-303	-295	-310	-310		-373	-365	-380		
			-270	-277	-315		-328	-335	-373	-410		-398	-405	-443		
180	200		-275	-267	-284		-341	-333	-350	-350		-416	-408	-425		
			-304	-313	-358		-370	-379	-422	-465		-445	-454	-497		
200	225		-301	-293	-310		-376	-368	-385	-385		-461	-453	-470		
			-330	-339	-382		-405	-414	-457	-500		-490	-499	-542		
225	250		-331	-323	-340		-416	-408	-425	-425		-511	-503	-520		
			-360	-369	-412		-445	-454	-497	-540		-540	-549	-592		

续表 2-13

μm

基本尺寸 mm		V				X						Y				
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
250	280		-376 -408	-365 -417	-385 -468		-466 -498	-455 -507	-475 -556	-475 -605		-571 -603	-560 -612	-580 -661		
280	315		-416 -448	-405 -457	-425 -506		-516 -548	-505 -557	-525 -606	-525 -655		-641 -673	-630 -682	-650 -731		
315	355		-464 -500	-454 -511	-475 -564		-579 -615	-569 -626	-590 -679	-590 -730		-679 -755	-709 -766	-730 -819		
355	400		-519 -555	-509 -566	-530 -619		-649 -685	-639 -696	-660 -749	-660 -800		-809 -845	-799 -856	-820 -909		
400	150		-582 -622	-572 -635	-595 -692		-727 -767	-717 -780	-740 -837	-740 -895		-907 -947	-897 -960	-920 -1017		
150	500		-647 -687	-637 -700	-660 -757		-807 -847	-797 -860	-820 -917	-820 -975		-987 -1027	-977 -1040	-1000 -1097		

注：1 基本尺寸至14mm的V5至V8的偏差值未列入表内，建议以X5至X8代替。如非要V5至V8，则可按GB/T 1800.3计算。

2 基本尺寸至18mm的Y6至Y10的偏差值未列入表内，建议以Z6至Z10代替(见表2-14)。如非要Y6至Y10，则可按GB/T 1800.3计算。

表 2-14 孔 Z 和 ZA 的极限偏差

μm

基本尺寸 mm		Z						ZA					
大于	至	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	11
—	3	-26 -32	-26 -36	-26 -40	-26 -51	-26 -65	-26 -86	-32 -38	-32 -42	-32 -46	-32 -57	-32 -72	-32 -92
3	6	-32 -40	-31 -43	-35 -53	-35 -65	-35 -83	-35 -110	-39 -47	-38 -50	-42 -60	-42 -72	-42 -90	-42 -117
6	10	-39 -48	-36 -51	-42 -64	-42 -78	-42 -100	-42 -132	-49 -58	-46 -61	-52 -74	-52 -88	-52 -110	-52 -142
10	14	-47 -58	-43 -61	-50 -77	-50 -93	-50 -120	-50 -160	-61 -72	-57 -75	-64 -91	-64 -107	-64 -134	-64 -174
14	18	-57 -68	-53 -71	-60 -87	-60 -103	-60 -130	-60 -170	-74 -85	-70 -88	-77 -104	-77 -120	-77 -147	-77 -187
18	24	-69 -82	-65 -86	-73 -106	-73 -125	-73 -157	-73 -203	-94 -107	-90 -111	-98 -131	-98 -150	-98 -182	-98 -228
24	30	-84 -97	-80 -101	-88 -121	-88 -140	-88 -172	-88 -218	-114 -217	-110 -131	-118 -151	-118 -170	-118 -202	-118 248
30	40	-107 -123	-103 128	-112 -151	-112 -174	-112 -212	-112 -272	-143 -159	-139 -164	-148 -187	-148 -210	-148 -248	-148 -308
40	50	-131 -147	-127 -152	-136 -175	-136 -198	-136 -236	-136 -296	-175 -191	-171 -196	-180 -219	-180 -242	-180 -280	-180 -340
50	65		-161 -191	-172 -218	-172 -246	-172 -292	-172 -362		-215 -245	-226 -272	-226 -300	-226 -346	-226 -416

续表 2-14

 μm

基本尺寸 mm		Z						ZA					
大于	至	6	7	8	9	10	11	6	7	8	10	11	
65	80		-199 -229	-210 -256	-210 -284	-210 -330	-210 -400		-263 -293	-274 -320	-274 -348	-274 -394	-274 -464
80	100		-245 -280	-258 -312	-258 -345	-258 -398	-258 -478		-322 -357	-335 -389	-335 -422	-335 -475	-335 -555
100	120		-297 -332	-310 -364	-310 -397	-310 -450	-310 -530		-387 -422	-400 -454	-400 -487	-400 -540	-400 -620
120	140		-350 -390	-365 -428	-365 -465	-365 -525	-365 -615		-455 -495	-470 -533	-470 -570	-470 -630	-470 -720
140	160		-400 -440	-415 -478	-415 -515	-415 -575	-415 -665		-520 -560	-535 -598	-535 -635	-535 -695	-535 -785
160	180		-450 -490	-465 -528	-465 -565	-465 -625	-465 -715		-585 -625	-600 -663	-600 -700	-600 -760	-600 -850
180	200		-503 -549	-520 -592	-520 -635	-520 -705	-520 -810		-653 -699	-670 -742	-670 -785	-670 -855	-670 -960
200	225		-558 -604	-575 -647	-575 -690	-575 -760	-575 -865		-723 -769	-740 -812	-740 -855	-740 -925	-740 -1030
225	250		-623 -669	-640 -712	-640 -755	-640 -825	-640 -930		-803 -849	-820 -892	-820 -935	-820 -1005	-820 -1110
250	280		-690 -742	-710 -791	-710 -840	-710 -920	-710 -1030		-900 -952	-920 -1001	-920 -1050	-920 -1130	-920 -1240
280	315		-770 -822	-790 -871	-790 -920	-790 -1000	-790 -1110		-980 -1032	-1000 -1061	-1000 -1130	-1000 -1210	-1000 -1320
315	355		-879 -936	-900 -989	-900 -1040	-900 -1130	-900 -1260		-1129 -1188	-1150 -1239	-1150 -1290	-1150 -1380	-1150 -1510
355	400		-979 -1036	-1000 -1089	-1000 -1140	-1000 -1230	-1000 -1360		-1279 -1336	-1300 -1389	-1300 -1440	-1300 -1530	-1300 -1660
400	450		-1077 -1140	-1100 -1197	-1100 -1255	-1100 -1350	-1100 -1500		-1427 -1490	-1450 -1547	-1450 -1605	-1450 -1700	-1450 -1860
450	500		-1227 -1290	-1250 -1347	-1250 -1405	-1250 -1500	-1250 -1650		-1577 -1640	-1600 -1697	-1600 -1755	-1600 -1850	-1600 -2000

表 2-15 孔 ZB 和 ZC 的极限偏差

 μm

基本尺寸 mm		ZB					ZC				
大于	至	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11
—	3	-40 -50	-40 -54	-40 -65	-40 -80	-40 -100	-60 -70	-60 -74	-60 -85	-60 -100	-60 -120
3	6	-46 -58	-50 -68	-50 -80	-50 -98	-50 -125	-76 -88	-80 -98	-80 -110	-80 -128	-80 -155

续表 2-15

基本尺寸 mm		ZB					ZC				
大于	至	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11
6	10	-61 -76	-67 -89	-67 -103	-67 -125	-67 -157	-91 -106	-97 -119	-97 -133	-97 -155	-97 -187
10	14	-83 -101	-90 -117	-90 -133	-90 -160	-90 -200	-123 -141	-130 -157	-130 -173	-130 -200	-130 -240
14	18	-101 -119	-108 -135	-108 -151	-108 -178	-108 -218	-143 -161	-150 -177	-150 -193	-150 -220	-150 -260
18	24	-128 -149	-136 -169	-136 -188	-136 -220	-136 -266	-180 -201	-188 -221	-188 -240	-188 -272	-188 -318
24	30	-152 -173	-160 -193	-160 -212	-160 -244	-160 -290	-210 -231	-218 -251	-218 -270	-218 -302	-218 -348
30	40	-191 -216	-200 -239	-200 -262	-200 -300	-200 -360	-265 -290	-274 -313	-274 -336	-274 -374	-274 -434
40	50	-233 -258	-242 -281	-242 -304	-242 -342	-242 -402	-316 -341	-325 -364	-325 -387	-325 -425	-325 -485
50	65	-289 -319	-300 -346	-300 -374	-300 -420	-300 -490	-394 -424	-405 -451	-405 -479	-405 -525	-405 -585
65	80	-349 -379	-360 -406	-360 -434	-360 -480	-360 -550	-469 -499	-480 -526	-480 -554	-480 -600	-480 -670
80	100	-432 -467	-445 -499	-445 -532	-445 -585	-445 -665	-572 -607	-585 -639	-585 -672	-585 -725	-585 -805
100	120	-512 -547	-525 -579	-525 -612	-525 -665	-525 -745	-677 -712	-690 -744	-690 -777	-690 -830	-690 -910
120	140	-605 -645	-620 -683	-620 -720	-620 -780	-620 -870	-785 -825	-800 -863	-800 -900	-800 -960	-800 -1050
140	160	-685 -725	-700 -763	-700 -800	-700 -860	-700 -950	-885 -925	-900 -963	-900 -1000	-900 -1060	-900 -1150
160	180	-765 -805	-780 -843	-780 -880	-780 -940	-780 -1030	-985 -1025	-1000 -1063	-1000 -1100	-1000 -1160	-1000 -1250
180	200	-863 -909	-880 -952	-880 -995	-880 -1065	-880 -1170	-1133 -1179	-1150 -1222	-1150 -1265	-1150 -1335	-1150 -1440
200	225	-943 -989	-960 -1032	-960 -1075	-960 -1145	-960 -1250	-1233 -1279	-1250 -1322	-1250 -1365	-1250 -1435	-1250 -1540
225	250	-1033 -1079	-1050 -1122	-1050 -1165	-1050 -1235	-1050 -1340	-1333 -1379	-1350 -1422	-1350 -1465	-1350 -1535	-1350 -1640
250	280	-1180 -1232	-1200 -1281	-1200 -1330	-1200 -1410	-1200 -1520	+1530 -1582	-1550 -1631	-1550 -1680	-1550 -1760	-1550 -1870

续表 2-15

基本尺寸 mm		ZB					ZC				
大于	至	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11
280	315	-1280 -1332	-1300 -1381	-1300 -1430	-1300 -1510	-1300 -1620	-1680 -1732	-1700 -1781	-1700 -1830	-1700 -1910	-1700 -2020
315	355	-1479 -1536	-1500 -1589	-1500 -1640	-1500 -1730	-1500 -1860	-1879 -1936	-1900 -1989	-1900 -2040	-1900 -2130	-1900 -2260
355	400	-1629 -1686	-1650 -1739	-1650 -1790	-1650 -1880	-1650 -2010	-2079 -2136	-2100 -2189	-2100 -2240	-2100 -2330	-2100 -2460
400	450	-1827 -1890	-1850 -1947	-1850 -2005	-1850 -2100	-1850 -2250	-2377 -2440	-2400 -2497	-2400 -2555	-2400 -2650	-2400 -2800
450	500	-2077 -2140	-2100 -2197	-2100 -2255	-2100 -2350	-2100 -2500	-2577 -2640	-2600 -2697	-2600 -2755	-2600 -2850	-2600 -3000

2 轴的极限偏差

GB/T 1800.4—1999 规定的轴的公差带如图 2-4 (基本尺寸至 500mm) 和图 2-5 (基本尺寸大于 500 至

3150mm) 所示。

与图 2-4 和图 2-5 所示公差带对应的轴的极限偏差(上偏差 es 和下偏差 ei) 的概念如图 2-6 所示, 其数值列于表 2-16 至表 2-31。

		h1 js1		h2 js2		e13 f3 fg3 g3 h3 js3		k3 m3 n3 p3 r3 s3		e14 f4 fg4 g4 h4 js4		k4 m4 n4 p4 r4 s4		j5 k5		m5 n5 p5 r5 s5		t5 u5		v5 x5	
		cd5 d5	e5 e5	f5 fg5	g5 h5	js5	j5 k5	m5 n5	p5 r5	s5	t5 u5	v5 x5	z6 za6	zb6	zc6						
		cd6 d6	e6 e6	f6 fg6	g6 h6	js6	j6 k6	m6 n6	p6 r6	s6	t6 u6	v6 x6	z6 za6	zb6	zc6						
		cd7 d7	e7 e7	f7 fg7	g7 h7	js7	j7 k7	m7 n7	p7 r7	s7	t7 u7	v7 x7	z7 za7	zb7	zc7						
c8		cd8 d8	e8 e8	f8 fg8	g8 h8	js8	j8 k8	m8 n8	p8 r8	s8	t8 u8	v8 x8	z8 za8	zb8	zc8						
a9	b9 c9	cd9 d9	e9 e9	f9 fg9	g9 h9	js9	k9	m9 n9	p9 r9	s9	t9	x9 y9	z9 za9	zb9	zc9						
a10	b10 c10	cd10 d10	e10 e10	f10 fg10	g10 h10	js10	k10		p10 r10	s10		x10 y10	z10 za10	zb10	zc10						
a11	b11 c11	d11			h11	js11	k11						z11 za11	zb11	zc11						
a12	b12 c12	d12			h12	js12	k12														
a13	b13	d13			h13	js13	k13														
					h14	js14															
					h15	js15															
					h16	js16															
					h17	js17															
					h18	js18															
2-16	2-17	2-18	2-19	2-20	2-21	2-22	2-23	2-24	2-25	2-26	2-27	2-28	2-29	2-30	2-31						

表

图 2-4 基本尺寸至 500mm 的轴的公差带

				h1	js1												
				h2	js2												
				h3	js3												
				h4	js3												
				h5	js5												
	e6	f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6				
d7	e7	f7	g7	h7	js7	k7	m7	n7	p7	r7	s7	t7	u7				
d8	e8	f8	g8	h8	js8	k8			p8	r8	s8		u8				
d9	e9	f9		h9	js9	k9											
d10	e10			h10	js10	k10											
d11				h11	js11	k11											
				h12	js12	k12											
				h13	js13	k13											
				h14	js14												
				h15	js15												
				h16	js16												
				h17	js17												
				h18	js18												
2-18	2-19	2-20	2-21	2-22	2-23	2-24	2-25	2-26	2-27	2-28	2-29						

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

注：框格内的公差带 h1 至 h5 和 js1 至 js5 为试用的。

图 2-5 基本尺寸大于 500 至 3150mm 的轴的公差带

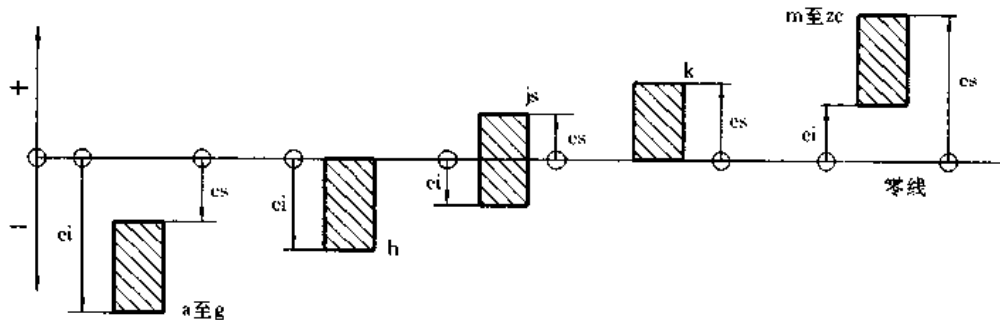


图 2-6 轴的上偏差 es 和下偏差 ci

表 2-16 轴 a, b 和 c 的极限偏差

μm

基本尺寸 mm		a					b					c					
大于	至	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12
—	3	-270	-270	-270	-270	-270	-140	-140	-140	-140	-140	-140	-60	-60	-60	-60	-60
		-295	-310	-330	-370	-410	-151	-165	-180	-200	-240	-280	-320	-71	-85	-100	-120
3	6	-270	-270	-270	-270	-270	-140	-140	-140	-140	-140	-140	-70	-70	-70	-70	-70
		-300	-318	-345	-390	-450	-158	-170	-188	-215	-260	-320	-380	-88	-100	-118	-145
6	10	-280	-280	-280	-280	-280	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-80	-80	-80	-80	-80
		-316	-338	-370	-430	-500	-172	-186	-208	-240	-300	-370	-450	-102	-116	-138	-170
10	18	-290	-290	-290	-290	-290	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-95	-95	-95	-95	-95
		-333	-360	-400	-470	-560	-177	-193	-220	-260	-330	-420	-520	-122	-138	-165	-205
18	30	-300	-300	-300	-300	-300	-160	-160	-160	-160	-160	-160	-110	-110	-110	-110	-110
		-352	-384	-430	-510	-630	-193	-212	-244	-290	-370	-490	-630	-143	-162	-194	-240

续表 2-16

基本尺寸 mm		a					b						c				
大于	至	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12
30	40	-310 -372	-310 -410	-310 -470	-310 -560	-310 -700	-170 -209	-170 -232	-170 -270	-170 -330	-170 -420	-170 -560	-120 -159	-120 -182	-120 -220	-120 -280	-120 -370
40	50	-320 -382	-320 -420	-320 -480	-320 -570	-320 -710	-180 -219	-180 -242	-180 -280	-180 -340	-180 -430	-180 -570	-130 -169	-130 -192	-130 -230	-130 -290	-130 -380
50	65	-340 -414	-340 -460	-340 -530	-340 -640	-340 -800	-190 -236	-190 -264	-190 -310	-190 -380	-190 -490	-190 -650	-140 -186	-140 -214	-140 -260	-140 -330	-140 -440
65	80	-360 -434	-360 -480	-360 -550	-360 -660	-360 -820	-200 -246	-200 -274	-200 -320	-200 -390	-200 -500	-200 -660	-150 -196	-150 -224	-150 -270	-150 -340	-150 -450
80	100	-380 -467	-380 -520	-380 -600	-380 -730	-380 -920	-220 -274	-220 -307	-220 -360	-220 -440	-220 -570	-220 -760	-170 -224	-170 -257	-170 -310	-170 -390	-170 -520
100	120	-410 -497	-410 -550	-410 -630	-410 -760	-410 -950	-240 -294	-240 -327	-240 -380	-240 -460	-240 -590	-240 -780	-180 -234	-180 -267	-180 -320	-180 -400	-180 -530
120	140	-460 -560	-460 -620	-460 -710	-460 -860	-460 -1090	-260 -323	-260 -360	-260 -420	-260 -510	-260 -660	-260 -890	-200 -263	-200 -300	-200 -360	-200 -450	-200 -600
140	160	-520 -620	-520 -680	-520 -770	-520 -920	-520 -1150	-280 -343	-280 -380	-280 -440	-280 -530	-280 -680	-280 -910	-210 -273	-210 -310	-210 -370	-210 -450	-210 -610
160	180	-580 -680	-580 -740	-580 -830	-580 -980	-580 -1210	-310 -373	-310 -410	-310 -470	-310 -560	-310 -710	-310 -940	-230 -293	-230 -330	-230 -390	-230 -480	-230 -630
180	200	-660 -775	-660 -845	-660 -950	-660 -1120	-660 -1380	-340 -412	-340 -455	-340 -525	-340 -630	-340 -800	-340 -1060	-240 -312	-240 -355	-240 -425	-240 -530	-240 -700
200	225	-740 -855	-740 -925	-740 -1030	-740 -1200	-740 -1460	-380 -452	-380 -495	-380 -565	-380 -670	-380 -840	-380 -1100	-260 -332	-260 -375	-260 -445	-260 -550	-260 -720
225	250	-820 -935	-820 -1005	-820 -1110	-820 -1280	-820 -1540	-420 -492	-420 -535	-420 -605	-420 -710	-420 -880	-420 -1140	-280 -352	-280 -395	-280 -465	-280 -570	-280 -740
250	280	-920 -1050	-920 -1130	-920 -1240	-920 -1440	-920 -1730	-480 -561	-480 -610	-480 -690	-480 -800	-480 -1000	-480 -1290	-300 -381	-300 -430	-300 -510	-300 -620	-300 -820
280	315	-1050 -1180	-1050 -1260	-1050 -1370	-1050 -1570	-1050 -1860	-540 -621	-540 -670	-540 -750	-540 -860	-540 -1060	-540 -1350	-330 -411	-330 -460	-330 -540	-330 -650	-330 -850
315	355	-1200 -1340	-1200 -1430	-1200 -1560	-1200 -1770	-1200 -2090	-600 -689	-600 -740	-600 -830	-600 -960	-600 -1170	-600 -1490	-360 -449	-360 -500	-360 -590	-360 -720	-360 -930
355	400	-1350 -1490	-1350 -1580	-1350 -1710	-1350 -1920	-1350 -2240	-680 -769	-680 -820	-680 -910	-680 -1040	-680 -1250	-680 -1570	-400 -489	-400 -540	-400 -630	-400 -760	-400 -970
400	450	-1500 -1655	-1500 -1750	-1500 -1900	-1500 -2130	-1500 -2470	-760 -857	-760 -915	-760 -1010	-760 -1160	-760 -1390	-760 -1730	-440 -537	-440 -595	-440 -690	-440 -840	-440 -1070
450	500	-1650 -1805	-1650 -1900	-1650 -2050	-1650 -2280	-1650 -2620	-840 -937	-840 -995	-840 -1090	-840 -1240	-840 -1470	-840 -1810	-480 -577	-480 -635	-480 -730	-480 -880	-480 -1110

注：基本尺寸小于1mm时，各级的a和b均不采用。

表 2-17 轴 cd 和 d 的极限偏差

μm

基本尺寸 mm		cd														
大于	至	5	6	7	8	9	10	5	6	7	8	9	10	11	12	13
-	3	-34 -38	-34 -40	-34 -44	-34 -48	-34 -59	-34 -74	-20 -24	-20 -26	-20 -30	-20 -34	-20 -45	-20 -60	-20 -80	-20 -120	-20 -160
3	6	-46 -51	-46 -54	-46 -58	-46 -64	-46 -76	-46 -94	-30 -35	-30 -38	-30 -42	-30 -48	-30 -60	-30 -78	-30 -105	-30 -150	-30 -210
6	10	-56 -62	-56 -65	-56 -71	-56 -78	-56 -92	-56 -114	-40 -46	-40 -49	-40 -55	-40 -62	-40 -76	-40 -98	-40 -130	-40 -190	-40 -260
10	18							-50 -58	-50 -61	-50 -68	-50 -77	-50 -93	-50 -120	-50 -160	-50 -230	-50 -320
18	30							-65 -74	-65 -78	-65 -86	-65 -98	-65 -117	-65 -149	-65 -195	-65 -275	-65 -395
30	50							-80 -91	-80 -96	-80 -105	-80 -119	-80 -142	-80 -180	-80 -240	-80 -330	-80 -470
50	80							-100 -113	-100 -119	-100 -130	-100 -146	-100 -174	-100 -220	-100 -290	-100 -400	-100 -560
80	120							-120 -135	-120 -142	-120 -155	-120 -174	-120 -207	-120 -260	-120 -340	-120 -470	-120 -660
120	180							-145 -163	-145 -170	-145 -185	-145 -208	-145 -245	-145 -305	-145 -395	-145 -545	-145 -775
180	250							-170 -190	-170 -199	-170 -216	-170 -242	-170 -285	-170 -355	-170 -460	-170 -630	-170 -890
250	315							-190 -213	-190 -222	-190 -242	-190 -271	-190 -320	-190 -400	-190 -510	-190 -710	-190 -1000
315	400							-210 -235	-210 -246	-210 -267	-210 -299	-210 -350	-210 -440	-210 -570	-210 -780	-210 -1100
400	500							-230 -257	-230 -270	-230 -293	-230 -327	-230 -385	-230 -480	-230 -630	-230 -860	-230 -1200
500	630										-260 -330	-260 -370	-260 -435	-260 -540	-260 -700	
630	800										-290 -370	-290 -415	-290 -490	-290 -610	-290 -790	
800	1000										-320 -410	-320 -460	-320 -550	-320 -680	-320 -880	
1000	1250										-350 -455	-350 -515	-350 -610	-350 -770	-350 -1010	
1250	1600										-390 -515	-390 -585	-390 -700	-390 -890	-390 -1170	
1600	2000										-430 -580	-430 -660	-430 -800	-430 -1030	-430 -1350	
2000	2500										-480 -655	-480 -760	-480 -920	-480 -1180	-480 -1580	
2500	3150										-520 -730	-520 -850	-520 -1060	-520 -1380	-520 -1870	

注：各级的 cd 主要用于精密机械和钟表制造业。

超星阅读器提醒您：
使用本产品
请尊重相关知识产权！

表 2-18 轴 e 和 ef 的极限偏差

 μm

基本尺寸 mm		e						ef							
大于	至	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
	3	-14 -18	-14 -20	-14 -21	-14 -28	-14 -39	-14 -54	-10 -12	-10 -13	-10 -14	-10 -16	-10 -20	-10 -24	-10 -35	-10 -50
3	6	-20 -25	-20 -28	-20 -32	-20 -38	-20 -50	-20 -68	-14 -16.5	-14 -18	-14 -19	-14 -22	-14 -26	-14 -32	-14 -44	-14 -62
6	10	-25 -31	-25 -31	-25 -40	-25 -47	-25 -61	-25 -83	-18 -20.5	-18 -22	-18 -24	-18 -27	-18 -33	-18 -40	-18 -54	-18 -76
10	18	-32 -40	-32 -43	-32 -50	-32 -59	-32 -75	-32 -102								
18	30	-40 -49	-40 -53	-40 -61	-40 -73	-40 -92	-40 -124								
30	50	-50 -61	-50 -66	-50 -75	-50 -89	-50 -112	-50 -150								
50	80	-60 -73	-60 -79	-60 -90	-60 -106	-60 -134	-60 -180								
80	120	-72 -87	-72 -94	-72 -107	-72 -126	-72 -159	-72 -212								
120	180	-85 -103	-85 -110	-85 -125	-85 -148	-85 -185	-85 -245								
180	250	-100 -120	-100 -129	-100 -146	-100 -172	-100 -215	-100 -285								
250	315	-110 -133	-110 -142	-110 -162	-110 -191	-110 -240	-110 -320								
315	400	-125 -150	-125 -161	-125 -182	-125 -214	-125 -265	-125 -355								
400	500	-135 -162	-135 -175	-135 -198	-135 -232	-135 -290	-135 -385								
500	630		-145 -189	-145 -215	-145 -255	-145 -320	-145 -425								
630	800		-160 -219	-160 -240	-160 -285	-160 -360	-160 -480								
800	1000		-170 -226	-170 -260	-170 -310	-170 -400	-170 -530								
1000	1250		-195 -261	-195 -300	-195 -360	-195 -455	-195 -615								
1250	1600		-220 -298	-220 -345	-220 -415	-220 -530	-220 -720								
1600	2000		-240 -332	-240 -390	-240 -470	-240 -610	-240 -840								
2000	2500		-260 -370	-260 -435	-260 -540	-260 -700	-260 -960								
2500	3150		-290 -425	-290 -500	-290 -620	-290 -830	-290 -1150								

注：各级的 ef 主要用于精密机械和钟表制造业。

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

表 2-19 轴 f 和 fg 的极限偏差

μm

基本尺寸 mm		f								fg							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
		-8	-9	-10	-12	-16	-20	-31	-46	-6	-7	-8	-10	-14	-18	-29	-44
3	6	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6
		-12.5	-14	-15	-18	-22	-28	-40	-58	-8.5	-10	-11	-14	-18	-24	-36	-54
6	10	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8
		-15.5	-17	-19	-22	-28	-35	-49	-71	-10.5	-12	-14	-17	-23	-30	-44	-65
10	18	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16								
		-19	-21	-24	-27	-34	-43	-59	-86								
18	30	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20								
		-24	-26	-29	-33	-41	-53	-72	-104								
30	50	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25								
		-29	-32	-36	-41	-50	-64	-87	-125								
50	80		-30	-30	-30	-30	-30	-30									
			-38	-43	-49	-60	-76	-104									
80	120		-36	-36	-36	-36	-36	-36									
			-46	-51	-58	-71	-90	-123									
120	180		-43	-43	-43	-43	-43	-43									
			-55	-61	-68	-83	-106	-143									
180	250		-50	-50	-50	-50	-50	-50									
			-64	-70	-79	-96	-122	-165									
250	315		-56	-56	-56	-56	-56	-56									
			-72	-79	-88	-108	-137	-185									
315	400		-62	-62	-62	-62	-62	-62									
			-80	-87	-98	-119	-151	-202									
400	500		-68	-68	-68	-68	-68	-68									
			-88	-95	-108	-131	-165	-223									
500	630				-76	-76	-76	-76									
					-120	-146	-186	-251									
630	800				-80	-80	-80	-80									
					-130	-160	-205	-280									
800	1000				-86	-86	-86	-86									
					-142	-176	-226	-316									
1000	1250				-98	-98	-98	-98									
					-164	-203	-263	-358									
1250	1600				-110	-110	-110	-110									
					-188	-235	-305	-420									
1600	2000				-120	-120	-120	-120									
					-212	-270	-350	-490									
2000	2500				-130	-130	-130	-130									
					-240	-305	-410	-570									
2500	3150				-145	-145	-145	-145									
					-280	-355	-475	-685									

注：各级的 [fg] 主要用于精密机械和钟表制造业。

表 2-20 轴 g 的极限偏差

 μm

基本尺寸 mm		g							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	-2 -4	-2 -5	-2 -6	-2 -8	-2 -12	-2 -16	-2 -27	-2 -42
3	6	-4 -6.5	-4 -8	-4 -9	-4 -12	-4 -16	-4 -22	-4 -34	-4 -52
6	10	-5 -7.5	-5 -9	-5 -11	-5 -14	-5 -20	-5 -27	-5 -41	-5 -63
10	18	-6 -9	-6 -11	-6 -14	-6 -17	-6 -24	-6 -33	-6 -49	-6 -76
18	30	-7 -11	-7 -13	-7 -16	-7 -20	-7 -28	-7 -40	-7 -59	-7 -91
30	50	-9 -13	-9 -16	-9 -20	-9 -25	-9 -34	-9 -48	-9 -71	-9 -109
50	80		-10 -18	-10 -23	-10 -29	-10 -40	-10 -56		
80	120		-12 -22	-12 -27	-12 -34	-12 -47	-12 -66		
120	180		-14 -26	-14 -32	-14 -39	-14 -54	-14 -77		
180	250		-15 -29	-15 -35	-15 -44	-15 -61	-15 -87		
250	315		-17 -33	-17 -40	-17 -49	-17 -69	-17 -98		
315	400		-18 -36	-18 -43	-18 -54	-18 -75	-18 -107		
400	500		-20 -40	-20 -47	-20 -60	-20 -83	-20 -117		
500	630				-22 -66	-22 -92	-22 -132		
630	800				-24 -74	-24 -104	-24 -149		
800	1000				-26 -82	-26 -116	-26 -166		
1000	1250				-28 -94	-28 -133	-28 -193		
1250	1600				-30 -108	-30 -155	-30 -225		
1600	2000				-32 -124	-32 -182	-32 -262		
2000	2500				-34 -144	-34 -209	-34 -314		
2500	3150				-38 -173	-38 -248	-38 -368		

表 2-21 轴 h 的极限偏差

基本尺寸 mm		h																	
大于	至	偏差																	
		μm										mm							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
-	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-0.8	-1.2	-2	-3	-4	-6	-10	-14	-25	-40	-60	-0.1	-0.14	-0.25	-0.4	-0.6		
3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-1	-1.5	-2.5	-4	-5	-8	-12	-18	-30	-48	-75	-0.12	-0.18	-0.3	-0.48	-0.75	-1.2	-1.8
6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-1	-1.5	-2.5	-4	-6	-9	-15	-22	-36	-58	-90	-0.15	-0.22	-0.36	-0.58	-0.9	-1.5	-2.2
10	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-1.2	-2	-3	-5	-8	-11	-18	-27	-43	-70	-110	-0.18	-0.27	-0.43	-0.7	-1.1	-1.8	-2.7
18	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-1.5	-2.5	-4	-6	-9	-13	-21	-33	-52	-84	-130	-0.21	-0.33	-0.52	-0.84	-1.3	-2.1	-3.3
30	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-1.5	-2.5	-4	-7	-11	-16	-25	-39	-62	-100	-160	-0.25	-0.39	-0.62	-1	-1.6	-2.5	-3.9
50	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-2	-3	-5	-8	-13	-19	-30	-46	-74	-120	-190	-0.3	-0.46	-0.74	-1.2	-1.9	-3	-4.6
80	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-2.5	-4	-6	-10	-15	-22	-35	-54	-87	-140	-220	-0.35	-0.54	-0.87	-1.4	-2.2	-3.5	-5.4
120	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-3.5	-5	-8	-12	-18	-25	-40	-63	-100	-160	-250	-0.4	-0.63	-1	-1.6	-2.5	-4	-6.3
180	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-4.5	-7	-10	-14	-20	-29	-46	-72	-115	-185	-290	-0.46	-0.72	-1.15	-1.85	-2.9	-4.6	-7.2
250	315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-6	-8	-12	-16	-23	-32	-52	-81	-130	-210	-320	-0.52	-0.81	-1.3	-2.1	-3.2	-5.2	-8.1
315	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-7	-9	-13	-18	-25	-36	-57	-89	-140	-230	-360	-0.57	-0.89	-1.4	-2.3	-3.6	-5.7	-8.9
400	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-8	-10	-15	-20	-27	-40	-63	-97	-155	-250	-400	-0.63	-0.97	-1.55	-2.5	-4	-6.3	-9.7
500	630	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-9	-11	-16	-22	-32	-44	-70	-110	-175	-280	-440	-0.7	-1.1	-1.75	-2.8	-4.4	-7	-11
630	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-10	-13	-18	-25	-36	-50	-80	-125	-200	-320	-500	-0.8	-1.25	-2	-3.2	-5	-8	-12.5
800	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-11	-15	-21	-28	-40	-56	-90	-140	-230	-360	-560	-0.9	-1.4	-2.3	-3.6	-5.6	-9	-14
1000	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-13	-18	-24	-33	-47	-66	-105	-165	-260	-420	-660	-1.05	-1.65	-2.6	-4.2	-6.6	-10.5	-16.5
1250	1600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-15	-21	-29	-39	-55	-78	-125	-195	-310	-500	-780	-1.25	-1.95	-3.1	-5	-7.8	-12.5	-19.5
1600	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-18	-25	-35	-46	-65	-92	-150	-230	-370	-600	-920	-1.5	-2.3	-3.7	-6	-9.2	-15	-23
2000	2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-22	-30	-41	-55	-78	-110	-175	-280	-440	-700	-1100	-1.75	-2.8	-4.4	-7	-11	-17.5	-28
2500	3150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-26	-36	-50	-68	-96	-135	-210	-330	-510	-860	-1350	-2.1	-3.3	-5.4	-8.6	-13.5	-21	-33

注: 1 IT14 至 IT18 只用于大于 1mm 的基本尺寸。

2 黑框中的数值, 即基本尺寸大于 500 至 3150mm, IT1 至 IT5 的偏差值, 为试用的。

表 2-22 轴 js 的极限偏差

基本尺寸 mm		js																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
大于	至	偏 差																	
		μm										mm							
—	3	±0.4	±0.6	±1	±1.5	±2	±3	±5	±7	±12	±20	±30	±0.05	±0.07	±0.125	±0.2	±0.3		
3	6	±0.5	±0.75	±1.25	±2	±2.5	±4	±6	±9	±15	±24	±37	±0.06	±0.09	±0.15	±0.24	±0.375	±0.6	±0.9
6	10	±0.5	±0.75	±1.25	±2	±3	±4.5	±7	±11	±18	±29	±45	±0.075	±0.11	±0.18	±0.29	±0.45	±0.75	±1.1
10	18	±0.6	±1	±1.5	±2.5	±4	±6.5	±9	±13	±21	±35	±55	±0.09	±0.135	±0.215	±0.35	±0.55	±0.9	±1.35
18	30	±0.75	±1.25	±2	±3	±4.5	±6.5	±10	±16	±28	±42	±65	±0.105	±0.165	±0.26	±0.42	±0.65	±1.06	±1.65
30	50	±0.75	±1.25	±2	±3.5	±5.5	±8	±12	±19	±31	±50	±80	±0.125	±0.195	±0.31	±0.5	±0.8	±1.25	±1.95
50	80	±1	±1.5	±2.5	±4	±6.5	±9.5	±15	±23	±37	±60	±95	±0.15	±0.23	±0.37	±0.6	±0.95	±1.5	±2.3
80	120	±1.25	±2	±3	±5	±7.5	±11	±17	±27	±43	±70	±110	±0.175	±0.27	±0.435	±0.7	±1.1	±1.75	±2.7
120	180	±1.75	±2.5	±4	±6	±9	±12.5	±20	±31	±50	±80	±125	±0.2	±0.315	±0.5	±0.8	±1.25	±2	±3.15
180	250	±2.25	±3.5	±5	±7	±10	±14.5	±23	±36	±57	±92	±145	±0.23	±0.36	±0.575	±0.925	±1.45	±2.3	±3.6
250	315	±3	±4	±6	±8	±11.5	±16	±26	±40	±65	±105	±160	±0.26	±0.405	±0.65	±1.05	±1.6	±2.6	±4.05
315	400	±3.5	±4.5	±6.5	±9	±12.5	±18	±28	±44	±70	±115	±180	±0.285	±0.445	±0.7	±1.15	±1.8	±2.85	±4.45
400	500	±4	±5	±7.5	±10	±13.5	±20	±31	±48	±77	±125	±200	±0.315	±0.485	±0.775	±1.25	±2	±3.15	±4.85
500	630	±4.5	±5.5	±8	±11	±16	±22	±35	±55	±87	±140	±220	±0.35	±0.55	±0.875	±1.4	±2.2	±3.5	±5.5
630	800	±5	±6.5	±9	±12.5	±18	±25	±40	±62	±100	±160	±250	±0.4	±0.625	±1	±1.6	±2.5	±4	±6.25
800	1000	±5.5	±7.5	±10.5	±14	±20	±28	±45	±70	±115	±180	±280	±0.45	±0.7	±1.15	±1.8	±2.8	±4.5	±7
1000	1250	±6.5	±9	±12	±16.5	±23.5	±33	±52	±82	±130	±210	±330	±0.525	±0.825	±1.3	±2.1	±3.3	±5.25	±8.25
1250	1600	±7.5	±10.5	±14.5	±19.5	±27.5	±39	±62	±97	±155	±250	±390	±0.625	±0.975	±1.55	±2.5	±3.9	±6.25	±9.75
1600	2000	±9	±12.5	±17.5	±23	±32.5	±46	±75	±115	±185	±300	±460	±0.75	±1.15	±1.85	±3	±4.6	±7.5	±11.5
2000	2500	±11	±15	±20.5	±27.5	±39	±55	±87	±140	±220	±350	±550	±0.875	±1.4	±2.2	±3.5	±5.5	±8.75	±14
2500	3150	±13	±18	±25	±34	±48	±67.5	±105	±165	±270	±430	±675	±1.05	±1.65	±2.7	±4.3	±6.75	±10.5	±16.5

注：1 为避免相同值的重复，表列值以“±X”给出，可为 $es = +X, ei = -X$ ，例如 $\pm 0.033\text{mm}$ 。

2 IT14 至 IT18 只用于大于 1mm 的基本尺寸。

3 黑框中的数值，即基本尺寸大于 500 至 3150mm，IT1 至 IT5 的偏差值，为试用的。

表 2-23 轴 j 和 k 的极限偏差

μm

基本尺寸 mm		j				k												
大于	至	5	6	7	8	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
—	3	±2	+4 -2	+6 -4	+8 -6	+2 0	+3 0	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	+60 0	+100 0	+140 0		
3	6	+3 -2	+6 -2	+8 -4		+2.5 0	+5 +1	+6 +1	+9 +1	+13 +1	+18 0	+30 0	+48 0	+75 0	+120 0	+180 0		
6	10	+4 -2	+7 -2	+10 -5		+2.5 0	+5 -1	+7 -1	+10 -1	+16 -1	+22 0	+36 0	+58 0	+90 0	+150 0	+220 0		
10	18	+5 -3	+8 -3	+12 -6		+3 0	+6 +1	+9 +1	+12 +1	+19 +1	+27 0	+43 0	+70 0	+110 0	+180 0	+270 0		
18	30	+5 -4	+9 -4	+13 -8		+4 0	+8 +2	+11 +2	+15 +2	+23 +2	+33 0	+52 0	+84 0	+130 0	+210 0	+330 0		
30	50	+6 -5	+11 -5	+15 -10		+4 0	+9 +2	+13 +2	+18 +2	+27 +2	+39 0	+62 0	+100 0	+160 0	+250 0	+390 0		
50	80	+6 -7	+12 -7	+18 -12			+10 +2	+15 +2	+21 +2	+32 +2	+46 0	+74 0	+120 0	+190 0	+300 0	+460 0		
80	120	+6 -9	+13 -9	+20 -15			+13 +3	+18 +3	+25 +3	+38 +3	+54 0	+87 0	+140 0	+220 0	+350 0	+540 0		
120	180	+7 -11	+14 -11	+22 -18			+15 +3	+21 +3	+28 +3	+43 +3	+63 0	+100 0	+160 0	+250 0	+400 0	+630 0		
180	250	+7 -13	+16 -13	+25 -21			+18 +4	+24 +4	+33 +4	+50 +4	+72 0	+115 0	+185 0	+290 0	+460 0	+720 0		
250	315	+7 -16	±16	±26			+20 +4	+27 +4	+36 +4	+56 +4	+81 0	+130 0	+210 0	+320 0	+520 0	+810 0		
315	400	+7 -18	±18	+29 -28			+22 +4	+29 +4	+40 +4	+61 +4	+89 0	+140 0	+230 0	+360 0	+570 0	+890 0		
400	500	+7 -20	±20	+31 -32			+25 +5	+32 +5	+45 +5	+68 +5	+97 0	+155 0	+250 0	+400 0	+630 0	+970 0		
500	630								+44 0	+70 0	+110 0	+175 0	+280 0	+440 0	+700 0	+1100 0		
630	800								+50 0	+80 0	+125 0	+200 0	+320 0	+500 0	+800 0	+1250 0		
800	1000								+56 0	+90 0	+140 0	+230 0	+360 0	+560 0	+900 0	+1400 0		
1000	1250								+66 0	+105 0	+165 0	+260 0	+420 0	+660 0	+1050 0	+1650 0		
1250	1600								+78 0	+125 0	+195 0	+310 0	+500 0	+780 0	+1250 0	+1950 0		
1600	2000								+92 0	+150 0	+230 0	+370 0	+600 0	+920 0	+1500 0	+2300 0		
2000	2500								+110 0	+175 0	+280 0	+440 0	+700 0	+1100 0	+1750 0	+2800 0		
2500	3150								+135 0	+210 0	+330 0	+540 0	+860 0	+1350 0	+2100 0	+3300 0		

注：j5、j6 和 j7 的某些极限值与 js5、js6 和 js7 一样用“±X”表示。

表 2-24 轴 m 和 n 的极限偏差

 μm

基本尺寸 mm		m							n						
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	3	4	5	6	7	8	9
—	3	+4 +2	+5 +2	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+16 +2	+27 +2	+6 +4	+7 +4	+8 +4	+10 +4	+14 +4	+18 +4	+29 +4
3	6	+6.5 +4	+8 +4	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+22 +4	+34 +4	+10.5 +8	+12 +8	+13 +8	+16 +8	+20 +8	+26 +8	+38 +8
6	10	+8.5 +6	+10 +6	+12 +6	+15 +6	+21 +6	+28 +6	+42 +6	+12.5 +10	+14 +10	+16 +10	+19 +10	+25 +10	+32 +10	+46 +10
10	18	+10 +7	+12 +7	+15 +7	+18 +7	+25 +7	+34 +7	+50 +7	+15 +12	+17 +12	+20 +12	+23 +12	+30 +12	+39 +12	+55 +12
18	30	+12 +8	+14 +8	+17 +8	+21 +8	+29 +8	+41 +8	+60 +8	+19 +15	+21 +15	+24 +15	+28 +15	+36 +15	+48 +15	+67 +15
30	50	+13 +9	+16 +9	+20 +9	+25 +9	+34 +9	+48 +9	+71 +9	+21 +17	+24 +17	+28 +17	+33 +17	+42 +17	+56 +17	+79 +17
50	80		+19 +11	+24 +11	+30 +11	+41 +11				+28 +20	+33 +20	+39 +20	+50 +20		
80	120		+23 +13	+28 +13	+35 +13	+48 +13				+33 +23	+38 +23	+45 +23	+58 +23		
120	180		+27 +15	+33 +15	+40 +15	+55 +15				+39 +27	+45 +27	+52 +27	+67 +27		
180	250		+31 +17	+37 +17	+46 +17	+63 +17				+45 +31	+51 +31	+60 +31	+77 +31		
250	315		+36 +20	+43 +20	+52 +20	+72 +20				+50 +34	+57 +34	+66 +34	+86 +34		
315	400		+39 +21	+46 +21	+57 +21	+78 +21				+55 +37	+62 +37	+73 +37	+94 +37		
400	500		+43 +23	+50 +23	+63 +23	+86 +23				+60 +40	+67 +40	+80 +40	+103 +40		
500	630				+70 +26	+96 +26						+88 +44	+114 +44		
630	800				+80 +30	+110 +30						+100 +50	+130 +50		
800	1000				+90 +34	+124 +34						+112 +56	+146 +56		
1000	1250				+106 +40	+145 +40						+132 +66	+171 +66		
1250	1600				+126 +48	+173 +48						+156 +78	+203 +78		
1600	2000				+150 +58	+208 +58						+184 +92	+242 +92		
2000	2500				+178 +68	+243 +68						+220 +110	+285 +110		
2500	3150				+211 +76	+286 +76						+270 +135	+345 +135		

表 2-25 轴 p 的极限偏差

 μm

基本尺寸 mm		p							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	+8 +6	+9 +6	+10 +6	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+31 +6	+46 +6
3	6	+14.5 +12	+16 +12	+17 +12	+20 +12	+24 +12	+30 +12	+42 +12	+60 +12
6	10	+17.5 +15	+19 +15	+21 +15	+24 +15	+30 +15	+37 +15	+51 +15	+73 +15
10	18	+21 +18	+23 +18	+26 +18	+29 +18	+36 +18	+45 +18	+61 +18	+88 +18
18	30	+26 +22	+28 +22	+31 +22	+35 +22	+43 +22	+56 +22	+74 +22	+106 +22
30	50	+30 +26	+33 +26	+37 +26	+42 +26	+51 +26	+65 +26	+88 +26	+126 +26
50	80		+40 +32	+45 +32	+51 +32	+62 +32	+78 +32		
80	120		+47 +37	+52 +37	+59 +37	+72 +37	+91 +37		
120	180		+55 +43	+61 +43	+68 +43	+83 +43	+106 +43		
180	250		+64 +50	+70 +50	+79 +50	+96 +50	+122 +50		
250	315		+72 +56	+79 +56	+88 +56	+108 +56	+137 +56		
315	400		+80 +62	+87 +62	+98 +62	+119 +62	+151 +62		
400	500		+88 +68	+95 +68	+108 +68	+131 +68	+165 +68		
500	630				+122 +78	+148 +78	+188 +78		
630	800				+138 +88	+168 +88	+213 +88		
800	1000				+156 +100	+190 +100	+240 +100		
1000	1250				+186 +120	+225 +120	+285 +120		
1250	1600				+218 +140	+265 +140	+335 +140		
1600	2000				+262 +170	+320 +170	+400 +170		
2000	2500				+305 +195	+370 +195	+475 +195		
2500	3150				+375 +240	+450 +240	+570 +240		

表 2-26 轴 r 的极限偏差

 μm

基本尺寸 mm		r							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	+12 +10	+13 +10	+14 +10	+16 +10	+20 +10	+24 +10	+35 +10	+50 +10
3	6	+17.5 +15	+19 +15	+20 +15	+23 +15	+27 +15	+33 +15	+45 +15	+63 +15
6	10	+21.5 +19	+23 +19	+25 +19	+28 +19	+34 +19	+41 +19	+55 +19	+77 +19
10	18	+26 +23	+28 +23	+31 +23	+34 +23	+41 +23	+50 +23	+66 +23	+93 +23
18	30	+32 +28	+34 +28	+37 +28	+41 +28	+49 +28	+61 +28	+80 +28	+112 +28
30	50	+38 +34	+41 +34	+45 +34	+50 +34	+59 +34	+73 +34	+96 +34	+134 +34
50	65		+49 +41	+54 +41	+60 +41	+71 +41	+87 +41		
65	80		+51 +43	+56 +43	+62 +43	+73 +43	+89 +43		
80	100		+61 +51	+66 +51	+73 +51	+86 +51	+105 +51		
100	120		+64 +54	+69 +54	+76 +54	+89 +54	+108 +54		
120	140		+75 +63	+81 +63	+88 +63	+103 +63	+126 +63		
140	160		+77 +65	+83 +65	+90 +65	+105 +65	+128 +65		
160	180		+80 +68	+86 +68	+93 +68	+108 +68	+131 +68		
180	200		+91 +77	+97 +77	+106 +77	+123 +77	+149 +77		
200	225		+94 +80	+100 +80	+109 +80	+126 +80	+152 +80		
225	250		+98 +84	+104 +84	+113 +84	+130 +84	+156 +84		
250	280		+110 +94	+117 +94	+126 +94	+146 +94	+175 +94		
280	315		+114 +98	+121 +98	+130 +98	+150 +98	+179 +98		
315	355		+126 +108	+133 +108	+144 +108	+165 +108	+197 +108		
355	400		+132 +114	+139 +114	+150 +114	+171 +114	+203 +114		
400	450		+146 +126	+153 +126	+166 +126	+189 +126	+223 +126		
450	500		+152 +132	+159 +132	+172 +132	+195 +132	+229 +132		

续表 2-26

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

基本尺寸 mm		r							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
500	560				+194 +150	+220 +150	+260 +150		
560	630				+199 +155	+225 +155	+265 +155		
630	710				+225 +175	+255 +175	+300 +175		
710	800				+235 +185	+265 +185	+310 +185		
800	900				+266 +210	+300 +210	+350 +210		
900	1000				+276 +220	+310 +220	+360 +220		
1000	1120				+316 +250	+355 +250	+415 +250		
1120	1250				+326 +260	+365 +260	+425 +260		
1250	1400				+378 +300	+425 +300	+495 +300		
1400	1600				+408 +330	+455 +330	+525 +330		
1600	1800				+462 +370	+520 +370	+600 +370		
1800	2000				+492 +400	+550 +400	+630 +400		
2000	2240				+550 +440	+615 +440	+720 +440		
2240	2500				+570 +460	+635 +460	+740 +460		
2500	2800				+685 +550	+760 +550	+880 +550		
2 800	3 150				+715 +580	+790 +580	+910 +580		

表 2-27 轴 s 的极限偏差

基本尺寸 mm		s								μm
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10	
—	3	+16 +14	+17 +14	+18 +14	+20 +14	+24 +14	+28 +14	+39 +14	+54 +14	
3	6	+21.5 +19	+23 +19	+24 +19	+27 +19	+31 +19	+37 +19	+49 +19	+67 +19	
6	10	+25.5 +23	+27 +23	+29 +23	+32 +23	+38 +23	+45 +23	+59 +23	+81 +23	
10	18	+31 +28	+33 +28	+36 +28	+39 +28	+46 +28	+55 +28	+71 +28	+98 +28	
18	30	+39 +35	+41 +35	+44 +35	+48 +35	+56 +35	+68 +35	+87 +35	+119 +35	
30	50	+47 +43	+50 +43	+54 +43	+59 +43	+68 +43	+82 +43	+105 +43	+143 +43	
50	65		+61 +53	+66 +53	+72 +53	+83 +53	+99 +53	+127 +53		
65	80		+67 +59	+72 +59	+78 +59	+89 +59	+105 +59	+133 +59		
80	100		+81 +71	+86 +71	+93 +71	+106 +71	+125 +71	+158 +71		
100	120		+89 +79	+94 +79	+101 +79	+114 +79	+133 +79	+166 +79		
120	140		+104 +92	+110 +92	+117 +92	+132 +92	+155 +92	+192 +92		
140	160		+112 +100	+118 +100	+125 +100	+140 +100	+163 +100	+200 +100		
160	180		+120 +108	+126 +108	+133 +108	+148 +108	+171 +108	+208 +108		
180	200		+136 +122	+142 +122	+151 +122	+168 +122	+194 +122	+237 +122		
200	225		+144 +130	+150 +130	+159 +130	+176 +130	+202 +130	+245 +130		
225	250		+154 +140	+160 +140	+169 +140	+186 +140	+212 +140	+255 +140		
250	280		+174 +158	+181 +158	+190 +158	+210 +158	+239 +158	+288 +158		
280	315		+186 +170	+193 +170	+202 +170	+222 +170	+251 +170	+300 +170		
315	355		+208 +190	+215 +190	+226 +190	+247 +190	+279 +190	+330 +190		
355	400		+226 +208	+233 +208	+244 +208	+265 +208	+297 +208	+348 +208		
400	450		+252 +232	+259 +232	+272 +232	+295 +232	+329 +232	+387 +232		
450	500		+272 +252	+279 +252	+292 +252	+315 +252	+349 +252	+407 +252		

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重知识产权！

续表 2-27

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！
μm

基本尺寸 mm		s							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
500	560				+324 +280	+350 +280	+390 +280		
560	630				+354 +310	+380 +310	+420 +310		
630	710				+390 +340	+420 +340	+465 +340		
710	800				+430 +380	+460 +380	+505 +380		
800	900				+486 +430	+520 +430	+570 +430		
900	1000				+526 +470	+560 +470	+610 +470		
1000	1120				+586 +520	+625 +520	+685 +520		
1120	1250				+646 +580	+685 +580	+745 +580		
1250	1400				+718 +640	+765 +640	+835 +640		
1400	1600				+798 +720	+845 +720	+915 +720		
1600	1800				+912 -820	+970 +820	+1050 +820		
1800	2000				+1012 +920	+1070 +920	+1150 +920		
2000	2240				+1110 +1000	+1175 +1000	+1280 +1000		
2240	2500				+1210 +1100	+1275 +1100	+1380 +1100		
2500	2800				+1385 +1250	+1460 +1250	+1580 +1250		
2800	3150				+1535 +1400	+1610 +1400	+1730 +1400		

表 2-28 轴 t 和 u 的极限偏差

 μm

基本尺寸 mm		t				u				
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9
—	3					+22 +18	+24 +18	+28 +18	+32 +18	+43 +18
3	6					+28 +23	+31 +23	+35 +23	+41 +23	+53 +23
6	10					+34 +28	+37 +28	+43 +28	+50 +28	+64 +28
10	18					+41 +33	+44 +33	+51 +33	+60 +33	+76 +33
18	24					+50 +41	+54 +41	+62 +41	+74 +41	+93 +41
24	30	+50 +41	+54 +41	+62 +41	+74 +41	+57 +48	+61 +48	+69 +48	+81 +48	+100 +48
30	40	+59 +48	+64 +48	+73 +48	+87 +48	+71 +60	+76 +60	+85 +60	+99 +60	+122 +60
40	50	+65 +54	+70 +54	+79 +54	+93 +54	+81 +70	+86 +70	+95 +70	+109 +70	+132 +70
50	65	+79 +66	+85 +66	+96 +66	+112 +66	+100 +87	+106 +87	+117 +87	+133 +87	+161 +87
65	80	+88 +75	+94 +75	+105 +75	+121 +75	+115 +102	+121 +102	+132 +102	+148 +102	+176 +102
80	100	+106 +91	+113 +91	+126 +91	+145 +91	+139 +124	+146 +124	+159 +124	+178 +124	+211 +124
100	120	+119 +104	+126 +104	+139 +104	+158 +104	+159 +144	+166 +144	+179 +144	+198 +144	+231 +144
120	140	+140 +122	+147 +122	+162 +122	+185 +122	+188 +170	+195 +170	+210 +170	+233 +170	+270 +170
140	160	+152 +134	+159 +134	+174 +134	+197 +134	+208 +190	+215 +190	+230 +190	+253 +190	+290 +190
160	180	+164 +146	+171 +146	+186 +146	+209 +146	+228 +210	+235 +210	+250 +210	+273 +210	+310 +210
180	200	+186 +166	+195 +166	+212 +166	+238 +166	+256 +236	+265 +236	+282 +236	+308 +236	+351 +236
200	225	+200 +180	+209 +180	+226 +180	+252 +180	+278 +258	+287 +258	+304 +258	+330 +258	+373 +258
225	250	+216 +196	+225 +196	+242 +196	+268 +196	+304 +284	+313 +284	+330 +284	+356 +284	+399 +284
250	280	+241 +218	+250 +218	+270 +218	+299 +218	+338 +315	+347 +315	+367 +315	+396 +315	+445 +315
280	315	+263 +240	+272 +240	+292 +240	+321 +240	+373 +350	+382 +350	+402 +350	+431 +350	+480 +350

续表 2-28

 μm

基本尺寸 mm		t				u				
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9
315	355	+293 +268	+304 +268	+325 +268	+357 +268	+415 +390	+426 +390	+447 +390	+479 +390	+530 +390
355	400	+319 +294	+330 +294	+351 +294	+383 +294	+460 +435	+471 +435	+492 +435	+524 +435	+575 +435
400	450	+357 +330	+370 +330	+393 +330	+427 +330	+517 +490	+530 +490	+553 +490	+587 +490	+645 +490
450	500	+387 +360	+400 +360	+423 +360	+457 +360	+567 +540	+580 +540	+603 +540	+637 +540	+695 +540
500	560		+444 +400	+470 +400			+644 +600	+670 +600	+710 +600	
560	630		+494 +450	+520 +450			+704 +660	+730 +660	+770 +660	
630	710		+550 +500	+580 +500			+790 +740	+820 +740	+865 +740	
710	800		+610 +560	+640 +560			+890 +840	+920 +840	+965 +840	
800	900		+676 +620	+710 +620			+996 +940	+1030 +940	+1080 +940	
900	1000		+736 +680	+770 +680			+1106 +1050	+1140 +1050	+1190 +1050	
1000	1120		+846 +780	+885 +780			+1216 +1150	+1255 +1150	+1315 +1150	
1120	1250		+906 +840	+945 +840			+1366 +1300	+1405 +1300	+1465 +1300	
1250	1400		+1038 +960	+1085 +960			+1528 +1450	+1575 +1450	+1645 +1450	
1400	1600		+1128 +1050	+1175 +1050			+1678 +1600	+1725 +1600	+1795 +1600	
1600	1800		+1292 +1200	+1350 +1200			+1942 -1850	+2000 -1850	+2080 +1850	
1800	2000		+1442 +1350	+1500 +1350			+2092 +2000	+2150 +2000	+2230 +2000	
2000	2240		+1610 +1500	+1675 +1500			+2410 +2300	+2475 +2300	+2580 +2300	
2240	2500		+1760 +1650	+1825 +1650			+2610 +2500	+2675 +2500	+2780 +2500	
2500	2800		+2035 +1900	+2110 +1900			+3035 +2900	+3110 +2900	+3230 +2900	
2800	3150		+2235 +2100	+2310 +2100			+3335 -3200	+3410 +3200	+3530 +3200	

注：基本尺寸至24mm的t5至t8的偏差值未列入表内，建议以u5至u8代替。如非要t5至t8，则可按GB/T 1800.3计算。

表 2-29 轴 v、x 和 y 的极限偏差

 μm

基本尺寸 mm		v				x						y				
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
-	3					+24 +20	+26 +20	+30 +20	+34 +20	+45 +20	+60 +20					
3	6					+33 +28	+36 +28	+40 +28	+46 +28	+58 +28	+76 +28					
6	10					+40 +34	+43 +34	+49 +34	+56 +34	+70 +34	+92 +34					
10	14					+48 +40	+51 +40	+58 +40	+67 +40	+83 +40	+110 +40					
14	18	+47 +39	+50 +39	+57 +39	+66 +39	+53 +45	+56 +45	+63 +45	+72 +45	+88 +45	+115 +45					
18	21	+56 +47	+60 +47	+68 +47	+80 +47	+63 +54	+67 +54	+75 +54	+87 +54	+106 +54	+138 +54	+76 +63	+84 +63	+96 +63	+115 +63	+147 +63
24	30	+64 +55	+68 +55	+76 +55	+88 +55	+73 +64	+77 +64	+85 +64	+97 +64	+116 +64	+148 +64	+88 +75	+96 +75	+108 +75	+127 +75	+159 +75
30	40	+79 +68	+84 +68	+93 +68	+107 +68	+91 +80	+96 +80	+106 +80	+119 +80	+142 +80	+180 +80	+110 +94	+119 +94	+133 +94	+156 +94	+194 +94
40	50	+92 +81	+97 +81	+106 +81	+120 +81	+108 +97	+113 +97	+122 +97	+136 +97	+159 +97	+197 +97	+130 +114	+139 +114	+153 +114	+176 +114	+214 +114
50	65	+115 +102	+121 +102	+132 +102	+148 +102	+135 +122	+141 +122	+152 +122	+168 +122	+196 +122	+242 +122	+163 +144	+174 +144	+190 +144		
65	80	+133 +120	+139 +120	+150 +120	+166 +120	+159 +146	+165 +146	+176 +146	+192 +146	+220 +146	+266 +146	+193 +174	+204 +174	+220 +174		
80	100	+161 +146	+168 +146	+181 +146	+200 +146	+193 +178	+200 +178	+213 +178	+232 +178	+265 +178	+318 +178	+236 +214	+249 +214	+268 +214		
100	120	+187 +172	+194 +172	+207 +172	+226 +172	+225 +210	+232 +210	+245 +210	+264 +210	+297 +210	+350 +210	+276 +254	+289 +254	+308 +254		
120	140	+220 +202	+227 +202	+242 +202	+265 +202	+266 +248	+273 +248	+288 +248	+311 +248	+348 +248	+408 +248	+325 +300	+340 +300	+363 +300		
140	160	+246 +228	+253 +228	+268 +228	+291 +228	+298 +280	+305 +280	+320 +280	+343 +280	+380 +280	+440 +280	+365 +340	+380 +340	+403 +340		
160	180	+270 +252	+277 +252	+292 +252	+315 +252	+328 +310	+335 +310	+350 +310	+373 +310	+410 +310	+470 +310	+405 +380	+420 +380	+443 +380		
180	200	+304 +284	+313 +284	+330 +284	+356 +284	+370 +350	+379 +350	+396 +350	+422 +350	+465 +350	+535 +350	+454 +425	+471 +425	+497 +425		
220	225	+330 +310	+339 +310	+356 +310	+382 +310	+405 +385	+414 +385	+431 +385	+457 +385	+500 +385	+570 +385	+499 +470	+516 +470	+542 +470		
225	250	+360 +340	+369 +340	+386 +340	+412 +340	+445 +425	+454 +425	+471 +425	+497 +425	+540 +425	+610 +425	+549 +520	+566 +520	+592 +520		
250	280	+408 +385	+417 +385	+437 +385	+466 +385	+498 +475	+507 +475	+527 +475	+556 +475	+605 +475	+685 +475	+612 +580	+632 +580	+661 +580		

续表 2-29

μm

基本尺寸 mm		v				x						y				
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
280	315	+448 +425	+457 +425	+477 +425	+506 +425	+548 +525	+557 +525	+577 +525	+606 +525	+655 +525	+735 +525	+682 +650	+702 +650	+731 +650		
315	355	+500 +475	+511 +475	+532 +475	+564 +475	+615 +590	+626 +590	+647 +590	+679 +590	+730 +590	+820 +590	+766 +730	+787 +730	+819 +730		
355	400	+555 +530	+566 +530	+587 +530	+619 +530	+685 +660	+696 +660	+717 +660	+749 +660	+800 +660	+890 +660	+856 +820	+877 +820	+909 +820		
400	450	+622 +595	+635 +595	+658 +595	+692 +595	+767 +740	+780 +740	+803 +740	+837 +740	+895 +740	+990 +740	+960 +920	+983 +920	+1017 +920		
450	500	+687 +660	+700 +660	+723 +660	+757 +660	+847 +820	+860 +820	+883 +820	+917 +820	+975 +820	+1070 +820	+1040 +1000	+1063 +1000	+1097 +1000		

注：1 基本尺寸至14mm的v5至v8的偏差值未列入表内，建议以x5至x8代替。如非要v5至v8，则可按GB/T 1800.3计算。

2 基本尺寸至18mm的y6至y10的偏差值未列入表内，建议以z6至z10代替(见表2-30)。如非要y6至y10，则可按GB/T 1800.3计算。

表 2-30 轴 z 和 za 的极限偏差

μm

基本尺寸 mm		z						za					
大于	至	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	11
--	3	+32 +26	+36 +26	+40 +26	+51 +26	+65 +26	+86 +26	+38 +32	+42 +32	+46 +32	+57 +32	+72 +32	+92 +32
3	6	+43 +35	+47 +35	+53 +35	+65 +35	+83 +35	+110 +35	+50 +42	+54 +42	+60 +42	+72 +42	+90 +42	+117 +42
6	10	+51 +42	+57 +42	+64 +42	+78 +42	+100 +42	+132 +42	+61 +52	+67 +52	+74 +52	+88 +52	+110 +52	+142 +52
10	14	+61 +50	+68 +50	+77 +50	+93 +50	+120 +50	+160 +50	+75 +64	+82 +64	+91 +64	+107 +64	+134 +64	+174 +64
14	18	+71 +60	+78 +60	+87 +60	+103 +60	+130 +60	+170 +60	+88 +77	+95 +77	+104 +77	+120 +77	+147 +77	+187 +77
18	24	+86 +73	+94 +73	+106 +73	+125 +73	+157 +73	+203 +73	+111 +98	+119 +98	+131 +98	+150 +98	+182 +98	+228 +98
24	30	+101 +88	+109 +88	+121 +88	+140 +88	+172 +88	+218 +88	+131 +118	+139 +118	+151 +118	+170 +118	+202 +118	+248 +118
30	40	+128 +112	+137 +112	+151 +112	+174 +112	+212 +112	+272 +112	+164 +148	+173 +148	+187 +148	+210 +148	+248 +148	+308 +148
40	50	+152 +136	+161 +136	+175 +136	+198 +136	+236 +136	+296 +136	+196 +180	+205 +180	+219 +180	+242 +180	+280 +180	+340 +180
50	65	+191 +172	+202 +172	+218 +172	+246 +172	+292 +172	+362 +172	+245 +226	+256 +226	+272 +226	+300 +226	+346 +226	+416 +226
65	80	+229 +210	+240 +210	+256 +210	+284 +210	+330 +210	+400 +210	+293 +274	+304 +274	+320 +274	+348 +274	+394 +274	+464 +274
80	100	+280 +258	+293 +258	+312 +258	+345 +258	+398 +258	+478 +258	+357 +335	+370 +335	+389 +335	+422 +335	+475 +335	+565 +335
100	120	+332 +310	+345 +310	+364 +310	+397 +310	+450 +310	+530 +310	+422 +400	+435 +400	+454 +400	+487 +400	+540 +400	+620 +400

续表 2-30

 μm

基本尺寸 mm		z						za					
大于	至	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	11
120	140	+390	+405	+428	+465	+525	+615	+495	+510	+538	+570	+630	+720
		+365	+365	+365	+365	+365	+365	+470	+470	+470	+470	+470	+470
140	160	+440	+455	+478	+515	+575	+665	+560	+575	+588	+635	+695	+785
		+415	+415	+415	+415	+415	+415	+535	+535	+535	+535	+535	+535
160	180	+490	+505	+528	+565	+625	+715	+625	+640	+663	+700	+760	+850
		+465	+465	+465	+465	+465	+465	+600	+600	+600	+600	+600	+600
180	200	+549	+556	+592	+635	+705	+810	+699	+716	+742	+785	+855	+960
		+520	+520	+520	+520	+520	+520	+670	+670	+670	+670	+670	+670
200	225	+604	+621	+647	+690	+760	+865	+769	+786	+812	+856	+925	+1030
		+575	+575	+575	+575	+575	+575	+740	+740	+740	+740	+740	+740
225	250	+669	+686	+712	+755	+825	+930	+849	+866	+892	+935	+1005	+1110
		+640	+640	+640	+640	+640	+640	+820	+820	+820	+820	+820	+820
250	280	+742	+762	+791	+840	+920	+1030	+952	+972	+1001	+1050	+1130	+1240
		+710	+710	+710	+710	+710	+710	+920	+920	+920	+920	+920	+920
280	315	+822	+842	+871	+920	+1000	+1110	+1032	+1052	+1081	+1130	+1210	+1320
		+790	+790	+790	+790	+790	+790	+1000	+1000	+1000	+1000	+1000	+1000
315	355	+936	+957	+989	+1040	+1130	+1260	+1186	+1207	+1239	+1290	+1380	+1510
		+900	+900	+900	+900	+900	+900	+1150	+1150	+1150	+1150	+1150	+1150
355	400	+1036	+1057	+1089	+1140	+1230	+1360	+1336	+1357	+1389	+1440	+1530	+1660
		+1000	+1000	+1000	+1000	+1000	+1000	+1300	+1300	+1300	+1300	+1300	+1300
400	450	+1140	+1163	+1197	+1255	+1350	+1500	+1490	+1513	+1547	+1605	+1700	+1850
		+1100	+1100	+1100	+1100	+1100	+1100	+1450	+1450	+1450	+1450	+1450	+1450
450	500	+1290	+1313	+1347	+1405	+1500	+1650	+1640	+1663	+1697	+1755	+1850	+2000
		+1250	+1250	+1250	+1250	+1250	+1250	+1600	+1600	+1600	+1600	+1600	+1600

表 2-31 轴 zb 和 zc 的极限偏差

 μm

基本尺寸 mm		zb					zc				
大于	至	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11
—	3	+50	+54	+65	+80	+100	+70	+74	+85	+100	+120
		+40	+40	+40	+40	+40	+60	+60	+60	+60	+60
3	6	+62	+68	+80	+98	+125	+92	+98	+110	+128	+155
		+50	+50	+50	+50	+50	+80	+80	+80	+80	+80
6	10	+82	+89	+103	+125	+157	+112	+119	+133	+155	+187
		+67	+67	+67	+67	+67	+97	+97	+97	+97	+97
10	14	+108	+117	+133	+160	+200	+148	+157	+173	+200	+240
		+90	+90	+90	+90	+90	+130	+130	+130	+130	+130
14	18	+126	+135	+151	+178	+218	+168	+177	+193	+220	+260
		+108	+108	+108	+108	+108	+150	+150	+150	+150	+150
18	24	+157	+169	+188	+220	+266	+209	+221	+240	+272	+318
		+136	+136	+136	+136	+136	+188	+188	+188	+188	+188
24	30	+181	+193	+212	+244	+290	+239	+251	+270	+302	+348
		+160	+160	+160	+160	+160	+218	+218	+218	+218	+218
30	40	+225	+239	+262	+300	+360	+299	+313	+336	+374	+434
		+200	+200	+200	+200	+200	+274	+274	+274	+274	+274
40	50	+267	+281	+304	+342	+402	+350	+364	+387	+425	+485
		+242	+242	+242	+242	+242	+325	+325	+325	+325	+325

续表 2-31

μm

基本尺寸 mm		zb					zc				
大于	至	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11
50	65	+330	+346	+374	+420	+490	+435	+451	+479	+525	+595
		+300	+300	+300	+300	+300	+405	+405	+405	+405	+405
65	80	+390	+406	+434	+480	+550	+510	+526	+564	+600	+670
		+360	+360	+360	+360	+360	+480	+480	+480	+480	+480
80	100	+480	+499	+532	+585	+665	+620	+639	+672	+725	+805
		+445	+445	+445	+445	+445	+585	+585	+585	+585	+585
100	120	+560	+579	+612	+665	+745	+725	+744	+777	+830	+910
		+525	+525	+525	+525	+525	+690	+690	+690	+690	+690
120	140	+660	+683	+720	+780	+870	+840	+863	+900	+960	+1050
		+620	+620	+620	+620	+620	+800	+800	+800	+800	+800
140	160	+740	+763	+800	+860	+950	+940	+963	+1000	+1060	+1150
		+700	+700	+700	+700	+700	+900	+900	+900	+900	+900
160	180	+820	+843	+880	+940	+1030	+1040	+1063	+1100	+1160	+1250
		+780	+780	+780	+780	+780	+1000	+1000	+1000	+1000	+1000
180	200	+926	+952	+995	+1065	+1170	+1196	+1222	+1265	+1335	+1440
		+880	+880	+880	+880	+880	+1150	+1150	+1150	+1150	+1150
200	225	+1006	+1032	+1075	+1145	+1250	+1296	+1322	+1365	+1435	+1540
		+960	+960	+960	+960	+960	+1250	+1250	+1250	+1250	+1250
225	250	+1096	+1122	+1165	+1235	+1340	+1396	+1422	+1465	+1535	+1640
		+1050	+1050	+1050	+1050	+1050	+1350	+1350	+1350	+1350	+1350
250	280	+1252	+1281	+1330	+1410	+1520	+1602	+1631	+1680	+1760	+1870
		+1200	+1200	+1200	+1200	+1200	+1550	+1550	+1550	+1550	+1550
280	315	+1352	+1381	+1430	+1510	+1620	+1752	+1781	+1830	+1910	+2020
		+1300	+1300	+1300	+1300	+1300	+1700	+1700	+1700	+1700	+1700
315	355	+1557	+1589	+1640	+1730	+1860	+1957	+1989	+2040	+2130	+2260
		+1500	+1500	+1500	+1500	+1500	+1900	+1900	+1900	+1900	+1900
355	400	+1707	+1739	+1790	+1880	+2010	+2157	+2189	+224	+2330	+2460
		+1650	+1650	+1650	+1650	+1650	+2100	+2100	+2100	+2100	+2100
400	450	+1913	+1947	+2005	+2100	+2250	+2463	+2497	+2555	+2650	+2800
		+1850	+1850	+1850	+1850	+1850	+2400	+2400	+2400	+2400	+2400
450	500	+2163	+2197	+2255	+2350	+2500	+2663	+2697	+2755	+2850	+3000
		+2100	+2100	+2100	+2100	+2100	+2600	+2600	+2600	+2600	+2600

3 说明

① 表中除基本偏差为 JS 和 is 的公差带之外, 上偏差 ES 或 es 的数值列于下偏差 EI 或 ei 的数值之上。JS 和 js 的上、下偏差是对称于零线的。

② 如需要表中空格内的极限偏差, 其公差带的基本偏差数值可按 GB/T 1800.3 选取。

③ 表中有的用双细横线将基本尺寸至 500mm 和基本尺寸大于 500mm 的极限偏差数值隔开以示区别, 因两者的计算基础不同。

④ 表 2-1、表 2-13、表 2-14、表 2-15、表 2-16、表 2-29、表 2-30、表 2-31 对基本尺寸大于 500mm 的未规定其极限偏差。

第3章

公差带和配合的选择

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

为了提高生产过程的经济性，避免刀、量具的品种，规格的不必要的繁杂，《极限与配合 公差带与配合的选择》(GB/T 1801—1999)在《极限与配合 标准公差等级和孔、轴的极限偏差》(GB/T 1800.4—1999)的基础上，进一步对基本尺寸至3 150mm的公差带的选择加以限制，并选用适当的孔与轴的公差带组成配合，提出了配合选择的基本原则。同时，标准给出了基本尺寸至500mm的优先、常用配合的极限间隙或极限过盈数值表，可供在实际工作中选择配合的使用。对于基本尺寸大于500mm的配合，还提出了可以采用配制

配合的方法，以满足生产经济性的需要。

1 公差带的选择

1.1 孔公差带

1.1.1 基本尺寸至500mm的孔公差带

基本尺寸至500mm的孔公差带规定如图3-1所示(共105种)，相应的极限偏差见第2章中的表2-1至表2-14。选择时，应优先选用圆圈中的公差带(共13种)，其次选用方框中的公差带(共44种)，最后选用其他的公差带。

	H1	JS1
	H2	JS2
	H3	JS3
	H4	JS4 K4 M4
	G5 H5	JS5 K5 M5 N5 P5 R5 S5
	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
	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	JS9 N9 P9
A10 B10 C10 D10 E10	H10	JS10
A11 B11 C11 D11	H11	JS11
A12 B12 C12	H12	JS12
	H13	JS13

图 3-1 基本尺寸至500mm的孔公差带

1.1.2 基本尺寸大于500至3 150mm的孔公差带

基本尺寸大于500至3 150mm的孔公差带规定如图3-2所示(共31种)，相应的极限偏差见第2章中的表2-2至表2-8。选择时，按需要选用适合的公差带。

	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		

图 3-2 基本尺寸大于500至3 150mm的孔公差带

1.2 轴公差带

1.2.1 基本尺寸至500mm的轴公差带

基本尺寸至500mm的轴公差带规定如图3-3所示(共116种),相应的极限偏差见第2章中的表2-16

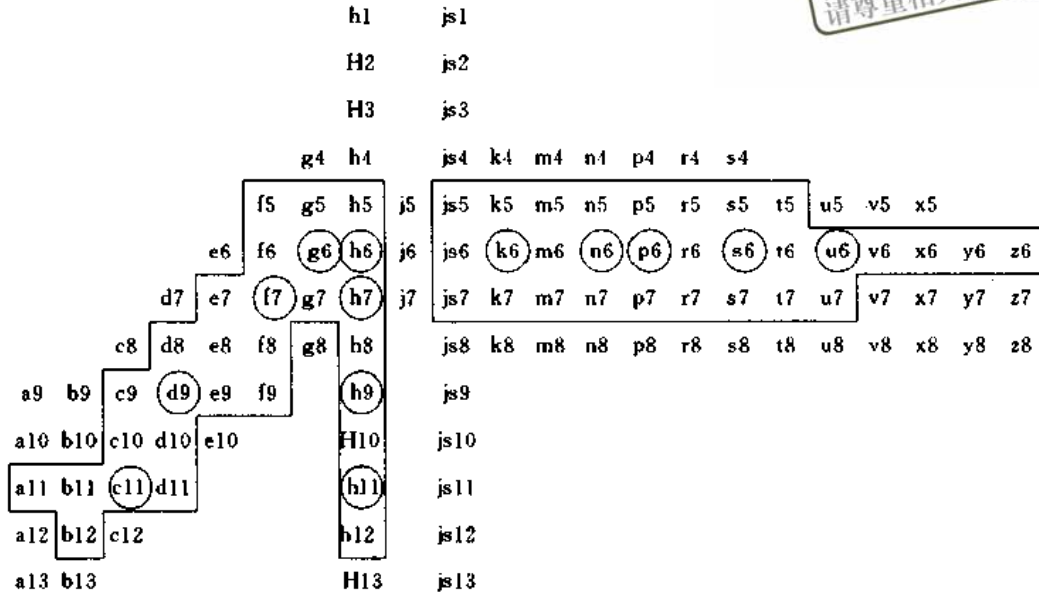


图 3-3 基本尺寸至 500mm 的轴公差带

1.2.2 基本尺寸大于 500 至 3 150mm 的轴公差带

基本尺寸大于 500 至 3 150mm 的轴公差带规定如图 3-4 所示(共 41 种),相应的极限偏差见第 2 章中

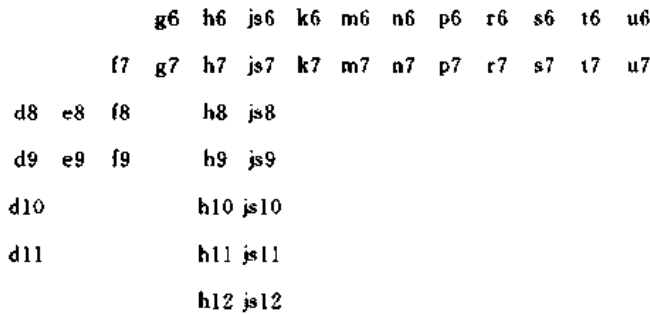


图 3-4 基本尺寸大于 500 至 3 150mm 的轴公差带

至表 2-30。选择时,应优先选用圆圈中的公差带(共 13 种),其次选用方框中的公差带(共 59 种),最后选用其他的公差带。

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

的表 2-17 至表 2-28。选择时,按需要选用适合的公差带。

2 配合的选择

2.1 基本尺寸至 500mm 的配合

基本尺寸至 500mm 的基孔制优先和常用配合规

定于表 3-1(共 59 种,其中优先配合 13 种),基轴制的优先和常用配合规定于表 3-2(共 47 种,其中优先配合 13 种),其极限间隙或极限过盈见表 3-3。选择时,首先选用表中的优先配合,其次选用常用配合。

表 3-1 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						$\frac{H6}{f5}$	$\frac{H6}{g5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{H6}{js5}$	$\frac{H6}{k5}$	$\frac{H6}{m5}$	$\frac{H6}{n5}$	$\frac{H6}{p5}$	$\frac{H6}{r5}$	$\frac{H6}{s5}$	$\frac{H6}{t5}$						
H7						$\frac{H7}{f6}$	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H7}{js6}$	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$	$\frac{H7}{t6}$	$\frac{H7}{u6}$	$\frac{H7}{v6}$	$\frac{H7}{x6}$	$\frac{H7}{y6}$	$\frac{H7}{z6}$	

续表 3-1

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识版权！

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								
H8					$\frac{H8}{e7}$	$\frac{H8}{f7}$	$\frac{H8}{g7}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{js7}$	$\frac{H8}{k7}$	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{H8}{n7}$	$\frac{H8}{p7}$	$\frac{H8}{r7}$	$\frac{H8}{s7}$	$\frac{H8}{t7}$	$\frac{H8}{u7}$				
H9			$\frac{H9}{c9}$	$\frac{H9}{d9}$	$\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{f9}$		$\frac{H9}{h9}$													
H10			$\frac{H10}{c10}$	$\frac{H10}{d10}$				$\frac{H10}{h10}$													
H11	$\frac{H11}{a11}$	$\frac{H11}{b11}$	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{d11}$				$\frac{H11}{h11}$													
H12		$\frac{H12}{b12}$						$\frac{H12}{h12}$													

注：1 $\frac{H6}{n5}$ 、 $\frac{H7}{p6}$ 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 3-2 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						$\frac{F6}{h5}$	$\frac{G6}{h5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{JS6}{h5}$	$\frac{K6}{h5}$	$\frac{M6}{h5}$	$\frac{N6}{h5}$	$\frac{P6}{h5}$	$\frac{R6}{h5}$	$\frac{S6}{h5}$	$\frac{T6}{h5}$					
h6						$\frac{F7}{h6}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{JS7}{h6}$	$\frac{K7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$	$\frac{N7}{h6}$	$\frac{P7}{h6}$	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$	$\frac{T7}{h6}$	$\frac{U7}{h6}$				
h7					$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F8}{h7}$		$\frac{H8}{h7}$	$\frac{JS8}{h7}$	$\frac{K8}{h7}$	$\frac{M8}{h7}$	$\frac{N8}{h7}$									
h8				$\frac{D8}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$		$\frac{H8}{h8}$													
h9				$\frac{D9}{h9}$	$\frac{E9}{h9}$	$\frac{F9}{h9}$		$\frac{H9}{h9}$													
h10				$\frac{D10}{h10}$				$\frac{H10}{h10}$													
h11	$\frac{A11}{h11}$	$\frac{B11}{h11}$	$\frac{C11}{h11}$	$\frac{D11}{h11}$				$\frac{H11}{h11}$													
h12		$\frac{B12}{h12}$						$\frac{H12}{h12}$													

注：标注 ∇ 的配合为优先配合。

表 3-3 基本尺寸至 500mm 的优先、常用配合极限间隙或极限过盈

μm

基孔制	$\frac{H6}{T5}$	$\frac{H6}{g5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{H7}{f6}$	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H8}{e7}$	$\frac{H8}{f7}$	$\frac{H8}{g7}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{f8}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{H8}{c9}$	$\frac{H8}{d9}$	
基轴制	$\frac{F6}{h5}$	$\frac{G6}{h5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{F7}{h6}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F8}{h7}$		$\frac{H8}{h7}$	$\frac{D8}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$	$\frac{H8}{h8}$		$\frac{D9}{h9}$	
基本尺寸 mm	间隙配合																
大于	至																
3	3	+16	+12	+10	+22	+18	+16	+38	+30	+26	+24	+18	+42	+34	+28	+110	+70
	6	+6	+2	0	+6	+2	0	-14	+6	+2	0	+20	+14	+6	0	+60	+20
3	3	+23	+17	+13	+30	+24	+20	+50	+40	+34	+30	+66	+56	+46	+36	+130	+90
	6	+10	+1	0	+10	+4	0	+20	-10	+4	0	-30	+20	+10	0	+70	+30

续表 3-3

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

基孔制		$\frac{H6}{T5}$	$\frac{H6}{g5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{H7}{T6}$	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H8}{e7}$	$\frac{H8}{f7}$	$\frac{H8}{g7}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{f8}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{H9}{c9}$	$\frac{H9}{d9}$
基轴制		$\frac{F6}{h5}$	$\frac{G6}{h5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{F7}{h6}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F8}{h7}$		$\frac{H8}{h7}$	$\frac{D8}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$	$\frac{H8}{h8}$		$\frac{D9}{h9}$
基本尺寸 mm		间 隙 配 合															
大于	至																
6	10	+28 +13	+20 +5	+15 0	+37 +13	+29 +5	+24 0	+62 +25	+50 +13	+42 +5	+37 0	+84 +40	+69 +25	+57 +13	+44 0	+152 +80	+112 +40
10	14	+35 +16	+25 +6	+19 0	+45 +16	+35 +6	+29 0	+77 +32	+61 +16	+51 +6	+45 0	+104 +50	+86 +32	+70 +16	+54 0	+181 +95	+136 +50
14	18																
18	24	+42 +20	+29 +7	+22 0	+54 +20	+41 +7	+34 0	+94 +40	+74 +20	+61 +7	+54 0	+131 +65	+106 +40	+86 +20	+66 0	+214 +110	+169 +65
30	40	+52 +25	+36 +9	+27 0	+66 +25	+50 +9	+41 0	+114 +50	+89 +25	+73 +9	+64 0	+158 +80	+128 +50	+103 +25	+78 0	+244 +120	+204 +80
10	50															+254 +130	
50	65	+62 +30	+42 +10	+32 0	+79 +30	+59 +10	+49 0	+136 +60	+106 +30	+86 +10	+76 0	+192 +100	+152 +60	+122 +30	+92 0	+288 +140	+248 +100
65	80															+298 +150	
80	100	+73 +36	+49 +12	+37 0	+93 +36	+69 +12	+57 0	+161 +72	+125 +36	+101 +12	+89 0	+228 +120	+180 +72	+144 +36	+108 0	+344 +170	+294 +120
100	120															+354 +180	
120	140															+400 +200	
140	160	+86 +43	+57 +14	+43 0	+108 +43	+79 +14	+65 0	+188 +85	+146 +43	+117 +14	+103 0	+271 +145	+211 +85	+169 +43	+126 0	+410 +210	+345 +145
160	180															+430 +230	
180	200															+470 +240	
200	225	+99 +50	+64 +15	+49 0	+125 +50	+90 +15	+75 0	+218 +100	+168 +50	+138 +15	+118 0	+314 +170	+244 +100	+194 +50	+144 0	+490 +260	+400 +170
225	250															+510 +280	
250	280	+111 +56	+72 +17	+55 0	+140 +56	+101 +17	+84 0	+243 +110	+189 +56	+150 +17	+133 0	+352 +190	+272 +110	+218 +56	+162 0	+560 +300	+450 +190
280	315															+590 +330	
315	355	+123 +62	+79 +18	+61 0	+155 +62	+111 +18	+93 0	+271 +125	+208 +62	+164 +18	+146 0	+388 +210	+303 +125	+240 +62	+178 0	+640 +360	+490 +210
355	400															+680 +400	
400	450	+135 +68	+87 +20	+67 0	+171 +68	+123 +20	+103 0	+295 +135	+228 +68	+180 +20	+160 0	+424 +230	+329 +135	+262 +68	+194 0	+750 +440	+540 +230
450	500															+790 +480	

注：1 表中“+”值为间隙量，“-”值为过盈量。

2 标注H/h的配合为优先配合。

续表 3-3

μm

基孔制		$\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{f9}$	$\frac{H9}{h9}$	$\frac{H10}{c10}$	$\frac{H10}{d10}$	$\frac{H10}{h10}$	$\frac{H11}{a11}$	$\frac{H11}{b11}$	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{d11}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{H12}{b12}$	$\frac{H12}{h12}$	$\frac{H6}{js6}$		
基轴制		$\frac{E9}{h9}$	$\frac{F9}{h9}$	$\frac{H9}{h9}$		$\frac{D10}{h10}$	$\frac{H10}{h10}$	$\frac{A11}{h11}$	$\frac{B11}{h11}$	$\frac{C11}{h11}$	$\frac{D11}{h11}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{B12}{h12}$	$\frac{H12}{h12}$		$\frac{js6}{h5}$	
基本尺寸 mm		间隙配合														过渡配合	
大于	至																
—	3	+64 +14	+56 +6	+50 0	+140 +60	+100 +20	+80 0	+390 +270	+260 +140	+180 +60	+140 +20	+120 0	+340 +140	+200 0	+8 -2	+7 -3	
3	6	+80 +20	+70 +10	+60 0	+166 +70	+126 +30	+96 0	+420 +270	+290 +140	+220 +70	+180 +30	+150 0	+380 +140	+240 0	+10.5 -2.5	+9 -4	
6	10	+97 +25	+85 +13	+72 0	+196 +80	+156 +40	+116 0	+460 +280	+330 +150	+260 +80	+220 +40	+180 0	+150 +150	+300 0	+12 -3	+10.5 -4.5	
10	14	+118	+102	+86	+235	+190	+140	+510	+370	+315	+270	+220	+510	+360	+15	+13.5	
14	18	+32	+16	0	+95	+50	0	+290	+150	+95	+50	0	+150	0	-4	-5.5	
18	24	+144	+124	+104	+278	+233	+168	+560	+420	+370	+325	+260	+580	+420	+17.5	+15.5	
24	30	+40	+20	0	+110	+65	0	+300	+160	+110	+65	0	+160	0	-4.5	-6.5	
30	40	+174 +50	+149 +25	+124 0	+320 +120 +330 +130	+280 +80	+200 0	+630 +310 +640 +320	+490 +170 +500 +180	+440 +120 +450 +130	+400 +320 +80	+320 0	+170 +680 +180	+500 0	+21.5 -5.5	+19 -8	
50	65	+208 +60	+178 +30	+148 0	+380 +140 +390 +150	+340 +100	+240 0	+720 +340 +710 +360	+570 +190 +580 +200	+520 +140 +530 +150	+480 +380 +100	0	+190 +800 +200	+600 0	+25.5 -6.5	+22.5 -9.5	
80	100	+246 +72	+210 +36	+174 0	+450 +170 +460 +180	+400 +120	+280 0	+820 +380 +850 +410	+660 +220 +680 +240	+610 +170 +620 +180	+560 +440 +120	0	+920 +220 +940 +240	+700 0	+29.5 -7.5	+26 -11	
120	140				+520 +200			+960 +460	+760 +260	+700 +200			+1060 +260				
140	160	+285 +85	+243 +43	+200 0	+530 +210 +550	+465 +145	+320 0	+1020 +520 +1080	+780 +280 +810	+710 +210 +730	+645 +145	+500 0	+1080 +280 +1110	+800 0	+34 -9	+30.5 -12.5	
160	180				+550 +230			+1080 +580	+810 +310	+730 +230			+1110 +310				
180	200				+610 +240			+1240 +660	+920 +340	+820 +240			+1260 +340				
200	225	+330 +100	+280 +50	+230 0	+630 +260 +650 +280	+540 +170	+370 0	+1320 +740 +1400 +820	+960 +380 +1000 +420	+840 +260 +860 +280	+750 +170	+580 0	+1300 +380 +1340 +420	+920 0	+39 -10	+34.5 -14.5	
225	250				+650 +280			+1400 +820	+1000 +420	+860 +280			+1340 +420				
250	280	+370	+316	+260	+720 +300	+610	+420	+1560 +920	+1120 +480	+940 +300	+830 +640	+640	+1520 +480	+1040	+43.5	+39	
280	315	+110	+56	0	+750 +330	+190	0	+1690 +1050	+1180 +540	+970 +330	+190	0	+1580 +540	0	-11.5	-16	
315	355	+405	+342	+280	+820 +360	+670	+460	+1920 +1200	+1320 +600	+1080 +360	+930 +720	+720	+1740 +600	+1140	+48.5	+43	
355	400	+125	+62	0	+860 +400	+210	0	+2070 +1350	+1400 +680	+1120 +400	+210	0	+1820 +680	0	-12.5	-18	
400	450	+445	+378	+310	+940 +440	+730	+500	+2300 +1500	+1560 +760	+1240 +440	+1030	+800	+2020 +760	+1260	+53.5	+47	
450	500	+135	+68	0	+980 +480	+230	0	+2450 +1650	+1640 +840	+1280 +480	+230	0	+2100 +840	0	-13.5	-20	

续表 3-3

μm



基孔制	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{H8}{n7}$	$\frac{H8}{p7}$	$\frac{H6}{n5}$	$\frac{H6}{p5}$	$\frac{H6}{r5}$	$\frac{H6}{s5}$	$\frac{H6}{t5}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$	$\frac{H7}{t6}$	$\frac{H7}{v6}$	$\frac{H7}{z6}$	$\frac{H7}{z6}$	$\frac{H7}{z6}$	$\frac{H7}{z6}$	$\frac{H7}{z6}$	
基轴制		$\frac{M8}{h7}$		$\frac{N8}{h7}$			$\frac{N6}{h5}$		$\frac{P6}{h5}$		$\frac{R6}{h5}$		$\frac{S6}{h5}$	$\frac{T6}{h5}$				$\frac{P7}{h6}$	
基本尺寸 mm		过渡配合								过盈配合									
大于	至																		
—	3	+12	+8	+10	+6	+8	+2	0	0	-2	-4	-6	-8	-10	—	+4	0		
		-12	-16	-14	-18	-16	-8	-10	-10	-12	-14	-16	-18	-20		-12	-16		
3	6	+14		+10		+6		0		-4		-7		-11				0	
		-16		-20		-24		-13		-17		-20		-24				-20	
6	10	+16		+12		+7		-1		-6		-10		-14				0	
		-21		-25		-30		-16		-21		-25		-29				-24	
10	14	+20		+15		+9		-1		-7		-12		-17				0	
14	18	-25		-30		-36		-20		-26		-31		-36				-29	
18	24	+25		+18		+11		-2		-9		-15		-22				-1	
24	30	-29		-36		-43		-24		-31		-37		-44				-35	
30	40	+30		+22		+13		-1		-10		-18		-27				-1	
40	50	-34		-42		-51		-28		-37		-45		-54				-42	
50	65	+35		+26		+14		-1		-13		-22		-34				-2	
65	80	-41		-50		-62		-33		-45		-54		-66				-51	
80	100	+41		+31		+17		-1		-15		-29		-49				-2	
100	120	-48		-58		-72		-38		-52		-66		-86				-59	
120	140											-38		-67				-97	
140	160	+48		+36		+20		-2		-18		-81		-110				-140	
160	180	-55		-67		-83		-45		-61		-40		-75				-109	
180	200											-83		-118				-152	
200	225	+55		+41		+22		-2		-21		-43		-83				-121	
225	250	-63		-77		-96		-51		-70		-86		-126				-164	
250	280											-48		-93				-137	
280	315	+61		+47		+25		-2		-24		-97		-142				-186	
315	355	-72		-86		-108		-57		-79		-51		-101				-151	
355	400											-100		-150				-200	
400	450	+68		+52		+27		-1		-26		-55		-111				-167	
450	500	-78		-94		-119		-62		-87		-104		-160				-216	
												-62		-126				-186	
												-117		-181				-241	
												-66		-138				-208	
												-121		-193				-263	
												-72		-154				-232	
												-133		-215				-293	
												-78		-172				-258	
												-139		-233				-319	
												-86		-192				-290	
												-153		-259				-357	
												-92		-212				-320	
												-159		-279				-387	

注: $\frac{H6}{n5}$ 、 $\frac{H7}{p6}$ 在基本尺寸小于或等于 3mm 时, 为过渡配合。

续表 3-3

μm

基孔制		H7/r6	H7/s6	H7/t6	H7/u6	H7/v6	H7/x6	H7/y6	H7/z6	H8/r7	H8/s7	H8/t7	H8/u7
基轴制		R7/h6	S7/h6	T7/h6	U7/h6								
基本尺寸 mm		过 盈 配 合											
大于	至												
—	3	0 -16	-4 -20	-4 -20	-8 -24	—	-8 -24	-12 -28	—	-10 -26	-16 -32	-20 -24	0 -4
3	6	-3 -23	-7 -27	—	—	—	-11 -31	—	—	-16 -36	-23 -43	+3 -31	-1 -35
6	10	-4 -28	-8 -32	—	—	—	-13 -37	—	—	-19 -43	-27 -51	+3 -34	-1 -38
10	14	-5 -34	-10 -39	—	—	—	-15 -44	—	—	-22 -51	-32 -61	+4 -41	-1 -46
11	18	—	—	—	—	—	-20 -54	-26 -60	-33 -67	-42 -76	-52 -86	+5 -49	-2 -56
18	24	-7 11	-14 -48	—	—	—	-20 -54	-27 -61	-34 -68	-43 -77	-51 -88	-67 -101	-8 -62
21	30	—	—	—	—	—	-23 -54	-35 -61	-43 -68	-55 -77	-69 -88	-87 -101	-9 -62
30	40	-9 -50	-18 -59	—	—	—	-23 -54	-35 -61	-43 -68	-55 -77	-69 -88	-87 -101	-9 -62
40	50	-11 -60	-23 -72	-36 -85	-57 -106	-72 -121	-92 -141	-114 -163	-142 -191	-180 -229	-229 -278	+3 -73	-13 -89
50	65	-13 -62	-29 -78	-45 -94	-72 -121	-90 -139	-116 -165	-144 -193	-180 -229	-229 -278	-278 -327	+3 -73	-13 -89
65	80	-16 -73	-36 -93	-56 -113	-89 -146	-111 -168	-143 -200	-179 -236	-223 -280	-280 -339	-339 -398	+3 -73	-17 -93
80	100	-19 -76	-44 -101	-69 -126	-109 -166	-137 -194	-175 -232	-219 -276	-275 -332	-332 -391	-391 -450	0 -89	-25 -114
100	120	-23 -88	-52 -117	-82 -147	-130 -195	-162 -227	-208 -273	-260 -325	-325 -390	-390 -455	-455 -520	0 -103	-29 -132
120	140	-25 -90	-60 -125	-94 -159	-150 -215	-188 -253	-240 -305	-300 -365	-375 -440	-440 -505	-505 -570	-2 -105	-37 -140
140	160	-28 -93	-68 -133	-106 -171	-170 -235	-212 -277	-270 -335	-340 -405	-425 -490	-490 -555	-555 -620	-5 -108	-45 -148
160	180	-31 -106	-76 -151	-120 -195	-190 -265	-238 -313	-304 -379	-379 -454	-474 -549	-549 -624	-624 -699	-5 -123	-50 -168
180	200	-34 -109	-84 -159	-134 -209	-212 -287	-264 -339	-339 -414	-421 -499	-529 -604	-604 -679	-679 -754	-8 -126	-58 -176
200	225	-38 -113	-91 -169	-150 -225	-238 -313	-294 -369	-379 -454	-471 -549	-591 -669	-669 -747	-747 -825	-12 -130	-68 -186
225	250	-42 -126	-106 -190	-166 -250	-263 -347	-333 -417	-423 -507	-528 -612	-658 -742	-742 -826	-826 -910	-13 -146	-77 -210
250	280	-46 -130	-118 -202	-188 -272	-298 -382	-373 -457	-473 -557	-598 -682	-738 -822	-822 -906	-906 -990	-17 -150	-89 -222
280	315	-51 -144	-133 -226	-211 -304	-333 -426	-418 -511	-533 -626	-673 -766	-843 -936	-936 -1029	-1029 -1122	-19 -165	-101 -247
315	355	-57 -150	-151 -244	-237 -330	-378 -471	-473 -566	-603 -696	-763 -856	-943 -1036	-1036 -1129	-1129 -1222	-25 -171	-119 -265
355	400	-63 -166	-169 -272	-267 -370	-427 -530	-532 -635	-677 -780	-857 -960	-1037 -1140	-1140 -1243	-1243 -1346	-29 -189	-135 -295
400	450	-69 -172	-189 -292	-297 -400	-477 -580	-597 -700	-757 -860	-937 -1040	-1187 -1290	-1290 -1393	-1393 -1496	-35 -195	-155 -315
450	500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注： $\frac{H8}{r7}$ 在小于或等于 100mm 时，为过盈配合。

2.2 基本尺寸大于 500 至 3 150mm 的配合

基本尺寸大于 500 至 3 150mm 的配合一般采用基孔制的同级配合。根据零件制造特点,亦可按 2.3 的规定采用配制配合。

2.3 基本尺寸大于 500mm 的配制配合

2.3.1 总则

配制配合是以一个零件的实际尺寸为基数,来配制另一个零件的一种工艺措施。一般用于公差等级较高,单件小批生产的配合零件。

是否采用配制配合由设计人员根据零件的生产和使用情况决定。

2.3.2 对配制配合零件的一般要求

a. 先按互换性生产选取配合。配制的结果应满足此配合公差。

b. 一般选择较难加工,但能得到较高测量精度的那个零件(在多数情况下是孔)作为先加工件,给它一个比较容易达到的公差或按“线性尺寸的未注公差”加工。

c. 配制件(多数情况下是轴)的公差可按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。

d. 配制配合是关于尺寸极限方面的技术规定,不涉及其他技术要求,如零件的形状和位置公差、表面粗糙度等,不因采用配制配合而降低。

e. 测量对保证配合性质有很大关系,要注意温度、形状和位置误差对测量结果的影响。配制配合应采用尺寸相互比较的测量方法;在同样条件下测量,使用同一基准装置或校对量具,由同一组计量人员进行测

量等,以提高测量精度。

2.3.3 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。装配图上还要标明按互换性生产时的配合要求。

示例:

基本尺寸为 $\phi 3\ 000\text{mm}$ 的孔和轴,要求配合的最大间隙为 0.45mm ,最小间隙为 0.14mm ,按互换性生产可选用 $\phi 3\ 000\text{H}6/\text{f}6$ 或 $\phi 3\ 000\text{F}6/\text{h}6$ 。其最大间隙为 0.415mm ,最小间隙为 0.145mm ,现确定采用配制配合。

① 在装配图上标注为:

$\phi 3\ 000\text{H}6/\text{f}6$ MF(先加工件为孔)[图 3-5,a)]

或 $\phi 3\ 000\text{F}6/\text{h}6$ MF(先加工件为轴)

② 若先加工件为孔,给一个较容易达到的公差,例如 H8,在零件图上标注为:

$\phi 3\ 000\ \text{H}8$ MF

若按“线性尺寸的未注公差”加工,则标注为:

$\phi 3\ 000$ 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,此时其最大间隙为 0.355mm ,最小间隙为 0.145mm (图 3-5,b)),图上标注为:

$\phi 3\ 000\text{f}7$ MF

或 $\phi 3\ 000\text{f}7$ MF

2.3.4 配制件极限尺寸的计算

以 2.3.3 中的示例,用尽可能准确的测量方法测出先加工件(孔)的实际尺寸,例如为 $\phi 3\ 000.195\text{mm}$,则配制件(轴)的极限尺寸可计算如下[图 3-5,c)]:

最大极限尺寸 = $3000.195 - 0.145 = 3000.05\text{mm}$

最小极限尺寸 = $3000.195 - 0.355 = 2999.84\text{mm}$

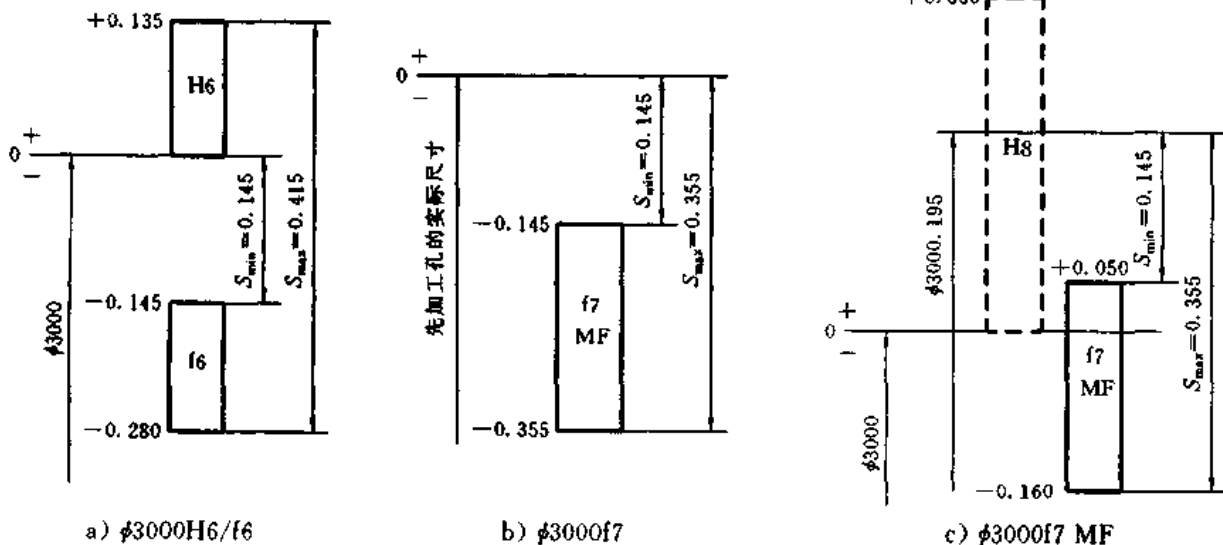


图 3-5 配制配合示例($\phi 3000\text{H}6/\text{f}6$ MF)

第4章

尺寸至18mm的孔、轴公差带

《公差与配合 尺寸至18mm孔、轴公差带》(GB/T 1803-1979)规定了尺寸至18mm的孔、轴公差带。它主要适用于仪器、仪表和钟表工业。

1 孔公差带

基本尺寸至18mm的孔公差带规定如图4-1所示,相应的极限偏差见表4-1。

	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

图 4-1 基本尺寸至18mm的孔公差带

2 轴公差带

示,相应的极限偏差见表4-2。

基本尺寸至18mm的轴公差带规定如图4-2所示

	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

图 4-2 基本尺寸至18mm的轴公差带

浏览器提醒您:
使用本复制品
尊重相关知识产权!

表 4-1 基本尺寸至 18mm 的孔公差带的极限偏差

μm

基本尺寸 mm		公 差 带										
		A				B					C	
大于	至	9	10	11	12	8	9	10	11	12	8	9
—	3	+295 +270	+310 +270	+330 +270	+370 +270	+154 +140	+165 +140	+180 +140	+200 +140	+240 +140	+74 +60	+85 +60
3	6	+300 +270	+318 +270	+345 +270	+390 +270	+158 +140	+170 +140	+188 +140	+215 +140	+260 +140	+88 +70	+100 +70
6	10	+316 +280	+338 +280	+370 +280	+430 +280	+172 +150	+186 +150	+208 +150	+240 +150	+300 +150	+102 +80	+116 +80
10	18	+333 +290	+360 +290	+400 +290	+470 +290	+177 +150	+193 +150	+220 +150	+260 +150	+330 +150	+122 +95	+138 +95

基本尺寸 mm		公 差 带										
		C			CD					D		
大于	至	10	11	12	6	7	8	9	10	6	7	8
—	3	+100 +60	+120 +60	+160 +60	—	+44 +34	+48 +34	+59 +34	+74 +34	+26 +20	+30 +20	+34 +20
3	6	+118 +70	+145 +70	+190 +70	+54 +46	+58 +46	+64 +46	+76 +46	+94 +46	+38 +30	+42 +30	+48 +30
6	10	+138 +80	+170 +80	+230 +80	+65 +56	+71 +56	+78 +56	+92 +56	+114 +56	+49 +40	+55 +40	+62 +40
10	18	+165 +95	+205 +95	+275 +95	—	—	—	—	—	+61 +50	+68 +50	+77 +50

基本尺寸 mm		公 差 带										
		D			E						EF	
大于	至	9	10	11	5	6	7	8	9	10	3	5
—	3	+45 +20	+60 +20	+80 +20	+18 +14	+20 +14	+24 +14	+28 +14	+39 +14	+54 +14	+12 +10	+14 +10
3	6	+60 +30	+78 +30	+105 +30	+25 +20	+28 +20	+32 +20	+38 +20	+50 +20	+68 +20	—	+19 +14
6	10	+76 +40	+98 +40	+130 +40	+31 +25	+34 +25	+40 +25	+47 +25	+61 +25	+83 +25	—	+24 +18
10	18	+93 +50	+120 +50	+160 +50	+40 +32	+43 +32	+50 +32	+59 +32	+75 +32	+102 +32	—	—

基本尺寸 mm		公 差 带										
		EF				F						
大于	至	6	7	8	9	3	5	6	7	8	9	10
—	3	+16 +10	+20 +10	+24 +10	+35 +10	+8 +6	+10 +6	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+31 +6	—
3	6	+22 +14	+26 +14	+32 +14	+44 +14	—	+15 +10	+18 +10	+22 +10	+28 +10	+40 +10	+58 +10
6	10	+27 +18	+33 +18	+40 +18	+54 +18	—	+19 +13	+22 +13	+28 +13	+35 +13	+49 +13	+71 +13
10	18	—	—	—	—	—	+24 +16	+27 +16	+34 +16	+43 +16	+59 +16	+86 +16

续表 4-1

μm

基本尺寸 mm		公差										
		FG					G					H
大于	至	3	5	6	7	8	3	5	6	7	8	1
—	3	+6 +4	+8 +4	+10 +4	+14 +4	—	+4 +2	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+16 +2	+0.8 0
3	6	—	+11 +6	+14 +6	+18 +6	+24 +6	—	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+22 +4	+1 0
6	10	—	+14 +8	+17 +8	+23 +8	+30 +8	—	+11 +5	+14 +5	+20 +5	+27 +5	+1 0
10	18	—	—	—	—	—	—	+14 +6	+17 +6	+24 +6	+33 +6	+1.2 0

基本尺寸 mm		公差带										
		H										
大于	至	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
—	3	+1.2 0	+2 0	+3 0	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	+60 0	+100 0
3	6	+1.5 0	+2.5 0	+4 0	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	+48 0	+75 0	+120 0
6	10	+1.5 0	+2.5 0	+4 0	+6 0	+9 0	+15 0	+22 0	+36 0	+58 0	+90 0	+150 0
10	18	+2 0	+3 0	+5 0	+8 0	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	+70 0	+110 0	+180 0

基本尺寸 mm		公差带										
		H	J				JS					
大于	至	13	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7
—	3	+140 0	+2 -4	+4 -6	+6 -8	±0.4	±0.6	±1	±1.5	±2	±3	±5
3	6	+180 0	+5 -3	—	+10 -8	±0.5	±0.75	±1.25	±2	±2.5	±4	±6
6	10	+220 0	+5 -4	+8 -7	+12 -10	±0.5	±0.75	±1.25	±2	±3	±4.5	±7
10	18	+270 0	+6 -5	+10 -8	+15 -12	±0.6	±1	±1.5	±2.5	±4	±5.5	±9

基本尺寸 mm		公差带										
		JS						K				
大于	至	8	9	10	11	12	13	3	4	5	6	7
—	3	±7	±12	±20	±30	±50	±70	0 -2	0 -3	0 -4	0 -6	0 -10
3	6	±9	±15	±24	±37	±60	±90	—	+0.5 -3.5	0 -5	+2 -6	+3 -9
6	10	±11	±18	±29	±45	±75	±110	—	+0.5 -3.5	+1 -5	+2 -7	+5 -10
10	18	±13	±21	±35	±55	±90	±135	—	+1 -4	+2 -6	+2 -9	+6 -12

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

续表 4-1

 μm

基本尺寸 mm		公差带										
		K			M						N	
大于	至	8	9	10	3	4	5	6	7	8	3	5
—	3	0 -14	0 -25	0 -40	-2 -4	-2 -5	-2 -6	-2 -8	-2 -12	-2 -16	-4 -6	-4 -8
3	6	+5 -13	—	—	—	-2.5 -6.5	-3 -8	-1 -9	0 -12	+2 -16	—	-7 -12
6	10	+6 -16	—	—	—	-4.5 -8.5	-4 -10	-3 -12	0 -15	+1 -21	—	-8 -14
10	18	+8 -19	—	—	—	-5 -10	-4 -12	-4 -15	0 -18	+2 -25	—	-9 -17

基本尺寸 mm		公差带										
		N					P					
大于	至	6	7	8	9	10	3	5	6	7	8	9
—	3	-4 -10	-4 -14	-4 -18	-4 -29	—	-6 -8	-6 -10	-6 -12	-6 -16	-6 -20	-6 -31
3	6	-5 -13	-4 -16	-2 -20	0 -30	0 -48	—	-11 -16	-9 -17	-8 -20	-12 -30	-12 -42
6	10	-7 -16	-4 -19	-3 -25	0 -36	0 -58	—	-13 -19	-12 -21	-9 -24	-15 -37	-15 -51
10	18	-9 -20	-5 -23	-3 -30	0 -43	0 -70	—	-15 -23	-15 -26	-11 -29	-18 -45	-18 -61

基本尺寸 mm		公差带										
		R						S				
大于	至	3	5	6	7	8	9	5	6	7	8	9
—	3	-10 -12	-10 -14	-10 -16	-10 -20	-10 -24	—	-14 -18	-14 -20	-14 -24	-14 -28	-14 -39
3	6	—	-14 -19	-12 -20	-11 -23	-15 -33	-15 -45	-18 -23	-16 -24	-15 -27	-19 -37	-19 -49
6	10	—	-17 -23	-16 -25	-13 -28	-19 -41	-19 -55	-21 -27	-20 -29	-17 -32	-23 -45	-23 -59
10	18	—	-20 -28	-20 -31	-16 -34	-23 -50	-23 -66	-25 -33	-25 -36	-21 -39	-28 -55	-28 -71

基本尺寸 mm		公差带										
		U				V			X			
大于	至	6	7	8	9	6	7	8	6	7	8	9
—	3	-18 -24	-18 -28	-18 -32	—	—	—	—	-20 -26	-20 -30	-20 -34	-20 -45
3	6	-20 -28	-19 -31	-23 -41	-23 -53	—	—	—	-25 -33	-24 -36	-28 -46	-28 -58
6	10	-25 -34	-22 -37	-28 -50	-28 -64	—	—	—	-31 -40	-28 -43	-34 -56	-34 -70
10	14	-30 -41	-26 -44	-33 -60	-33 -76	—	—	—	-37 -48	-33 -51	-40 -67	-40 -83
14	18	—	—	—	—	-36 -47	-32 -50	-39 -66	-42 -53	-38 -56	-45 -72	-45 -88

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

表 4-2 基本尺寸至 18mm 的轴公差带的极限偏差

μm

基本尺寸 mm		公 差 带										
		a					b					
大于	至	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13
—	3	-270 -295	-270 -310	-270 -330	-270 -370	-270 -410	-140 -154	-140 -165	-140 -180	-140 -200	-140 -240	-140 -280
3	6	-270 -300	-270 -318	-270 -345	-270 -390	-270 -450	-140 -158	-140 -170	-140 -188	-140 -215	-140 -260	-140 -320
6	10	-280 -316	-280 -338	-280 -370	-280 -430	-280 -500	-150 -172	-150 -186	-150 -208	-150 -240	-150 -300	-150 -370
10	18	-290 -333	-290 -360	-290 -400	-290 -470	-290 -560	-150 -177	-150 -193	-150 -220	-150 -260	-150 -330	-150 -420

基本尺寸 mm		公 差 带											
		c										cd	
大于	至	5	6	7	8	9	10	11	12	13	5	6	
—	3	—	—	—	-60 -74	-60 -85	-60 -100	-60 -120	-60 -160	-60 -200	—	—	
3	6	-70 -75	-70 -78	-70 -82	-70 -88	-70 -100	-70 -118	-70 -145	-70 -190	-70 -250	-46 -51	-46 -54	
6	10	-80 -86	-80 -89	-80 -95	-80 -102	-80 -116	-80 -138	-80 -170	-80 -230	-80 -300	-56 -62	-56 -65	
10	18	-95 -103	-95 -106	-95 -113	-95 -122	-95 -138	-95 -165	-95 -205	-95 -275	-95 -365	—	—	

基本尺寸 mm		公 差 带										
		cd				d						
大于	至	7	8	9	10	5	6	7	8	9	10	11
—	3	-34 -44	-34 -48	-34 -59	-34 -74	—	-20 -26	-20 -30	-20 -34	-20 -45	-20 -60	-20 -80
3	6	-46 -58	-46 -64	-46 -76	—	-30 -35	-30 -38	-30 -42	-30 -48	-30 -60	-30 -78	-30 -105
6	10	-56 -71	-56 -78	-56 -92	—	-40 -46	-40 -49	-40 -55	-40 -62	-40 -76	-40 -98	-40 -130
10	18	—	—	—	—	-50 -58	-50 -61	-50 -68	-50 -77	-50 -93	-50 -120	-50 -160

基本尺寸 mm		公 差 带										
		e						ef				
大于	至	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7
—	3	-14 -18	-14 -20	-14 -24	-14 -28	-14 -39	-14 -54	-10 -12	-10 -13	-10 -14	-10 -16	-10 -20
3	6	-20 -25	-20 -28	-20 -32	-20 -38	-20 -50	-20 -68	—	—	-14 -19	-14 -22	-14 -26
6	10	-25 -31	-25 -34	-25 -40	-25 -47	-25 -61	-25 -83	—	—	-18 -24	-18 -27	-18 -33
10	18	-32 -40	-32 -43	-32 -50	-32 -59	-32 -75	-32 -102	—	—	—	—	—

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

续表 4-2

 μm

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

基本尺寸 mm		公差带										
		ef		f							fg	
大于	至	8	9	3	4	5	6	7	8	9	3	4
—	3	-10 -24	-10 -35	-6 -8	-6 -9	-6 -10	-6 -12	-6 -16	-6 -20	-6 -31	-4 -6	-4 -7
3	6	-14 -32	-14 -44	—	-10 -14	-10 -15	-10 -18	-10 -22	-10 -28	-10 -40	—	-6 -10
6	10	-18 -40	-18 -54	—	-13 -17	-13 -19	-13 -22	-13 -28	-13 -35	-13 -49	—	-8 -12
10	18	—	—	—	-16 -21	-16 -24	-16 -27	-16 -34	-16 -43	-16 -59	—	—

基本尺寸 mm		公差带									
		fg				g					
大于	至	5	6	7	8	3	4	5	6	7	8
—	3	-4 -8	-4 -10	-4 -14	—	-2 -4	-2 -5	-2 -6	-2 -8	-2 -12	-2 -16
3	6	-6 -11	-6 -14	-6 -18	-6 -24	—	-4 -8	-4 -9	-4 -12	-4 -16	-4 -22
6	10	-8 -14	-8 -17	-8 -23	-8 -30	—	-5 -9	-5 -11	-5 -14	-5 -20	-5 -27
10	18	—	—	—	—	—	-6 -11	-6 -14	-6 -17	-6 -24	-6 -33

基本尺寸 mm		公差带										
		h										
大于	至	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
—	3	0 -0.8	0 -1.2	0 -2	0 -3	0 -4	0 -6	0 -10	0 -14	0 -25	0 -40	0 -60
3	6	0 -1	0 -1.5	0 -2.5	0 -4	0 -5	0 -8	0 -12	0 -18	0 -30	0 -48	0 -75
6	10	0 -1	0 -1.5	0 -2.5	0 -4	0 -6	0 -9	0 -15	0 -22	0 -36	0 -58	0 -90
10	18	0 -1.2	0 -2	0 -3	0 -5	0 -8	0 -11	0 -18	0 -27	0 -43	0 -70	0 -110

基本尺寸 mm		公差带											
		h			j			js					
大于	至	12	13	5	6	7	1	2	3	4	5	6	
—	3	0 -100	0 -140	—	+4 -2	+6 -4	± 0.4	± 0.6	± 1	± 1.5	± 2	± 3	
3	6	0 -120	0 -180	+3 -2	+6 -2	+8 -4	± 0.5	± 0.75	± 1.25	± 2	± 2.5	± 4	
6	10	0 -150	0 -220	+4 -2	+7 -2	+10 -5	± 0.5	± 0.75	± 1.25	± 2	± 3	± 4.5	
10	18	0 -180	0 -270	+5 -3	+8 -3	+12 -6	± 0.6	± 1	± 1.5	± 2.5	± 4	± 5.5	

续表 4-2

μm

基本尺寸 mm		公差带										
		js							k			
大于	至	7	8	9	10	11	12	13	3	4	5	6
--	3	±5	±7	±12	±20	±30	±50	±70	+2 0	+3 0	+4 0	+6 0
3	6	±6	±9	±15	±24	±37	±60	±90	+2.5 0	+5 +1	+6 +1	+9 +1
6	10	±7	±11	±18	±29	±45	±75	±110	+2.5 0	+5 +1	+6 +1	+9 +1
10	18	±9	±13	±21	±35	±55	±90	±135	+3 0	+6 +1	+9 +1	+12 +1

基本尺寸 mm		公差带											
		k				m				n			
大于	至	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	3	4
--	3	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	+4 +2	+5 +2	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+16 +2	+6 +4	+7 +4
3	6	+13 +1	+18 0	+30 0	+48 0	+6.5 +4	+8 +4	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+22 +4	--	+12 +8
6	10	+16 +1	+22 0	+36 0	+58 0	--	+10 +6	+12 +6	+15 +6	+21 +6	+28 +6	--	+14 +10
10	18	+19 +1	+27 0	+43 0	+70 0	--	+12 +7	+15 +7	+18 +7	+25 +7	+34 +7	--	+17 +12

基本尺寸 mm		公差带											
		n				p							r
大于	至	5	6	7	8	3	4	5	6	7	8	9	3
--	3	+8 +4	+10 +4	+14 +4	+18 +4	+8 +6	+9 +6	+10 +6	+12 +6	+16 +6	+20 +6	--	+12 +10
3	6	+13 +8	+16 +8	+20 +8	+26 +8	--	+16 +12	+17 +12	+20 +12	+24 +12	+30 +12	+42 +12	--
6	10	+16 +10	+19 +10	+25 +10	+32 +10	--	+19 +15	+21 +15	+24 +15	+30 +15	+37 +15	+51 +15	--
10	18	+20 +12	+23 +12	+30 +12	+39 +12	--	+23 +18	+26 +18	+29 +18	+36 +18	+45 +18	+61 +18	--

基本尺寸 mm		公差带											
		r						s					
大于	至	4	5	6	7	8	9	4	5	6	7	8	9
--	3	+13 +10	+14 +10	+16 +10	+20 +10	+24 +10	--	+17 +14	+18 +14	+20 +14	+24 +14	+28 +14	+39 +14
3	6	+19 +15	+20 +15	+23 +15	+27 +15	+33 +15	+45 +15	+23 +19	+24 +19	+27 +19	+31 +19	+37 +19	+49 +19
6	10	+23 +19	+25 +19	+28 +19	+34 +19	+41 +19	+55 +19	+27 +23	+29 +23	+32 +23	+38 +23	+45 +23	+59 +23
10	18	+28 +23	+31 +23	+34 +23	+41 +23	+50 +23	+66 +23	+33 +28	+36 +28	+39 +28	+46 +28	+55 +28	+71 +28

续表 4-2

 μm

基本尺寸 mm		公差带									
		u					v				
大于	至	5	6	7	8	9	5	6	7	8	9
—	3	+22 +18	+24 +18	+28 +18	+32 +18	—	—	—	—	—	—
3	6	+28 +23	+31 +23	+35 +23	+41 +23	+53 +23	—	—	—	—	—
6	10	+34 +28	+37 +28	+43 +28	+50 +28	+64 +28	—	—	—	—	—
10	14	+41	+44	+51	+60	+76	—	—	—	—	—
14	18	+33	+33	+33	+33	+33	+47 +39	+50 +39	+57 +39	+66 +39	—

基本尺寸 mm		公差带									
		x					z				
大于	至	5	6	7	8	9	5	6	7	8	9
—	3	+24 +20	+26 +20	+30 +20	+34 +20	+45 +20	+30 +26	+32 +26	+36 +26	+40 +26	+51 +26
3	6	+33 +28	+36 +28	+40 +28	+46 +28	+58 +28	+40 +35	+43 +35	+47 +35	+53 +35	+65 +35
6	10	+40 +34	+43 +34	+49 +34	+56 +34	+70 +34	+48 +42	+51 +42	+57 +42	+64 +42	+78 +42
10	14	+48 +40	+51 +40	+58 +40	+67 +40	+83 +40	+58 +50	+61 +50	+68 +50	+77 +50	+93 +50
14	18	+53 +45	+56 +45	+63 +45	+72 +45	+88 +45	+68 +60	+71 +60	+78 +60	+87 +60	+103 +60

基本尺寸 mm		公差带									
		za				zb			zc		
大于	至	6	7	8	9	7	8	9	7	8	9
—	3	—	+42 +32	+46 +32	+57 +32	+50 +40	+54 +40	+65 +40	+70 +60	+74 +60	+85 +60
3	6	+50 +42	+51 +42	+60 +42	+72 +42	+62 +50	+68 +50	+80 +50	+92 +80	+98 +80	+110 +80
6	10	+61 +52	+67 +52	+74 +52	+88 +52	+82 +67	+89 +67	+103 +67	+112 +97	+119 +97	+133 +97
10	14	+75 +64	+82 +64	+91 +64	+107 +64	+108 +90	+117 +90	+133 +90	—	+157 +130	+173 +130
14	18	+88 +77	+95 +77	+104 +77	+120 +77	+126 +108	+135 +108	+151 +108	—	+177 +150	+193 +150

注：基本尺寸小于1mm时，各级的a和b均不采用。

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

第5章

一般公差

一般公差是指在车间通常加工条件下可保证的公差。采用一般公差的尺寸，在该尺寸后不需注出其极限偏差数值或公差带代号，又称未注公差。

《一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差》(GB/T 1804—2000)规定了未注出公差的线性和角度尺寸的一般公差的公差等级和极限偏差数值。

形状和位置公差的一般公差的公差等级和公差值见第三篇第18章“形位公差的公差值”。

1 总则

选取图样上未注公差的尺寸的一般公差的公差等级时，应考虑通常的车间精度并由相应的技术文件或标准作出具体规定。

对任一单一尺寸，如功能上要求比一般公差更小的公差或允许更大的公差并更为经济时，其相应的极限偏差要在相关的基本尺寸后注出。

在图样或有关技术文件中采用GB/T 1804规定的线性和角度尺寸的一般公差时，应按本章第6节的规定进行标注。

由不同类型的工艺(例如切削和铸造)分别加工形成的两表面之间的未注公差的尺寸应按规定的两个一般公差数值中的较大值控制。

以角度单位规定的一般公差仅控制表面的线或素线的总方向，不控制它们的形状误差。从实际表面得到的线的总方向是理想几何形状的接触线方向。接触线和实际线之间的最大距离是最小可能值(见GB/T 4249)。

2 一般公差的概念

一般公差是在车间普通工艺条件下，机床设备可保证的公差。在正常维护和操作情况下，它代表车间通常的加工精度。

当功能上允许的公差等于或大于一般公差时应采用一般公差。只有当要素的功能允许比一般公差大的公差，而该公差在制造上比一般公差更为经济时(例如装配时所钻的盲孔深度)，其相应的极限偏差数值要在尺寸后注出。

采用一般公差的尺寸在正常车间精度保证的条件下，一般可不检验。

3 一般公差的作用

采用一般公差，可带来以下好处：

a. 简化制图，图面清晰易读，可高效地进行信息交换。

b. 节省图样设计时间。设计人员不必逐一考虑或计算公差值，只需了解某要素在功能上是否允许采用大于或等于一般公差的公差值。

c. 图样明确了哪些要素可由一般工艺水平保证，可简化检验要求，有助于质量管理。

d. 突出了图样上注出公差的尺寸，这些尺寸大多是重要的且需要控制的，引起加工与检验时重视和作出计划安排。

e. 由于签订合同前就已经知道工厂“通常车间精度”，买方和供方能更方便地进行订货谈判；同时图样表示完整，也可避免交货时买方和供方间的争论。

只有特定车间的通常车间精度可靠地满足等于或小于所采用的一般公差的条件时，才能完全体现上述好处。因此，车间应做到：

——测量、评估车间的通常车间精度；

——只接受一般公差等于或大于通常车间精度的图样；

——抽样检查以保证车间的通常车间精度不被降低。

4 适用范围

GB/T 1804—2000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。

GB/T 1804—2000仅适用于下列未注公差的尺寸：

a. 线性尺寸(例如外尺寸、内尺寸、阶梯尺寸、直径、半径、距离、倒圆半径和倒角高度)；

b. 角度尺寸，包括通常不注出角度值的角度尺寸，例如直角(90°)；GB/T 1184提到的或等多边形的角度除外；

c. 机加工组装件的线性和角度尺寸。

GB/T 1804—2000不适用于下列尺寸：

a. 其他一般公差标准规定的线性和角度尺寸；

- b. 括号内的参考尺寸；
c. 矩形框格内的理论正确尺寸。

公差等级。按未注公差的线性尺寸和角度尺寸分别给出了各公差等级的极限偏差数值。

5 一般公差的公差等级和极限偏差数值

5.1 线性尺寸

一般公差分精密 f、中等 m、粗糙 c、最粗 v 共 4 个

表 5-1 给出了线性尺寸的极限偏差数值；表 5-2 给出了倒圆半径和倒角高度尺寸的极限偏差数值。

表 5-1 线性尺寸的极限偏差数值

mm

公差等级	基本尺寸分段							
	0.5~3	>3~6	>6~30	>30~120	>120~400	>400~1 000	>1 000~2 000	>2 000~4 000
精密 f	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5	—
中等 m	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2
粗糙 c	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4
最粗 v	—	±0.5	±1	±1.5	±2.5	±4	±6	±8

表 5-2 倒圆半径和倒角高度尺寸的极限偏差数值

mm

公差等级	基本尺寸分段				公差等级	基本尺寸分段			
	0.5~3	>3~6	>6~30	>30		0.5~3	>3~6	>6~30	>30
精密 f	±0.2	±0.5	±1	±2	粗糙 c	±0.4	±1	±2	±4
中等 m					最粗 v				

注：倒圆半径和倒角高度的含义参见 GB/T 6403.4。

5.2 角度尺寸

角度短边长度确定，对圆锥角按圆锥素线长度确定。

表 5-3 给出了角度尺寸的极限偏差数值，其值按

表 5-3 角度尺寸的极限偏差数值

公差等级	长度分段/mm				
	~10	>10~50	>50~120	>120~400	>400
精密 f	±1°	±30'	±20'	±10'	±5'
中等 m					
粗糙 c	±1°30'	±1°	±30'	±15'	±10'
最粗 v	±3°	±2°	±1°	±30'	±20'

6 一般公差的图样表示法

若采用 GB/T 1804 规定的一般公差，应在图样标题栏附近或技术要求、技术文件（如企业标准）中注出标准号及公差等级代号。例如选取中等等级时，标注为：

线性和角度尺寸的未注公差按 GB/T 1804—m

以当工件任一要素超出（偶然地超出）一般公差时零件的功能通常不会被损害。因此，除另有规定，超出一般公差的工件如未达到损害其功能时，通常不应判定拒收。只有当零件的功能受到损害时，超出一般公差的工件才能被拒收。

7 判定

由于零件功能允许的公差常常大于一般公差，所

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

第6章

光滑工件尺寸的检验

光滑工件(孔和轴)的尺寸一般可以用两种方法进行检验:用光滑极限量规检验和用普通计量器具检验。本章介绍与这两种检验方法有关的国家标准:《光滑极限量规》(GB/T 1957—1981)和《光滑工件尺寸的检验》(GB/T 3177—1997)。GB/T 1957—1981规定了检验具有包容要求(E)的工件的光滑极限量规的检验原则、公差和结构型式;GB/T 3177—1997规定了用普通计量器具检验光滑工件尺寸的验收原则、验收极限、计量器具的测量不确定度允许值和计量器具选用原则。

1 用光滑极限量规检验

GB/T 1957—1981《光滑极限量规》适用于检验孔与轴基本尺寸至500mm、公差等级IT6至IT16级的光滑极限量规(以下简称量规)。

量规的种类有操作者使用的工作量规、检验部门或用户代表使用的验收量规和用于校对轴用量规的校对量规。

1.1 总则

1.1.1 测量的标准条件:温度为20℃、测力为零。

1.1.2 检验工件最大实体尺寸(即孔为最小、轴为最大极限尺寸)的量规称通规。

检验工件最小实体尺寸(即孔为最大、轴为最小极

限尺寸)的量规称止规。

1.1.3 符合泰勒原则*的量规如下:

通规的测量面应是与孔或轴形状相对应的完整表面(通常称为全形量规),其尺寸等于工件的最大实体尺寸,且长度等于配合长度。

止规的测量面应是点状的,两测量面之间的尺寸等于工件的最小实体尺寸。

符合泰勒原则的量规,如在某些场合下应用不方便或有困难时,可在保证被检验工件的形状误差不致影响配合性质的条件下,使用偏离泰勒原则的量规。

1.1.4 用符合本标准的量规检验工件,如通规能通过,止规不能通过,则该工件应为合格品。

1.1.5 制造厂对工件进行检验时,操作者应该使用新的或者磨损较少的通规;检验部门应该使用与操作者相同型式,且已磨损较多的通规。

用户代表在用量规验收工件时,通规应接近工件的最大实体尺寸,止规应接近工件的最小实体尺寸。

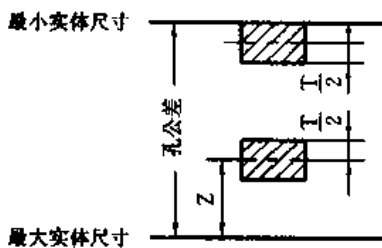
1.1.6 用符合本标准的量规检验工件,如判断有争议,应该使用下述尺寸的量规解决:

通规应等于或接近工件的最大实体尺寸;

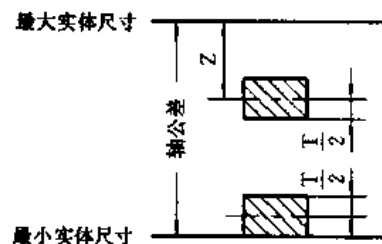
止规应等于或接近工件的最小实体尺寸。

1.2 公差



1.2.1 工作量规公差带如图6-1所示。



a) 孔用量规公差带图



b) 轴用量规公差带图

 —— 孔用工作量规尺寸公差带;
 —— 轴用工作量规尺寸公差带;

T——工作量规尺寸公差;

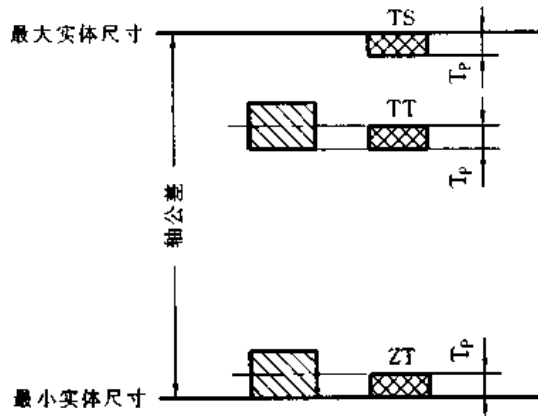
Z——通规尺寸公差带的中心到工件最大实体尺寸之间的距离。

图6-1 工作量规公差带图

* 泰勒原则相当于包容要求(参见第四篇第21章(相关要求))

1.2.2 工作量规尺寸公差 T 和通规尺寸公差带的中心距工件最大实体尺寸的距离 Z , 应按表 6-1 的规定。

1.2.3 校对量规公差带如图 6-2 所示。



说明: —— 轴用量规尺寸公差带;

—— 校对量规尺寸公差带;

T_p —— 校对量规尺寸公差;

TT —— 表示在制造轴用通规时所用校对量规的用途代号;

ZT —— 表示在制造轴用止规时所用校对量规的用途代号;

TS —— 表示“校通-损”量规的用途代号。该量规是校对使用中的轴用通规是否磨损时用。

图 6-2 校对量规公差带图

1.2.4 校对量规的尺寸公差为被校对轴用量规尺寸公差的 50%。

或等于 0.002mm 时, 其形状和位置公差为 0.001mm。

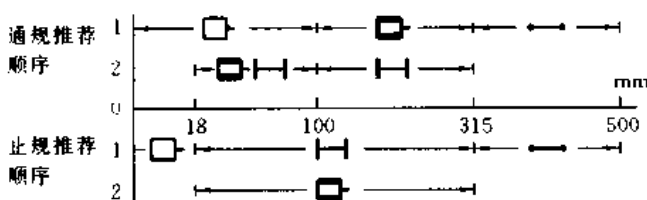
1.2.5 量规的形状和位置误差应在其尺寸公差带内。其公差为量规尺寸公差的 50%。当量规尺寸公差小于

1.2.6 推荐的量规型式和应用尺寸范围如图 6-3 所示。

表 6-1 光滑极限量规的 T 和 Z 值

μm

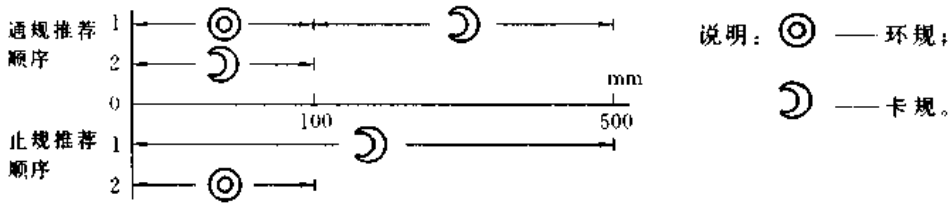
工件基本尺寸 D mm	IT6		IT7		IT8		IT9		IT10		IT11		IT12		IT13		IT14		IT15		IT16												
	IT6	T	Z	IT7	T	Z	IT8	T	Z	IT9	T	Z	IT10	T	Z	IT11	T	Z	IT12	T	Z	IT13	T	Z	IT14	T	Z	IT15	T	Z	IT16	T	Z
至 3	6	1	1	10	1.2	1.6	14	1.6	2	25	2	3	40	2.4	4	60	3	6	100	4	9	140	6	14	250	9	20	400	14	30	600	20	40
大于 3 至 6	8	1.2	1.4	12	1.4	2	18	2	2.6	30	2.4	4	48	3	5	75	4	8	120	5	11	180	7	16	300	11	25	480	16	35	750	25	50
大于 6 至 10	9	1.4	1.6	15	1.8	2.4	22	2.4	3.2	36	2.8	5	58	3.6	6	90	5	9	150	6	13	220	8	20	360	13	30	580	20	40	900	30	60
大于 10 至 18	11	1.6	2	18	2.2	2.8	27	2.8	4	43	3.4	6	70	4	8	110	6	11	180	7	15	270	10	24	430	15	35	700	24	50	1100	35	75
大于 18 至 30	13	2	2.4	21	2.4	3.4	33	3.4	5	52	4	7	84	5	9	130	7	13	210	8	18	330	12	28	520	18	40	840	28	60	1300	40	90
大于 30 至 50	16	2.4	2.8	25	3	4	39	4	6	62	5	8	100	6	11	160	8	16	250	10	22	390	14	34	620	22	50	1000	34	75	1600	50	110
大于 50 至 80	19	2.8	3.4	30	3.6	4.6	46	4.6	7	74	6	9	120	7	13	190	9	19	300	12	26	460	16	40	740	26	60	1200	40	90	1900	60	130
大于 80 至 120	22	3.2	3.8	35	4.2	5.4	54	5.4	8	87	7	10	140	8	15	220	10	22	350	14	30	540	20	46	870	30	70	1400	46	100	2200	70	150
大于 120 至 180	25	3.8	4.4	40	4.8	6	63	6	9	100	8	12	160	9	18	250	12	25	400	16	35	630	22	52	1000	35	80	1600	52	120	2500	80	180
大于 180 至 250	29	4.4	5	46	5.4	7	72	7	10	115	9	14	185	10	20	290	14	29	460	18	40	720	26	60	1150	40	90	1850	60	130	2900	90	200
大于 250 至 315	32	4.8	5.6	52	6	8	81	8	11	130	10	16	210	12	22	320	16	32	520	20	45	810	28	65	1300	45	100	2100	65	150	3200	100	220
大于 315 至 400	36	5.4	6.2	57	7	9	89	9	12	140	11	18	230	14	25	360	18	36	570	22	50	890	32	74	1400	50	110	2300	74	170	3600	110	250
大于 400 至 500	40	6	7	63	8	10	97	10	14	155	12	20	250	16	28	400	20	40	630	24	55	970	36	80	1550	55	120	2500	80	190	4000	120	280



说明: —— 全形塞规;
 —— 不全形塞规;
 —— 片形塞规;
 —— 球端杆规;

a) 孔用量规型式和应用尺寸范围

图 6-3 推荐的量规型式和应用尺寸范围



b) 轴用量规型式和应用尺寸范围

续图 6-3

1.3 技术要求

- a. 量规的测量面不应有锈迹、毛刺、黑斑、划痕等明显影响外观和影响使用质量的缺陷。其他表面不应有锈蚀和裂纹。
- b. 塞规的测头与手柄的联结应牢固可靠,在使用过程中不应松动。

- c. 量规可用合金工具钢、碳素工具钢、渗碳钢及其它耐磨材料制造。
- d. 钢制量规测量面的硬度应为 HRC 58~65。
- e. 量规测量面的表面粗糙度应按表 6-2 的规定。
- f. 量规应经过稳定性处理。

表 6-2 光滑极限量规的表面粗糙度

工作 量 规	工件基本尺寸/mm		
	至 120	大于 120 至 315	大于 315 至 500
	表面粗糙度 $Ra/\mu m$ (不大于)		
IT6 级孔用量规	0.025	0.05	0.1
IT6 至 IT9 级轴用量规 IT7 至 IT9 级孔用量规	0.05(0.025)	0.1(0.05)	0.2(0.1)
IT10 至 IT12 级孔、轴用量规	0.1(0.05)	0.2(0.1)	0.4(0.2)
IT13 至 IT16 级孔、轴用量规	0.2(0.1)	0.4(0.2)	0.4(0.2)

注: 括号内的 Ra 值适用于校对量规。

1.4 标志与包装

1.4.1 在塞规测头端面和其他量规的非工作面上应标志:

- a. 制造厂商标;
- b. 被检工件的基本尺寸和公差带代号;
- c. 量规的用途代号(单头双极限的量规可不标志):
T——表示通规的用途代号;
Z——表示止规的用途代号;
- d. 出厂年号。

用于检验工件基本尺寸小于 14mm 的塞规,上述标志可标志在手柄上。当单独供应时,塞规测头应有上述标志的标签。

1.4.2 在产品包装盒上应标志:

- a. 产品名称;
- b. 制造厂商标;
- c. 被检工件的基本尺寸和公差带代号。

1.4.3 量规在包装前应经防锈处理,并妥善包装。

1.4.4 量规应有产品合格证。

1.5 实例

试计算检验 $\phi 25m8(ES/ea)(E)$ 的各种工件量规和校对量规的工作尺寸和磨损极限尺寸,并画出其尺寸公差带图。

解: 由表 6-1 可得 $T=3.4\mu m, Z=5\mu m$

则 $T_p = T/2 = 3.4/2 = 1.7\mu m$

对于“T” 上偏差 = $es - (Z - T/2) = (+41) - (5 - 3.4/2) = +37.7\mu m$

下偏差 = $es - (Z + T/2) = (+41) - (5 + 3.4/2) = +34.3\mu m$

磨损极限偏差 = $es = +41\mu m$

则 工作尺寸 = $25 + \frac{+37.7}{1000} = 25.0377 \text{ mm}$

磨损极限尺寸 = 25.041 mm

对于“Z” 上偏差 = $ei + T = (-8) + 3.4 = -4.6\mu m$

下偏差 = $ei = -8\mu m$

则 工作尺寸 = $25 + \frac{-8}{1000} = 24.992 \text{ mm}$

对于“TT” 上偏差 = $es - (Z + T/2 - T_p) = (+41) - (5 + 3.4/2 - 1.7) = +36\mu m$

下偏差 = $es - (Z - T/2) = (+41) - (5 - 3.4/2) = +34.3\mu m$

则 工作尺寸 = $25 \begin{smallmatrix} +0.0360 \\ +0.0345 \end{smallmatrix} = 25.0360 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.0017 \end{smallmatrix} \text{mm}$

对于“TS”上偏差 = $es = +41 \mu\text{m}$

下偏差 = $es - T_p = (+41) - 1.7 = +39.3 \mu\text{m}$

则 工作尺寸 = $25 \begin{smallmatrix} +0.0410 \\ +0.0393 \end{smallmatrix} = 25.0410 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.017 \end{smallmatrix} \text{mm}$

对于“ZT”上偏差 = $ei + T_p = (+8) + 1.7 = +9.7 \mu\text{m}$

下偏差 = $ci = +8 \mu\text{m}$

则 工作尺寸 = $25 \begin{smallmatrix} +0.0097 \\ +0.0080 \end{smallmatrix} = 25.0097 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.0017 \end{smallmatrix} \text{mm}$

$\phi 25\text{m}8 \begin{smallmatrix} (+0.008) \\ (-0.008) \end{smallmatrix} \text{E}$ 及其各种工作量规和校对量规的尺寸公差带图如图 6-4 所示。按图 6-3b) 所示可选定 $\phi 25\text{m}8 \begin{smallmatrix} (+0.008) \\ (-0.008) \end{smallmatrix} \text{E}$ 的工作量规采用圆片形单头卡规, 如图 6-5 所示。

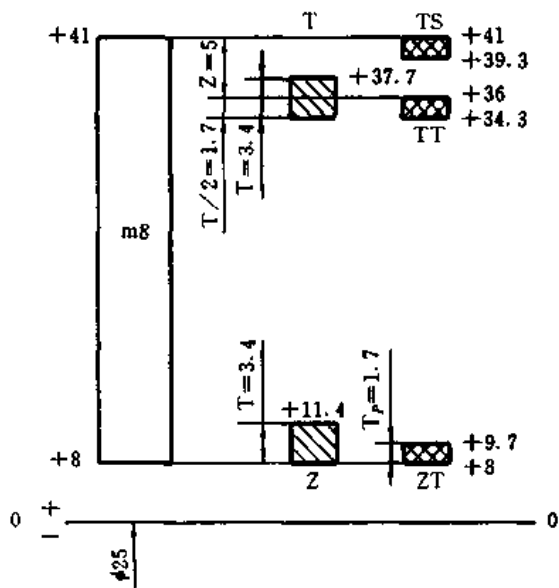


图 6-4 $\phi 25\text{m}8 \begin{smallmatrix} (+0.008) \\ (-0.008) \end{smallmatrix} \text{E}$ 及其各种工作量规和校对量规的尺寸公差带图

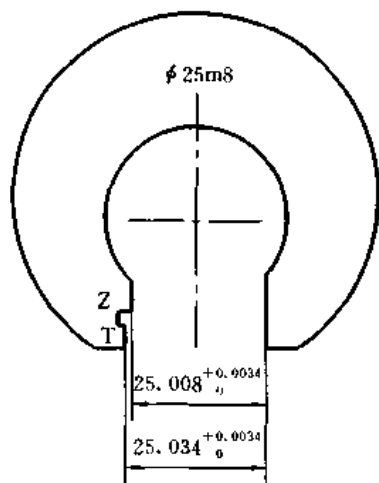


图 6-5 $\phi 25\text{m}8 \begin{smallmatrix} (+0.008) \\ (-0.008) \end{smallmatrix} \text{E}$ 的工作量规

2 用普通计量器具检验

GB/T 3177—1997《光滑工件尺寸的检验》规定了用普通计量器具检验光滑工件尺寸的验收原则、验收极限、计量器具的测量不确定度允许值和计量器具选用原则。

本标准适用于用普通计量器具如游标卡尺、千分尺及车间使用的比较仪等,对图样上注出的公差等级为 6~18 级 (IT6~IT18)、基本尺寸至 500mm 的光滑工件尺寸的检验。

本标准也适用于对一般公差尺寸的检验。

2.1 总则

2.1.1 验收原则

所用验收方法应只接收位于规定的尺寸极限之内的工件。

2.1.2 验收方法的基础

由于计量器具和计量系统都存在内在误差,故任何测量都不能测出真值。另外,多数计量器具通常只用于测量尺寸,不测量工件上可能存在的形状误差。因此,对采用包容要求的尺寸,工件的完善检验还应测量形状误差(如圆度、直线度),并把这些形状误差的测量结果与尺寸的测量结果综合起来,以判定工件表面各部位是否超出最大实体边界。

考虑到在车间实际情况下,通常,工件的形状误差取决于加工设备及工艺装备的精度;工件合格与否,只按一次测量来判断;对于温度、压陷效应等,以及计量器具和标准器的系统误差均不进行修正。因此,任何检验都存在误判。为保证验收质量,本标准规定了验收极限、计量器具的测量不确定度允许值和计量器具选用原则。

2.1.3 标准温度

测量的标准温度为 20℃。

如果工件与计量器具的线膨胀系数相同,测量时只要计量器具与工件保持相同的温度,可以偏离 20℃。

2.2 验收极限

验收极限是检验工件尺寸时判断合格与否的尺寸界限。

本标准规定按验收极限验收工件。

2.2.1 验收极限方式的确定

验收极限可以按照下列两种方式之一确定。

a. 验收极限是从规定的最大实体极限 (MML) 和最小实体极限 (LML) 分别向工件公差带内移动一个安全裕度 (A) 来确定,如图 6-6 所示,称为双边内缩的验收极限。A 值按工件公差 (T) 的 1/10 确定,其数值在表 6-3 中给出。

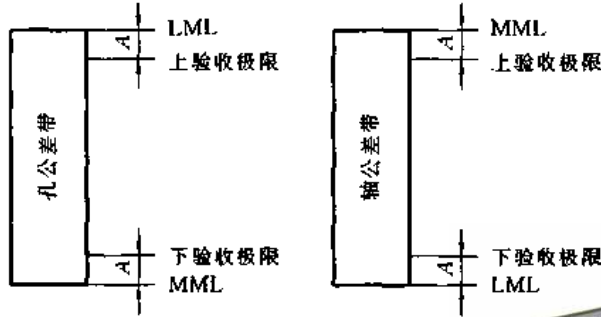


图 6-6 双边内缩的验收极限

表 6-3 安全裕度(A)与计量器具的测量不确定度允许值(μ_1)

公差等级		6					7					8					9					10					11				
基本尺寸		T	A	μ_1			T	A	μ_1			T	A	μ_1			T	A	μ_1			T	A	μ_1			T	A	μ_1		
mm	大小			I	II	III			I	II	III			I	II	III			I	II	III			I	II	III			I	II	III
3	6	6	0.60	0.54	0.9	1.4	10	1.0	0.9	1.5	2.3	14	1.4	1.3	2.1	3.2	25	2.5	2.3	3.8	5.6	40	4.0	3.6	6.0	9.0	60	6.0	5.4	9.0	14
3	6	8	0.80	0.72	1.2	1.8	12	1.2	1.1	1.8	2.7	18	1.8	1.6	2.7	4.1	30	3.0	2.7	4.5	6.8	18	4.8	4.3	7.2	11	75	7.5	6.8	11	17
6	10	9	0.90	0.81	1.4	2.0	15	1.5	1.4	2.3	3.4	22	2.2	2.0	3.3	5.0	36	3.6	3.3	5.4	8.1	58	5.8	5.2	8.7	13	90	9.0	8.1	14	20
10	18	11	1.1	1.0	1.7	2.5	18	1.8	1.7	2.7	4.1	27	2.7	2.4	4.1	6.1	43	4.3	3.9	6.5	9.7	70	7.0	6.3	11	16	110	11	10	17	25
18	30	13	1.3	1.2	2.0	2.9	21	2.1	1.9	3.2	4.7	33	3.3	3.0	5.0	7.4	52	5.2	4.7	7.8	12	84	8.4	7.6	13	19	130	13	12	20	29
30	50	16	1.6	1.4	2.4	3.6	25	2.5	2.3	3.8	5.6	39	3.9	3.5	5.9	8.8	62	6.2	5.6	9.3	14	100	10	9.0	15	23	160	16	14	24	36
50	80	19	1.9	1.7	2.9	4.3	30	3.0	2.7	4.5	6.8	46	4.6	4.1	6.9	10	74	7.4	6.7	11	17	120	12	11	18	27	190	19	17	29	43
80	120	22	2.2	2.0	3.3	5.0	35	3.5	3.2	5.3	7.9	54	5.4	4.9	8.1	12	87	8.7	7.8	13	20	140	14	13	21	32	220	22	20	33	60
120	180	25	2.5	2.3	3.8	5.6	40	4.0	3.6	6.0	9.0	63	6.3	5.7	9.5	14	100	10	9.0	15	23	160	16	15	24	36	250	25	23	38	56
180	250	29	2.9	2.6	4.1	6.5	46	4.6	4.1	6.9	10	72	7.2	6.5	11	16	115	12	10	17	26	185	18	17	28	42	290	29	26	44	65
250	315	32	3.2	2.9	4.8	7.2	52	5.2	4.7	7.8	12	81	8.1	7.3	12	18	130	13	12	19	29	210	21	19	32	47	320	32	29	48	72
315	400	36	3.6	3.2	5.4	8.1	57	5.7	5.1	8.4	13	89	8.9	8.0	13	20	140	14	13	21	32	230	23	21	35	52	360	36	32	54	81
400	500	40	4.0	3.6	6.0	9.0	63	6.3	5.7	9.5	14	97	9.7	8.7	15	22	155	16	14	23	35	250	25	23	38	56	400	40	36	60	90
公差等级		12				13				14				15				16				17				18					
基本尺寸		T	A	μ_1		T	A	μ_1		T	A	μ_1		T	A	μ_1		T	A	μ_1		T	A	μ_1		T	A	μ_1			
mm	大小			I	II			I	II			I	II			I	II			I	II			I	II			I	II		
3	6	100	10	9.0	15	110	14	13	21	250	25	23	38	400	40	36	60	600	60	54	90	1000	100	90	150	1400	140	135	210		
3	6	120	12	11	18	180	18	16	27	300	30	27	45	480	48	43	72	750	75	68	110	1200	120	110	180	1800	180	160	270		
6	10	150	15	14	23	220	22	20	33	360	36	32	54	580	58	52	87	900	90	81	140	1500	150	140	230	2200	220	200	330		
10	18	180	18	16	27	270	27	24	41	430	43	39	65	700	70	63	110	1100	110	100	170	1800	180	160	270	2700	270	240	400		
18	30	210	21	19	32	330	33	30	50	520	52	47	78	840	84	76	130	1300	130	120	200	2100	210	190	320	3300	330	300	490		
30	50	250	25	23	38	390	39	35	59	620	62	56	93	1000	100	90	150	1600	160	140	240	2500	250	220	380	3900	390	350	580		
50	80	300	30	27	45	460	46	41	69	740	74	67	110	1200	120	110	180	1900	190	170	290	3000	300	270	450	4600	460	410	690		
80	120	350	35	32	53	540	54	49	81	870	87	78	130	1400	140	130	210	2200	220	200	330	3500	350	320	530	5400	540	480	810		
120	180	400	40	36	60	630	63	57	95	1000	100	90	150	1600	160	150	240	2500	250	230	380	4000	400	360	600	6300	630	570	940		
180	250	460	46	41	69	720	72	65	110	1150	115	100	170	1850	180	170	280	2900	290	260	440	4600	460	410	690	7200	720	650	1080		
250	315	520	52	47	78	810	81	73	120	1300	130	120	190	2100	210	190	320	3200	320	290	480	5200	520	470	780	8100	810	730	1210		
315	400	570	57	51	86	890	89	80	130	1400	140	130	210	2300	230	210	350	3600	360	320	540	5700	570	510	850	8900	890	800	1330		
400	500	630	63	57	95	970	97	87	150	1500	150	140	230	2500	250	230	380	4000	400	360	600	6300	630	570	950	9700	970	870	1450		

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
尊重相关知识产权！

孔尺寸的验收极限:

上验收极限 = 最小实体极限(LML) - 安全裕度(A)

下验收极限 = 最大实体极限(MML) + 安全裕度(A)

轴尺寸的验收极限:

上验收极限 = 最大实体极限(MML) - 安全裕度(A)

下验收极限 = 最小实体极限(LML) + 安全裕度(A)

b. 验收极限等于规定的最大实体极限(MML)和最小实体极限(LML), 即 A 值等于零, 如图 6-7 所示, 称为单边内缩的验收极限; 或如图 6-8 所示, 称为不内缩的验收极限。

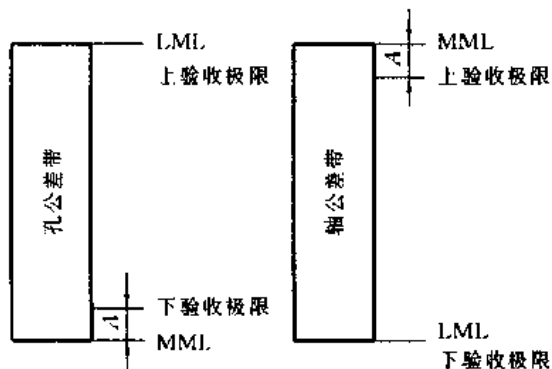


图 6-7 单边内缩的验收极限

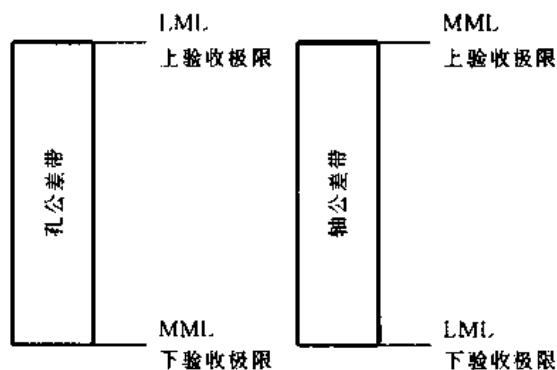


图 6-8 不内缩的验收极限

2.2.2 验收极限方式的选择

验收极限方式的选择要结合尺寸功能要求及其重要程度、尺寸公差等级、测量不确定度和工艺能力等因素综合考虑。

a. 对采用包容要求的尺寸、公差等级高的尺寸, 其验收极限按双边内缩的方式确定。

b. 当工艺能力指数 $C_p \geq 1$ 时, 其验收极限可以按不内缩的方式确定; 但对采用包容要求的尺寸, 其最大实体极限一边的验收极限仍应按单边内缩的方式确定。

c. 对偏态分布的尺寸, 其验收极限可以仅对尺寸

偏向的一边按单边内缩的方式确定。

d. 对非配合和一般公差的尺寸, 其验收极限按不内缩的方式确定。

2.3 计量器具的选择

2.3.1 计量器具选用原则

按照计量器具所引起的测量不确定度的允许值 (u_1) (简称计量器具的测量不确定度允许值) 选择计量器具。选择时, 应使所选用的计量器具的测量不确定度数值等于或小于选定的 u_1 值。

计量器具的测量不确定度允许值 (u_1) 按测量不确定度 (u) 与工件公差 T 的比值分档: 对 IT6~IT11 的分为 I、II、III 三档, 对 IT12~IT18 的分为 I、II 两档。测量不确定度 (u) 的 I、II、III 三档值, 分别为工件公差 T 的 1/10、1/6、1/4。计量器具的测量不确定度允许值 (u_1) 约为测量不确定度 (u) 的 0.9 倍, 其三档数值列于表 6-3 中。

2.3.2 计量器具的测量不确定度允许值 (u_1) 的选定

选用表 6-3 中计量器具的测量不确定度允许值 (u_1), 一般情况下, 优先选用 I 档, 其次选用 II 档、III 档。

2.4 仲裁

对测量结果的争议, 可以采用更精确的计量器具或按事先双方商定的方法解决。

2.5 实例

示例 1 试确定用普通计量器具检验 $\phi 140H9$ ($^{+0.1}_{-0.01}$) (E) 的验收极限及计量器具不确定度的允许值。

解: 按表 6-3 可得, 基本尺寸 $> 120 \sim 180 \text{mm}$, IT9 时, 安全裕度 $A = 10 \mu\text{m}$ 。

由于被检验尺寸采用包容要求, 选定双边内缩的方式确定验收极限如下:

上验收极限 = $LML - A = (140 + 0.1) - 0.01 = 140.09 \text{mm}$

下验收极限 = $MML + A = 140 - 0.01 = 140.01 \text{mm}$

工件的尺寸公差带图及其验收极限如图 6-9 所示。

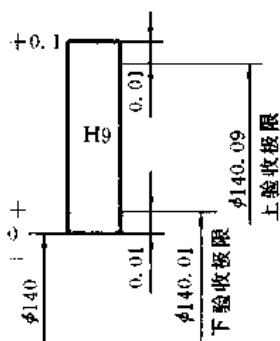


图 6-9 $\phi 140H9$ ($^{+0.1}_{-0.01}$) (E) 的验收极限

计量器具不确定度允许值,按 I 档选取为 $u_1 = 9\mu\text{m}$ 。

示例 2 试确定按 GB/T 1804-f(精密级)的一般公差尺寸 $\phi 60$ 轴的验收极限及计量器具不确定度允许值。

解:按 GB/T 1804 可得,在基本尺寸 $> 30 \sim 120\text{mm}$ 范围内, f 级(精密级)的极限偏差为 $\pm 0.15\text{mm}$ 。

由于工件尺寸采用一般公差,故选定不内缩的验收极限,即以工件尺寸的最大和最小实体极限作为上、下验收极限。

$$\text{上验收极限} = \text{MML} = 60 + 0.15 = 60.15\text{mm}$$

$$\text{下验收极限} = \text{LML} = 60 - 0.15 = 59.85\text{mm}$$

工件的尺寸公差带图及其验收极限如图 6-10 所示。

又据表 6-3 可知,在基本尺寸 $> 50 \sim 80\text{mm}$ 范围内,工件公差 $T = 0.3\text{mm} = 300\mu\text{m}$ 时,相当于 IT12。因此,按 I 档选取计量器具不确定度允许值 $u_1 = 27\mu\text{m}$ 。

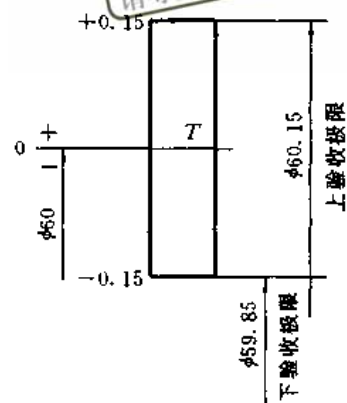


图 6-10 $\phi 60(\pm 0.15)$ 轴(f 级)的验收极限

第7章

过盈配合的计算和选用

超星数字图书馆
使用本复制品
请尊重相关知识产权!

《过盈配合的计算和选用》GB/T 5371—1985 适用于光滑圆柱面在弹性范围内的过盈联结计算和过盈配合的选用。

1 术语及定义

过盈配合计算中常用的术语及定义如表 7-1 所列。

表 7-1 过盈配合计算的术语及定义

序号	术语	定义	说明
1	过盈量 δ	过盈的绝对值	
2	基本过盈量 δ_0	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	参见图 7-1
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	参见图 7-2
6	结合长度 l_f	结合面的基本长度	参见图 7-2
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。 包容件直径比 q_0 等于结合直径 d_f 除以包容件外径 d_0 。 被包容件直径比 q_1 等于被包容件内径 d_1 除以结合直径 d_f	参见图 7-2
8	相对过盈量	过盈量 δ 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_0 或 S_1	参见图 7-3
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_0 和被包容件的压平深度 S_1 之和的两倍	
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。 包容件直径变化量 e_0 为包容件内径的扩大量。 被包容件直径变化量 e_1 为被包容件外径的缩小量	
13	有效过盈量 δ_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_0 和被包容件直径变化量 e_1 之和	
14	压入力 P_{in}	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_{ex}	在解脱过盈联结的过程中施加的最大轴向力	

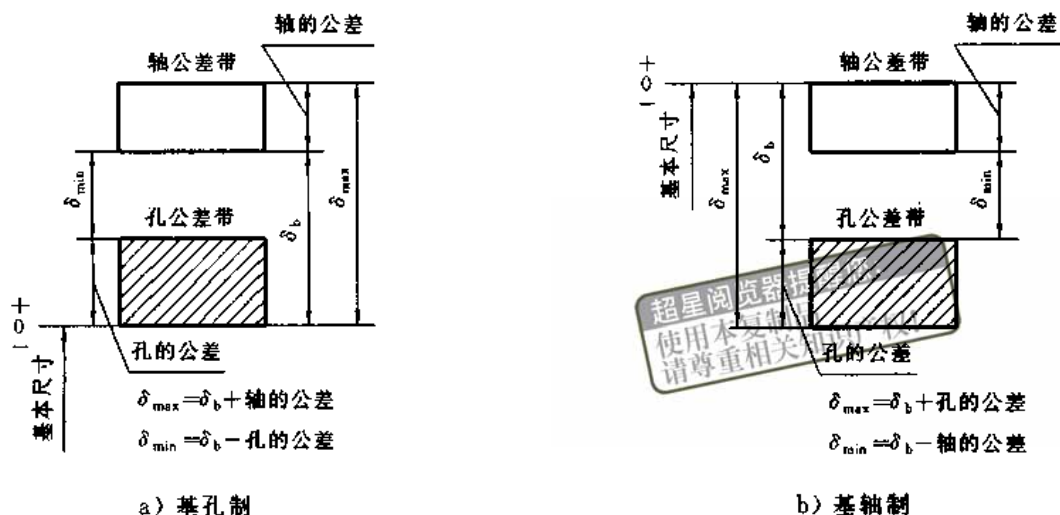


图 7-1 基本过盈量

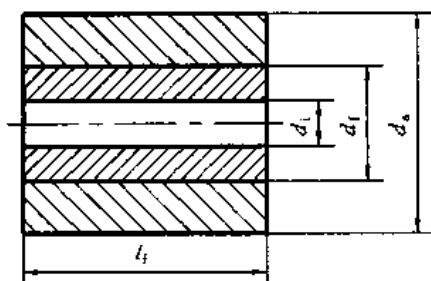


图 7-2 结合直径和结合长度

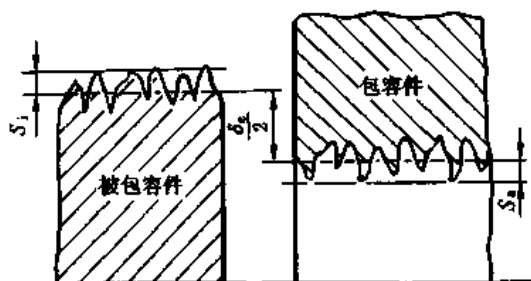


图 7-3 压平深度

2 符号

过盈配合计算中的常用符号如表 7-2 所列。

表 7-2 过盈配合计算的常用符号

符号	含义	单位	符号	含义	单位	符号	含义	单位
δ	过盈量	mm	S_a	包容件的压平深度	mm	F_t	传递力	N
δ_e	有效过盈量	mm	S_i	被包容件的压平深度	mm	μ	摩擦系数	—
δ_b	基本过盈量	mm	e_a	包容件直径变化量	mm	ν	泊松比	—
d_i	结合直径	mm	e_i	被包容件直径变化量	mm	σ_s	屈服极限	N/mm ²
d_a	包容件外径	mm	P_t	结合压力	N/mm ²	σ_b	强度极限	N/mm ²
d_i	被包容件内径	mm	P_{xi}	压入力	N	E	弹性模量	N/mm ²
l_i	结合长度	mm	P_{xe}	压出力	N	Rz	微观不平度十点高度	mm
q_a	包容件直径比	—	F_x	轴向力	N	Ra	轮廓算术平均偏差	mm
q_i	被包容件直径比	—	M	扭矩	N·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。

3 计算和选用

3.1 计算基础

3.1.1 本计算以两个简单厚壁圆筒在弹性范围内的

联结为计算基础。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(σ_s 或 $\sigma_{0.2}$)。

3.1.2 计算的假定条件

- a. 包容件与被包容件处于平面应力状态,即轴向应力 $\sigma_x=0$;
- b. 包容件与被包容件在结合长度上结合压力为常数;
- c. 材料的弹性模量为常数;
- d. 计算的强度理论,按变形能理论。

3.1.3 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。

3.2 计算公式

3.2.1 过盈联结传递负荷所需的最小过盈量,可按表 7-3 的公式进行计算。



表 7-3 最小过盈量计算公式

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	传递扭矩 $p_{l \min} = \frac{2M}{\pi \cdot d_1^2 \cdot l_1 \cdot \mu}$	
		承受轴向力 $p_{l \min} = \frac{F_x}{\pi \cdot d_1 \cdot l_1 \cdot \mu}$	
		传递力 $p_{l \min} = \frac{F_t}{\pi \cdot d_1 \cdot l_1 \cdot \mu}$	$F_t = \sqrt{F_x^2 + \left(\frac{2M}{d_1}\right)^2}$
2	包容件直径比	$q_s = \frac{d_1}{d_s}$	
3	被包容件直径比	$q_i = \frac{d_1}{d_i}$	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	$e_{s \min} = p_{l \min} \frac{d_1}{E_s} \cdot C_s$	$C_s = \frac{1+q_s^2}{1-q_s^2} + \nu_s$ C_s 值可查表 7-5
5	被包容件传递负荷所需的最小直径变化量	$e_{i \min} = p_{l \min} \frac{d_1}{E_i} \cdot C_i$	$C_i = \frac{1+q_i^2}{1-q_i^2} - \nu_i$ C_i 值可查表 7-5
6	传递负荷所需的最小有效过盈量	$\delta_e \min = e_{s \min} + e_{i \min}$	
7	考虑压平量的最小过盈量	$\delta_{\min} = \delta_e \min + 2(S_s + S_i)$	对纵向过盈联结取: $S_s = 0.4R_{z_s}$ $S_i = 0.4R_{z_i}$ 或 $S_s = 1.6R_{a_s}$ $S_i = 1.6R_{a_i}$

3.2.2 过盈联结件不产生塑性变形所容许的最大有效过盈量,可按表 7-4 的公式进行计算。

表 7-4 最大有效过盈量计算公式

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: $p_{ls \max} = a \sigma_{ss}$ 脆性材料: $p_{ls \max} = b \frac{\sigma_{bs}}{2 \sim 3}$	$a = \frac{1-q_s^2}{\sqrt{3+q_s^4}}$ $b = \frac{1-q_i^2}{1+q_i^2}$ a, b 值可查图 7-4
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: $p_{li \max} = c \sigma_{si}$ 脆性材料: $p_{li \max} = c \frac{\sigma_{bi}}{2 \sim 3}$	$c = \frac{1-q_i^2}{2}$ c 值可查图 7-4 实心轴 $q_i = 0$ 此时 $c = 0.5$

续表 7-4

序号	计算内容	计算公式	说明
3	联结件不产生塑性变形的最大结合压力	$p_{l \max}$ 取 $p_{l \max}$ 和 $p_{h \max}$ 中的较小者	
4	联结件不产生塑性变形的传递力	$F_t = p_{l \max} \cdot \pi \cdot d_l \cdot l \cdot \mu$	μ 值可查表 7-8 或表 7-9
5	包容件不产生塑性变形所容许的最大直径变化量	$e_{a \max} = \frac{p_{l \max} \cdot d_l}{E_a} \cdot C_a$	$C_a = \frac{1+q_2^2}{1-q_2^2} + \gamma_a$, C_a 值可查表 7-5
6	被包容件不产生塑性变形所容许的最大直径变化量	$e_{i \max} = \frac{p_{l \max} \cdot d_l}{E_i} \cdot C_i$	$C_i = \frac{1+q_1^2}{1-q_1^2} - \gamma_i$, C_i 值可查表 7-5
7	联结件不产生塑性变形所容许的最大有效过盈量	$\delta_e \max = e_{a \max} + e_{i \max}$	

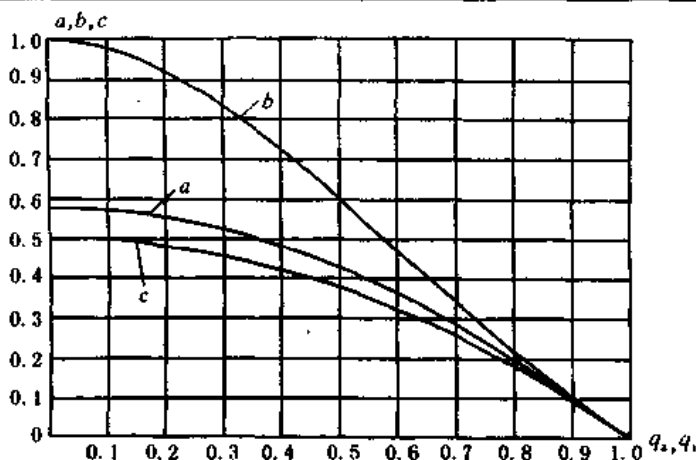


图 7-4 a、b、c 值曲线

表 7-5 系数 C_a 和 C_i

q_1 或 q_2	C_a		C_i		q_1 或 q_2	C_a		C_i	
	$\nu_a=0.3$	$\nu_a=0.25$	$\nu_i=0.3$	$\nu_i=0.25$		$\nu_a=0.3$	$\nu_a=0.25$	$\nu_i=0.3$	$\nu_i=0.25$
0	—	—	0.700	0.750	0.53	2.081	2.031	1.481	1.531
0.10	1.320	1.270	0.720	0.770	0.56	2.214	2.164	1.614	1.664
0.14	1.340	1.290	0.740	0.790	0.60	2.425	2.375	1.825	1.875
0.20	1.383	1.333	0.783	0.833	0.63	2.616	2.566	2.016	2.066
0.25	1.433	1.383	0.833	0.883	0.67	2.929	2.879	2.329	2.379
0.28	1.470	1.420	0.870	0.920	0.71	3.333	3.283	2.733	2.783
0.31	1.512	1.462	0.912	0.962	0.75	3.871	3.821	3.271	3.321
0.35	1.579	1.529	0.979	1.029	0.80	4.855	4.805	4.255	4.305
0.40	1.681	1.631	1.081	1.131	0.85	6.507	6.457	5.907	5.957
0.45	1.808	1.758	1.208	1.258	0.90	9.826	9.776	9.226	9.276
0.50	1.967	1.917	1.367	1.417					

3.3 配合的选择

3.3.1 过盈配合按 GB/T 1800, 1801, 1803 的规定选择

3.3.2 选出的配合, 其最大过盈量 $[\delta_{\max}]$ 和最小过盈量 $[\delta_{\min}]$ 应满足下列要求:

- a. 保证过盈联结传递给定的负荷 $[\delta_{\min}] > \delta_{\min}$

b. 保证联结件不产生塑性变形

$$(\delta_{\max}) \leq \delta_{c, \max}$$

3.3.3 配合的选择步骤:

a. 初选基本过盈量 δ_b

一般情况, 可取 $\delta_b \approx \frac{\delta_{\min} + \delta_{c, \max}}{2}$;

当要求有较多的联结强度储备时, 可取

$$\delta_{c, \max} > \delta_b > \frac{\delta_{\min} + \delta_{c, \max}}{2};$$

当要求有较多的联结件材料强度储备时, 可取

$$\delta_{\min} < \delta_b < \frac{\delta_{\min} + \delta_{c, \max}}{2}.$$

b. 按初选的基本过盈量 δ_b 和结合直径 d_i , 由图 7-5 查出配合的基本偏差代号。

c. 按基本偏差代号和 $\delta_{c, \max}$ 、 δ_{\min} , 由 GB/T 1800.1~1800.4 确定选用的配合。

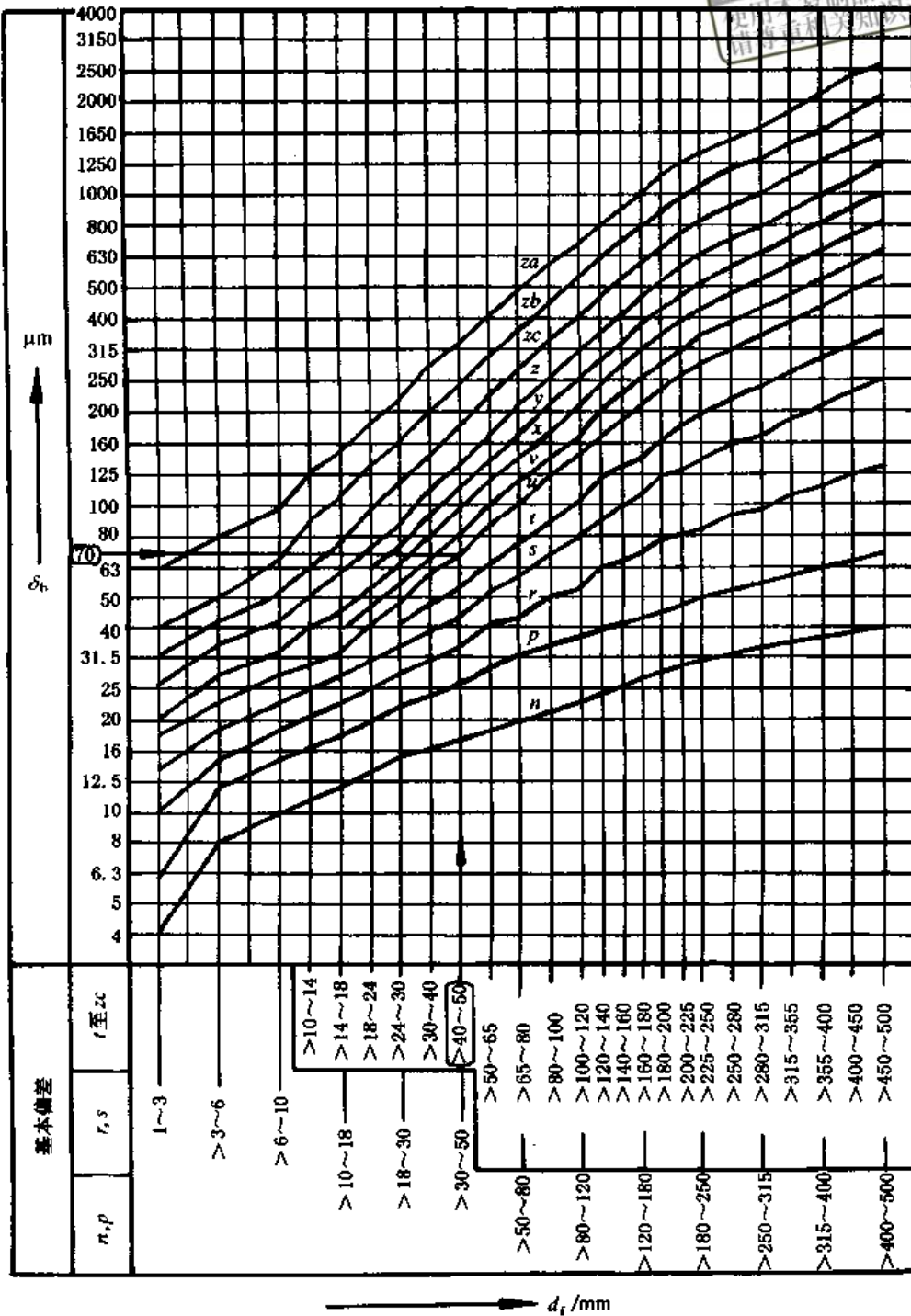


图 7-5 基本偏差代号选用曲线

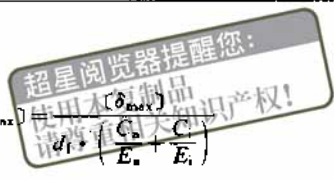
超星浏览器提醒您：
 尊重版权，保护知识产权！

3.4 校核计算

力 σ_{max} , 可按表 7-6 的公式进行校核计算。

过盈联结的最小传递力 $F_{t, min}$ 和联结件的最大应

表 7-6 最小传递力和最大应力计算公式

序号	计算内容	计算公式	说明
1	最小传递力	$F_{t, min} = [\rho_{t, min}] \cdot \pi \cdot d_t \cdot l_t \cdot \mu$	$[\rho_{t, min}] = \frac{(\delta_{min}) - 2(S_a + S_i)}{d_t \cdot \left(\frac{C_a}{E_a} + \frac{C_i}{E_i} \right)}$
2	包容件的最大应力	塑性材料: $\sigma_{a, max} = \frac{[\rho_{t, max}]}{a}$ 脆性材料: $\sigma_{a, max} = \frac{[\rho_{t, max}]}{b}$	 $[\rho_{t, max}] = \frac{(\delta_{max})}{d_i \cdot \left(\frac{C_a}{E_a} + \frac{C_i}{E_i} \right)}$
3	被包容件的最大应力	$\sigma_{i, max} = \frac{[\rho_{t, max}]}{c}$	

3.5 包容件的外径扩大量和被包容件的内径缩小量 计算(表 7-7)

表 7-7 包容件的外径扩大量和被包容件的内径缩小量计算公式

序号	计算内容	计算公式	说明
1	包容件的外径扩大量	$\Delta d_a = \frac{2\rho_t \cdot d_a \cdot q_i^2}{E_a(1-q_i^2)}$	ρ_t 取 $[\rho_{t, max}]$ 或 $[\rho_{t, min}]$
2	被包容件的内径缩小量	$\Delta d_i = \frac{2\rho_t \cdot d_i}{E_i(1-q_i^2)}$	ρ_t 取 $[\rho_{t, max}]$ 或 $[\rho_{t, min}]$

4 常用材料的摩擦系数、弹性模量、泊松比和线膨胀系数

常用材料的摩擦系数见表 7-8 和表 7-9, 其弹性模量、泊松比和线膨胀系数见表 7-10。

表 7-8 纵向过盈联结的摩擦系数

材料	摩擦系数 μ	
	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 7-9 横向过盈联结的摩擦系数

材料	结合方式、润滑	摩擦系数 μ
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°C	0.14
	在电炉中加热包容件至 300°C 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 7-10 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 ν ≈	线膨胀系数 α 10 ⁻⁶ /C	
			加热 ≈	冷却 ≈
碳钢、低合金钢、合金结构钢	200000~235000	0.3~0.31	11	-8.5
灰口铸铁 HT15-33 HT20-40	70000~80000	0.24~0.25	10	-8
灰口铸铁 HT 25-47 HT 30-54	105000~130000	0.24~0.26	10	-8
可锻铸铁	90000~100000	0.25	10	-8
非合金球墨铸铁	160000~180000	0.28~0.29	10	-8
青铜	85000	0.35	17	-15
黄铜	80000	0.36~0.37	18	-16
铝合金	69000	0.32~0.36	21	-20
镁合金	40000	0.25~0.3	25.5	-25

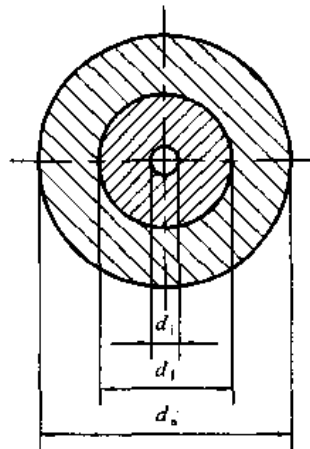
本实例的已知条件如表 7-11 所列。

5 实例

5.1 已知条件(参见图 7-6)

表 7-11 已知条件

序号	名称	符号	数值	单位	序号	名称	符号	数值	单位
1	包容件外径	d_s	100	mm	7	包容件的弹性模量	E_s	210000	N/mm ²
2	结合直径	d_l	50	mm	8	被包容件的屈服极限	σ_s	320	N/mm ²
3	被包容件内径	d_i	10	mm	9	被包容件的弹性模量	E_i	210000	N/mm ²
4	结合长度	l_l	80	mm	10	包容件和被包容件的泊松比	$\nu_s = \nu_i$	0.3	--
5	微观不平度十点高度	$Rz_s = Rz_i$	0.0063	mm	11	摩擦系数(钢-钢,无润滑)	μ	0.11	--
6	包容件的屈服极限	σ_{s0}	400	N/mm ²	12	传递力	F_l	70000	N



材料:
包容件45
被包容件35
装配方式:
压入法

图 7-6 实例

5.2 计算步骤和结果(见表 7-12)

表 7-12 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	传递负荷所需的最小结合压力	$p_{l \min} = \frac{F_l}{\pi \cdot d_l \cdot l_l \cdot \mu}$ $= \frac{70\,000}{\pi \times 50 \times 80 \times 0.11}$ $= 50.6 \text{ N/mm}^2$	
2	包容件和被包容件直径比	$q_s = \frac{d_l}{d_s} = \frac{50}{100} = 0.5$ $q_i = \frac{d_i}{d_l} = \frac{10}{50} = 0.2$	
3	包容件传递负荷所需的最小直径变化量	$e_{s \min} = p_{l \min} \cdot \frac{d_l}{E_s} \cdot C_s$ $= 50.6 \times \frac{50}{210\,000} \times 1.967$ $\approx 0.024 \text{ mm}$	查表 7-5 $C_s = 1.967$
4	被包容件传递负荷所需的最小直径变化量	$e_{i \min} = p_{l \min} \cdot \frac{d_l}{E_i} \cdot C_i$ $= 50.6 \times \frac{50}{210\,000} \times 0.783$ $\approx 0.009 \text{ mm}$	查表 7-5 $C_i = 0.783$

续表 7-12

序号	计算内容	计算公式和计算结果	说明
5	传递负荷所需的最小有效过盈量	$\delta_{e \min} = e_{a \min} + e_{i \min}$ $= 0.024 + 0.009$ $= 0.033 \text{mm}$	超星阅读器提醒您 使用本复制品 请尊重相关知识产权!
6	考虑压平量的最小过盈量	$\delta_{\min} = \delta_{e \min} + 2(S_x + S_y)$ $= 0.033 + 20.4 \times 0.0063 +$ $0.4 \times 0.0063 \times 8 = 0.043 \text{mm}$	
7	包容件不产生塑性变形所容许的最大结合压力	$p_{i \max} = a \sigma_s$ $= 0.428 \times 400$ $= 171.2 \text{N/mm}^2$	查图 7-4 $a = 0.428$
8	被包容件不产生塑性变形所容许的最大结合压力	$p_{e \max} = c \sigma_s$ $= 0.48 \times 320$ $= 153.6 \text{N/mm}^2$	查图 7-4 $c = 0.48$
9	联结件不产生塑性变形的最大结合压力	$p_{i \max} = 153.6 \text{N/mm}^2$	取 $p_{i \max}$ 和 $p_{e \max}$ 中的较小者
10	联结件不产生塑性变形的传递力	$F_t = p_{i \max} \cdot \pi \cdot d_f \cdot l_f \cdot \mu$ $= 153.6 \times \pi \times 50 \times 80 \times 0.11$ $= 212.321 \text{N}$	查表 7-8 $\mu = 0.11$
11	包容件不产生塑性变形所容许的最大直径变化量	$e_{a \max} = \frac{p_{i \max} \cdot d_f}{E_s} \cdot C_s$ $= \frac{153.6 \times 50}{210\,000} \times 1.967$ $= 0.072 \text{mm}$	查表 7-5 $C_s = 1.967$
12	被包容件不产生塑性变形所容许的最大直径变化量	$e_{i \max} = \frac{p_{e \max} \cdot d_f}{E_i} \cdot C_i$ $= \frac{153.6 \times 50}{210\,000} \times 0.783$ $= 0.029 \text{mm}$	查表 7-5 $C_i = 0.783$
13	联结件不产生塑性变形所容许的最大有效过盈量	$\delta_{e \max} = e_{a \max} + e_{i \max}$ $= 0.072 + 0.029$ $= 0.101 \text{mm}$	

5.3 选择配合的步骤和结果(见表 7-13)

表 7-13 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	$[\delta_{\min}] > 0.043 \text{mm}$ $[\delta_{\max}] \leq 0.101 \text{mm}$	
2	初选基本过盈量 ¹⁾	$\delta_b \approx \frac{\delta_{\min} + \delta_{e \max}}{2}$ $= \frac{0.043 + 0.101}{2}$ $= 0.072 \text{mm}$ 取 $\delta_b = 0.07 \text{mm}$	
3	确定基本偏差代号	u	按 δ_b 、 d_f 由图 7-5 查出
4	选定配合 ¹⁾	$\frac{\text{H7}}{\text{u6}}$ $[\delta_{\max}] = 0.086 \text{mm}$ $[\delta_{\min}] = 0.045 \text{mm}$	由 GB/T 1801 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 7-5 和 GB/T 1801 确定选用配合为 H7/v6。

5.4 校核计算(见表 7-14)

表 7-14 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	$F_{1 \min} = [\rho_{t \min}] \cdot \pi \cdot d_1 \cdot l_1 \cdot \mu$ $= 53.3 \times \pi \times 50 \times 80 \times 0.11$ $= 73\ 676\text{N}$ $\approx 73\ \text{kN} > F_1$	$[\rho_{t \min}] = \frac{(\delta_{\min}) - 2(S_n + S_i)}{d_1 \left(\frac{C_n}{E_n} + \frac{C_i}{E_i} \right)}$ $= \frac{0.045 - 2(0.4 \times 0.0063 + 0.4 \times 0.0063)}{50 \left(\frac{1.967}{210\ 000} + \frac{0.783}{210\ 000} \right)}$ $\approx 53.3\text{N/mm}^2$
2	包容件的最大应力	$\sigma_{n \max} = \frac{[\rho_{t \max}]}{d} = \frac{131.3}{0.428}$ $= 306.8\text{N/mm}^2 < \sigma_{n0}$	$[\rho_{t \max}] = \frac{(\delta_{\max})}{d_1 \left(\frac{C_n}{E_n} + \frac{C_i}{E_i} \right)}$ $= \frac{0.086}{50 \left(\frac{1.967}{210\ 000} + \frac{0.783}{210\ 000} \right)}$ $\approx 131.3\text{N/mm}^2$
3	被包容件的最大应力	$\sigma_{i \max} = \frac{[\rho_{t \max}]}{c} = \frac{131.3}{0.48}$ $= 273.5\text{N/mm}^2 < \sigma_{i0}$	

5.5 计算包容件的外径扩大量和被包容件的内径缩小量(见表 7-15)

表 7-15 包容件的外径扩大量和被包容件的内径缩小量的计算

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	$\Delta d_{n \max} = \frac{2[\rho_{t \max}] \cdot d_n \cdot q_1^2}{E_n(1-q_1^2)}$ $= \frac{2 \times 131.3 \times 100 \times 0.5^2}{210\ 000(1-0.5^2)}$ $= 0.0417\text{mm}$ $\Delta d_{n \min} = \frac{2[\rho_{t \min}] \cdot d_n \cdot q_1^2}{E_n(1-q_1^2)}$ $= \frac{2 \times 53.3 \times 100 \times 0.5^2}{210\ 000(1-0.5^2)}$ $= 0.0169\text{mm}$	
2	被包容件的内径缩小量	$\Delta d_{i \max} = \frac{2[\rho_{t \max}] \cdot d_i}{E_i(1-q_1^2)}$ $= \frac{2 \times 131.3 \times 10}{210\ 000(1-0.2^2)}$ $= 0.013\text{mm}$ $\Delta d_{i \min} = \frac{2[\rho_{t \min}] \cdot d_i}{E_i(1-q_1^2)}$ $= \frac{2 \times 53.3 \times 10}{210\ 000(1-0.2^2)}$ $= 0.0052\text{mm}$	

6 实现过盈联结的一般要求

6.1 结构要求

a. 过盈联结的结合长度 l_1 , 一般不宜超过结合直径 d_1 的 1.6 倍, 如结合长度过长, 结合直径可制成阶梯形。

b. 纵向过盈联结的被包容件应给出压入导向角, 一般不超过 10° (图 7-7)。

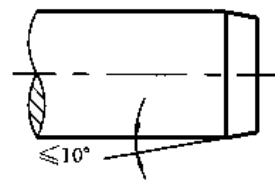


图 7-7 压入导向角

c. 为降低过盈联结两端的应力集中, 在包容件或

被包容件端部可采用卸荷槽、过渡圆弧等结构形式。

d. 结合件材料相同时,为避免压入时发生粘着现象,包容件和被包容件的结合面应具有不同的硬度。

e. 轴与盲孔的过盈联结应有排气孔。

6.2 联结前的准备工作

a. 结合件的尺寸应使用符合 GB/T 1957《光滑极限量规》规定的量规,或按 GB/T 3177《光滑工件尺寸的检验》所规定的方法进行检验。

b. 结合表面必须无污物、无腐蚀和无损伤。

6.3 纵向过盈联结的装配

a. 压入前,结合面可根据联结要求均匀涂一薄层润滑油(不应含二硫化钼添加剂)。

b. 压入时,要防止结合件的偏斜和纵向弯曲。

c. 压入或压出速度通常不大于 5mm/s。

d. 压装设备要有足够的压力吨位,约为压出力的

2.5 倍,压出力约为压入力的 1.3~1.5 倍。压入力按下式计算:

$$P_{\text{入}} = p_{1\text{max}} \cdot \pi \cdot d_1 \cdot l_1 \cdot k$$

式中:

$$p_{1\text{max}} = \frac{[\delta_{\text{max}}]}{d_1 \left(\frac{C_2}{E_2} + \frac{C_1}{E_1} \right)}$$

e. 压入后应放置 24h 后再承受负荷。

6.4 横向过盈联结的装配

6.4.1 加热包容件

a. 包容件加热时,要避免局部过热。

b. 未经热处理的结合件,加热温度一般应低于 400℃;经过热处理的结合件,加热温度应低于回火温度。

c. 热装的最小间隙,一般可按表 7-16 选取。

表 7-16 热装的最小间隙

mm

结合直径 d_1	~3	3~6	6~10	10~18	18~30	30~50	50~80
最小间隙	0.003	0.006	0.010	0.018	0.030	0.050	0.059
结合直径 d_1	80~120	120~180	180~250	250~315	315~400	400~500	—
最小间隙	0.069	0.079	0.090	0.101	0.111	0.123	—

注:表中 d_1 大于 30mm 的最小间隙系按间隙配合 H7/g6 的最大间隙列出。

d. 包容件内径的热胀量 e_u 为过盈量与热装的最小间隙之和。

e. 加热方式可按表 7-17 确定。

表 7-17 加热方式

加热方式	工艺特点	适用范围
环形喷嘴	要求同时使用数个喷嘴,加热温度 < 350℃,操作简便,但包容件有偏斜、扭曲和局部过热的危险	适用于中型和大型的包容件
介质加热槽	沸水槽加热温度 80~100℃,蒸汽槽加热温度可达 120℃,热油槽加热温度 90~320℃,包容件热胀均匀	适用于过盈量较小的中、小型包容件,对于结合面忌油的结合件可使用沸水或蒸汽槽加热;对于结合面允许有油的结合件,可使用热油槽加热
电阻或辐射加热	加热温度可达 400℃ 以上,热胀均匀,表面洁净,加热温度易于自动控制	适用于中、小型包容件,大型包容件需专用设备,成批生产中广泛使用
感应加热	加热温度可达 400℃ 以上,加热时间短,调节温度方便,热效率高	适用于过盈量较大的中型和大型包容件

f. 包容件的加热温度可按图 7-8 确定。

举例:

在本章第 5 节实例中,包容件为钢件, $d_1=50\text{mm}$, $[\delta_{\text{max}}]=0.086\text{mm}$,若采用加热包容件的装配方式,按表 7-16,热装的最小间隙取 0.05mm,则 $e_u=0.086+0.05=0.136\text{mm}$,由图 7-8 确定包容件的加热温度 $t=250 \times 10^{-1} \times 10^1=250\text{C}$ 。

6.4.2 冷却被包容件

a. 冷却的最小间隙,一般可按表 7-16 选取。

b. 被包容件的冷却温度按下式计算:

$$t_{\text{冷}} = \frac{e_u}{a \cdot d_1} \text{C}$$

式中: e_u ——被包容件外径的冷缩量,它等于包容件与被包容件的结合直径尺寸差的实测值与冷装的最小间隙之和。

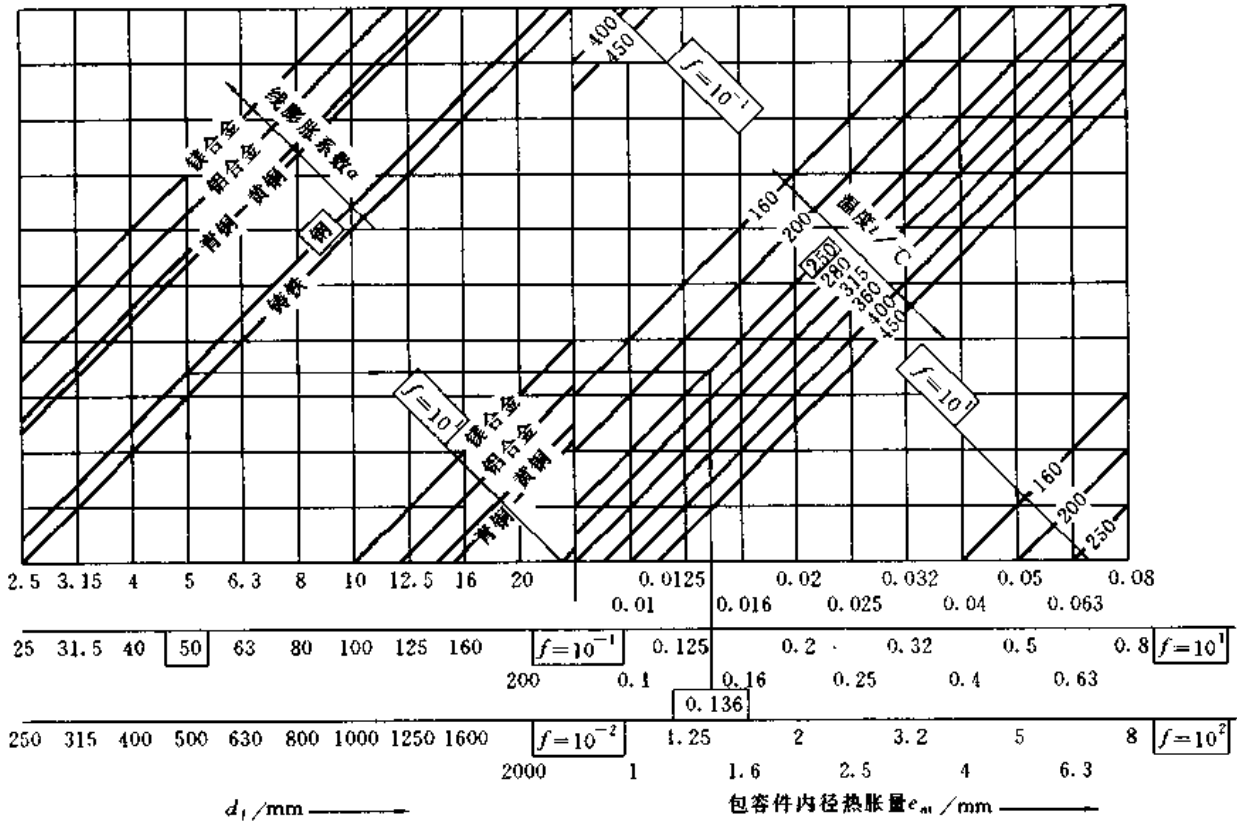
a ——材料的线膨胀系数,按表 7-10 选取。

c. 冷却方式可按表 7-18 确定。

表 7-18 冷却方式

冷却方式	工艺特点	适用范围
干冰冷却	可冷至-78.4℃,操作简便	适用于过盈量较小的小型被包容件
低温箱冷却	可冷至-40~-140℃,冷缩均匀,表面洁净,冷却温度易于自动控制,生产效率高	适用于结合面精度高的被包容件
液氮冷却	可冷至-195.8℃,冷缩时间短,生产效率高	适用于过盈量较大的被包容件

超星浏览器提醒您：
 使用本复制品
 请尊重相关知识产权！



注：计算结果应乘以图表中与所用各参数数列相对应的以 10 为底的幂。

图 7-8 包容件加热温度的计算图

第 8 章

尺寸链的计算方法

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

《尺寸链 计算方法》GB/T 5847—1986 适用于机械产品中存在尺寸链关系的长度尺寸与角度尺寸的公差计算。

1 术语及定义

尺寸链计算中的常用术语及定义如表 8-1 所列。

表 8-1 尺寸链计算的术语及定义

序号	术语	定义	说明
1	尺寸链	在机器装配或零件加工过程中,由相互连接的尺寸形成封闭的尺寸组	参见图 8-1 和图 8-2
2	环	列入尺寸链中的每一个尺寸	例如图 8-1 中的 A_0, A_1, A_2, A_3, A_4 及 A_5 , 图 8-2 中的 a_0, a_1 及 a_2 。
3	封闭环	尺寸链中在装配过程或加工过程最后形成的一环	例如图 8-1 中的 A_0 , 图 8-2 中的 a_0
4	组成环	尺寸链中对封闭环有影响的全部环。这些环中任一环的变动必然引起封闭环的变动	例如图 8-1 中的 A_1, A_2, A_3, A_4 及 A_5 , 图 8-2 中的 a_1 及 a_2 。
	增环	尺寸链中的组成环,由于该环的变动引起封闭环同向变动。同向变动指该环增大时封闭环也增大,该环减小时封闭环也减小	例如图 8-1 中的 A_3 。
	减环	尺寸链中的组成环,由于该环的变动引起封闭环反向变动。反向变动指该环增大时封闭环减小,该环减小时封闭环增大	例如图 8-1 中的 A_1, A_2, A_4 及 A_5 。
	补偿环	尺寸链中预先选定的某一组成环,可以通过改变其大小或位置,使封闭环达到规定要求	例如图 8-3 中的 L_2
5	传递系数	表示各组成环对封闭环影响大小的系数。 若尺寸链中封闭环与组成环的关系用方程式表示为 $L_0 = f(L_1, L_2, \dots, L_m)$, 则第 i 组成环的传递系数为 $\xi_i, \xi_i = \frac{\partial f}{\partial L_i}$; 对于增环, ξ_i 为正值; 对于减环, ξ_i 为负值	有时称为传递函数

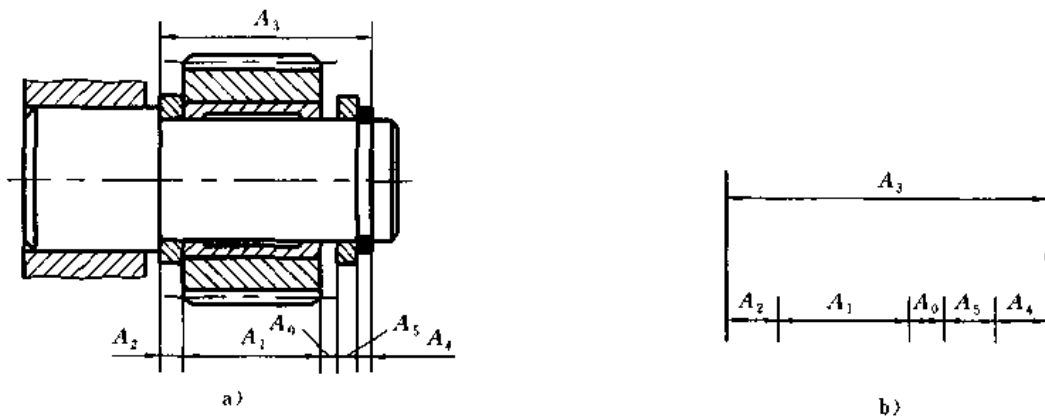


图 8-1 由平行的线性尺寸组成的尺寸链

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

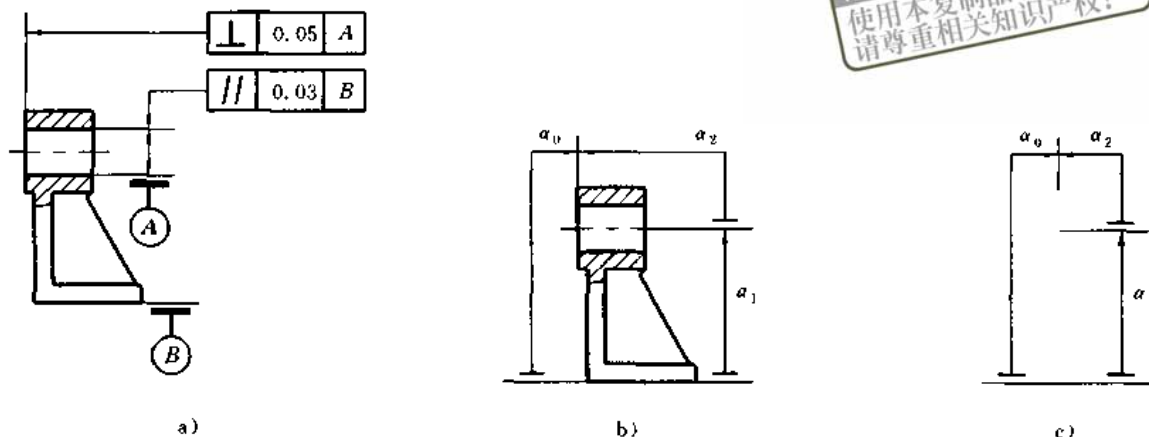


图 8-2 由形状和位置公差组成的尺寸链

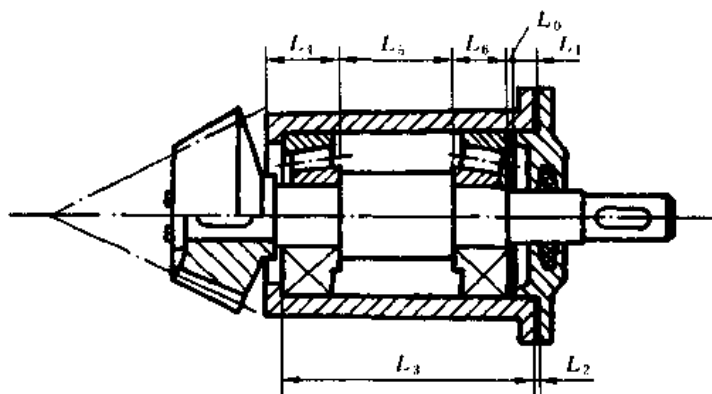


图 8-3 含有补偿环的尺寸链

2 尺寸链的形式(见表 8-2)

表 8-2 尺寸链的形式

序号	名称	定义	说明
1	长度尺寸链	全部环为长度尺寸的尺寸链	参见图 8-1
	角度尺寸链	全部环为角度尺寸的尺寸链	参见图 8-2
2	装配尺寸链	全部组成环为不同零件设计尺寸所形成的尺寸链	参见图 8-1、图 8-3 和图 8-4
	零件尺寸链	全部组成环为同一零件设计尺寸所形成的尺寸链	参见图 8-2 和图 8-5
	工艺尺寸链	全部组成环为同一零件工艺尺寸所形成的尺寸链	参见图 8-6
3	基本尺寸链	全部组成环皆直接影响封闭环的尺寸链	如图 8-7 中的尺寸链 β
	派生尺寸链	一个尺寸链的封闭环为另一尺寸链组成环的尺寸链	如图 8-7 中的尺寸链 γ
4	标量尺寸链	全部组成环为标量尺寸所形成的尺寸链	参见图 8-1 至图 8-6
	矢量尺寸链	全部组成环为矢量尺寸所形成的尺寸链	参见图 8-8
5	直线尺寸链	全部组成环平行于封闭环的尺寸链	参见图 8-1、图 8-3 至图 8-6
	平面尺寸链	全部组成环位于一个或几个平行平面内,但某些组成环不平行于封闭环的尺寸链	参见图 8-9
	空间尺寸链	组成环位于几个不平行平面内的尺寸链	

注: 1 装配尺寸链与零件尺寸链, 统称为设计尺寸链。

2 设计尺寸指零件图上标注的尺寸; 工艺尺寸指工序尺寸、定位尺寸与基准尺寸。

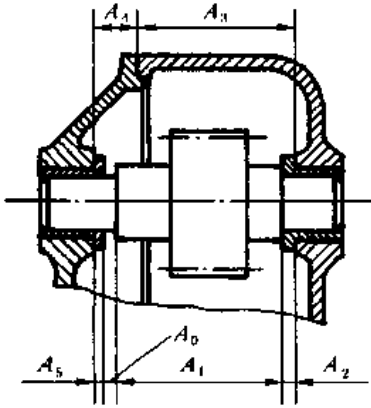


图 8-4 装配尺寸链

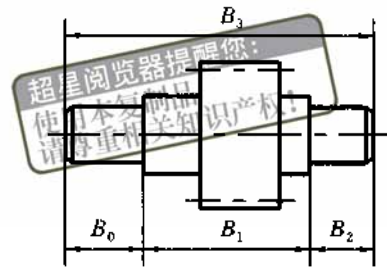


图 8-5 零件尺寸链

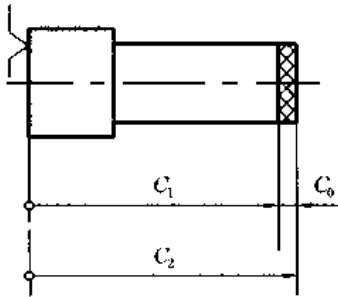


图 8-6 工艺尺寸链

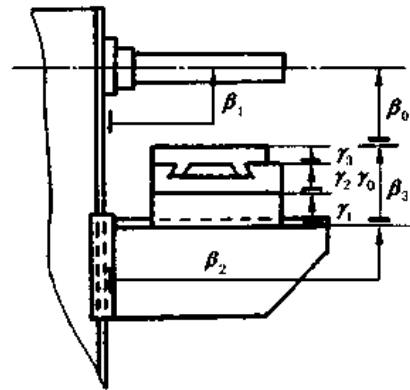


图 8-7 基本尺寸链和派生尺寸链

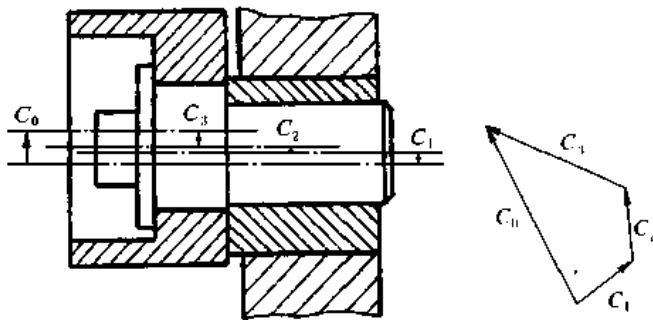


图 8-8 矢量尺寸链

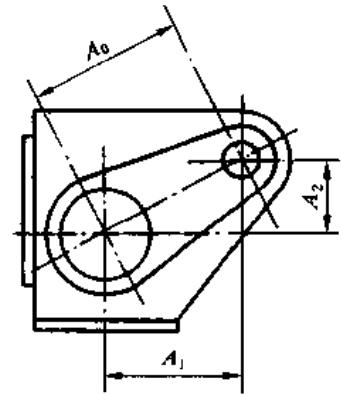


图 8-9 平面尺寸链

3 计算参数(见表 8-3)

表 8-3 尺寸链的计算参数

序号	参数	符号	含义
1	平均偏差	\bar{X}	实际偏差的平均值
2	中间偏差	Δ	上偏差与下偏差的平均值
3	相对分布系数	k	表征尺寸分布分散性的系数; 正态分布时 $k=1$

续表 K-3

序号	参数	符号	含义
4	相对不对称系数	e	表征分布曲线不对称程度的系数;在公差带内对称分布时, $e=0$ 。 设 T 表示公差,则 $e=(\bar{X}-\Delta)/(T/2)$
5	平均公差	T_w	全部组成环取相同公差值时的组成环公差
6	极值公差	T_L	按全部组成环公差算术相加计算的封闭环或组成环公差
7	统计公差	T_s	按各组成环和封闭环统计特性计算的封闭环或组成环公差
	平方公差	T_Q	按全部组成环公差平方和计算的封闭环或组成环公差
	当量公差	T_F	按各组成环具有相同统计特性计算的封闭环或组成环公差

4 符号

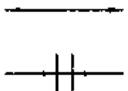
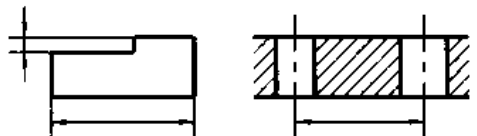
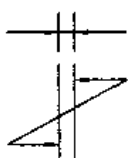
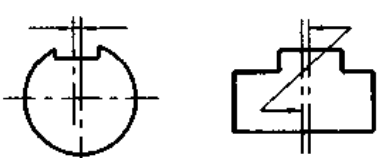

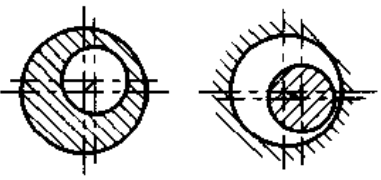

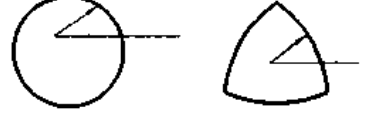
4.1 尺寸链图符号(见表 8-4)

表 8-4 尺寸链图的符号

环的种类	表示	环的种类	表示
长度环	用大写拉丁字母 A, B, C, \dots 等表示	封闭环	加下角标“0”表示
角度环	用小写希腊字母 $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ 等表示	组成环	加下角标阿拉伯数字表示;数字表示各组成环的序号

4.2 环的特征符号(见表 8-5)

表 8-5 环的特征符号

环的特征	符号	图例	
长度环	距离		
	偏移		
	偏心		
	矢径		

续表 8-5

环的特征		符号	图例
角度环	平行		
	垂直		
	倾斜		
	角度		

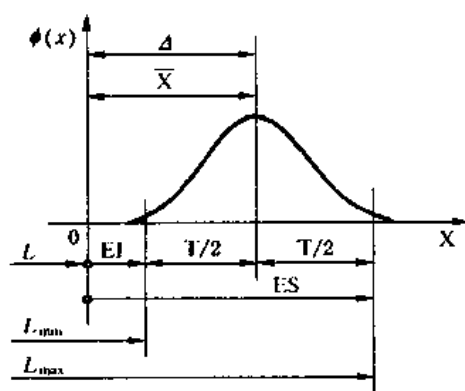
注：角度环中区分基准要素与被测要素时，符号中短粗线位于基准要素，箭头指向被测要素；当任选基准时，用双箭头符号表示。

4.3 计算参数符号(见表 8-6)

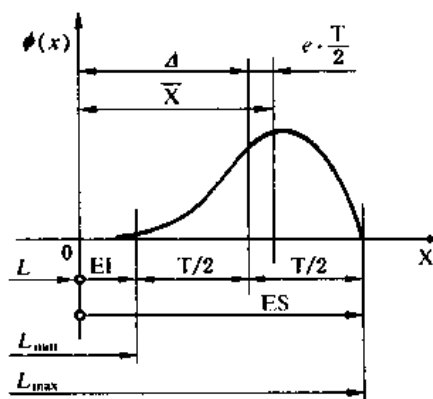
各计算参数间的关系见图 8-10。

表 8-6 计算参数符号

序号	符号	含义	序号	符号	含义	序号	符号	含义	序号	符号	含义
1	L	基本尺寸	6	X	实际偏差	11	m	组成环环数	16	T_L	极值公差
2	L_{max}	最大极限尺寸	7	T	公差	12	ξ	传递系数	17	T_S	统计公差
3	L_{min}	最小极限尺寸	8	Δ	中间偏差	13	k	相对分布系数	18	T_Q	平方公差
4	ES	上偏差	9	\bar{X}	平均偏差	14	e	相对不对称系数	19	T_E	当量公差
5	EI	下偏差	10	$\phi(X)$	概率密度函数	15	T_w	平均公差			



a) 对称分布



b) 不对称分布

图 8-10 各计算参数间的关系

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

5 计算公式(见表 8-7)

表 8-7 计算公式

序号	计算内容	计算公式	说 明	
1	封闭环基本尺寸	$L_0 = \sum_{i=1}^m \xi_i L_i$	下角标“0”表示封闭环，“i”表示组成环及其序号，下同。	
2	封闭环中间偏差	$\Delta_0 = \sum_{i=1}^m \xi_i (\Delta_i + e_i \frac{T_i}{2})$	当 $e_i = 0$ 时， $\Delta_0 = \sum_{i=1}^m \xi_i \Delta_i$	
3	封闭环公差	极值公差	$T_{0L} = \sum_{i=1}^m \xi_i T_i$	在给定各组成环公差的情况下，按此计算的封闭环公差 T_{0L} ，其公差值最大。
		统计公差	$T_{0S} = \frac{1}{k_0} \sqrt{\sum_{i=1}^m \xi_i^2 k_i^2 T_i^2}$	当 $k_0 = k_i = 1$ 时，得平方公差 $T_{0Q} = \sqrt{\sum_{i=1}^m \xi_i^2 T_i^2}$ ，在给定各组成环公差的情况下，按此计算的封闭环平方公差 T_{0Q} ，其公差值最小。 当 $k_0 = 1, k_i = k$ 时，得当量公差 $T_{0E} = k \sqrt{\sum_{i=1}^m \xi_i^2 T_i^2}$ ，它是统计公差 T_{0S} 的近似值。 其中 $T_{0L} > T_{0S} > T_{0Q}$
4	封闭环极限偏差	$ES_0 = \Delta_0 + \frac{1}{2} T_0$ $EI_0 = \Delta_0 - \frac{1}{2} T_0$		
5	封闭环极限尺寸	$L_{0max} = L_0 + ES_0$ $L_{0min} = L_0 + EI_0$		
6	组成环平均公差	极值公差	$T_{av,L} = \frac{T_0}{\sum_{i=1}^m \xi_i }$	对于直线尺寸链 $ \xi_i = 1$ ，则 $T_{av,L} = \frac{T_0}{m}$ 。在给定封闭环公差的情况下，按此计算的组成环平均公差 $T_{av,L}$ ，其公差值最小
		统计公差	$T_{av,S} = \frac{k_0 T_0}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \xi_i^2 k_i^2}}$	当 $k_0 = k_i = 1$ 时，得组成环平均平方公差 $T_{av,Q} = \frac{T_0}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \xi_i^2}}$ 。对于直线尺寸链 $ \xi_i = 1$ ，则 $T_{av,Q} = \frac{T_0}{\sqrt{m}}$ 。在给定封闭环公差的情况下，按此计算的组成环平均平方公差 $T_{av,Q}$ ，其公差值最大。 当 $k_0 = 1, k_i = k$ 时，得组成环平均当量公差 $T_{av,E} = \frac{T_0}{k \sqrt{\sum_{i=1}^m \xi_i^2}}$ 。对于直线尺寸链 $ \xi_i^2 = 1$ ，则 $T_{av,E} = \frac{T_0}{k \sqrt{m}}$ 。 它是统计公差 $T_{av,S}$ 的近似值。 其中 $T_{av,L} < T_{av,S} < T_{av,Q}$
7	组成环极限偏差	$ES_i = \Delta_i + \frac{1}{2} T_i$ $EI_i = \Delta_i - \frac{1}{2} T_i$		
8	组成环极限尺寸	$L_{imax} = L_i + ES_i$ $L_{imin} = L_i + EI_i$		

6 系数 e 与 k 的取值

6.1 组成环的分布及其系数

组成环有不同的分布形式,常见的几种分布曲线及其相对不对称系数 e 与相对分布系数 k 的数值,见表 8-8。

表 8-8 常见分布曲线的 e 与 k 值

分布特征	正态分布	三角分布	均匀分布	偏态分布		
				瑞利分布	外尺寸	内尺寸
分布曲线						
e	0	0	0	-0.28	+0.26	-0.26
k	1	1.22	1.73	1.14	1.17	1.17

a. 大批大量生产条件下,在稳定工艺过程中,工件尺寸趋近正态分布,可取 $e=0, k=1$ 。

b. 在不稳定工艺过程中,当尺寸随时间近似线性变动时,形成均匀分布。计算时没有任何参考的统计数据,尺寸与位置误差一般可当作均匀分布,取 $e=0, k=1.73$ 。

c. 两个分布范围相等的均匀分布相组合,形成三角分布。计算时没有参考的统计数据,尺寸与位置误差亦可当作三角分布,取 $e=0, k=1.22$ 。

d. 偏心或径向跳动趋近瑞利分布,取 $e=-0.28, k=1.14$ 。偏心在某一方向的分量,取 $e=0, k=1.73$ 。

e. 平行、垂直误差趋近某些偏态分布;单件小批生产条件下,工件尺寸也可能形成偏态分布,偏向最大实体尺寸这一边,取 $e=\pm 0.26, k=1.17$ 。

6.2 封闭环的分布及其系数

a. 各组成环在其公差带内按正态分布时,封闭环亦必按正态分布;各组成环具有各自不同分布时,只要组成环数不太小($m \geq 5$),各组成环分布范围相差又不太大时,封闭环亦趋近正态分布。因此,通常取 $e_0=0, k=1$ 。

b. 当组成环数较小($m < 5$),各组成环又不按正态分布,这时封闭环亦不同于正态分布;计算时没有参考的统计数据,可取 $e_0=0, k_0=1.1 \sim 1.3$ 。

7 达到装配尺寸链封闭环公差要求的方法

按产品设计要求、结构特征、公差大小与生产条件,可以采用不同的达到封闭环公差要求的方法。通常有互换法、分组法、修配法与调整法。

7.1 互换法

按互换程度的不同,分为完全互换法与大数互换法:

7.1.1 完全互换法

在全部产品中,装配时各组成环不需挑选或改变其大小或位置,装入后即能达到封闭环的公差要求。该方法采用极值公差公式计算。

7.1.2 大数互换法

在绝大多数产品中,装配时各组成环不需挑选或改变其大小或位置,装入后即能达到封闭环的公差要求。该方法采用统计公差公式计算。

大数互换法以一定置信水平为依据。通常,封闭环趋近正态分布,取置信水平 $P=99.73\%$,这时相对分布系数 $k_0=1$,在某些生产条件下,要求适当放大组成环公差时,可取较低的 P 值。 P 与 k_0 相应数值见表 8-9。

表 8-9 置信水平 P 与相对分布系数 k_0

置信水平 $P/\%$	99.73	99.5	99	98	95	90
相对分布系数 k_0	1	1.06	1.16	1.29	1.52	1.82

采用大数互换法时,应有适当的工艺措施,排除个别产品超出公差范围或极限偏差。

7.2 分组法

将各组成环按其实际尺寸大小分为若干组,各对应组进行装配,同组零件具有互换性。该方法通常采用极值公差公式计算。

7.3 修配法

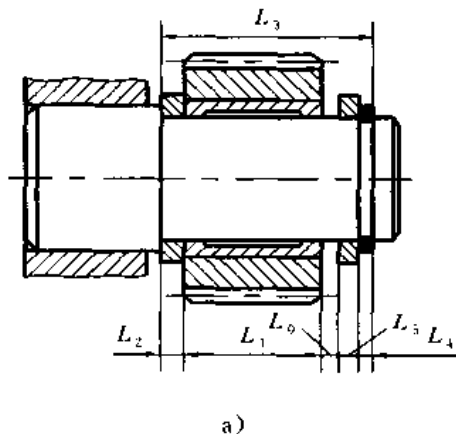
装配时去除补偿环的部分材料以改变其实际尺寸,使封闭环达到其公差与极限偏差要求。该方法通常采用极值公差公式计算。

7.4 调整法

装配时用调整的方法改变补偿环的实际尺寸或位置,使封闭环达到其公差与极限偏差要求。一般以螺栓、斜面、挡环、垫片或孔轴联结中的间隙等作为补偿环。该方法通常采用极值公差公式计算。

8 实例

图 8-11a) 所示齿轮部件, 轴是固定的, 齿轮在轴上回转。试分析其尺寸链, 说明计算顺序, 并比较不同方



超星阅读器提醒
使用本复制品
请尊重相关知识产权!

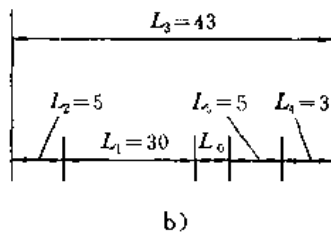


图 8-11 尺寸链计算实例

解: 作尺寸链图如图 8-11b) 所示, 则尺寸链方程式: $L_0 = L_3 - (L_1 + L_2 + L_4 + L_5)$

间隙 L_0 是装配过程最后形成的, 为封闭环; 其他各环均为组成环, 组成环数 $m=5$ 。

各组成环传递系数 $\xi_1 = -1, \xi_2 = -1, \xi_3 = 1, \xi_4 = -1, \xi_5 = -1$ 。由此可见, L_3 为增环, L_1, L_2, L_4 和 L_5 为减环。

(1) 公差设计计算

分别按完全互换法、大数互换法、修配法与调整法决定各组成环的公差与极限偏差*, 并比较不同方法的计算结果。

① 完全互换法

a. 决定各组成环公差

先计算平均极值公差:

$$T_{av.L} = \frac{T_0}{m} = \frac{0.25}{5} = 0.05\text{mm}$$

再按各组成环基本尺寸大小与零件工艺性好坏, 以平均公差数值为基础, 取 $T_1 = T_3 = 0.06, T_2 = T_5 = 0.04\text{mm}$ (已知 $T_4 = 0.05$)。

b. 决定各组成环极限偏差

留组成环 L_3 作为调整尺寸, 其余各组成环, 外尺寸按 h 、内尺寸按 H 决定其极限偏差, 则有

$$L_1 = 30_{-0.06}^0, L_2 = 5_{-0.04}^0, L_4 = 3_{-0.05}^0, L_5 = 5_{-0.04}^0\text{mm}$$

各组成环的中间偏差为

$$\Delta_1 = -0.03, \Delta_2 = -0.02, \Delta_4 = -0.025, \Delta_5 = -0.02\text{mm}$$

$$\text{已知 } \Delta_0 = [(+0.35) + (+0.1)]/2 = +0.225$$

L_3 的中间偏差为

法所得到的计算结果。

按工作条件, 间隙的极限值为 $0.10 \sim 0.35\text{mm}$, 即 $L_0 = 0_{+0.10}^{+0.35}\text{mm}$, 且已知 $L_1 = 30, L_2 = 5, L_3 = 43, L_4 = 3, L_5 = 5\text{mm}$ 。 L_4 是标准件 $L_4 = 3_{-0.05}^0\text{mm}$ 。

$$\Delta_3 = \Delta_0 + (\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_4 + \Delta_5) = (+0.225) + (-0.03 - 0.02 - 0.025 - 0.02) = +0.13\text{mm}$$

L_3 的极限偏差为

$$ES_3 = \Delta_3 + \frac{1}{2}T_3 = 0.13 + \frac{1}{2} \cdot 0.06 = +0.16\text{mm}$$

$$EI_3 = \Delta_3 - \frac{1}{2}T_3 = 0.13 - \frac{1}{2} \cdot 0.06 = +0.10\text{mm};$$

则 $L_3 = 43_{+0.10}^{+0.16}\text{mm}$ 。

② 大数互换法

a. 决定各组成环公差

先计算平均当量公差, 并取 $k=1.22$:

$$T_{av.E} = \frac{T_0}{k \sqrt{m}} = \frac{0.25}{1.22 \sqrt{5}} = 0.092\text{mm}$$

再按各组成环基本尺寸大小与零件工艺性好坏, 设取 $T_1 = T_3 = 0.11, T_2 = T_5 = 0.08\text{mm}$ 。(已知 $T_4 = 0.05\text{mm}$)

$$\text{校核封闭环当量公差 } T_{0E} = k \sqrt{\sum_{i=1}^m \xi_i^2 T_i^2} =$$

$$1.22 \sqrt{0.11^2 + 0.08^2 + 0.11^2 + 0.05^2 + 0.08^2} = 0.242\text{mm}, \text{ 小于封闭环公差 } 0.25\text{mm}, \text{ 满足要求。}$$

b. 决定各组成环极限偏差

留组成环 L_3 作为调整尺寸, 其余各组成环外尺寸按 h 、内尺寸按 H 决定其极限偏差, 则有

$$L_1 = 30_{-0.11}^0, L_2 = 5_{-0.08}^0, L_4 = 3_{-0.05}^0, L_5 = 5_{-0.08}^0\text{mm}$$

各组成环相应中间偏差为

$$\Delta_1 = -0.055, \Delta_2 = -0.04, \Delta_4 = -0.025, \Delta_5 =$$

* 根据生产条件, 通常只采用一种适宜的方法, 决定各组成环的公差与极限偏差。

-0.04mm。

L_3 的中间偏差为

$$\Delta_3 = \Delta_0 + (\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_4 + \Delta_5) = 0.225 + (-0.055$$

-0.04 - 0.025 - 0.04) = +0.065mm

L_3 的极限偏差为

$$ES_3 = \Delta_3 + \frac{1}{2} T_3 = 0.065 + \frac{1}{2} \cdot 0.11$$

= +0.12mm,

$$EI_3 = \Delta_3 - \frac{1}{2} T_3 = 0.065 - \frac{1}{2} \cdot 0.11$$

= +0.01mm。

则 $L_3 = 43^{+0.12}_{+0.01}$ mm。

③ 修配法

a. 决定各组成环公差

设以 L_5 作为补偿环,其他各组成环可以给予较宽松的公差

$T_1 = T_3 = 0.20, T_2 = T_5 = 0.10$ mm。(已知 $T_4 = 0.05$ mm)

封闭环极值公差为

$$T_{0i} = \sum_{i=1}^n |\xi_i| T_i = 0.20 + 0.10 + 0.20 + 0.05 + 0.10 = 0.65$$
mm

则补偿环 L_5 的补偿量为

$$F = T_{0i} - T_0 = 0.65 - 0.25 = 0.40$$
mm

b. 决定各组成环(除补偿环外)的极限偏差
外尺寸按 h 、内尺寸按 H 决定,则有

$L_1 = 30_{-0.20}^0, L_2 = 5_{-0.10}^0, L_3 = 43^{+0.20}_{-0.05}$ mm, 又 $L_4 = 3_{-0.05}^0$ mm

各组成环的中间偏差为

$\Delta_1 = -0.10, \Delta_2 = -0.05, \Delta_3 = +0.10$ mm, 又 $\Delta_4 = -0.025$ mm

c. 计算补偿环 L_5 的中间偏差的极限偏差

$\Delta_5 = \Delta_0 - (\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_4) - \Delta_0 = (+0.10) - (-0.10 - 0.05 - 0.025) - 0.225 = +0.05$ mm

$ES_5 = \Delta_5 + \frac{1}{2} T_5 = (+0.05) + \frac{1}{2} \times 0.10 = +0.10$ mm

$$EI_5 = \Delta_5 - \frac{1}{2} T_5 = (+0.05) - \frac{1}{2} \times 0.10 = 0$$
mm,

则 $L_5 = 5^{+0.10}_0$ mm。

验算封闭环极限偏差

$ES_0 = \Delta_0 + \frac{1}{2} T_0 = +0.225 + \frac{1}{2} \cdot 0.65 = +0.55$ mm。

$EI_0 = \Delta_0 - \frac{1}{2} T_0 = +0.225 - \frac{1}{2} \cdot 0.65 = -0.10$ mm。

封闭环要求极限偏差为 +0.35 及 +0.10mm,因

此补偿需要改变 ± 0.20 mm

d. 决定补偿环 L_5 尺寸

补偿环 L_5 在修配时只能切除金属使宽度变小而不能加大,应当把 0.20mm 预加上。

$$\therefore L_5 = (5 + 0.20)^{+0.10}_0 = 5.20^{+0.10}_0$$
mm

④ 调整法

设以 L_5 为补偿环,对 L_5 规定若干组不同尺寸,装配时选用不同尺寸的补偿环使封闭环达到规定要求。

与③节计算顺序完全相同,得各组成环尺寸为

$L_1 = 30_{-0.20}^0, L_2 = 5_{-0.10}^0, L_3 = 43^{+0.20}_{-0.05}$ mm,

(补偿环 $L_5 = 5^{+0.10}_0$ mm)。补偿环的补偿量 $f = 0.40$ mm。

a. 决定补偿环 L_5 的组数 Z

取封闭环公差与补偿环公差之差作为补偿环各组之间的尺寸差 S ,则

$$S = T_0 - T_5 = 0.25 - 0.10 = 0.15$$
mm,

补偿环组数 $Z = \frac{F}{S} + 1 = \frac{0.40}{0.15} + 1 = 3.66$,取 $Z = 4$ 。

b. 决定补偿环各组尺寸

当补偿环尺寸的组数 Z 为奇数时, $L_5 = 5^{+0.10}_0$ mm 是中间的一组尺寸, Z 为偶数时,应该以 $L_5 = 5^{+0.10}_0$ mm 为对称中心,安排各组尺寸。本例 $Z = 4$,因此

$L_5 = (5 - 0.225)^{+0.10}_0, (5 - 0.075)^{+0.10}_0, (5 + 0.075)^{+0.10}_0, (5 + 0.225)^{+0.10}_0$ mm, 即 $L_5 = 5^{+0.10}_0, 5^{+0.025}_0, 5^{+0.175}_0, 5^{+0.325}_0$ mm。

⑤ 计算结果的对比

a. 按完全互换法得到各组成环公差最小,但能保证产品 100% 合格。

b. 按大数互换法得到各组成环公差较大,能保证 99.73% 产品合格,可能有约 0.27% 产品超出预定要求。对于重要部件或产品,装配后应 100% 进行检验,对超出预定要求的产品进行返修。

c. 修配法与调整法得到组成环公差最大,但修配法增加了修配工作量,适用于小批单件生产。调整法在结构中应有能改变尺寸的补偿环,装配时按实测尺寸配上相应的补偿环,使产品达到预定要求。

(2) 公差校核计算

已知:组成环尺寸 $L_1 = 30_{-0.10}^0, L_2 = 5_{-0.05}^0, L_3 = 43^{+0.20}_{-0.05}, L_4 = 3_{-0.05}^0, L_5 = 5_{-0.05}^0$ mm

公差 $T_1 = 0.10, T_2 = 0.05, T_3 = 0.10, T_4 = 0.05, T_5 = 0.05$ mm

中间偏差 $\Delta_1 = -0.05, \Delta_2 = -0.025, \Delta_3 = +0.15, \Delta_4 = -0.025, \Delta_5 = -0.025$ mm

要求封闭环尺寸 $L_0 = 0^{+0.35}_{-0.10}$ mm, $ES_0 = +0.35, EI_0 =$

$= +0.10\text{mm}$

$$\text{封闭环中间偏差 } \Delta_0 = \frac{1}{2} (ES_0 + EI_0) =$$

0.225mm ,

$$\text{封闭环公差 } T_0 = (ES_0 - EI_0) = 0.25\text{mm}$$

为分析比较不同方法计算的结果,试分别按封闭环的极值公差、平方公差、统计公差与当量公差校核封闭环能否达到规定要求。

① 封闭环极值公差

a. 校核封闭环极值公差、中间偏差和极限偏差:

$$T_{\text{总}} = \sum_{i=1}^m |\xi_i| T_i = 0.10 + 0.05 + 0.10 + 0.05 +$$

$0.05 = 0.35\text{mm}$

$$\Delta_0 = \sum_{i=1}^m \xi_i \Delta_i = -(-0.05) - (-0.025) + 0.15 -$$

$(-0.025) - (-0.025) = +0.275\text{mm}$

$$ES_0 = \Delta_0 + \frac{1}{2} T_0 = +0.275 + \frac{1}{2} \cdot 0.35 =$$

$+0.45\text{mm}$

$$EI_0 = \Delta_0 - \frac{1}{2} T_0 = +0.275 - \frac{1}{2} \cdot 0.35 =$$

$+0.10\text{mm}$

b. 校核结果:

封闭环公差大于规定要求,中间偏差和要求不一致,上偏差也超出规定要求,应当适当缩小各组成环公差。各组成环改为:

$$L_1 = 30_{-0.06}^0, L_2 = 5_{-0.04}^0, L_3 = 43_{+0.16}^0, L_4 = 3_{-0.05}^0, L_5 =$$

$5_{-0.04}^0\text{mm}$

② 封闭环平方公差

a. 校核封闭环平方公差、中间偏差和极限偏差:

$$T_{\text{总}} = \frac{1}{k_0} \sqrt{\sum_{i=1}^m \xi_i^2 k_i^2 T_i^2} = \sqrt{1.17^2 \times 0.10^2 + 1.17^2 \times 0.05^2 + 1.22^2 \times 0.05^2 + 1^2 \times 0.05^2 + 1.17^2 \times 0.05^2} = 0.19\text{mm}$$

$$\Delta_0 = \sum_{i=1}^m \xi_i (\Delta_i + e_i \frac{T_i}{2})$$

$$= -(-0.05 + 0.26 \times 0.05) - (-0.025 + 0.26 \times 0.025) + 0.15 - (-0.025) -$$

$$(-0.025 + 0.26 \times 0.025) = +0.249\text{mm}$$

$$ES_0 = \Delta_0 + \frac{1}{2} T_0 = +0.249 + \frac{1}{2} \times 0.19 =$$

$+0.344\text{mm}$

$$EI_0 = \Delta_0 - \frac{1}{2} T_0 = +0.249 - \frac{1}{2} \times 0.19 =$$

$+0.154\text{mm}$

c. 校核结果

封闭环公差与极限偏差均符合要求。由于中间偏

$$T_{\text{总}} = \sqrt{\sum_{i=1}^m \xi_i^2 T_i^2} =$$

$$\sqrt{0.10^2 + 0.05^2 + 0.10^2 + 0.05^2 + 0.05^2} = 0.17\text{mm}$$

$$\Delta_0 = \sum_{i=1}^m \xi_i \Delta_i = -(-0.05) - (-0.025) + 0.15 -$$

$(-0.025) - (-0.025) = +0.275\text{mm}$

$$ES_0 = \Delta_0 + \frac{1}{2} T_0 = +0.275 + \frac{1}{2} \cdot 0.17 =$$

$+0.36\text{mm}$

$$EI_0 = \Delta_0 - \frac{1}{2} T_0 = +0.275 - \frac{1}{2} \cdot 0.17 =$$

$+0.19\text{mm}$

b. 校核结果:

封闭环公差满足要求,但封闭环中间偏差 $+0.275\text{mm}$ 比要求的 $+0.225\text{mm}$ 大 0.05mm ,使上偏差稍微超出界限。可将组成环 L_3 的中间偏差减小 0.05mm ,即将 $L = 43_{+0.16}^0$ 改为 $L = 43_{+0.15}^0\text{mm}$,便完全符合要求。这时封闭环极限偏差 $ES_0 = +0.31, EI_0 = +0.14\text{mm}$ 。

③ 封闭环统计公差

a. 决定分布系数

按小批生产条件,设 L_1, L_2 与 L_5 按偏态分布; L_4 是大量生产的标准件,按正态分布; L_3 按三角分布;封闭环趋近正态分布,则各环相应系数为

$$k_1 = 1.17, k_2 = 1.17, k_3 = 1.22, k_4 = 1, k_5 = 1.17 \text{ 及 } k_0 = 1$$

$$e_1 = +0.26, e_2 = +0.26, e_3 = 0, e_4 = 0, e_5 = +0.26$$

b. 校核封闭环统计公差、中间偏差和极限偏差

差比规定的大 0.024mm ,如将 $L_3 = 43_{+0.16}^0$ 改为 $L_3 = 43_{+0.15}^0\text{mm}$ 则更好。这时封闭环极限偏差 $ES_0 = +0.324, EI_0 = +0.134\text{mm}$ 。

④ 封闭环当量公差

a. 校核封闭环当量公差、中间偏差环极限偏差

取 $k = 1.22$ (没有参考统计数据,各组成环当作三角分布),

$$T_{\text{总}} = k \sqrt{\sum_{i=1}^m \xi_i^2 T_i^2}$$

$$= 1.22 \sqrt{0.10^2 + 0.05^2 + 0.10^2 + 0.05^2 + 0.05^2} = 0.21\text{mm}$$

* 通常设计或工艺负责人检查产品零件图上给出的公差是否合理,根据生产条件,只选用一种适宜的方法校核封闭环公差。

$$\Delta_0 = \sum_{i=1}^n \xi_i \Delta_i = -(-0.05) - (-0.025) + 0.15 - (-0.025) - (-0.025) = +0.275\text{mm}$$

$$ES_0 = \Delta_0 + \frac{1}{2} T_0 = +0.275 + \frac{1}{2} \cdot 0.21 = +0.38\text{mm}$$

$$EI_0 = \Delta_0 - \frac{1}{2} T_0 = +0.275 - \frac{1}{2} \cdot 0.21 = +0.17\text{mm}$$

b. 校核结果

封闭环公差满足要求,但由于中间偏差比规定的大0.05mm,上偏差超出界限。可将 $L_3 = 43 \pm 0.23$ 改为 L_3

$= 43 \pm 0.15\text{mm}$,这时封闭环极限偏差 $ES_0 = +0.33$, $EI_0 = +0.12\text{mm}$,便符合要求。

⑤ 计算结果的对比

a. 当给定各组成环公差计算封闭环公差时,极值公差 $T_{0L} = 0.35\text{mm}$ 最大,平方公差 $T_{0Q} = 0.17\text{mm}$ 最小,统计公差 $T_{0S} = 0.19\text{mm}$ 居中;当量公差 $T_{0E} = 0.21$ 趋近统计公差。

b. 平方公差是最理想工艺条件下的统计公差;由于 $k > 1$ 已考虑到一般工艺条件,所以,当量公差是计算较简便并且比较切合实际条件的统计公差。

第9章

统计尺寸公差

超星阅读器提醒您：
请尊重知识产权！

统计尺寸公差标准的提出不仅限定了实际尺寸的变动量,还限定了它的概率分布特性。统计尺寸公差的大小应与一定的置信水平相联系。限定实际尺寸的概率分布特性,可使产品获得最佳的技术经济效果。是否采用统计尺寸公差主要应根据使用要求与工艺条件确定。

机械工业行业标准《统计尺寸公差》(JB/T 9184—

1999)规定了统计尺寸公差的术语、实际尺寸概率分布特性方案及统计尺寸公差的应用。

1 术语及定义

关于统计尺寸公差的常用术语及定义列于表 9-1 (参见图 9-1)。

表 9-1 统计尺寸公差的术语及定义

序号	术 语	代号	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_{pa}	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
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_{pi}	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_{ps}	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

续表 9-1

序号	术 语	代号	定 义
18	上边区频率	P_{Umax}	允许零件实际尺寸落在上边区的最大频率
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
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	$B_{\bar{z}}$	限制实际尺寸中位数的区间
23	标准差上限	σ_{max}	允许实际尺寸标准差的最大值

表 9-2 实际尺寸概率分布特性的方案

方案	规定项目及代号		说 明
	项目名称	代号	
1	中间区 上限	L_{Cmax}	可任选一种
	中间区 下限	L_{Cmin}	
	中间区频率	P_{Cmin}	
	上边区 上限	L_{Umax}	
	上边区 下限	L_{Umin}	
	上边区频率	P_{Umax}	
2	下边区 上限	L_{Lmin}	在某些情况下,还应规定实际尺寸的标准差上限 σ_{max}
	下边区 下限	L_{Lmax}	
3	下边区频率	P_{Lmax}	
2	实际尺寸算术平均区间	$B_{\bar{x}}$	
3	实际尺寸中位数区间	$B_{\bar{z}}$	

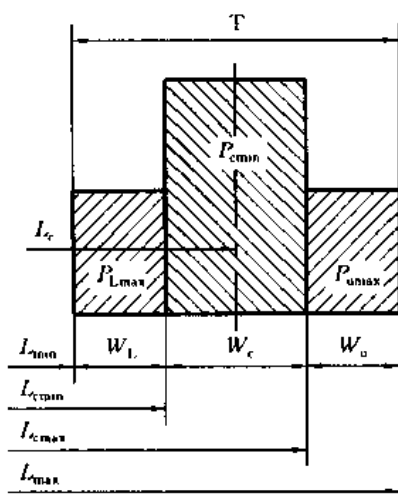


图 9-1 统计尺寸公差术语

2 实际尺寸概率分布特性的方案

实际尺寸概率分布特性可用表 9-2 所列的三种方案之一作出规定。

3 统计尺寸公差在图样上的标注

采用表 9-2 规定方案的图样标注示例如表 9-3 所列。简化标注的方法如图 9-2 所示。当采用简化标注时,对统计尺寸公差的要求应在技术条件中作具体说明,或由技术文件作统一规定。

表 9-3 统计尺寸公差的图样标注示例

方案	标注示例	说 明
1	$55 \pm 0.06 \pm 0.03 P_{86\%}$	基本尺寸 = 55mm 最大极限尺寸 $L_{max} = (55 + 0.06) = 55.06\text{mm}$ 最小极限尺寸 $L_{min} = (55 - 0.06) = 54.94\text{mm}$ 中间区频率 $P_{Cmin} = 86\%$ 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 $P_{Umax} = P_{Lmax} = \frac{1 - P_{Cmin}}{2} \times 100\% = 7\%$ 即在上边区(55+0.03)mm 或下边区(55-0.03)mm 的范围内最多包含有 7% 的零件
2	$55 \pm 0.06 \pm 0.02X$	基本尺寸 = 55mm 最大极限尺寸 $L_{max} = (55 + 0.06) = 55.06\text{mm}$ 最小极限尺寸 $L_{min} = (55 - 0.06) = 54.94\text{mm}$ 实际尺寸的算术平均值必须位于(55±0.02)mm 的区间内 如需要规定 σ_{max} 时,可加注在括号内: $55 \pm 0.06 \pm 0.02X(\sigma_{max} < 0.02)$

续表 9-3

招星浏览器提醒您：
 使用本套制品
 请尊重相关知识产权！

方案	标注示例	说明
3	$55 \pm 0.06 \pm 0.02\bar{X}$	基本尺寸=55mm 最大极限尺寸 $L_{max} = (55 + 0.06) = 55.06\text{mm}$ 最小极限尺寸 $L_{min} = (55 - 0.06) = 54.94\text{mm}$ 实际尺寸的中位数必须位于 $(55 \pm 0.02)\text{mm}$ 的区间内 如需要规定 σ_{max} 时,可加注在括号内: $55 \pm 0.06 \pm 0.02\bar{X}(\sigma_{max} < 0.02)$

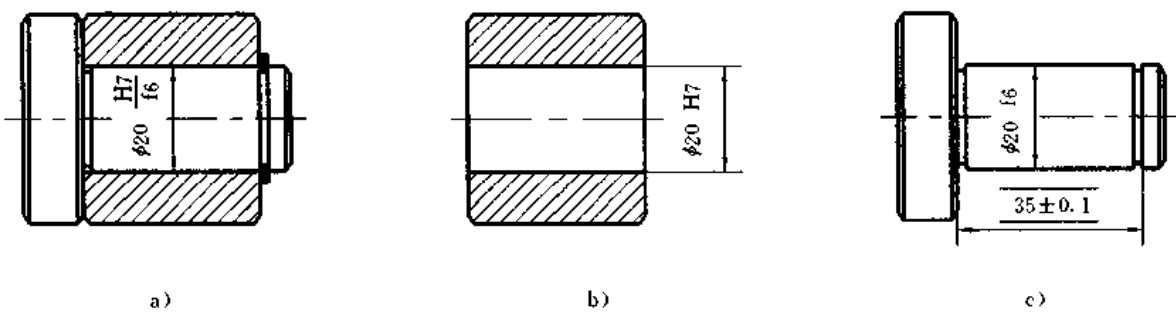


图 9-2 统计尺寸公差简化标注示例

4 统计尺寸公差在孔、轴配合中的应用

孔、轴配合采用统计尺寸公差可获得较佳的技术经济效果。

例如：

- a. 可保证过渡配合的确定性；
- b. 可更多地获得具有最佳“间隙或过盈”的配合；
- c. 可减少装配时孔、轴极限尺寸相逢的概率；

- d. 可提高零部件的磨损储备与强度储备；
- e. 可减少测量中的误收率与误废率；
- f. 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。

4.1 对孔、轴实际尺寸概率分布特性要求的规定

孔、轴实际尺寸概率分布特性要求包括公差带的划分和频率的规定,可由表 9-4 按尺寸分布类型确定。

表 9-4 孔-轴尺寸公差带的划分和频率的规定

尺寸分布类型		公差带的划分 $T:W_c$	频率的规定		示 例
			P_{cmin}	P_{umax}, P_{lmax}	
对称分布	近似于正态分布	2:1	86%	7%	1. 对于对称分布, $\phi 55 \pm 0.06 \pm 0.03 P86\%$ 表示上、下边区的频率均不能超过 7%； 2. 对于非对称分布, $\phi 55 \pm 0.06 \pm 0.03 P9\% = 8.88 P5\%$ 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, $\phi 55 \pm 0.06 \pm 0.03 P7\%$ 表示仅对下边区有频率要求,且不能超过 7%
	近似于三角形分布		75%	12.5%	
	近似于均匀分布		50%	25%	
非对称分布		三个区间的划分可根据实际情况决定	一般应同时规定上边区频率 P_{umax} 以及下边区频率 P_{lmax}		

注：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} 。

4.2 统计配合公差的简化计算

关系,可按表 9-5 进行简化计算。

统计配合公差 T_{pr} 与配合公差 $T_F (=T_H + T_S)$ 的

表 9-5 统计配合公差简化计算

尺寸分布类型	T : W _c	P _{cmin}	统计配合公差 T _{pF}	
正态分布	2 : 1	86%	$T_{pF} = \frac{K_s}{3} \sqrt{T_H^2 + T_S^2}$	若 T _H = T _S , 且 1 - α = 99.73% (K _s = 3), 则 T _{pF} = 0.71T _F 若 T _H = 1.6T _S (孔比轴低一级), 且 1 - α = 99.73% (K _s = 3), 则 T _{pF} = 0.73T _F
三角形分布		75%	$T_{pF} = T_F - 2 \sqrt{\frac{3}{4}(T_H^2 + T_S^2) \frac{\alpha}{2}}$	若 T _H = T _{S}, 且 1 - α = 99.73%, 则 T_{pF} = 0.79T_F}
均匀分布		50%	$T_{pF} = T_F - 2 \sqrt{(T_H^2 + T_S^2) \frac{\alpha}{2}}$	若 T _H = T _{S}, 且 1 - α = 99.73%, 则 T_{pF} = 0.95T_F}

式中, T_H 为孔公差, T_S 为轴公差, T_F 为配合公差。T_F = T_H + T_S。

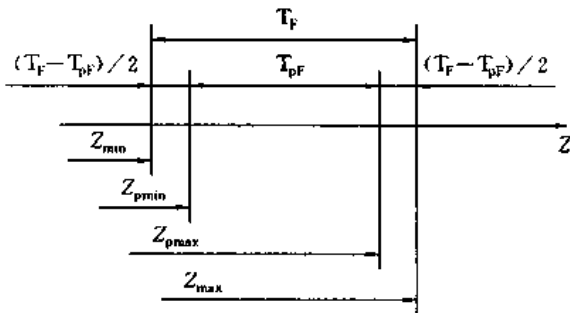


图 9-3 Z_{min} 和 Z_{max} 的计算

由图 9-3 可见:

$$Z_{pmin} = Z_{min} + \frac{T_F - T_{pF}}{2}$$

$$Z_{pmax} = Z_{max} - \frac{T_F - T_{pF}}{2}$$

4.3 应用举例

示例 1 根据使用要求, 某机床部件的配合选为 $\phi 40 \frac{H8}{h7}$, 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 $\phi 40^{+0.039}_{+0.01} P86\%$
轴 $\phi 40^{-0.025}_{-0.018} P86\%$

$$T_F = T_H + T_S = 0.039 + 0.025 = 0.064 \text{mm}$$

$$\text{由表 9-5 可得 } T_{pF} \approx 0.73T_F = 0.73 \times 0.064 =$$

$$0.047 \text{mm} (T_H = 1.6T_S)$$

$$\therefore Z_{min} = 0 - 0 = 0$$

$$Z_{max} = (+0.039) - (-0.025) = +0.064 \text{mm}$$

$$\therefore \text{统计最小间隙 } Z_{pmin} = Z_{min} + (T_F - T_{pF})/2 = 0 + (0.064 - 0.047)/2 = +0.009 \text{mm} = +9 \mu\text{m}$$

$$\text{统计最大间隙 } Z_{pmax} = Z_{max} - (T_F - T_{pF})/2 = (+0.064) - (0.064 - 0.047)/2 = +0.055 \text{mm} = +55 \mu\text{m}$$

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(图 9-4)。

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 $\phi 40^{+0.039}_{+0.01} P7\%$

轴 $\phi 40^{-0.025}_{-0.006} P7\%$

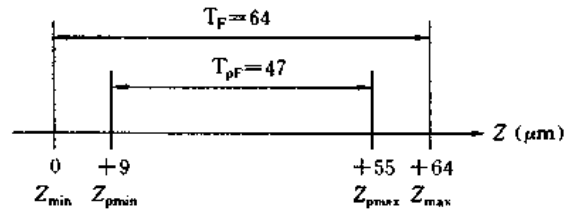


图 9-4 示例 1 的配合公差带图

示例 2 某部件的配合选为 $\phi 60 \frac{H8}{g7}$, 间隙为 +0.01 ~ +0.086mm, 但根据设计要求, 间隙在 +0.029 ~ +0.067mm 之间时使用性能最佳。此时可采用统计尺寸公差。

若规定 孔 $\phi 60^{+0.046}_{+0.012} P86\%$

轴 $\phi 60^{-0.019}_{-0.032} P86\%$

按此规定, 将有 86% 的孔、轴在装配后处于最佳间隙状态。

$$T_F = T_H + T_S = 0.046 + 0.030 = 0.076 \text{mm}$$

由表 9-5 可得,

$$T_{pF} = 0.73T_F = 0.73 \times 0.076 = 0.056 \text{mm} (T_H =$$

$$1.6T_S)$$

$$\therefore Z_{min} = 0 - (-0.010) = +0.010 \text{mm}$$

$$Z_{max} = (+0.046) - (-0.040) = +0.086 \text{mm}$$

$$\therefore \text{统计最小间隙 } Z_{pmin} = Z_{min} + (T_F - T_{pF})/2 = (+0.010) + (0.076 - 0.056)/2 = +0.020 \text{mm} = +20 \mu\text{m}$$

$$\text{统计最大间隙 } Z_{pmax} = Z_{max} - (T_F - T_{pF})/2 = (+0.086) - (0.076 - 0.056)/2 = +0.076 \text{mm} = +76 \mu\text{m}$$

配合公差带图如图 9-5 所示。间隙在 +0.029 ~ +0.067mm 范围正好位于配合公差带的中间区。

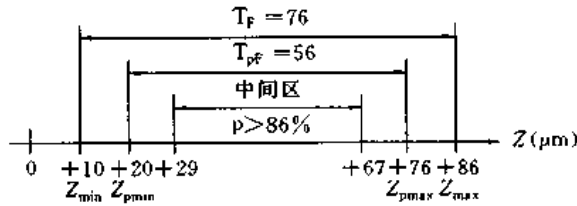


图 9-5 示例 2 的配合公差带图

示例 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 $\phi 2.5 \begin{smallmatrix} +0.007 \\ -0.004 \end{smallmatrix}$
轴 $\phi 2.5 \begin{smallmatrix} +0.002 \\ 0 \end{smallmatrix}$

则最大间隙为 $Z_{max} = +7\mu\text{m}$

最小间隙为 $Z_{min} = +2\mu\text{m}$

可满足要求, 但孔的公差等级为 IT4, 轴的公差等级为 IT3, 加工精度要求高, 工艺上难以实现, 且由于为小批生产, 又不便分组装配。此时, 可采用统计尺寸公差:

孔 $\phi 2.5 \pm 0.002 \pm 0.001 P86\%$

轴 $\phi 2.5 \pm 0.002 \pm 0.001 P86\%$

取 $1-\alpha=95\%$, 由有关概率和数理统计手册可查得 $K_\alpha = 1.96$ (正态分布), $T_H = 0.006\text{mm}$, $T_S = 0.004\text{mm}$

$$T_F = T_H + T_S = 0.006 + 0.004 = 0.010\text{mm}$$

由表 9-5 可得,

$$\begin{aligned} T_{pF} &= \frac{K_\alpha}{3} \sqrt{T_H^2 + T_S^2} \\ &= \frac{1.96}{3} \sqrt{0.006^2 + 0.004^2} = 0.0047\text{mm} \end{aligned}$$

∴ 统计最小间隙

$$\begin{aligned} Z_{pmin} &= Z_{min} + (T_F - T_{pF})/2 = 0 + (0.010 - \\ & 0.0047)/2 \\ &= +0.00265\text{mm} = +2.65\mu\text{m} \end{aligned}$$

统计最大间隙

$$\begin{aligned} Z_{pmax} &= Z_{max} - (T_F - T_{pF})/2 = +0.010 - (0.010 - \\ & 0.0047)/2 \\ &= +0.00735\text{mm} = +7.35\mu\text{m} \end{aligned}$$

配合公差带图如图 9-6 所示。

由此可见, 采用统计公差后, 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。

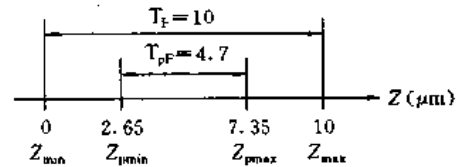


图 9-6 示例 3 的配合公差带图

第二篇

圆锥公差与配合

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

圆锥面是组成机械零件的一种常用的典型几何要素,圆锥结合是常用的联结与配合型式。

本篇主要介绍《圆锥公差》(GB/T 11334—1989)、《圆锥配合》(GB/T 12360—1990)、《技术制图 圆锥尺寸和公差注法》(GB/T 15754—1995)和《圆锥过盈配合的计算和选用》(GB/T 15755—1995)四项国家标准的主要内容及其应用。

未注公差角度的极限偏差已在第一篇第五章“一般公差”中与线性尺寸的一般公差一并作了介绍。

为方便应用,本篇将《锥度与锥角系列》(GB/T 157—1989)中的锥度与锥角系列和《棱体的角度与斜度系列》(GB/T 4096—1983)两项国家标准列入第十三章“锥角与棱体”。

超星浏览器提醒您:

使用本复制品
请尊重相关知识产权!

第10章

圆锥公差

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

国家标准《锥度和锥角系列》(GB/T 157—1989)和《圆锥公差》(GB/T 11334—1989)分别规定了圆锥和圆锥公差术语及定义、圆锥公差的项目、给定方法和公差数值系列。后者适用于锥度 C 从 1:3 至 1:500、圆锥长度 L 从 6 至 630 的光滑圆锥。它也适用于

法》(GB/T 15754—1995)规定了圆锥的尺寸和公差在图样上的标注方法。

1 术语及定义

关于圆锥和圆锥公差术语及定义如表 10-1 所列。

表 10-1 关于圆锥和圆锥公差的术语及定义

序号	术语	定义	说明
1	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),围绕着该轴线旋转形成的表面	参见图 10-1
2	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	参见图 10-2
	内圆锥	内部表面为圆锥表面的几何体	参见图 10-3
3	圆锥角 α	在通过圆锥轴线的截面内,两条素线间的夹角	参见图 10-4
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: a. 最大圆锥直径 D ; b. 最小圆锥直径 d ; c. 给定截面圆锥直径 d_s	
5	圆锥长度 L	最大圆锥直径截面与最小圆锥直径截面之间的轴向距离	
6	锥度 C	两个垂直圆锥轴线截面的圆锥直径与该两截面间的轴向距离之比。 如:最大圆锥直径 D 与最小圆锥直径 d 之差对圆锥长度 L 之比。 $C = (D - d) / L$ 锥度 C 与圆锥角 α 的关系为: $C = 2 \tan \frac{\alpha}{2} = 1 : \frac{1}{2} \cot \frac{\alpha}{2}$	锥度一般用比例或分数形式表示
7	基本圆锥	设计给定的圆锥。 基本圆锥可用两种形式确定: a. 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_s)、基本圆锥长度 L 、基本圆锥角 α 或基本锥度 C ; b. 两个基本圆锥直径和基本圆锥长度 L	
8	实际圆锥	实际存在而通过测量所得的圆锥	
9	实际圆锥直径 d_s	在实际圆锥上测量得到的直径	参见图 10-5

续表 10-1

序号	术 语	定 义	说 明
10	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	参见图 10-6
11	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	参见图 10-7
12	极限圆锥直径	垂直于极限圆锥轴线的截面上的直径	例如图 10-7 中的 D_{max} 、 D_{min} 、 d_{max} 、 d_{min}
13	极限圆锥角	允许的最大或最小的圆锥角	参见图 10-8
14	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	参见图 10-7
15	圆锥直径公差带	两个极限圆锥所限定的区域	用示意图表示在轴向截面内的圆锥直径公差带时,如图 10-7 所示
16	圆锥角公差 AT (AT_0 或 AT_D)	圆锥角的允许变动量	参见图 10-8
17	圆锥角公差带	两个极限圆锥角所限定的区域	用示意图表示圆锥角公差带时,如图 10-8 所示
18	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(参见图 10-9)
19	给定截面圆锥直径公差带	在给定的圆锥截面内,由两个同心圆所限定的区域	用示意图表示给定截面圆锥直径公差带时,如图 10-9 所示

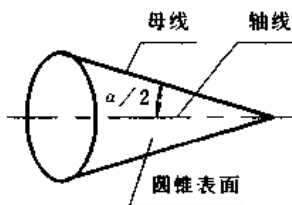


图 10-1 圆锥表面

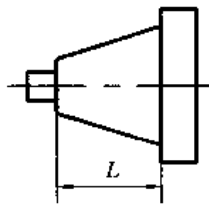


图 10-2 外圆锥

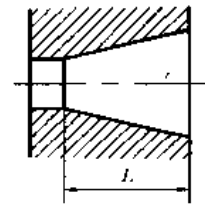


图 10-3 内圆锥

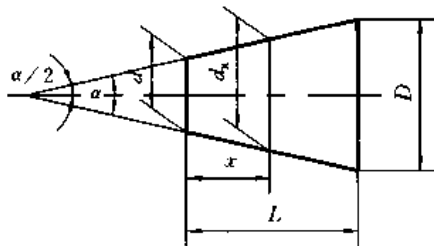


图 10-4 圆锥角、圆锥直径和圆锥长度

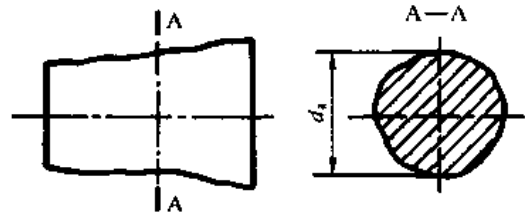


图 10-5 实际圆锥

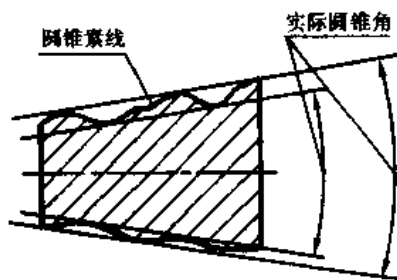


图 10-6 实际圆锥角

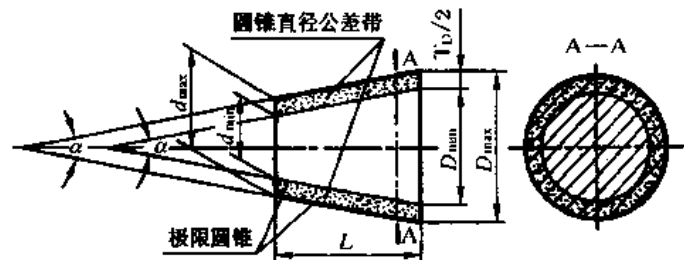


图 10-7 极限圆锥直径

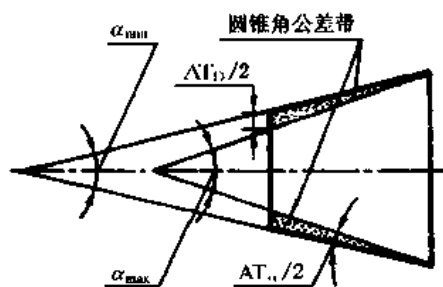


图 10-8 极限圆锥角

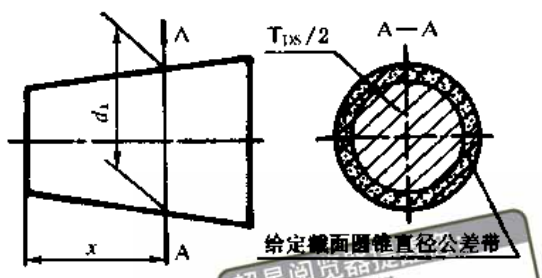


图 10-9 给定截面圆锥直径公差带

2 圆锥公差的项目和给定方法

2.1 圆锥公差的项目

- a. 圆锥直径公差 T_D ;
- b. 圆锥角公差 AT ，用角度值 AT_e 或线值 AT_D 给定;
- c. 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;
- d. 给定截面圆锥直径公差 T_{DS} 。

2.2 圆锥公差的给定方法

a. 给出圆锥的理论正确圆锥角 α (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、圆锥的形状公差有更高的要求时，可再给出圆锥角公差 AT 、圆锥的形状公差 T_F 。此时， AT 和 T_F 仅占 T_D 的一部分。

b. 给出给定截面圆锥直径公差 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 10-10。

该方法是在假定圆锥素线为理想直线的情况下给出的。

当对圆锥形状公差有更高的要求时，可再给出圆锥的形状公差 T_F 。

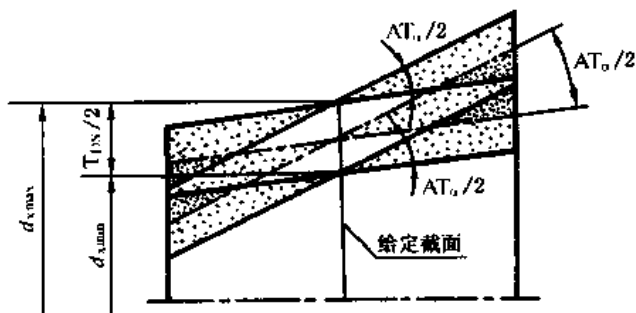


图 10-10 T_{DS} 和 T 的关系

3 圆锥公差数值

3.1 圆锥直径公差 T_D

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 GB/T 1800.1~1800.4 规定的标准公差选取。

3.2 给定截面圆锥直径公差 T_{DS}

给定截面圆锥直径公差 T_{DS} ，以给定截面圆锥直径 d_s 为基本尺寸，按 GB/T 1800.1~1800.4 规定的标准公差选取。

3.3 圆锥角公差 AT

3.3.1 圆锥角公差 AT 共分 12 个公差等级，用 $AT1$ 、 $AT2$ 、……、 $AT12$ 表示。圆锥角公差的数值见表 10-2。

表 10-2 中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。

3.3.2 圆锥角公差可用两种形式表示：

- a. AT_e ——以角度单位微弧度或以度、分、秒表示；
- b. AT_D ——以长度单位微米表示。

AT_e 和 AT_D 的关系如下：

$$AT_D = AT_e \times L \times 10^{-3}$$

式中： AT_D 单位为 μm ；

AT_e 单位为 μrad ；

L 单位为 mm 。

AT_D 值应按上式计算，表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 计算结果的尾数按 GB/T 4112~4116 的规定进行修约，其有效位数应与表中所列该 L 尺寸段的最大范围值的位数相同。

3.3.3 表中 AT_n 取值举例：

例 1： L 为 63mm，选用 $AT7$ ，查表得 AT_e 为 $315\mu\text{rad}$ 或 $1'05''$ ， AT_D 为 $20\mu\text{m}$ 。

例 2： L 为 50mm，选用 $AT7$ ，查表得 AT_e 为 $315\mu\text{rad}$ 或 $1'05''$ ，则：

$$\begin{aligned} AT_D &= AT_e \times L \times 10^{-3} \\ &= 315 \times 50 \times 10^{-3} \\ &= 15.75\mu\text{m} \\ &\text{取 } AT_D \text{ 为 } 15.8\mu\text{m}。 \end{aligned}$$

3.4 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 10-11)。

3.5 圆锥的形状公差

圆锥的形状公差推荐按 GB/T 1184 中附录 B“图样上注出公差值的规定”选取。

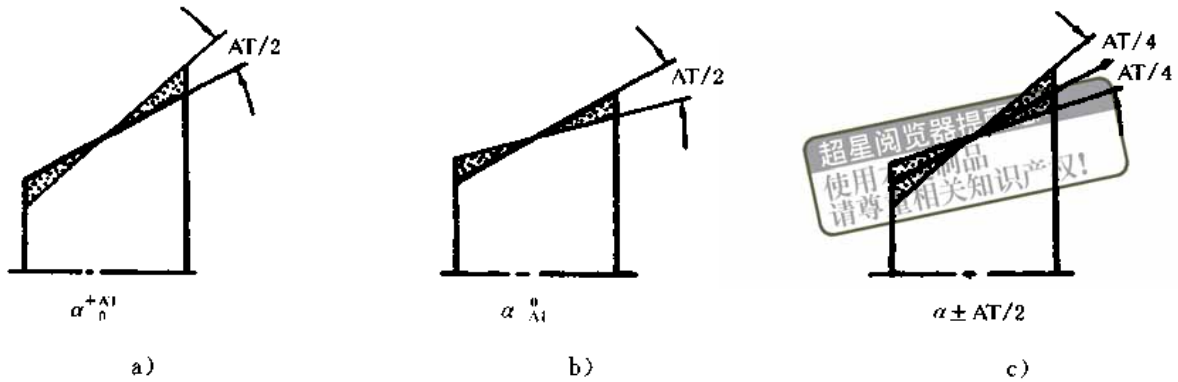


图 10-11 圆锥角的极限偏差

表 10-2 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 _s		AT _D	AT _s		AT _D	AT _s		AT _D
大于	至	μrad	(^o)	μm	μrad	(^o)	μm	μrad	(^o)	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
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 _s		AT _D	AT _s		AT _D	AT _s		AT _D
大于	至	μrad	(^o)	μm	μrad	(^o)([′])	μm	μrad	(^o)([′])	μm
自 6	10	200	41	>1.3~2.0	315	1′05 ^o	>2.0~3.2	500	1′43 ^o	>3.2~5.0
10	16	160	33	>1.6~2.5	250	52 ^o	>2.5~4.0	400	1′22 ^o	>4.0~6.3
16	25	125	26	>2.0~3.2	200	41 ^o	>3.2~5.0	315	1′05 ^o	>5.0~8.0
25	40	100	21	>2.5~4.0	160	33 ^o	>4.0~6.3	250	52 ^o	>6.3~10.0
40	63	80	16	>3.2~5.0	125	26 ^o	>5.0~8.0	200	41 ^o	>8.0~12.5
63	100	63	13	>4.0~6.3	100	21 ^o	>6.3~10.0	160	33 ^o	>10.0~16.0
100	160	50	10	>5.0~8.0	80	16 ^o	>8.0~12.5	125	26 ^o	>12.5~20.0
160	250	40	8	>6.3~10.0	63	13 ^o	>10.0~16.0	100	21 ^o	>16.0~25.0
250	400	31.5	6	>8.0~12.5	50	10 ^o	>12.5~20.0	80	16 ^o	>20.0~32.0
400	630	25	5	>10.0~16.0	40	8 ^o	>16.0~25.0	63	13 ^o	>25.0~40.0

续表 10-2

基本圆锥长度 L/mm		圆锥角公差等级								
		AT7			AT8			AT9		
		AT _s		AT _D	AT _s		AT _D	AT _s		AT _D
大于	至	μrad	(')(")	μm	μrad	(')(")	μm	μrad	(')(")	μm
自 6	10	800	2'45"	>5.0~8.0	1 250	4'18"	>8.0~12.5	2 000	6'52"	>12.5~20
10	16	630	2'10"	>6.3~10.0	1 000	3'26"	>10.0~16.0	1 600	5'30"	>16~25
16	25	500	1'43"	>8.0~12.5	800	2'45"	>12.5~20.0	1 250	4'18"	>20~32
25	40	400	1'22"	>10.0~16.0	630	2'10"	>16.0~25.0	1 000	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

基本圆锥长度 L/mm		圆锥角公差等级								
		AT10			AT11			AT12		
		AT _s		AT _D	AT _s		AT _D	AT _s		AT _D
大于	至	μrad	(')(")	μm	μrad	(')(")	μm	μrad	(')(")	μm
自 6	10	3 150	10'49"	>20~32	5 000	17'10"	>32~50	8 000	27'28"	>50~80
10	16	2 500	8'35"	>25~40	4 000	13'44"	>40~63	6 300	21'38"	>63~100
16	25	2 000	6'52"	>32~50	3 150	10'49"	>50~80	5 000	17'10"	>80~125
25	40	1 600	5'30"	>40~63	2 500	8'35"	>63~100	4 000	13'44"	>100~160
40	63	1 250	4'18"	>50~80	2 000	6'52"	>80~125	3 150	10'49"	>125~200
63	100	1 000	3'26"	>63~100	1 600	5'30"	>100~160	2 500	8'35"	>160~250
100	160	800	2'45"	>80~125	1 250	4'18"	>125~200	2 000	6'52"	>200~320
160	250	630	2'10"	>100~160	1 000	3'26"	>160~250	1 600	5'30"	>250~400
250	400	500	1'43"	>125~200	800	2'45"	>200~320	1 250	4'18"	>320~500
400	630	400	1'22"	>160~250	630	2'10"	>250~400	1 000	3'26"	>400~630

注：1μrad 等于半径为 1m、弧长为 1μm 所对应的圆心角。5μrad≈1"(秒)；300μrad≈1'(分)。

3.6 圆锥直径公差所能限制的最大圆锥角误差 度 L 为 100mm、圆锥直径公差 T_D 所能限制的最大圆锥角误差 Δα_{max}。

表 10-3 圆锥直径公差所能限制的最大圆锥角误差 Δα_{max}

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
	Δα _{max} /μrad						
IT01	3	4	4	5	6	6	8
IT0	5	6	6	8	10	10	12
IT1	8	10	10	12	15	15	20
IT2	12	15	15	20	25	25	30
IT3	20	25	25	30	40	40	50
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

续表 10-3

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
	$\Delta\alpha_{\max}/\mu\text{rad}$						
IT9	250	300	360	430	520	620	740
IT10	400	480	580	700	840	1 000	1 200
IT11	600	750	900	1 000	1 300	1 600	1 900
IT12	1 000	1 200	1 500	1 800	2 100	2 500	3 000
IT13	1 400	1 800	2 200	2 700	3 300	3 900	4 600
IT14	2 500	3 000	3 600	4 300	5 200	6 200	7 400
IT15	4 000	4 800	5 800	7 000	8 400	10 000	12 000
IT16	6 000	7 500	9 000	11 000	13 000	16 000	19 000
IT17	10 000	12 000	15 000	18 000	21 000	25 000	30 000
IT18	14 000	18 000	22 000	27 000	33 000	39 000	46 000

圆锥直径 公差等级	圆锥直径/mm					
	>80~120	>120~180	>180~250	>250~315	>315~400	>400~500
	$\Delta\alpha_{\max}/\mu\text{rad}$					
IT01	10	12	20	25	30	40
IT0	15	20	30	40	50	60
IT1	25	35	45	60	70	80
IT2	40	50	70	80	90	100
IT3	60	80	100	120	130	150
IT4	100	120	140	160	180	200
IT5	150	180	200	230	250	270
IT6	220	250	290	320	360	400
IT7	350	400	460	520	570	630
IT8	540	630	720	810	890	970
IT9	870	1 000	1 150	1 300	1 400	1 550
IT10	1 400	1 600	1 850	2 100	2 300	2 500
IT11	2 200	2 500	2 900	3 200	3 600	4 000
IT12	3 500	4 000	4 600	5 200	5 700	6 300
IT13	5 400	6 300	7 200	8 100	8 900	9 700
IT14	8 700	10 000	11 500	13 000	14 000	15 500
IT15	14 000	16 000	18 500	21 000	23 000	25 000
IT16	22 000	25 000	29 000	32 000	36 000	40 000
IT17	35 000	40 000	46 000	52 000	57 000	63 000
IT18	54 000	63 000	72 000	81 000	89 000	97 000

注：圆锥长度不等于100mm时，需将表中的数值乘以100/L，L的单位为mm。

4 圆锥的尺寸和公差注法

4.1 圆锥的尺寸注法

4.1.1 特征参数

根据圆锥的功能要求(如连接、装配、定心、密封及

调节等)，应选用表10-4中的特征参数相互组合进行标注。

4.1.2 尺寸标注

圆锥的尺寸标注如图10-12所示。附加尺寸(如 $\alpha/2$ 等)，可采用参考尺寸的形式标注。

表 10-4 圆锥的特征参数

特征参数	字母符号	标注示例		特征参数	字母符号	标注示例	
		优先方法	可选方法			优先方法	可选方法
锥度	C	1:5	0.2:1	给定横截面处圆锥直径	d_x		
		1/5	20%	圆锥长度	L		
圆锥角	α	35°	0.6rad	总长	L'		
最大圆锥直径	D			给定横截面的长度	L_x		
最小圆锥直径	d						

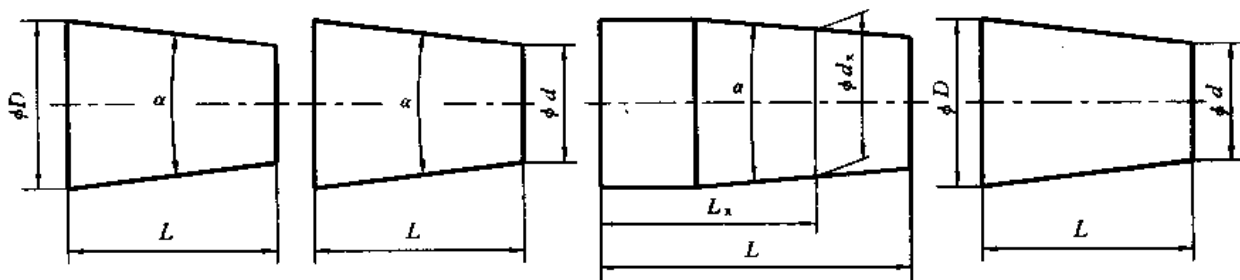


图 10-12 圆锥的尺寸标注

4.1.3 锥度标注

4.1.3.1 表示锥度的图形符号

在图样上应采用图 10-13 所示的图形符号表示圆锥,该符号应配置在基准线上(图 10-14)表示圆锥的

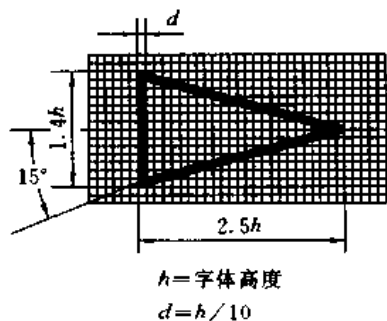


图 10-13 锥度的图形符号

图形符号和锥度应靠近圆锥轮廓标注,基准线应通过引出线与圆锥的轮廓素线相连。基准线应与圆锥的轴线平行,图形符号的方向应与圆锥方向相一致。

图形符号的图线宽度见 GB/T 7093.2 的规定。

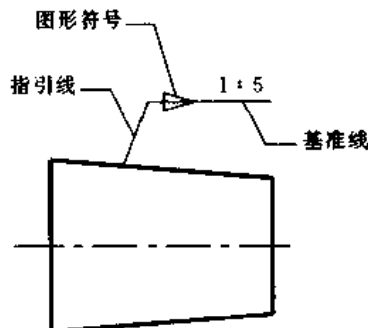


图 10-14 锥度图形符号的标注

4.1.3.2 标注方法

锥度在图样上的标注如图 10-15 所示。

当所标注的锥度是标准圆锥系列之一(尤其是莫

氏锥度或米制锥度,见 GB/T 1443)时,可用标准系列号和相应的标记表示(图 10-15d)。

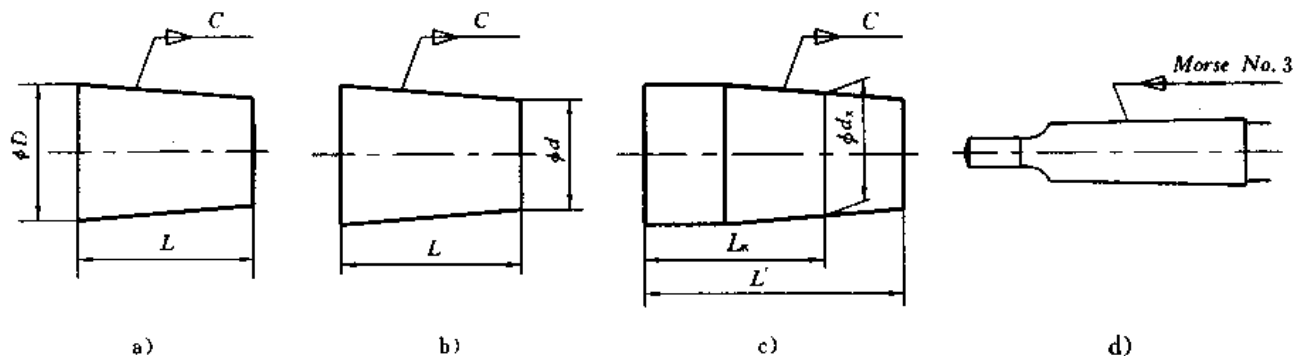


图 10-15 锥度的标注方法

4.2 圆锥的公差注法

差。无配合要求时,可采用公差锥度法标注圆锥公差。

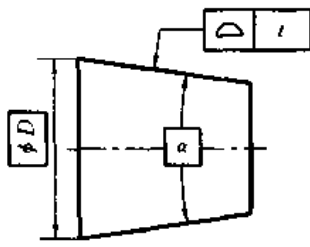
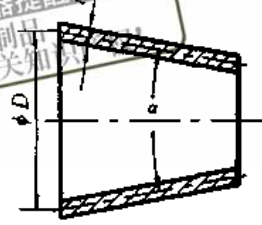
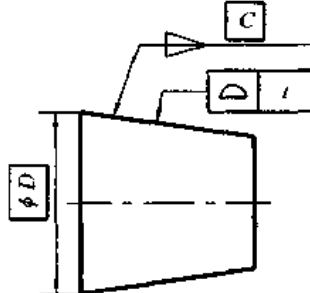
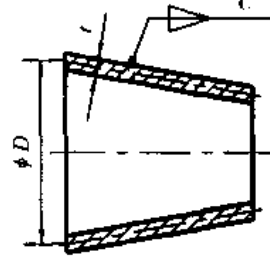
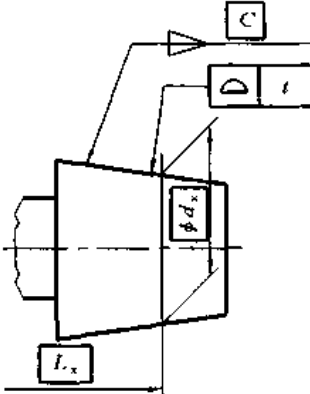
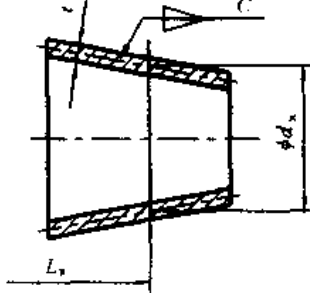
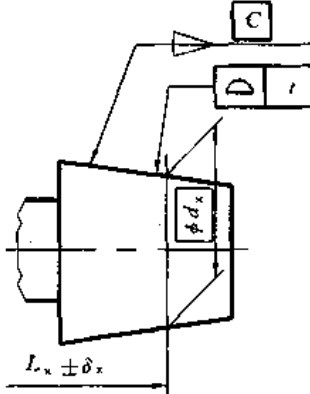
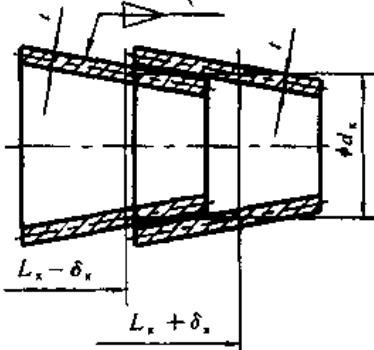
4.2.1 总则

通常,应按面轮廓度法标注圆锥公差。有配合要求的结构型内、外圆锥,也可采用基本锥度法标注圆锥公

4.2.2 面轮廓度法

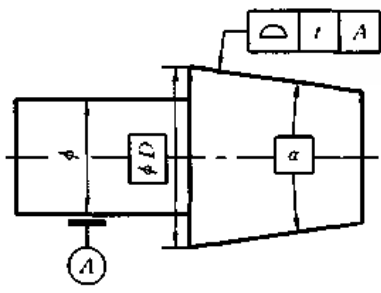
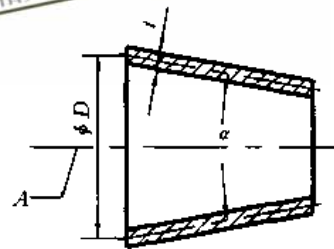
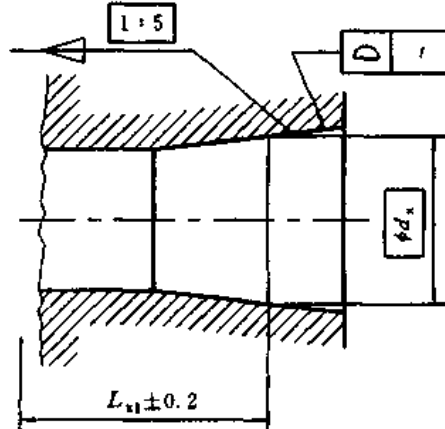
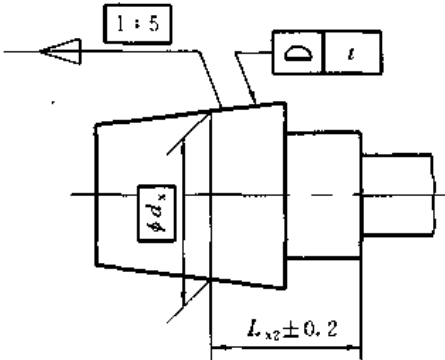
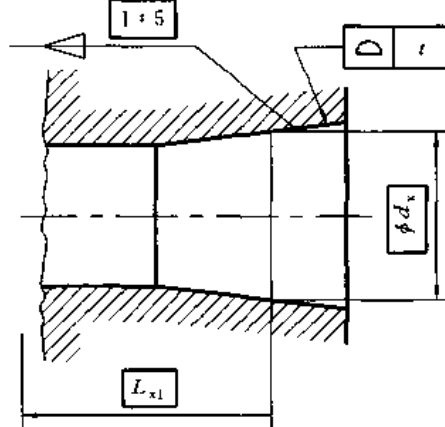
用面轮廓度标注圆锥公差的方法及示例如表 10-5 所列。

表 10-5 用面轮廓度标注圆锥公差的方法及示例

公差注法	图样标注示例	说 明
<p>给定圆锥角的圆锥公差注法</p>		<p>超星浏览器提醒您: 使用本复制品 请尊重相关知</p> 
<p>给定锥度的圆锥公差注法</p>		
<p>给定圆锥轴向位置的圆锥公差注法</p>		
<p>给定圆锥轴向位置公差的圆锥公差注法</p>		

续表 10-5

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识版权！

公差注法	图样标注示例	说明
<p>与基准轴线有关的圆锥公差注法(同时确定同轴关系)</p>		
<p>配合圆锥的公差注法</p>	 	<p>标注两个相配圆锥的尺寸及公差时,应</p> <ul style="list-style-type: none"> —— 具有相同的锥度或锥角; —— 标注尺寸公差的圆锥直径的基本尺寸相同; —— 确定直径和位置的理论正确尺寸与两相配圆锥的基准平面有关。
		

续表 10-5

公差注法	图样标注示例	说 明
配合圆锥的公差注法		<p>标注两个相配圆锥的尺寸及公差时,应</p> <ul style="list-style-type: none"> — 具有相同的锥度或锥角; — 标注尺寸公差的圆锥直径的基本尺寸相同。 <p>确定直径和位置的理论正确尺寸与两相配圆锥的基准平面有关。</p>

4.2.3 基本锥度法(与 2.2a 所列的圆锥公差给定方法一致)

基本锥度法通常适用于有配合要求的结构型内、外圆锥。

基本锥度法是表示圆锥要素尺寸与其几何特征具有相互从属关系的一种公差带的标注方法,即由二同轴圆锥面(圆锥要素的最大实体尺寸和最小实体尺寸)

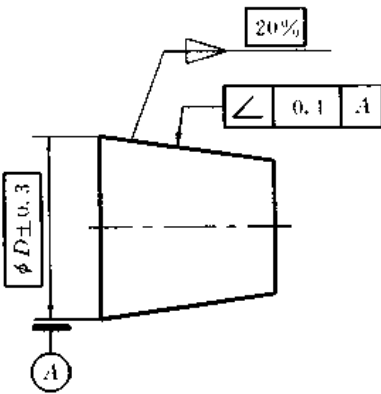
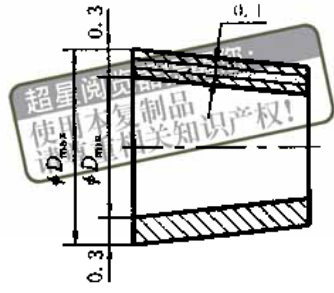
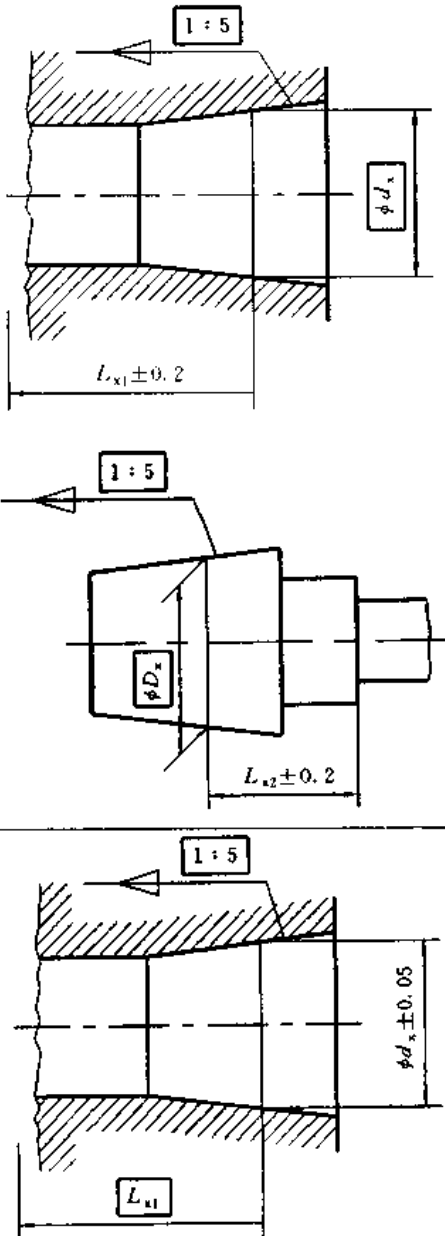
形成两个具有理想形状的包容面公差带。实际圆锥处处不得超越这两个包容面。因此,该公差带既控制圆锥直径的大小及圆锥角的大小,也控制圆锥表面的形状。若有需要,可附加给出圆锥角公差和有关形位公差要求作进一步的控制。

用基本锥度法标注圆锥公差的方法及示例如表 10-6 所列。

表 10-6 用基本锥度法标注圆锥公差的方法及示例

公差注法	图样标注示例	说 明
给定圆锥直径公差 T_D 的圆锥公差注法		
给定截面圆锥直径公差 T_{DS} 的圆锥公差注法		

续表 10-6

公差注法	图样标注示例	说 明
<p>给定圆锥的形状公差 T_r 的圆锥公差注法</p>		 <p>注: 倾斜度公差带(包括素线的直线度)在轮廓度公差带内浮动。</p>
<p>配合圆锥的公差注法</p>		

续表 10-6

公差注法	图样标注示例	明
配合圆锥的公差注法		<p>超星浏览器提醒您： 使用本复制品 请尊重相关知识版权！</p>

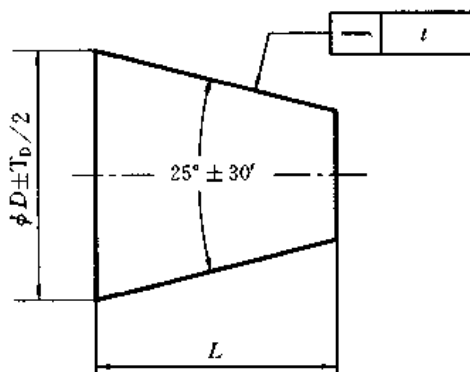
4.2.4 公差锥度法(与 2.2b 所列的圆锥公差给定方法一致)

公差锥度法仅适用于对某给定截面圆锥直径有较高要求的圆锥和密封及非配合圆锥。

公差锥度法是直接给定有关圆锥要素的公差,即同时给出圆锥直径公差和圆锥角公差(图 10-16),不构成二同轴圆锥面公差带的标注方法,此时,给定截面

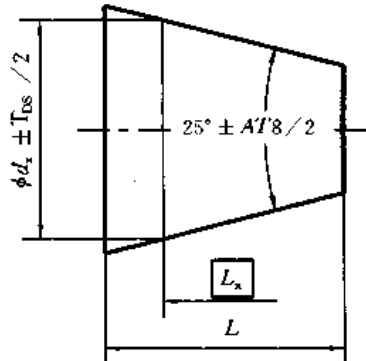
圆锥直径公差仅控制该截面圆锥直径偏差,不再控制圆锥角偏差, T_{DS} 和 AT 各自分别规定,分别满足要求,故按独立原则解释。若有需要,可附加给出有关形位公差要求作进一步控制。

给定最大圆锥直径公差 T_D 和圆锥角公差 AT 的标注示例如图 10-16a) 所示,给定截面圆锥直径公差 T_{DS} 和圆锥角公差 AT_D 的标注示例如图 10-16b) 所示。



说明:该圆锥的最大圆锥直径应由 $\phi D + T_D/2$ 和 $\phi D - T_D/2$ 确定;锥角应在 $24^\circ 30'$ 与 $25^\circ 30'$ 之间变化;圆锥的素线直线度公差要求为 t 。这些要求应各自独立地考虑。

a)



说明:该圆锥的给定截面圆锥直径应由 $\phi d_x + T_{DS}/2$ 和 $\phi d_x - T_{DS}/2$ 确定;锥角应在 $25^\circ - AT/8/2$ 与 $25^\circ + AT/8/2$ 之间变化。这些要求应各自独立地考虑。

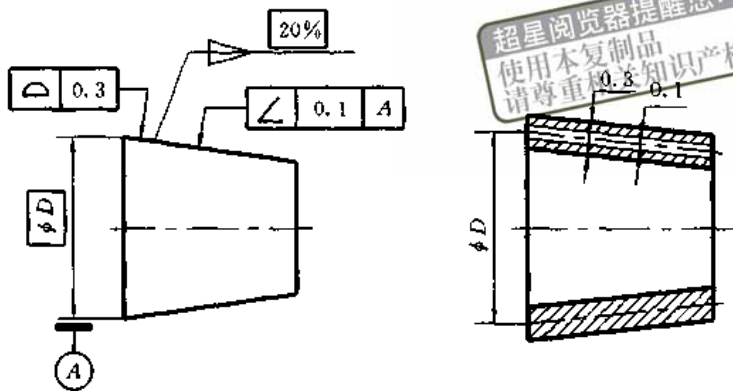
b)

图 10-16 圆锥公差注法的公差锥度法

4.2.5 限定条件

必要时,可给出限定条件以保证圆锥实际要素不超过给定的公差带。这些限定条件可在图样上直接给出或在技术要求中说明:

- a. 附加形位公差要求,如图 10-16a) 和图 10-17 所示。
- b. 在技术要求中说明,如:
量规涂色检验,接触率大于 80%。



注：倾斜度公差带(包括素线的直线度)可以在轮廓度公差带内浮动。

图 10-17 给出限定条件的圆锥公差注法

第 11 章

圆锥配合

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

国家标准《圆锥配合》(GB/T 12360—1990)规定了圆锥配合的形成、术语及定义和一般规定。它适用于锥度 C 从 1:3 至 1:500, 长度 L 从 6~630mm, 直径至 500mm 光滑圆锥的配合。其公差给定方法是: 给出圆锥的理论正确圆锥角 α (或锥度 C) 和圆锥直径公差 T_p , 由 T_p 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。

1 圆锥配合及其类型

圆锥配合的配合特征是通过相互结合的内、外圆锥规定的轴向位置来形成间隙或过盈。

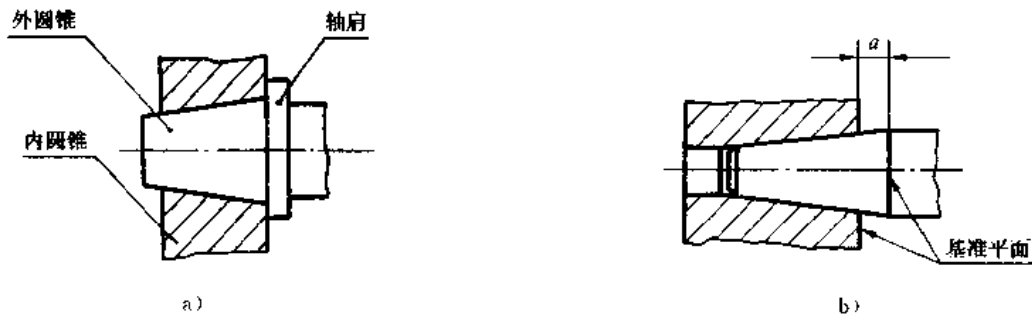


图 11-1 结构型圆锥配合

1.2 位移型圆锥配合

由内、外圆锥实际初始位置 (P_i) 开始, 作一定的相对轴向位移 (E_s) 而获得的配合。

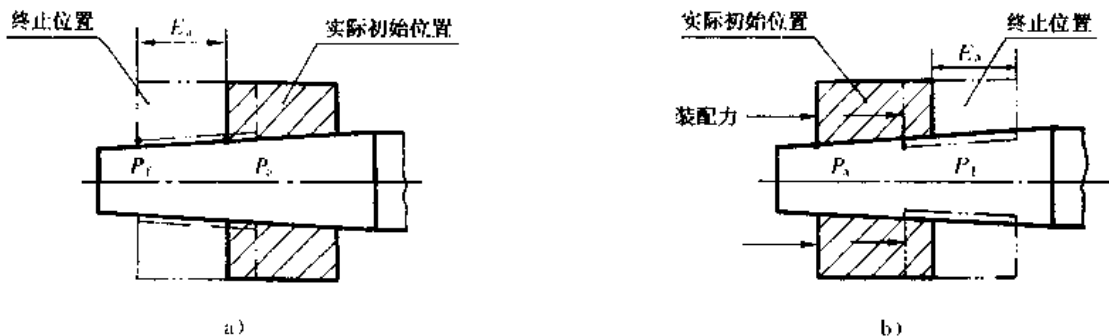


图 11-2 位移型圆锥配合

间隙或过盈是在垂直于圆锥表面方向起作用, 但按垂直于圆锥轴线方向给定并测量; 对锥度小于或等于 1:3 的圆锥, 垂直于圆锥表面与垂直于圆锥轴线给定的数值之间的差异可忽略不计。

1.1 结构型圆锥配合

由内、外圆锥的结构, 基准平面之间的尺寸确定装配的最终位置而获得的配合。前者如图 11-1a) 所示; 后者如图 11-1b) 所示。

结构型圆锥配合可以得到间隙配合、过渡配合和过盈配合。

位移型圆锥配合可以得到间隙配合和过盈配合。

图 11-2a) 为间隙配合的示例。图 11-2b) 为过盈配合的示例。

2 术语及定义(表 11-1)

表 11-1 圆锥配合的术语及定义

序号	术 语	定 义	说 明
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相互关系。 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(E_s)决定	
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。 对于间隙配合,其值等于最大间隙量(S_{max})与最小间隙量(S_{min})之差, $T_{Dp} = S_{max} - S_{min}$ 对于过盈配合,其值等于最大过盈量(δ_{max})与最小过盈量(δ_{min})之差, $T_{Dp} = \delta_{max} - \delta_{min}$ 对于过渡配合,其值等于最大间隙量(S_{max})与最大过盈量(δ_{max})之和, $T_{Dp} = S_{max} + \delta_{max}$ 也等于内圆锥直径公差(T_{Dh})与外圆锥直径公差(T_{Dk})之和, $T_{Dp} = T_{Dh} + T_{Dk}$	对于位移型圆锥配合,其值也等于轴向位移公差(T_E)与锥度(C)之积
3	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	
4	极限初始位置 P_1, P_2	初始位置允许的界限	参见图 11-3
	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	
5	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 $T_p = \frac{1}{C} (T_{Dh} + T_{Dk})$ 式中: C ——锥度; T_{Dh} ——内圆锥直径公差; T_{Dk} ——外圆锥直径公差	参见图 11-3
6	实际初始位置 P_s	相互结合的内、外实际圆锥的初始位置。它应位于极限初始位置 P_1 和 P_2 之间	参见图 11-2
7	终止位置 P_t	相互结合的内、外圆锥,为使其终止状态得到要求的间隙或过盈,所规定的相互轴向位置	参见图 11-2
8	装配力 F_s	相互结合的内、外圆锥,为在终止位置(P_t)得到要求的过盈所施加的轴向力	参见图 11-2b
9	轴向位移 E_s	相互结合的内、外圆锥,从实际初始位置(P_s)到终止位置(P_t)移动的距离	参见图 11-2
	最小轴向位移 E_{smin}	在相互结合的内、外圆锥的终止位置上,得到最小间隙或最小过盈的轴向位移	参见图 11-4 (图示为得到最大最小过盈的示例)
	最大轴向位移 E_{smax}	在相互结合的内、外圆锥的终止位置上,得到最大间隙或最大过盈的轴向位移	
	轴向位移公差 T_E	轴向位移允许的变动量,它等于最大轴向位移(E_{smax})与最小轴向位移(E_{smin})之差。 $T_E = E_{smax} - E_{smin}$	

注:序号 3~9 各术语适用于位移型圆锥配合。

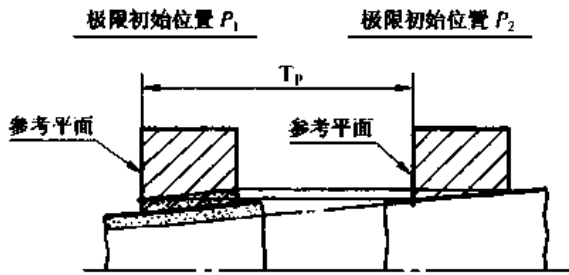
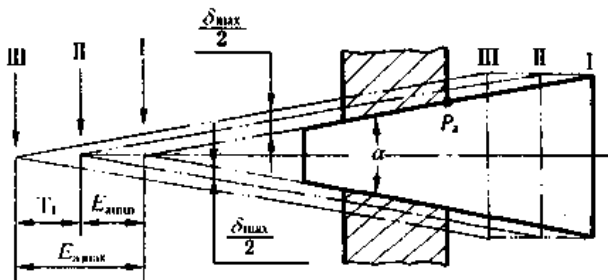


图 11-3 极限初始位置和初始位置公差



I—实际初始位置 II—最小过盈位置 III—最大过盈位置
图 11-4 轴向位移

3 圆锥配合的一般规定

3.1 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 GB/T 1801 选取。

如 GB/T 1801 给出的常用配合仍不能满足需要，可按 GB/T 1800.1~1800.4 规定的基本偏差和标准公差组成所需配合。

3.2 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 GB/T 1801 规定的极限间隙或极限过盈来计算。

3.3 位移型圆锥配合的轴向位移极限值 (E_{amin} 、 E_{amax}) 和轴向位移公差 (T_E) 按下列公式计算：

a. 对于间隙配合：

$$E_{amin} = \frac{1}{C} \times S_{min}$$

$$E_{amax} = \frac{1}{C} \times S_{max}$$

$$T_E = E_{amax} - E_{amin} = \frac{1}{C} (S_{max} - S_{min})$$

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。

b. 对于过盈配合：

$$E_{amin} = \frac{1}{C} \times \delta_{min}$$

$$E_{amax} = \frac{1}{C} \times \delta_{max}$$

$$T_E = E_{amax} - E_{amin} = \frac{1}{C} (\delta_{max} - \delta_{min})$$

式中：C——锥度；

δ_{max} ——配合的最大过盈量；

δ_{min} ——配合的最小过盈量。

4 圆锥角偏差对圆锥配合的影响

内、外圆锥的圆锥角偏差给定的方向及其组合，影响配合圆锥初始接触的部位，其影响情况列于表 11-2。由表可见：

a. 当要求初始接触部位为最大圆锥直径时，应规定圆锥角为单向极限偏差，外圆锥为正 ($+AT_e$)，内圆锥为负 ($-AT_i$)。

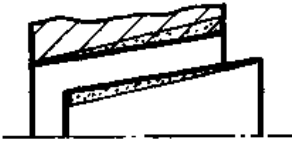
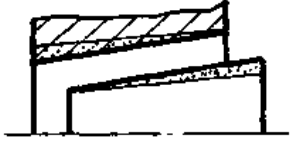
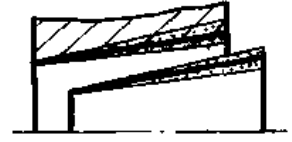
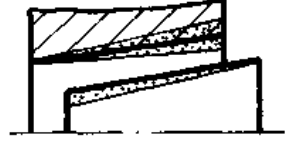
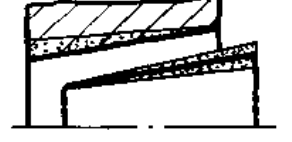

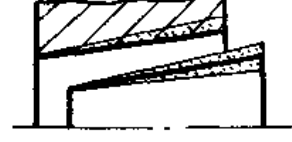
b. 当要求初始接触部位为最小圆锥直径时，应规定圆锥角为单向极限偏差，外圆锥为负 ($-AT_e$)，内圆锥为正 ($+AT_i$)。

c. 当对初始接触部位无特殊要求，而要求保证配合圆锥角之间的差别为最小时，内、外圆锥角的极限偏差的方向应相同，可以是对称的 ($\pm \frac{AT_e}{2}$ 、 $\pm \frac{AT_i}{2}$)，也可以是单向的 ($+AT_e$ 、 $+AT_i$ 或 $-AT_e$ 、 $-AT_i$)。

表 11-2 圆锥配合的初始接触部位

基本圆锥角	圆锥角偏差		简图	初始接触部位
	内圆锥	外圆锥		
α	$+AT_i$	$-AT_e$		最小圆锥直径
	$-AT_i$	$+AT_e$		最大圆锥直径

续表 11-2

基本圆锥角	圆锥角偏差		简图	初始接触部位
	内圆锥	外圆锥		
α	+AT _i	+AT _e		视实际圆锥角而定。可能在最大圆锥直径(α _e >α _i 时),也可能在最小圆锥直径(α _i >α _e 时)
	-AT _i	-AT _e		
	± $\frac{AT_i}{2}$	± $\frac{AT_e}{2}$		
	± $\frac{AT_i}{2}$	+AT _e		可能在最大圆锥直径(α _e >α _i 时),也可能在最小圆锥直径(α _i >α _e 时),最大圆锥直径接触的可能性比较大
	-AT _i	± $\frac{AT_e}{2}$		
	± $\frac{AT_i}{2}$	-AT _e		可能在最大圆锥直径(α _e >α _i 时),也可能在最小圆锥直径(α _i >α _e 时),最小圆锥直径接触的可能性比较大
	+AT _i	± $\frac{AT_e}{2}$		

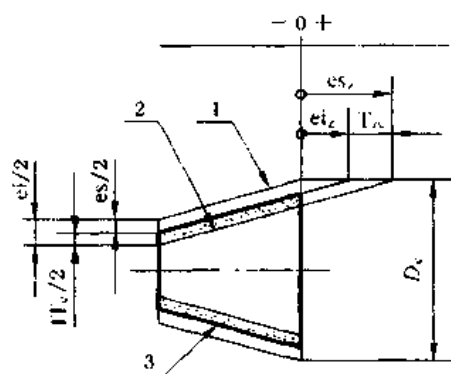
超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

5 圆锥轴向极限偏差的计算

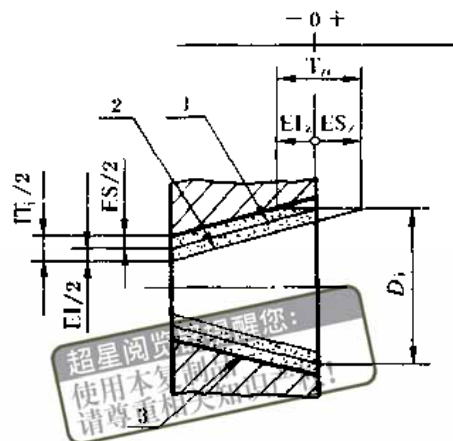
圆锥配合的内圆锥或外圆锥直径极限偏差转换为轴向极限偏差可用以确定圆锥配合的极限初始位置和圆锥配合后基准平面之间的极限轴向距离;当用圆锥量规检验圆锥直径时,可用以确定与圆锥直径极限偏差相应的圆锥量规的轴向距离。

5.1 圆锥轴向极限偏差的概念

圆锥轴向极限偏差是圆锥的某一极限圆锥与其基本圆锥轴向位置的偏离(图 11-5、图 11-6)。规定最小极限圆锥与基本圆锥的偏离为轴向上偏差(es_z、ES_z);最大极限圆锥与基本圆锥的偏离为轴向下偏差(ei_z、EI_z)。轴向上偏差与轴向下偏差之差为轴向公差(T_z)。



1—基本圆锥;2—最小极限圆锥;3—最大极限圆锥
图 11-5 外圆锥的轴向极限偏差



1—基本圆锥;2—最小极限圆锥;3—最大极限圆锥
图 11-6 内圆锥的轴向极限偏差

5.2 圆锥轴向极限偏差的计算公式(表 11-3)

表 11-3 圆锥轴向极限偏差的计算公式

计算项目	外圆锥	内圆锥
轴向上偏差	$es_a = -\frac{1}{C} \times ei$	$ES_i = -\frac{1}{C} \times EI$
轴向下偏差	$ei_a = -\frac{1}{C} \times es$	$EI_i = -\frac{1}{C} \times ES$
轴向基本偏差	$es_a = -\frac{1}{C} \times \text{直径基本偏差}$	$EI_i = -\frac{1}{C} \times \text{直径基本偏差}$
轴向公差	$T_{a_a} = \frac{1}{C} \times IT_a$	$T_{a_i} = \frac{1}{C} \times IT_i$

6 基准平面间极限初始位置和极限终止位置的计算

6.1 基准平面间极限初始位置的计算

表 11-4 内、外圆锥基准平面间极限初始位置的计算公式

已知参数	基准平面的位置	计算公式	
		Z_{pmin}	Z_{pmax}
圆锥直径极限偏差	在锥体大直径端(图 11-7)	$Z_p + \frac{1}{C}(ei - ES)$	$Z_p + \frac{1}{C}(es - EI)$
	在锥体小直径端(图 11-8)	$Z_p + \frac{1}{C}(EI - es)$	$Z_p + \frac{1}{C}(ES - ei)$
圆锥轴向极限偏差	在锥体大直径端(图 11-7)	$Z_p + EI_2 - es_a$	$Z_p + ES_2 - ei_a$
	在锥体小直径端(图 11-8)	$Z_p + ei_a - ES_2$	$Z_p + es_a - EI_2$

注:表中 $Z_p = Z_2 - Z_1$;在外圆锥距基准平面为 Z_2 处的 d_{e2} 和内圆锥距基准平面为 Z_1 处的 d_{i1} 是相等的。

6.1.1 由内、外圆锥基准平面之间的距离确定的极限初始位置 Z_{pmin} 和 Z_{pmax} 的计算公式列于表 11-4。

注:对于结构型圆锥配合,极限初始位置仅对过盈配合有意义,且在必要时才需计算。

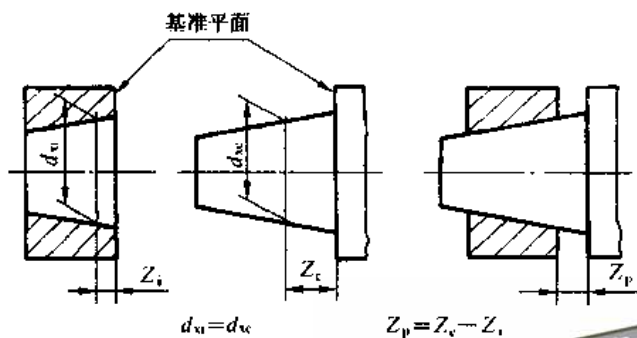


图 11-7 基准平面在大直径端

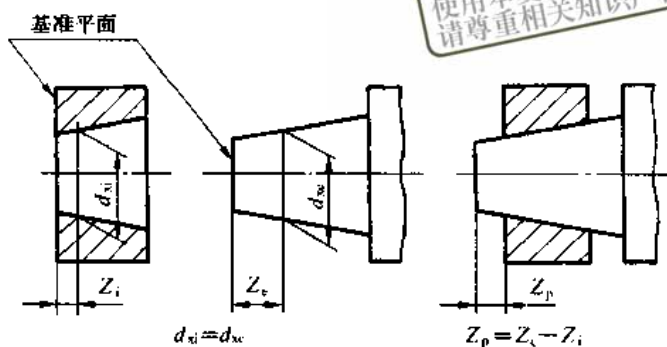


图 11-8 基准平面在小直径端

6.1.2 对位移型圆锥配合,可按轴向公差进行简化计算,其计算公式列于表 11-5。

表 11-5 内、外圆锥基准平面间极限初始位置的简化计算公式

配合圆锥直径公差带位置的组合	基准平面的位置	计算公式	
		Z_{pmin}	Z_{pmax}
$\frac{H}{h}$	在锥体大直径端(图 11-7)	$Z_p - (T_{rc} + T_{ri})$	Z_p
	在锥体小直径端(图 11-8)	Z_p	$Z_p + (T_{rc} + T_{ri})$
$\frac{JS}{js}$	在锥体大直径端(图 11-7)	$Z_p - \frac{1}{2}(T_{rc} + T_{ri})$	$Z_p + \frac{1}{2}(T_{rc} + T_{ri})$
	在锥体小直径端(图 11-8)	$Z_p - \frac{1}{2}(T_{rc} + T_{ri})$	$Z_p + \frac{1}{2}(T_{rc} + T_{ri})$

6.2 基准平面间极限终止位置的计算 位置 Z_{pmin} 、 Z_{pmax} 的计算公式列于表 11-6。

6.2.1 对于位移型圆锥配合,基准平面之间极限终止

表 11-6 内、外圆锥基准平面间极限终止位置的计算公式

已知参数	基准平面的位置	计算公式	
		Z_{pmin}	Z_{pmax}
间隙配合轴向位移 E_s	在锥体大直径端(图 11-7)	$Z_{pmin} + E_{smin}$	$Z_{pmax} + E_{smax}$
	在锥体小直径端(图 11-8)	$Z_{pmin} - E_{smax}$	$Z_{pmax} - E_{smin}$
过盈配合轴向位移 E_s	在锥体大直径端(图 11-7)	$Z_{pmin} - E_{smax}$	$Z_{pmax} - E_{smin}$
	在锥体小直径端(图 11-8)	$Z_{pmin} + E_{smin}$	$Z_{pmax} + E_{smax}$

注:表中 Z_{pmin} 、 Z_{pmax} 的值用表 11-4 的公式确定。

6.2.2 对于结构型圆锥配合,基准平面之间的极限终止位置由设计给定,不需要进行计算(见图 11-1)。

第 12 章

圆锥过盈配合的计算和选用

国家标准《圆锥过盈配合的计算和选用》(GB/T 15755—1995)规定了圆锥过盈联结的型式、计算和圆锥过盈配合的选用。它适用于光滑圆锥面在弹性范围内利用油压装拆的过盈联结计算和过盈配合的

选用。

1 符号(表 12-1)

表 12-1 圆锥过盈配合计算的常用符号

符号	含 义	单 位	符号	含 义	单 位	符号	含 义	单 位
δ	过盈量	mm	S_i	被包容件压平深度	mm	d	中间套圆柱面直径	mm
δ_e	有效过盈量	mm	e_s	包容件直径变化量	mm	d_{i1}	中间套最小圆锥直径	mm
d_{i1}	结合面最小圆锥直径	mm	e_i	被包容件直径变化量	mm	d_{i2}	中间套最大圆锥直径	mm
d_{i2}	结合面最大圆锥直径	mm	p_l	结合压力	MPa	X	中间套与相关件配合间隙	mm
d_m	结合面平均圆锥直径	mm	p_x	装拆油压	MPa	K	安全系数	—
d_s	包容件外径	mm	M	扭矩	N·mm	μ	摩擦系数	—
d_i	被包容件内径	mm	F_x	轴向力	N	ν	泊松比	—
l_i	结合长度	mm	F_t	传递力	N	σ_s	屈服极限	MPa
C	结合面锥度	—	P_x	压入力	N	σ_b	强度极限	MPa
q_s	包容件直径比	—	P_{xs}	压出力	N	E	弹性模量	MPa
q_i	被包容件直径比	—	Δp_l	中间套变形所需压力	MPa	R_a	轮廓算术平均偏差	mm
S_s	包容件压平深度	mm	E_s	轴向位移量	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。

2 圆锥过盈联结的特点、型式及用途

2.1 圆锥过盈联结的特点

a. 包容件和被包容件无需加热或冷却就能进行装配;

b. 可实现较小直径的装配;

c. 当轴向定位要求不高时,可得到配合零件的互换性;

d. 可通过控制轴向位移来精确地调整其过盈量;

e. 可实现多次装拆,并不损伤其结合面。

2.2 圆锥过盈联结的型式及用途

圆锥过盈联结有以下两种型式:

a. 不带中间套的圆锥过盈联结(见图 12-1)

用于中、小尺寸,或不需多次装拆的联结。

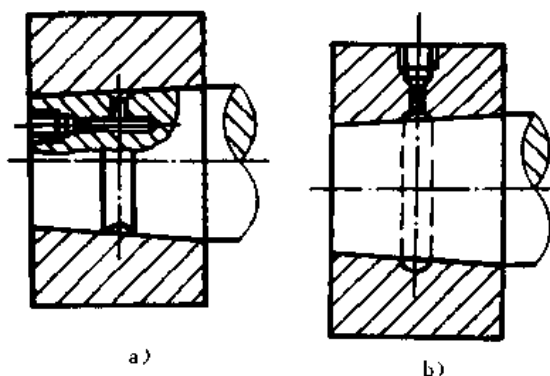


图 12-1 不带中间套的圆锥过盈联结

b. 带中间套的圆锥过盈联结(见图 12-2)

用于大型、重载和需多次装拆的联结。图 12-2a)为带外锥面中间套的圆锥过盈联结;图 12-2b)为带内锥

面中间套的圆锥过盈联结。

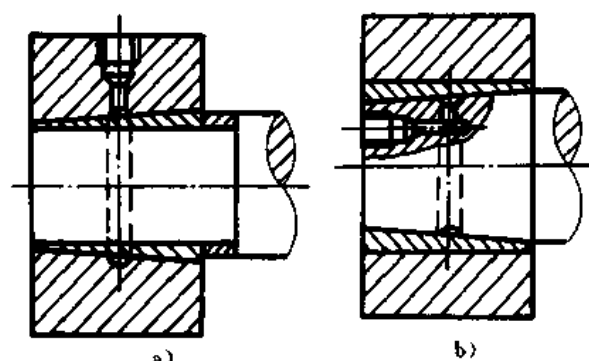


图 12-2 带中间套的圆锥过盈联结

3 计算方法与公式

3.1 计算基础与假定条件

本计算以两个简单厚壁圆筒在弹性范围内的联结为计算基础。

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。

3.2 计算要点

圆锥面过盈联结的计算与 GB/T 5371 规定的圆

柱面过盈联结计算相同（参见第七章），但应注意下列各点：

a. 结合直径 d_t 应以结合面平均圆锥直径 d_m 代替，即：

$$d_m = d_{t2} - \frac{C \cdot l_1}{2}$$

$$\text{或 } d_m = d_{t1} + \frac{C \cdot l_1}{2}$$

$$\text{或 } d_m = \frac{1}{2}(d_{t1} + d_{t2})$$

b. 材料是否产生塑性变形，应以装拆油压进行计算。装拆油压一般比实际结合压力大 10%。

c. 用油压装拆时，结合面间存在油膜，因此装拆时的摩擦系数与联结工作时的摩擦系数不同。在联结工作时的摩擦系数，推荐取 $\mu = 0.12$ ；用油压装拆时的摩擦系数，推荐取 $\mu = 0.02$ 。

d. 圆锥过盈联结的锥度 C ，推荐选用 1:20、1:30、1:50。其结合长度推荐为 $l_1 \leq 1.5d_m$ 。

3.3 计算公式

圆锥过盈联结传递负荷所需的最小过盈量，可按表 12-2 的公式进行计算。圆锥过盈联结件不产生塑性变形所容许的最大有效过盈量，可按表 12-3 的公式进行计算。

表 12-2 最小过盈量计算公式

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	传递扭矩	$p_{tmin} = \frac{2M \cdot K}{\pi \cdot d_m^2 \cdot l_1 \cdot \mu}$	根据联结的重要程度，推荐 $K = 1.2 \sim 3$ 。 联结工作时摩擦系数 μ 值查第七章表 7-6，推荐： $\mu = 0.12$
		承受轴向力	$p_{tmin} = \frac{F_x \cdot K}{\pi \cdot d_m \cdot l_1 \cdot \mu}$	
		传递力	$p_{tmin} = \frac{F_t \cdot K}{\pi \cdot d_m \cdot l_1 \cdot \mu}$	
2	包容件直径比	$q_s = \frac{d_m}{d_s}$		
3	被包容件直径比	$q_i = \frac{d_i}{d_m}$	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	$e_{smin} = p_{tmin} \cdot \frac{d_m}{E_s} \cdot C_s$	$C_s = \frac{1+q_s^2}{1-q_s^2} + \nu_s$ C_s 值可查第七章表 7-3	
5	被包容件传递负荷所需的最小直径变化量	$e_{imin} = p_{tmin} \cdot \frac{d_m}{E_i} \cdot C_i$	$C_i = \frac{1+q_i^2}{1-q_i^2} - \nu_i$ C_i 值可查第七章表 7-3	

续表 12-2

序号	计算内容	计算公式	说明
6	传递负荷所需的最小有效过盈量	$\delta_{\min} = e_{\max} + e_{\min}$	
7	考虑压平量的最小过盈量	$\delta_{\min} = \delta_{\min} - 2 \cdot (S_a + S_b)$	不带中间套: $S_a = 1.6R_{3a}$ $S_b = 1.6R_{3b}$ 带中间套: $S_a = 1.6(R_{3a} + R_{3a'})$ $S_b = 1.6(R_{3b} + R_{3b'})$

表 12-3 最大有效过盈量计算公式

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: $p_{1\max} = a \cdot \sigma_s$ 脆性材料: $p_{1\max} = b \cdot \frac{\sigma_{bs}}{2 \sim 3}$	$a = \frac{1 - q_1^2}{\sqrt{3 + q_1^2}}$ $b = \frac{1 - q_1^2}{1 + q_1^2}$ a, b 值可查第七章图 7-4
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: $p_{2\max} = c \cdot \sigma_s$ 脆性材料: $p_{2\max} = c \cdot \frac{\sigma_{bs}}{2 \sim 3}$	$c = \frac{1 - q_2^2}{2}$ c 值可查第七章图 7-4 对实心轴 $q_2 = 0$ 此时 $c = 0.5$
3	联结件不产生塑性变形的最大结合压力	p_{\max} 取 $p_{1\max}$ 和 $p_{2\max}$ 中的较小者	
4	包容件不产生塑性变形所容许的最大直径变化量	$e_{a\max} = \frac{p_{\max} \cdot d_{in}}{E_a} \cdot C_a$	$C_a = \frac{1 + q_1^2}{1 - q_1^2} + \nu_a$ C_a 值可查第七章表 7-3
5	被包容件不产生塑性变形所容许的最大直径变化量	$e_{b\max} = \frac{p_{\max} \cdot d_{in}}{E_b} \cdot C_b$	$C_b = \frac{1 + q_2^2}{1 - q_2^2} + \nu_b$ C_b 可查第七章表 7-3
6	联结件不产生塑性变形所容许的最大有效过盈量	$\delta_{\max} = e_{a\max} + e_{b\max}$	

4 配合的选用和验算

4.1 过盈配合联结件的圆锥公差按 GB/T 11334 给定, 即: 给出圆锥的理论正确圆锥角 α (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。

当圆锥角公差、圆锥的形状公差有更高的要求时, 可再给出圆锥角公差 ΔT 、圆锥的形状公差 T_F 。此时, ΔT 和 T_F 仅占 T_D 的一部分。

4.2 选出的配合, 其最大过盈量 $[\delta_{\max}]$ 和最小过盈量 $[\delta_{\min}]$ 应满足下列要求:

a. 保证过盈联结传递给定的负荷

$$[\delta_{\min}] > \delta_{\min}$$

b. 保证联结件不产生塑性变形

$$[\delta_{max}] \leq \delta_{i,max}$$

4.3 配合的选择步骤

4.3.1 对结构型圆锥过盈配合

a. 确定配合基准制、推荐优先选用基孔制。

b. 初选基本过盈量 δ_b

一般情况,可取 $\delta_b \approx \frac{\delta_{min} + \delta_{c,max}}{2}$;

当要求有较多的联结强度储备时,可取

$$\delta_{c,max} > \delta_b > \frac{\delta_{min} + \delta_{c,max}}{2}$$

当要求有较多的联结件材料强度储备时,可取

$$\delta_{min} < \delta_b < \frac{\delta_{min} + \delta_{c,max}}{2}$$

c. 按初选的基本过盈量 δ_b 和以基本圆锥直径(一般取最大圆锥直径)为基本尺寸,由第七章图 7.5 查出配合的基本偏差代号。

d. 按查出的基本偏差代号、基本圆锥直径和 $\delta_{c,max}$ 、 δ_{min} ,由 GB/T 1801 确定选用的配合和内、外圆锥直径公差带。

4.3.2 对位移型圆锥过盈配合

a. 确定内、外圆锥直径公差带,其基本偏差,推荐

选用 H、h、JS、js,公差等级按 GB/T 1800.1~1800.4 选取。

b. 对有基面距要求的圆锥过盈配合,应根据基面距的尺寸公差要求,按第十一章第 6 节计算选取内、外圆锥直径公差带。

c. 按 4.2 条的规定,由 GB/T 1801 给出的极限过盈量(或自行确定)选取配合的最大过盈量 $[\delta_{max}]$ 和最小过盈量 $[\delta_{min}]$ 。

d. 按 $[\delta_{min}]$ 和 $[\delta_{max}]$ 计算轴向位移极限值 E_{amin} 、 E_{amax} 和轴向位移公差 T_E 。

$$E_{amin} = \frac{1}{C} \cdot [\delta_{min}]$$

$$E_{amax} = \frac{1}{C} \cdot [\delta_{max}]$$

$$T_E = E_{amax} - E_{amin}$$

4.4 采用油压装拆圆锥过盈联结时,装配和拆卸的参数可按表 12-4 的公式进行计算。

4.5 圆锥过盈联结的验算可按表 12-5 的公式进行计算。

4.6 包容件的外径扩大量和被包容件的内径缩小量,可按表 12-6 的公式进行计算。

表 12-4 油压装拆参数的计算公式

序号	计算内容	计算公式	说明
1	确定中间套尺寸	外锥面中间套: $d_{i1} = 1.03d + 3$ $d_{i2} = d_{i1} + C_{i1}$ 内锥面中间套: $d_{i2} = 0.97d - 3$ $d_{i1} = d_{i2} - C_{i1}$	带中间套的圆锥过盈联结须进行此项计算
2	中间套与相关件圆柱面配合	外锥面中间套: 推荐: $d \leq 100\text{mm}$ 时按 $\frac{G6}{h5}$; $d > 100 \sim 200\text{mm}$ 时按 $\frac{G7}{h6}$; $d > 200\text{mm}$ 时按 $\frac{G7}{h7}$ 。 内锥面中间套: 推荐: $d \leq 100\text{mm}$ 时按 $\frac{H6}{h5}$; $d > 100\text{mm}$ 时按 $\frac{H7}{p6}$	
3	中间套与相关件圆柱面配合极限间隙	按 GB/T 1800 的规定计算: X_{min} X_{max}	计算中间套变形所需压力时按最大间隙

续表 12-4

序号	计算内容	计算公式	说明
4	轴向位移的极限值	不带中间套: $E_{smin} = \frac{1}{C} \cdot (\delta_{min})$ $E_{smax} = \frac{1}{C} \cdot (\delta_{max})$ 带中间套: $E_{smin} = \frac{1}{C} \cdot \{(\delta_{min}) + X_{max}\}$ $E_{smax} = \frac{1}{C} \cdot \{(\delta_{max}) + X_{max}\}$	
5	装配时中间套变形所需压力	$\Delta p_l = \frac{E \cdot X_{max}}{2d} \cdot \left[1 - \left(\frac{d}{d_m}\right)^2\right]$	
6	配合的最大结合压力	不带中间套: $(\rho_{lmax}) = \frac{(\delta_{max})}{d_m \left(\frac{C_s}{E_s} + \frac{C_i}{E_i}\right)}$ 带中间套: $(\rho_{lmax}) = \frac{(\delta_{max})}{d_m \left(\frac{C_s}{E_s} + \frac{C_i}{E_i}\right)} + \Delta p_l$	
7	装拆油压	$p_x = 1.1 \cdot (\rho_{lmax})$	应使 $p_x < \rho_{lmax}$, 否则应重新选择材料
8	压入力	$P_{xi} = p_x \cdot \pi \cdot d_m \cdot l_l \cdot \left(\mu + \frac{C}{2}\right)$	油压装配时的摩擦系数, 推荐 $\mu = 0.02$
9	压出力	$P_{xe} = p_x \cdot \pi \cdot d_m \cdot l_l \cdot \left(\mu - \frac{C}{2}\right)$	油压拆卸时的摩擦系数, 推荐 $\mu = 0.02$ 当 $(\mu - C/2)$ 出现负数时, 其压出力为负值。应注意采用安全措施, 防止弹出

表 12-5 验算公式

序号	计算内容	计算公式	说明
1	最小结合压力	$(\rho_{lmin}) = \frac{(\delta_{min}) - 2(S_s + S_i)}{d_m \left(\frac{C_s}{E_s} + \frac{C_i}{E_i}\right)}$	S_s 和 S_i 按表 12-1 序号 7 的规定
2	最小传递负荷	传递扭矩 $M_{min} = \frac{(\rho_{lmin}) \cdot \pi \cdot d_m^2 \cdot l_l \cdot \mu}{2}$	联结工作时的摩擦系数, μ 值查第七章表 7-6, 推荐: $\mu = 0.12$
		传递力 $F_{lmin} = (\rho_{lmin}) \cdot \pi \cdot d_m \cdot l_l \cdot \mu$	
3	包容件最大应力	塑性材料: $\sigma_{amax} = \frac{p_x}{d}$ 脆性材料: $\sigma_{amax} = \frac{p_x}{b}$	
4	被包容件最大应力	$\sigma_{imax} = \frac{p_x}{c}$	

超星阅读器提醒您:
使用本复制品
请尊重相关知识产权!

表 12-6 包容件的外径扩大量和被包容件的内径缩小量的计算公式

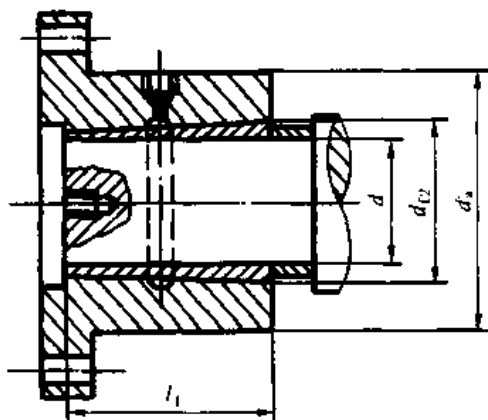
序号	计算内容	计算公式	说明
1	包容件的外径扩大量	$\Delta d_s = \frac{2\rho_1 \cdot d_s \cdot q_s^2}{E_s \cdot (1-q_s^2)}$	ρ_1 取 (ρ_{1max}) 或 (ρ_{1min})
2	被包容件的内径缩小量	$\Delta d_i = \frac{2\rho_2 \cdot d_i}{E_i \cdot (1-q_i^2)}$	ρ_2 取 (ρ_{2max}) 或 (ρ_{2min})

5 实例

5.1 已知条件(表 12-7,图 12-3)

表 12-7 已知条件

序号	名称	符号	数值	单位	序号	名称	符号	数值	单位
1	包容件外径	d_s	460	mm	8	包容件和被包容件弹性模量	$E_s = E_i$	210 000	MPa
2	被包容件内径	d_i	0	mm	9	中间套弹性模量	E	210 000	MPa
3	结合面最大圆锥直径	d_{t2}	320	mm	10	包容件和被包容件泊松比	$\nu_s = \nu_i$	0.3	—
4	结合面长度	l_1	400	mm	11	传递扭矩	M	370	kN·m
5	结合面锥度	C	1:50	—	12	承受轴向力	F_x	470	kN
6	中间套圆柱面直径	d	300	mm	13	圆锥结合面轮廓算术平均偏差	$R_{as} = R_{ai}$	0.001 6	mm
7	包容件和被包容件屈服极限	$\sigma_{ss} = \sigma_{si}$	540	MPa	14	圆柱结合面轮廓算术平均偏差	$R_{ass} = R_{ait}$	0.001 6	mm



材料：
 包容件与被包容件
 35CrMo
 调质硬度 269~302HB
 中间套：
 45
 调质硬度 241~286HB

图 12-3 实例

5.2 计算步骤和结果(表 12-8)

表 12-8 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	传递负荷所需的最小结合压力	$P_{tmin} = \frac{F_t \cdot K}{\pi \cdot d_m \cdot l_1 \cdot \mu}$ $= \frac{2\,388\,472 \times 1.5}{\pi \times 316 \times 400 \times 0.12}$ $= 75.2 \text{ MPa}$	根据联结特性,取 $K=1.5$ $F_t = \sqrt{F_x^2 + \left(\frac{2M}{d_m}\right)^2}$ $= \sqrt{470\,000^2 + \left(\frac{2 \times 370\,000\,000}{316}\right)^2}$ $= 2\,388\,472 \text{ N}$ $d_m = d_{t2} - \frac{C \cdot l_1}{2}$ $= 320 - \frac{\frac{1}{50} \times 400}{2}$ $= 316$

续表 12-8

序号	计算内容	计算公式和计算结果	说明
2	包容件直径比	$q_s = \frac{d_m}{d_a} = \frac{316}{460} = 0.687 0$	
3	被包容件直径比	$q_i = \frac{d_i}{d_m} = \frac{0}{316} = 0$	
4	包容件传递负荷所需的最小直径变化量	$e_{imin} = \rho_{imin} \cdot \frac{d_m}{E_s} \cdot C_s$ $= 75.2 \times \frac{316}{210\ 000} \times 3.087 7$ $= 0.349 4\text{mm}$	$C_s = \frac{1+q_s^2}{1-q_s^2} + \nu_s$ $= \frac{1+0.687\ 0^2}{1-0.687\ 0^2} + 0.3$ $= 3.087 7$
5	被包容件传递负荷所需的最小直径变化量	$e_{imin} = \rho_{imin} \cdot \frac{d_m}{E_i} \cdot C_i$ $= 75.2 \times \frac{316}{210\ 000} \times 0.7$ $= 0.079 2\text{mm}$	$C_i = \frac{1+q_i^2}{1-q_i^2} + \nu_i$ $= 1 - 0.3$ $= 0.7$
6	传递负荷所需的最小有效过盈量	$\delta_{emin} = e_{amin} + e_{imin}$ $= 0.349 4 + 0.079 2$ $= 0.428 6\text{mm}$	
7	考虑压平量的最小过盈量	$\delta_{min} = \delta_{emin} + 2(S_A + S_I)$ $= 0.428 6 + 2[1.6 \times (0.001 6 + 0.001 6) + 1.6 \times (0.001 6 + 0.001 6)]$ $= 0.449 1\text{mm}$	$S_A = 1.6 \cdot (R_{As} + R_{Am})$ $S_I = 1.6 \cdot (R_{Ai} + R_{Ii})$
8	包容件不产生塑性变形所容许的最大结合压力	$\rho_{imax} = a \cdot \sigma_{ss}$ $= 0.294 1 \times 540$ $= 158.8\text{MPa}$	$a = \frac{1-q_s^2}{\sqrt{3+q_s^4}} = \frac{1-0.687\ 0^2}{\sqrt{3+0.687\ 0^4}}$ $= 0.294 1$
9	被包容件不产生塑性变形所容许的最大结合压力	$\rho_{imax} = c \cdot \sigma_{ss}$ $= 0.5 \times 540$ $= 270\text{MPa}$	$c = \frac{1-q_i^2}{2} = \frac{1-0}{2}$ $= 0.5$
10	联接件不产生塑性变形的最大结合压力	$\rho_{imax} = 158.8\text{MPa}$	取 ρ_{imax} 和 ρ_{imax} 中的较小者
11	包容件不产生塑性变形所容许的最大直径变化量	$e_{amax} = \frac{\rho_{imax} \cdot d_m}{E_s} \cdot C_s$ $= \frac{158.8 \times 316}{210\ 000} \times 3.087 7$ $= 0.737 8\text{mm}$	见序号 4 $C_s = 3.087 7$
12	被包容件不产生塑性变形所容许的最大直径变化量	$e_{imax} = \frac{\rho_{imax} \cdot d_m}{E_i} \cdot C_i$ $= \frac{158.8 \times 316}{210\ 000} \times 0.7$ $= 0.167 3\text{mm}$	见序号 5 $C_i = 0.7$
13	联接件不产生塑性变形所容许的最大有效过盈量	$\delta_{emax} = e_{amax} + e_{imax}$ $= 0.737 8 + 0.167 3$ $= 0.905 1\text{mm}$	

超强提醒您：
对实心轴
使用磨削制品
请尊重相关知识产权！

5.3 选择配合的步骤和结果(表 12-9)

表 12-9 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	$[\delta_{\min}] > 0.449 \text{ mm}$ $[\delta_{\max}] < 0.905 \text{ mm}$	
2	确定内、外圆锥直径公差带	选取: 内锥 H7 外锥 h6	
3	选定过盈量	$\frac{H7}{x6}$ $[\delta_{\min}] = 0.533 \text{ mm}$ $[\delta_{\max}] = 0.626 \text{ mm}$	已考虑了安全系数, 故使 $[\delta_{\min}]$ 接近 δ_{\min}

5.4 采用油压装拆参数的计算步骤和结果(表 12-10)

表 12-10 油压装拆参数的计算步骤和结果

序号	项 目	计算公式和计算结果	说 明
1	中间套与相关件圆柱面的配合间隙	选配合 $\phi 300 \frac{G7}{h7}$ $X_{\max} = 0.121 \text{ mm}$ $X_{\min} = 0.052 \text{ mm}$	查 GB/T 1801
2	轴向位移的极限值	$E_{\text{amax}} = \frac{[\delta_{\max}] + X_{\max}}{C} = \frac{0.626 + 0.121}{\frac{1}{50}}$ $= 37.35 \text{ mm}$ $E_{\text{amin}} = \frac{[\delta_{\min}] + X_{\max}}{C} = \frac{0.533 + 0.121}{\frac{1}{50}}$ $= 32.7 \text{ mm}$	
3	装配时中间套变形所需的压力	$\Delta p_1 = \frac{E \cdot X_{\max}}{2d} \cdot \left[1 - \left(\frac{d}{d_m} \right)^2 \right]$ $= \frac{210\,000 \times 0.121}{2 \times 300} \times \left[1 - \left(\frac{300}{316} \right)^2 \right]$ $= 4.18 \text{ MPa}$	
4	实际最大结合压力	$[p_{\text{imax}}] = \frac{[\delta_{\max}]}{d_m \cdot \left(\frac{C_s}{E_s} + \frac{C_i}{E_i} \right)} + \Delta p_1$ $= \frac{0.626}{316 \times \left(\frac{3.0877}{210\,000} + \frac{0.7}{210\,000} \right)} + 4.18$ $= 114 \text{ MPa}$	
5	装拆油压	$p_x = 1.1 \cdot [p_{\text{imax}}] = 1.1 \times 114$ $= 125.4 \text{ MPa}$	
6	压入力	$P_x = p_x \cdot \pi \cdot d_m \cdot l_1 \cdot \left(\mu + \frac{C}{2} \right)$ $= 125.4 \times \pi \times 316 \times 400 \times \left(0.02 + \frac{1}{50} \right)$ $= 1\,493.88 \text{ kN}$	取 $\mu = 0.02$
7	压出力	$P_{\text{se}} = p_x \cdot \pi \cdot d_m \cdot l_1 \cdot \left(\mu - \frac{C}{2} \right)$ $= 125.4 \times \pi \times 316 \times 400 \times \left(0.02 - \frac{1}{50} \right)$ $= 497.96 \text{ kN}$	取 $\mu = 0.02$

5.5 校核计算(表 12-11)

表 12-11 校核计算

序号	项 目	计算公式和计算结果	说 明
1	实际最小结合压力	$[\rho_{\min}] = \frac{[\delta_{\min}] - 2(S_n + S_i)}{d_m \cdot \left(\frac{C_n}{E_n} + \frac{C_i}{E_i} \right)}$ $= \frac{0.533 - 2 \times (0.00512 + 0.00512)}{316 \times \left(\frac{3.0877}{210000} + \frac{0.7}{210000} \right)}$ $= 89.92 \text{ MPa}$	$S_n = 1.6 \times (0.0016 + 0.0016)$ $= 0.00512 \text{ mm}$ $S_i = 1.6 \times (0.0016 + 0.0016)$ $= 0.00512 \text{ mm}$
2	传递最小负荷	传递扭矩 $M_{\min} = \frac{[\rho_{\min}] \cdot \pi \cdot d_m^2 \cdot l_l \cdot \mu}{2}$ $= \frac{89.92 \times \pi \times 316^2 \times 400 \times 0.12}{2}$ $= 677 \text{ kN} \cdot \text{m}$	取 $\mu = 0.12$
		传递力 $F_{\min} = [\rho_{\min}] \cdot \pi \cdot d_m \cdot l_l \cdot \mu$ $= 89.92 \times \pi \times 316 \times 400 \times 0.12$ $= 4284.84 \text{ kN}$	
3	包容件最大应力	$\sigma_{\max} = \frac{\rho_x}{a} = \frac{125.4}{0.2941}$ $= 426.4 \text{ MPa} < \sigma_{s1}$	
4	被包容件最大应力	$\sigma_{\max} = \frac{\rho_x}{c} = \frac{125.4}{0.5}$ $= 250.8 \text{ MPa} < \sigma_{s2}$	

5.6 计算包容件外径扩大量

包容件外径扩大量

$$\Delta d_{\max} = \frac{2[\rho_{\max}] \cdot d_s \cdot q_s^2}{E_s \cdot (1 - q_s^2)}$$

$$= \frac{2 \times 114 \times 460 \times 0.6870^2}{210000 \times (1 - 0.6870^2)} = 0.4464 \text{ mm}$$

$$\Delta d_{\min} = \frac{2[\rho_{\min}] \cdot d_s \cdot q_s^2}{E_s \cdot (1 - q_s^2)}$$

$$= \frac{2 \times 89.92 \times 460 \times 0.6870^2}{210000 \times (1 - 0.6870^2)} = 0.3521 \text{ mm}$$

6 实现圆锥过盈联结的一般要求

6.1 结构要求

6.1.1 为降低圆锥面过盈联结两端的应力集中,在包容件或被包容件端部可采用卸载槽、过渡圆弧等结构形式。

6.1.2 联结件材料相同时,为避免粘着和拆装时表面擦伤,包容件和被包容件的结合面应具有不同的表面

硬度。

6.1.3 为便于拆装,在包容件结合面的两端加工成 15° 的倒角,或在被包容件两端加工成过渡圆槽。

6.1.4 进油孔和进油环槽,可以设在包容件上,也可以设在被包容件上,以结构设计允许和拆装方便为准。进油环槽的位置,应放在大约位于包容件的重心处,但不能离两端太近,以免影响密封性。

6.1.5 进油环槽的边缘必须倒圆,以免影响结合面压力油的挤出。

6.1.6 为使油压分布均匀,并能迅速建立油压和释放油压,应在包容件或被包容件结合面上刻排油槽:

a. 在被包容件的结合面上,沿轴向刻有 4~8 条均匀分布的细刻线(见图 12-4)。

b. 也可在包容件的结合面上,刻一条螺旋形的细刻线(见图 12-5)。

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重知识产权！

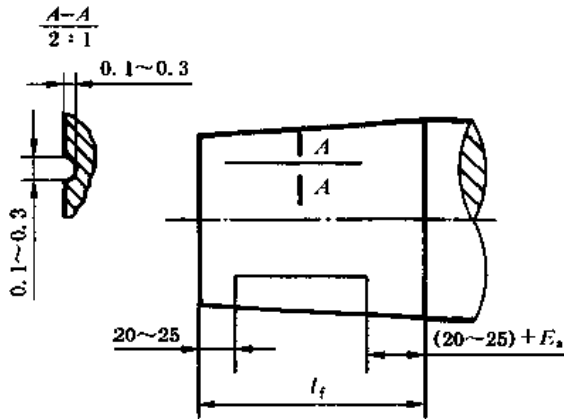


图 12-4 沿轴向刻排油槽的包容件

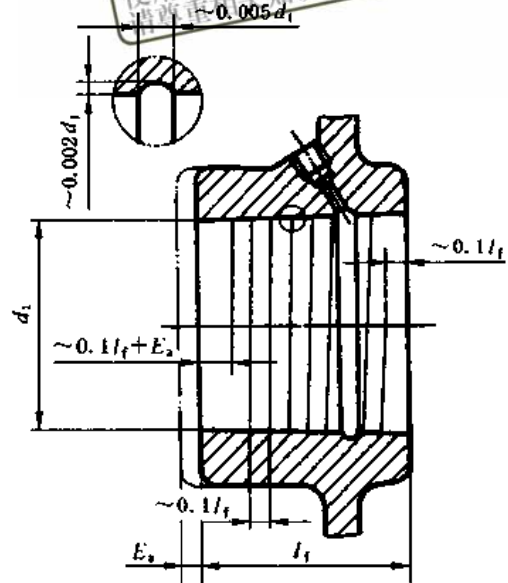


图 12-5 刻有螺旋形排油槽的包容件

6.1.7 需多次装拆或大尺寸圆锥过盈联结,应采用中间套。中间套一般采用 45 碳素结构钢,并经调质处理,其硬度 241~286HB。

6.1.8 经多次装拆的圆锥过盈联结,由于表面压平过盈量减小,设计压入行程应比计算值加大 0.5~1mm。

6.2 对结合面的精度要求(表 12-12)

表 12-12 对结合面的精度要求

项 目	精 度 要 求
尺寸精度	包容件最大圆锥直径公差按 GB/T 1800.1~1800.4 规定的 IT6 或 IT7 选取;被包容件的最大圆锥直径公差按 GB/T 1800.1~1800.4 规定的 IT5 或 IT6 选取
表面粗糙度	圆锥面 $d_m \leq 180\text{mm}$ 时, $Ra \leq 0.8\mu\text{m}$; $d_m > 180\text{mm}$ 时, $Ra \leq 1.6\mu\text{m}$
	圆柱面 $Ra \leq 1.6\mu\text{m}$
接触精度	圆锥面接触率,应不低于 80%

6.3 压力油的选择

a. 通常使用矿物油,推荐油在 50℃ 时的运动黏度为 30~45mm²/s。

b. 油应清洁,不得含有杂质和污物。

6.4 装配和拆卸

6.4.1 装配

a. 将联结件的结合面擦净,并涂以润滑油。

b. 将联结件装在一起,用手推移包容件,直至推不动时为止,以此状态下的位置为压入行程的起点。

c. 压装开始时,轴向压力不能过大。以后随着油压的加大而逐步提高,但不能超过最大轴向压力。

d. 压装之后,轴向压力应继续保持 15~30min,以免包容件脱出。

e. 压装后应放置 3h 才可承受负荷。

f. 压装速度一般为 2~5mm/s。

6.4.2 拆卸

a. 拆卸时高压油应缓慢注入,需 5~10min 才可拆套脱开。

b. 拆卸时油的压力一般不超过规定值。当拆卸困难时,可适当提高油压,但最大不得超过规定值的 10%。

c. 锥度大的圆锥过盈联结件,在油压下脱开时有自卸能力 $(\mu - \frac{C}{2}) < 0$,必须采取防护措施,防止包容件自动弹出。

第 13 章

锥角与棱体

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

本章列出了《锥度与锥角系列》(GB/T 157—1989)(其中有关锥度的术语及定义见第 10 章表 10-1)和《棱体的角度和斜度系列》(GB/T 4096—1983)两项国家标准以供参考使用。

用第一系列,当不能满足要求时,选用第二系列。

b. 特殊用途圆锥的锥度与锥角系列见表 13-2,通常只用于表中最后栏所指的适用范围。

c. 为便于设计使用,表 13-1 和表 13-2 还列出了相应的圆锥角 α 和锥度 C 的推算值。

1 锥度与锥角系列

a. 一般用途的锥度与锥角系列见表 13-1. 优先选

表 13-1 一般用途圆锥的锥度与锥角

基本值		推算值			基本值		推算值		
系列 1	系列 2	圆锥角 α		锥度 C	系列 1	系列 2	圆锥角 α		锥度 C
120°		—	—	1 : 0.288675		1 : 8	7°9'9.6"	7.152669°	—
90°		—	—	1 : 0.500000	1 : 10		5°43'29.3"	5.724810°	—
	75°	—	—	1 : 0.651613		1 : 12	4°46'18.8"	4.771888°	—
60°		—	—	1 : 0.866025		1 : 15	3°49'5.9"	3.818305°	—
45°		—	—	1 : 1.207107	1 : 20		2°51'51.1"	2.864192°	—
30°		—	—	1 : 1.866025	1 : 30		1°54'34.9"	1.909682°	—
1 : 3		18°55'28.7"	18.924644°	—		1 : 40	1°25'56.8"	1.432222°	—
	1 : 4	14°15'0.1"	14.250033°	—	1 : 50		1°8'45.2"	1.145877°	—
1 : 5		11°25'16.3"	11.421186°	—	1 : 100		0°34'22.6"	0.572953°	—
	1 : 6	9°31'38.2"	9.527283°	—	1 : 200		0°17'11.3"	0.286478°	—
	1 : 7	8°10'16.4"	8.171234°	—	1 : 500		0°6'52.5"	0.114591°	—

表 13-2 特殊用途圆锥的锥度与锥角

基本值	推算值		说明
	圆锥角 α	锥度 C	
18°30'	—	—	} 纺织工业
11°54'	—	—	
8°40'	—	—	
7°40'	—	—	
7 : 24	16°35'39.4"	16.594290°	机床主轴,工具配合
1 : 9	6°21'34.8"	6.359660°	电池接头
1 : 16.666	3°26'12.2"	3.436716°	医疗设备
1 : 12.262	4°40'11.6"	4.669884°	贾各锥度 No. 2
1 : 12.972	4°24'53.1"	4.414746°	No. 1
1 : 15.748	3°38'13.4"	3.637060°	No. 33
1 : 18.779	3°3'1.0"	3.050200°	No. 3
1 : 19.264	2°58'24.8"	2.973556°	No. 6
1 : 20.288	2°49'24.7"	2.823537°	No. 0

续表 13-2

基本值	推算值		说明
	圆锥角 α	锥度 C	
1:19.002	3°0'52.4"	3.014543°	莫氏锥度 No. 5
1:19.180	2°59'11.7"	2.986582°	No. 6
1:19.212	2°58'53.8"	2.981618°	No. 0
1:19.254	2°58'30.6"	2.975179°	No. 4
1:19.922	2°52'31.5"	2.875406°	No. 3
1:20.020	2°51'41.0"	2.861377°	No. 2
1:20.047	2°51'26.7"	2.857417°	No. 1

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

2 棱体的角度与斜度系列

2.1 术语及定义(表 13-3)

表 13-3 关于棱体的术语及定义

序号	术语	定义	说明
1	棱体	由两个相交平面与一定尺寸所限定的几何体。这两个相交平面称为棱面，棱面的交线称为棱	参见图 13-1
2	多棱体	由几对相交平面与一定尺寸所限定的几何体	参见图 13-2
3	棱体角 β (简称角度)	两相交棱面形成的二面角	参见图 13-1
4	棱体中心平面 L_M	平分棱体角的平面	参见图 13-3
5	棱体厚 T, t	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。 常用的棱体厚有： a. 最大棱体厚 T ； b. 最小棱体厚 t	参见图 13-3
6	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。 常用的棱体高有： a. 最大棱体高 H ； b. 最小棱体高 h	参见图 13-4
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。 如：最大棱体高 H 与最小棱体高 h 之差对棱体长度 L 之比。 $S = \frac{H-h}{L}$ 斜度 S 与角度 β 的关系为： $S = \tan\beta = 1 : \cot\beta$	参见图 13-4
8	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的距离之比。 如：最大棱体厚 T 与最小棱体厚 t 之差对棱体长度 L 之比。 $C_P = \frac{T-t}{L}$ 比率 C_P 与角度 β 的关系为： $C_P = 2 \tan \frac{\beta}{2} = 1 : \frac{1}{2} \cdot \cot \frac{\beta}{2}$	

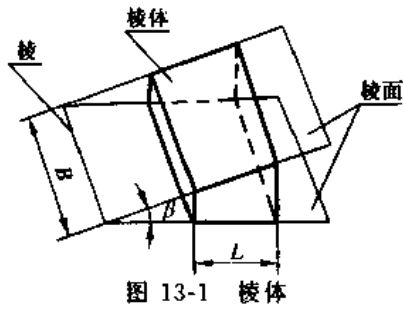


图 13-1 棱体

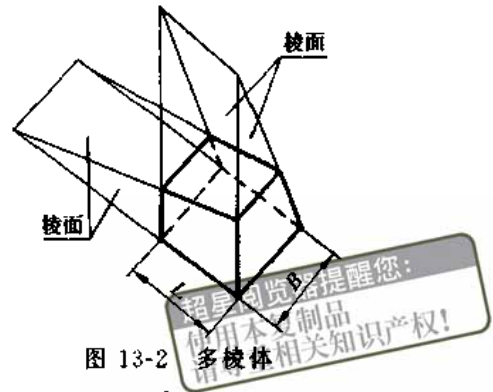


图 13-2 多棱体

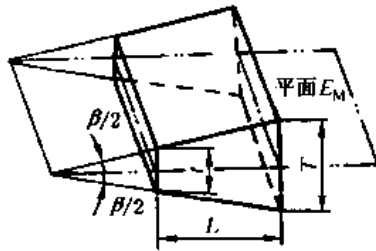


图 13-3 棱体中心平面和棱体厚

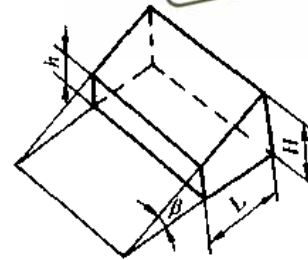


图 13-4 棱体高

2.2 系列

2.2.1 一般用途棱体的角度与斜度系列见表 13-4。优先选用第一系列,当不能满足需要时,选用第二系列。

2.2.2 特殊用途棱体的角度与斜度系列见表 13-5。

特殊用途的棱体,通常只用于表中最后一栏所指的适用范围。

2.2.3 为了便于设计、使用,表 13-4 和表 13-5 还列出了相应的棱体的斜度、角度和比率的推算值。

表 13-4 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	β
120°	—	—	1 : 0.288675	—	—
90°	—	—	1 : 0.500000	—	—
—	75°	—	1 : 0.651613	1 : 0.267949	—
60°	—	—	1 : 0.866025	1 : 0.577350	—
45°	—	—	1 : 1.207107	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"

续表 13-4

基本值			推算值		
系列 1	系列 2	S	C _p	S	β
—	0°30'	—	1 : 114.590832	1 : 114.588650	—
—	—	1 : 200	—	—	0°17'11.3"
—	—	1 : 500	—	—	0°6'52.5"

表 13-5 特殊用途棱体的角度与斜度

基本值	推算值	
角度 β	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	棒

超星浏览器提醒您：
使用复制品
请尊重相关知识产权！

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

第三篇

形状和位置公差

机械设备及其零部件,在经过机械加工和装配后,除产生尺寸偏差外,还会产生零件要素的形状误差及各要素间相互位置的误差。精密的加工设备和工艺方法只能减小误差而不能完全消除误差。图样中的图形结构只是表达所要求要素的理想形状和相互间的正确位置,而各项技术指标则是对其误差的控制要求也即精度要求。保证和达到图样中对零件要素形状和位置公差的要求是保证零件和产品的制造精度及提高产品质量的重要环节。

为使设计、制造、检验及使用等生产和流通环节对图样中形状和位置公差(以下简称形位公差)的表达方式有个统一的理解,必须对其术语、基本概念、符号、标注方法及应用原则等进行标准化,并尽可能与国际标准一致,以利于国内外信息技术交流,适应日益加剧的国际市场竞争的需要。

1980年,我国正式发布了四项形位公差国家标准。二十年来,本着积极采用国际标准的方针,先后制定和发布了一系列形位公差方面的标准,建立了与国际标准相一致的基本完善的形位公差标准体系。

本篇主要介绍《形状和位置公差 通则、定义、符号和图样表示法》(GB/T 1182—1996)、《形状和位置公差 未注公差值》(GB/T 1184—1996)、《形状和位置公差 位置度公差》(GB/T 13319—1991)、《形状和位置公差 非刚性零件注法》(GB/T 16892—1992)和《形状和位置公差 延伸公差带》(GB/T 17773—1999)等五项国家标准。

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

第14章

形位公差术语及定义

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

形位公差术语及定义的统一解释及标准化工作对国内及国际间的技术信息交换是至关重要的。原ISO TC10/SC5(现属ISO TC213)长期致力于术语的国际标准化工作,目前已相当成熟,我国在修订1980年标

准时,将术语内容取消,准备与ISO一样另行制定术语标准。为使读者统一理解形位公差所涉及的术语,现根据ISO 14660:1999及GB 1183—80将有关术语列于表14-1,以供参考。

表14-1 形位公差术语及定义

序号	分类	术语	定义或含义	图
1	要素	要素	构成零件几何特征的点、线和面 对零件进行形位误差的控制就是对要素的控制 点——圆心、球心、中心点、交点 线——素线、曲线、轴线、中心线、引线 面——平面、曲面、圆柱面、圆锥面、球面、中心平面	
		轮廓要素 (实际要素)	零件轮廓上的点、线、面,即可触及的要素 图示的素线、交线、球面、圆锥面、圆柱面、平面、圆锥面的交点	
		中心要素 (取得要素)	实际上不存在,由其轮廓要素导出的要素 起着中心作用,如轴线、中心点、对称中心面等	
		实际要素	零件上实际存在的要素 测量时由测得要素所代替	
		理想要素	几何的、没有任何误差的要素	
		被测要素	有形位公差要求的要素	
		单一要素	给出形状公差要求的要素。如右图的轴线为单一要素	
		关联要素	对其他要素有位置公差要求的要素。如右图、直径为 ϕd_1 圆柱轴线为关联要素	
基准要素	确定要素间几何关系的依据,分别称为基准点、基准线和基准平面。如右图中的直径 ϕd_2 圆柱面的轴线			

续表 14-2

序号	分类	术语	定义或含义	图	
1	要素	理想轮廓要素	由技术图样或其他文件规定的理论正确的几何轮廓要素		
		理想中心要素	从一个或多个理想轮廓要素上获取的中心点、中心直线或中心平面		
		实际的轮廓要素	受邻近的实际(轮廓)要素所限的零件实际表面的轮廓要素部分	工件	
		测得的轮廓要素	由实际要素上的有限点测得的近似实际要素的替代要素。测量方法应符合规定的方法注:替代要素的取得应符合要素的功能要求,每一个实际(轮廓)要素上会存在若干个替代要素	工件的替代要素 测得 组成	
		测得的中心要素	从测得的轮廓要素上获取的中心点、中心线或中心面		
		组成的轮廓要素	具有理想形状的轮廓要素。该理想形状是根据测得要素,并按规定的方法(如最小二乘法)确定的		
组成的中心要素	从一个或多个组成的轮廓要素上获取的中心点、中心直线或中心平面				
2	基准	单一基准	作为单个基准使用的要素。如右图中基准A		
		公共基准	基于两个或多个要素建立的基准作为单一基准使用。如右图中的A基准和B基准所组成的基准要素		
		三基准体系	基于两个或多个基准建立的坐标系作为组合的参考要素。坐标系可以是二维或三维、笛卡尔坐标,也可以是圆柱面或球面与平面的组合。 如右图中第一基准为单一基准,其建立方式视作单一基准;第二基准为垂直于第一基准的单一基准;第三基准的方向由第一基准和第二基准限定		

续表 14-2

序号	分类	术语	定义或含义	图
2	基准	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	
3	形位公差	理论正确尺寸	确定理想被测要素的形状、方向、位置的尺寸。该尺寸不附带公差,但需围以框格,见右图中 $\boxed{50}$	
		几何图框	确定一组理想要素之间和/或它们与基准之间正确几何关系的图形。图 a) 为设计图样,图 b) 为由该图样确定的几何图框	
		形状公差	单一实际被测要素的形状所允许的变动全量	
		位置公差	关联实际被测要素的位置对基准所允许的变动全量。 位置公差分定向、定位和跳动公差	
		定向公差	关联实际被测要素对基准在方向上允许的变动全量	
		定位公差	关联实际被测要素对基准在位置上允许的变动全量。	
		跳动公差	关联实际被测要素绕基准回转一周或连续回转时所允许的最大跳动量	
形状和位置的公差带	限制实际被测要素变动的区域。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确定			

第15章

形位公差表示法

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

用框格标注法表示形位公差在图样上的设计要求是1969年由ISO TC10发布的国际标准ISO 1101规定的。其目的是统一世界各国的形位公差表达形式。三十年来各国无一例外地执行了这个标准，我国也于1980年开始采用框格标注法。

框格标注法涉及形位公差各项目的符号、框格内容的标注、被测要素与基准要素的标注方法以及一些特殊表示法的规定，我国于1996年发布的标准GB/T 1182已等效采用ISO/DIS 1101:1996。与1980

年标准相比在表达方式基本不变的前提下，增加和改变了一些标注方法和形式，使之更为简练和完善。GB/T 13319—1991则参照采用ISO 5458—1987，对GB/T 1182中位置度公差部分作了补充。

1 形位公差分类与符号

1.1 形位公差分类

形位公差特征项目共十四项，分属形状公差、位置公差和形状或位置公差，其隶属关系详见图15-1。

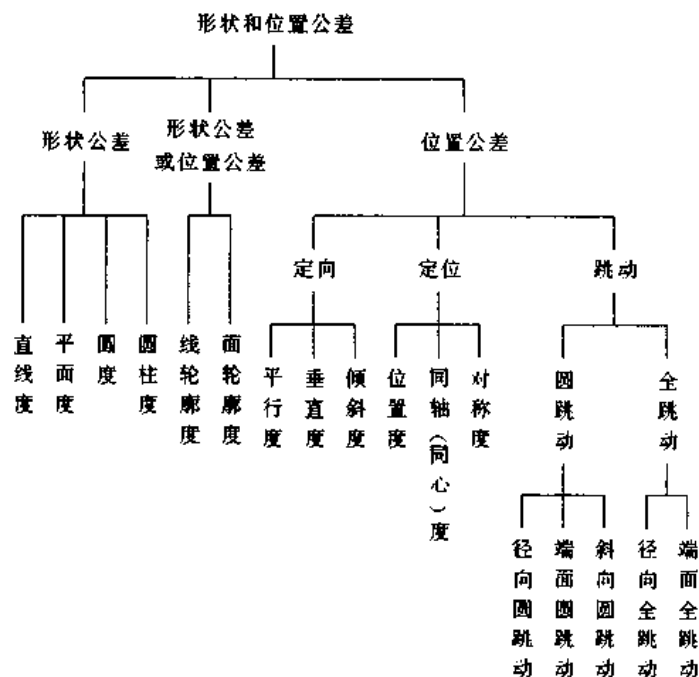


图 15-1 形位公差特征项目体系

1.2 形位公差的符号

形位公差特征项目符号见表15-1。

表 15-1 形位公差特征项目的符号

特征项目	直线度	平面度	圆度	圆柱度	线轮廓度	面轮廓度	平行度	垂直度	倾斜度	位置度	同轴(同心)度	对称度	圆跳动	全跳动
符号	—	□	○	∅	∩	∩	∥	⊥	∠	⊕	◎	≡	↗	↗↗

1.3 形位公差的标注符号及附加符号

除用框格标注形位公差的项目符号外，还应有基

准的符号、框格与要素的连接线或对应方式以及按设计要求给出一些附加要求(尺寸与形位的关系)的符号

等,详见表 15-2。

表 15-2 形位公差的标注符号

说 明		符 号	说 明	符 号
被测要素的标注	直接		理论正确尺寸	$\boxed{50}$
	用字母		包容要求	\textcircled{E}
基准要素的标注			最大实体要求	\textcircled{M}
			最小实体要求	\textcircled{L}
基准目标的标注			可逆要求	\textcircled{R}
			延伸公差带	\textcircled{P}
			自由状态(非刚性零件)条件	\textcircled{F}
			全周(轮廓)	

1.4 形位公差值后的限制符号

在某些情况下,除用公差带限制被测要素外,还需

进一步限制在公差带内的被测要素误差的变化方向,

此时应在公差值后加注限制符号,见表 15-3。

表 15-3 形位公差值的限制符号

含 义	符 号	举 例	含 义	符 号	举 例
只许中间向材料内凹下	(-)	$\boxed{-} \text{ } \textcircled{(-)}$	只许从左至右减小	(\triangleright)	$\boxed{H} \text{ } \textcircled{(\triangleright)}$
只许中间向材料外凸起	(+)	$\boxed{+} \text{ } \textcircled{(+)}$	只许从右至左减小	(\triangleleft)	$\boxed{H} \text{ } \textcircled{(\triangleleft)}$

2 形位公差框格标注法

对于形状公差,框格标注应包括公差框格及与被测要素相连的带箭头连线;对于位置公差除上述内容外,还应包括基准代号及在框格内加注表示基准符号

的字母。

2.1 公差框格表示法

GB/T 1182 规定,形位公差要求应用框格标注法给出,框格由 2~3 个矩形小格组成,框格中的内容从左到右按序填写,见表 15-4。

表 15-4 框格表示法

格序	内 容	填写方法	格序	内 容	填写方法
第 1 格	形位公差项目 特征符号		第 2 格	公差值 (线性值)	$\boxed{\textcircled{\phi} S\phi 0.1 A B C}$
		$//$			\boxed{A}
第 2 格	公差值 (线性值)	\perp	第 3 格及 以后各格	基 准	单一基准 \boxed{A}
		$\textcircled{\phi}$			公共基准 $\boxed{A-B}$
		$\textcircled{\phi}$			三基准体系 $\boxed{A B C}$

2.2 被测要素的标注方法

被测要素可以是点、线、面各类要素,用带箭头的

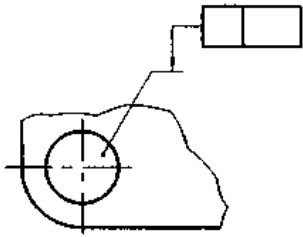
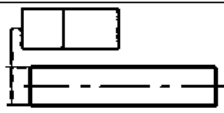
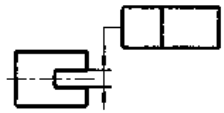
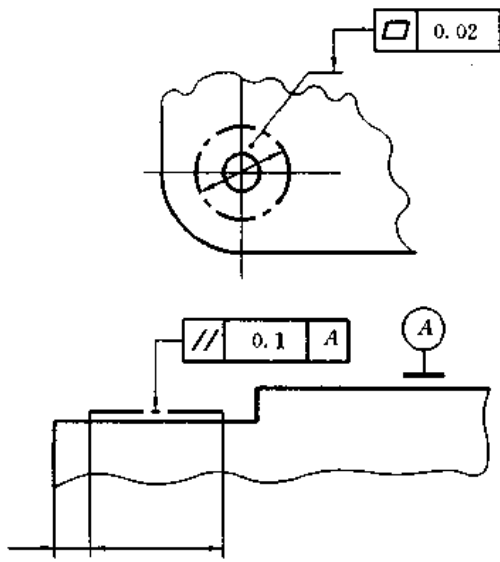
指引线与框格相连。被测要素是轮廓要素还是中心要

素,其指引线的放置位置不同,见表 15-5。

表 15-5 被测要素的标注方法

被测要素	标 注 图 例	说 明
轮廓要素		指示箭头指在被测表面的可见轮廓线上,必须与尺寸线错开
		指示箭头指在被测表面轮廓线的延长线上,必须与尺寸线错开

续表 15-5

被测要素	标注图例	说明
轮廓要素		表示一个实际表面的形位公差要求时,可直接在面上用一小黑点引出参考线,指引线箭头指在参考线上
中心要素		指示箭头指在圆柱面的尺寸线上
		指示箭头指在槽面的尺寸线上,并代替尺寸线的一个箭头
局部要素		当实际要素的局部表面作为被测要素时,用粗点划线示出其部位并加注尺寸

2.3 基准要素的标注方法

基准要素必须标注基准代号,由基准符号(大写英文字母)、小圆、粗短横线与连接线组成,并在框格中标注相应的基准符号,见图 15-2。基准要素可以是轮廓要素,也可以是中心要素,对于不同性质的要素,基准符号的放置位置不同,见表 15-6。

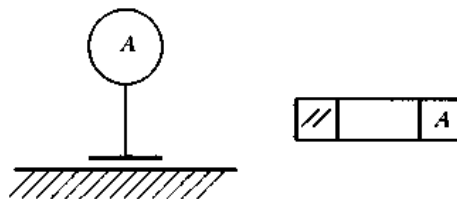
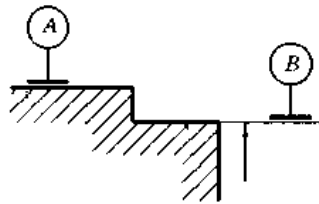
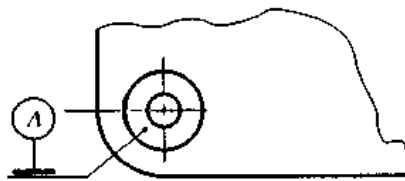

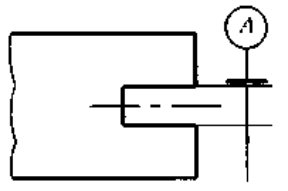
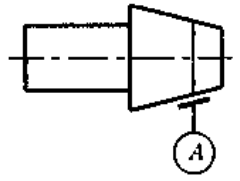
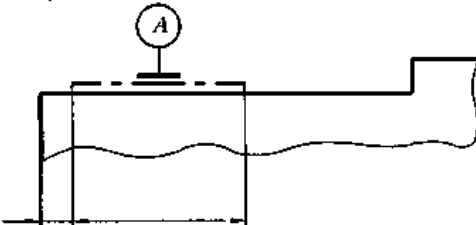
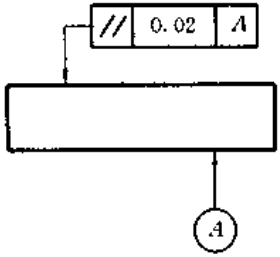


图 15-2 基准符号

表 15-6 基准要素的标注方法

基准要素	标注图例	说明
轮廓要素		当基准要素是轮廓线或表面时,带有基准字母的短横线应置于要素的外轮廓上或在它的延长线上(但应与尺寸线明显的错开)

续表 15-6

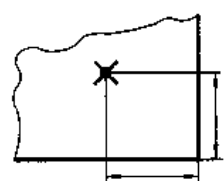
基准要素	标注图例	说明
轮廓要素		基准符号可置于用圆点指向实际表面的参考线上
中心要素		当基准要素是中心点、轴线、中心平面等中心要素时,基准符号的粗短横线应与尺寸线对齐
		基准符号中的粗短横线除与尺寸线对齐外,也可代替尺寸线的一个箭头
		当基准要素为圆锥面轴线时,基准符号上的连线应与基准轴线垂直,而不是垂直于圆锥面的素线
局部要素		仅要求要素的某一部分作为基准,则该部分应用粗点划线表示,并加注尺寸
任选基准		两要素中的任一要素均可作为基准要素或被测要素的标注方法

2.4 基准目标的表示方法

2.4.1 基准目标是在基准要素上指定点、线或局部表面来代替基准要素,一般用于大型零件的表面上,基准

目标的符号及标注方法见表 15-7。此时,基准要素的精度由基准目标体现。采用基准目标可以在保证精度的基础上降低制造成本。

表 15-7 基准目标的表示方法

基准目标	表示方法	说明
点		当基准目标为点时,用“×”表示

续表 15-7

基准目标	表示方法	说明
线		当基准目标为线时,用细实线表示,并在棱边上加“×” <i>请尊重相关知识产权!</i>
面		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
符号		点的符号。符号上半部无尺寸
		局部表面的符号。符号上半部为局部表面的尺寸
		局部表面的符号。当符号上半部标注尺寸的位置不够时,可引出标注

2.4.2 基准目标在图样上的标注

基准目标是用来代替三基面体系中的各基准要素的,因此,首先要按三基面体系的要求注出各个基准要素及在框格中的基准符号及其次序,第一基准由三个

基准目标表示,第二基准由两个基准目标表示,第三基准由一个基准目标表示。符号下半部应标出基准目标的序号,只有一个基准目标时也应标出,如 A , 见图 15-3。

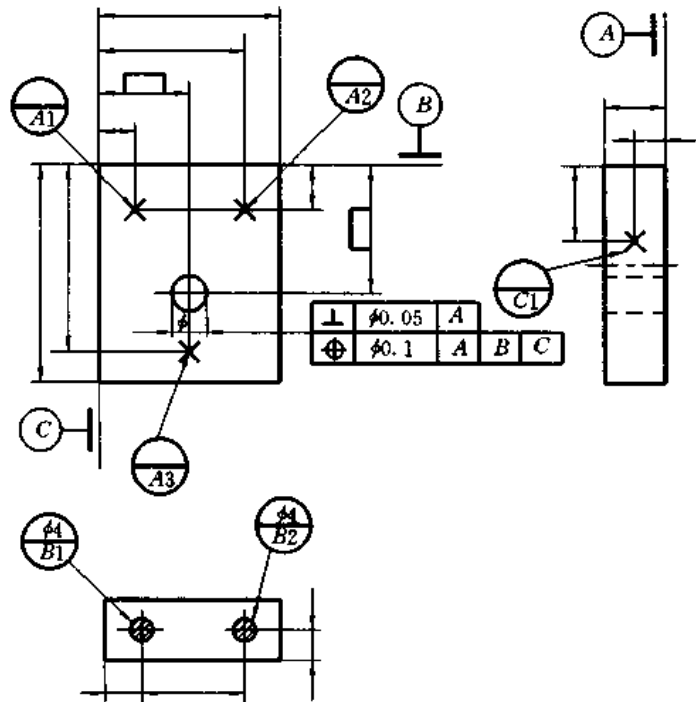


图 15-3 基准目标标注示例

2.5 形位公差的特殊表示法

见表 15-8。

GB/T 1182 中对一些特定的内容作出了规定,详

表 15-8 形位公差特殊表示法

表达的内容	表示方法	说明
公差值的进一步限制		对同一要素的公差值在全部被测要素内的任一部分有进一步的限制时,该限制部分的公差值要求用分数表示,即用斜线将限制的公差值和限制长度相隔
全周符号		使用于形位公差要求适用于视图上的整个外轮廓线或整个外轮廓面
公共公差带		用同一公差带控制几个被测要素时,可在公差框格上注明“共面”或“共线”
螺纹标注		一般情况下,螺纹轴线作为被测要素或基准要素均为中径轴线,此时,不需加注任何符号,如采用大径轴线应用“MD”表示,小径轴线用“LD”表示
齿轮、花键		由齿轮和花键轴线作为被测要素或基准要素时,节径轴线用“PD”表示,大径轴线用“MD”表示,小径轴线用“LD”表示

3 简化表示法

允许采用简化表示法,见表 15-9。

在不影响设计意图的表达和准确读图的前提下,

表 15-9 简化表示法

一般规定	图例
同一要素有多项形位公差要求时,可在一条指引线的末端画出多个框格	

续表 15-9

一般规定	图例
<p>以中心孔为基准时, 可从中心线和端面的交点处引出标注</p>	
<p>对不同的要素有相同的多项形位公差要求时, 可以将多个公差框格联在一起, 在一端引出多个指示箭头</p>	
<p>同一要素对同一形位公差项目的要求不同, 可共用项目框格或基准框格</p>	
<p>对于同样的结构要素具有相同的形位公差要求时, 可只标注一个公差框格, 并在框格上方用文字说明</p>	
<p>当几个要素有相同形位公差要求时, 可以从框格的同一端引出多个指示箭头</p>	
<p>当几个要素有相同形位公差要求时, 用字母的表示方法, 此时应在框格上方加注“3×A”</p>	


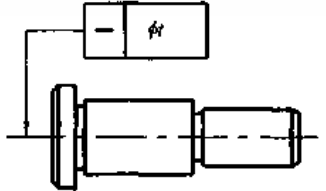
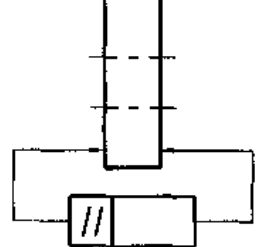
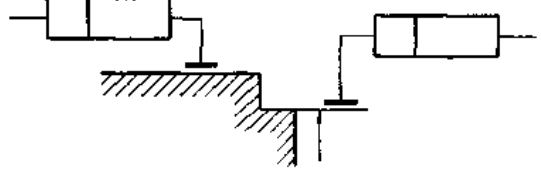
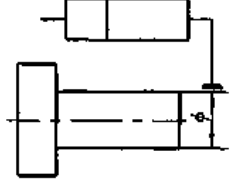
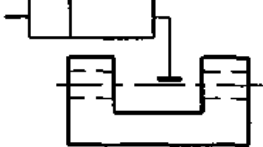
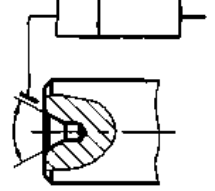
4 今后不允许出现的表示方法

在 1980 年标准及过去的 ISO 1101 标准中都规定了一些简便的表示方法, 用之甚广。但因理解不一致,

易产生一些误解与争执, 为避免产生上述情况发生, 在 ISO 1101 的附录中列出了过去常用的但今后不允许再出现的标注方法, 见表 15-10。GB/T 1182 标准未列入此附录, 但在正文中已取消了这些标注方法, 请读者

在使用时加以注意。

表 15-10 不允许采用的标注方法

要素特征	被取消内容	图 例
被测要素	被测要素为单一要素的轴线,指示箭头不允许直接指向轴线,必须与尺寸线相连	
	被测要素为多要素的公共轴线时,指示箭头不允许直接指向轴线,而应各自分别注出	
	任选基准必须注出基准代号,并在框格中注出基准字母,图例所示今后不再允许采用	
基准要素	短横划不允许直接与轮廓线或其延长线相连。必须标出完整的基准代号并在框格中标出字母代号	
	短横划不允许直接与尺寸线相连,必须标出基准代号并在框格中标出字母代号	
	当基准要素为多要素的公共轴线、公共中心平面时,短横划不允许直接与公共轴线相连,必须分别标注,并在框格内注出字母代号	
	当中心孔为基准时,短横划不允许直接与中心孔角度的尺寸线相连,必须标出基准代号并在框格中标出字母代号	

第16章

形位公差带

浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

为了达到图样的设计要求,必须控制在加工和装配过程中所产生的各种误差或偏差。GB/T 1182和GB/T 13319规定用形位公差带来控制形位误差,这就不仅控制了被测要素上某个位置的误差量,而且将整个被测要素控制在公差带内。

设计给定的方向就是公差带的宽度方向,垂直于被测要素(图 16-1),并以此来评定实际被测要素。如其宽度方向不是垂直于被测要素的方向则应加注表示其方向的角度值 α (图 16-2)

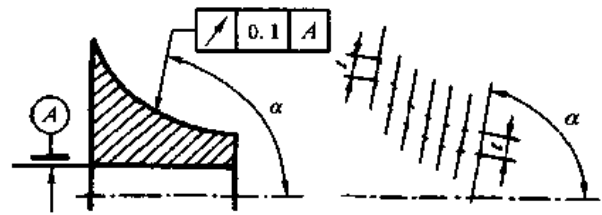


图 16-2 给定公差带宽度方向 α

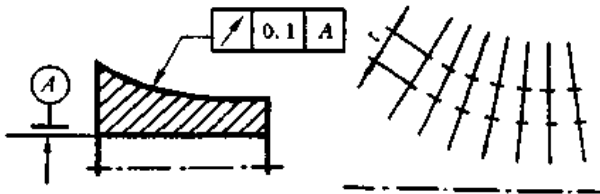


图 16-1 公差带宽度方向垂直于被测要素

1 公差带形式


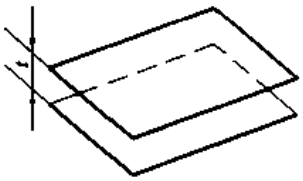

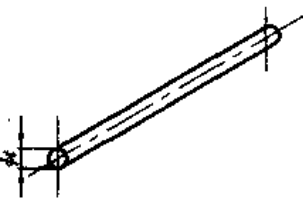

公差带形式由被测要素特征及设计要求(给定方向或平面、有无基准要求及对基准的相互关系)而定,常用的有 9 种形式,见表 16-1。

表 16-1 形位公差带的常用形式

名称	公差带形式	应用场合
圆内的区域		点同心度 点位置度
两同心圆之间的区域		圆 度
两同轴圆柱面之间的区域		圆柱度
两平行直线之间的区域		直线度、线平行度、线垂直度、 线倾斜度、线位置度

* 实际被测要素与 GB/T 1958—1980 中的被测实际要素概念相同。

续表 16-1

名称	公差带形式	应用场合
两等距线之间的区域		线轮廓度
两平行平面之间的区域		直线度、平面度、面平行度、面垂直度、面倾斜度、面位置度
两等距面之间的区域		面轮廓度
圆柱面内的区域		线平行度、线垂直度、同轴度、线位置度
球面内的区域		点位置度

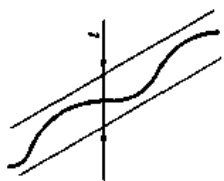
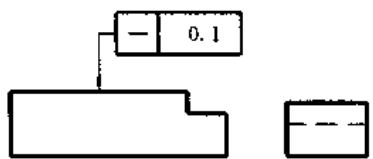
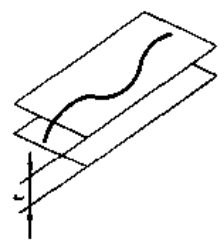
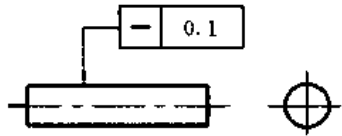
超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

2 形位公差的公差带


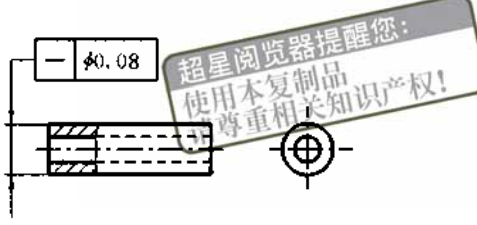

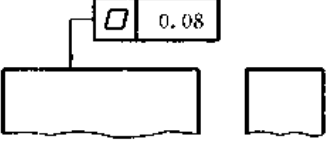
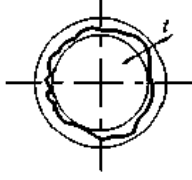
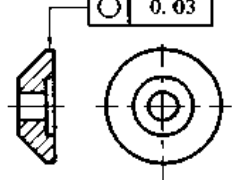
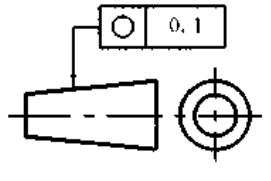
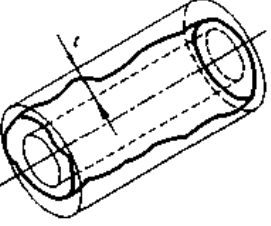
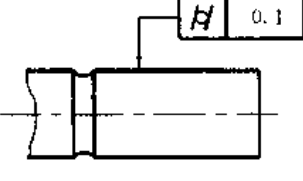
形状公差带包括直线度、平面度、圆度及圆柱度公差带,其定义、标注及解释见表 16-2。

2.1 形状公差带

表 16-2 形状公差带

公差特征及符号	公差带定义	标注及解释
直 线 度	在给定平面内,公差带是距离为公差值 t 的两平行直线之间的区域 	被测表面的素线必须位于平行于图样所示投影面且距离为公差值 0.1 的两平行直线内 
	在给定方向上公差带是距离为公差值 t 的两平行平面之间的区域 	被测圆柱面的任一素线必须位于距离为公差值 0.1 的两平行平面之内 

续表 16-2

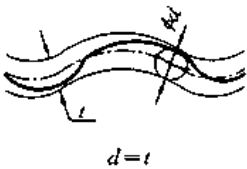
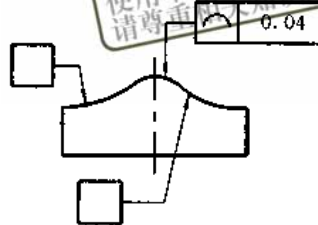
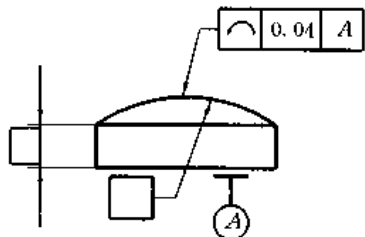
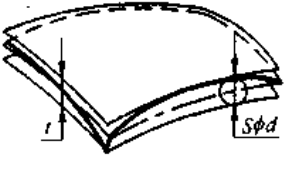
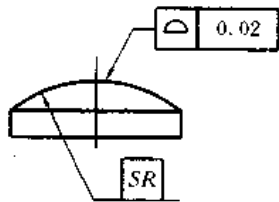
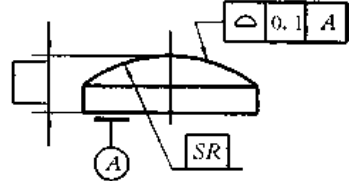
公差特征及符号	公差带定义	标注及解释
直线度 —	如在公差值前加注 ϕ , 则公差带是直径为公差值 t 的圆柱面内的区域 	被测圆柱面的轴线必须位于直径为公差值 $\phi 0.08$ 的圆柱面内 
平面度 □	公差带是距离为公差值 t 的两平行平面之间的区域 	被测表面必须位于距离为公差值 0.08 的两平行平面内 
圆度 ○	公差带是在同一正截面上, 半径差为公差值 t 的两同心圆之间的区域 	被测圆柱面任一正截面的圆周必须位于半径差为公差值 0.03 的两同心圆之间  被测圆锥面任一正截面上的圆周必须位于半径差为公差值 0.1 的两同心圆之间 
圆柱度 ⌀	公差带是半径差为公差值 t 的两同轴圆柱面之间的区域 	被测圆柱面必须位于半径差为公差值 0.1 的两同轴圆柱面之间 

2.2 形状或位置公差带

形状或位置公差带系指线轮廓度和面轮廓度的公差带。线、面轮廓度可以无基准要求也可以有基准要

求,前者属形状公差,后者则属位置公差,其公差带由理论正确尺寸(包括角度)确定。线、面轮廓度的公差带定义、标注及解释见表 16-3。

表 16-3 轮廓度公差带

公差特征及符号	公差带定义	标注及解释
<p>线轮廓度</p> <p>⌒</p>	<p>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。诸圆的圆心位于具有理论正确几何形状的线上</p>  <p>$d=t$</p> <p>无基准要求的线轮廓度公差见图 a; 有基准要求的线轮廓度公差见图 b</p>	<p>在平行于图样所示投影面的任一截面上, 被测轮廓线必须位于包络一系列直径为公差值 0.04 且圆心位于具有理论正确几何形状的线上的两包络线之间</p>  <p>a)</p>  <p>b)</p>
<p>面轮廓度</p> <p>⌒</p>	<p>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。诸球的球心应位于具有理论正确几何形状的面上</p>  <p>$d=t$</p> <p>无基准要求的面轮廓度公差见图 a); 有基准要求的面轮廓度公差见图 b)</p>	<p>被测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, 且球心位于具有理论正确几何形状的面上</p>  <p>a)</p>  <p>b)</p>

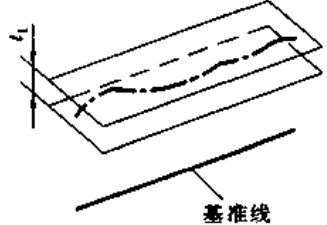
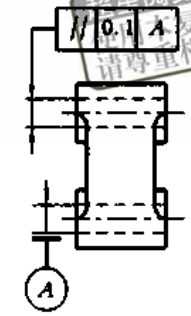
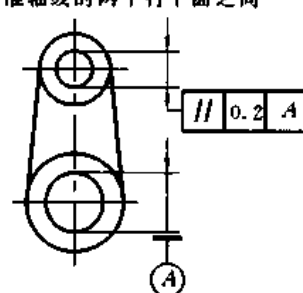
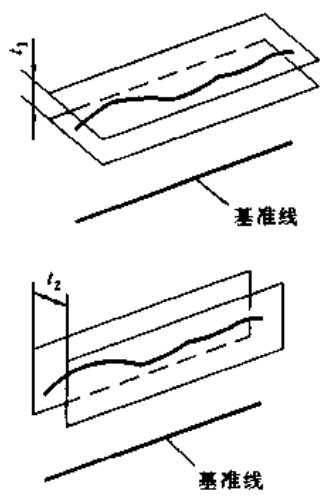
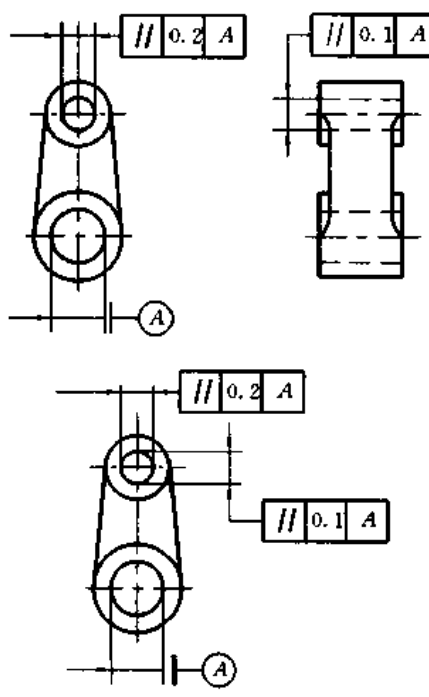
2.3 位置公差带

位置公差包括定向公差、定位公差及跳动公差三类, 现分述如下。

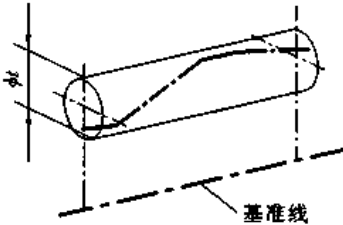
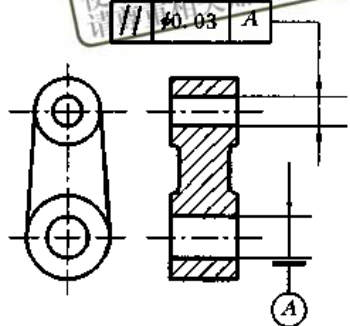
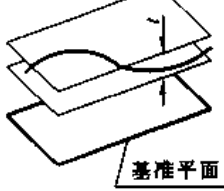
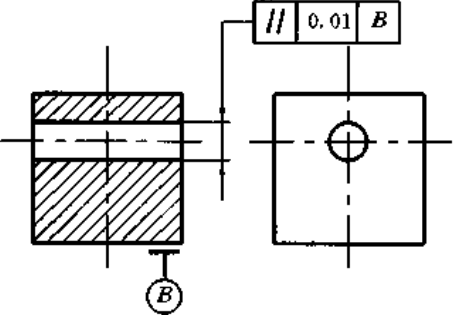
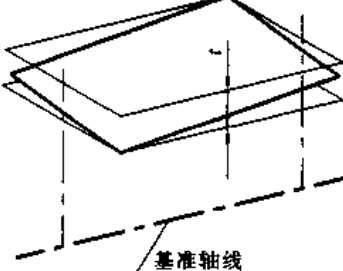
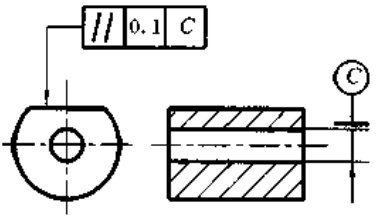
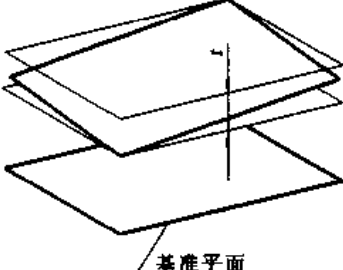
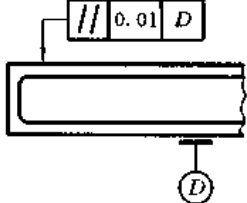
2.3.1 定向公差带

定向公差带包括平行度 (0° 或 180° 方向)、垂直度 (90° 方向) 和倾斜度 (任意角度方向), 它们的被测要素是线或面, 其公差带也呈现多种形式。定向公差带的定义、标注及解释见表 16-4。

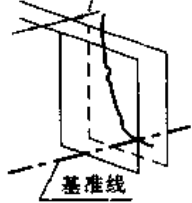
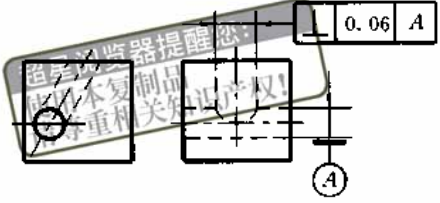
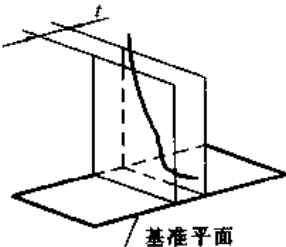
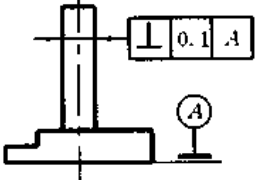
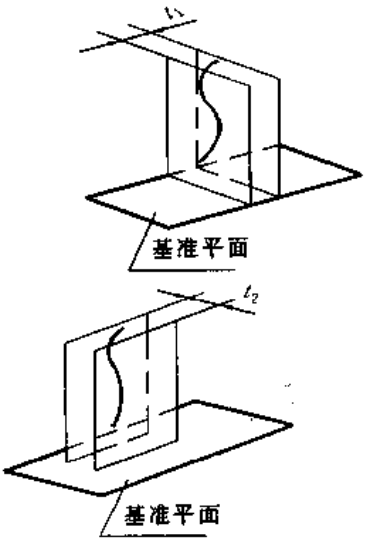
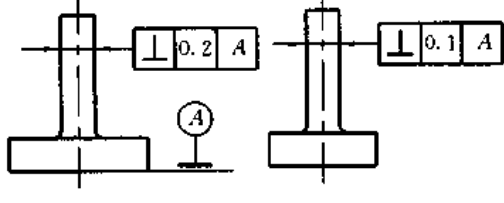
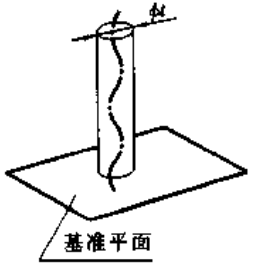
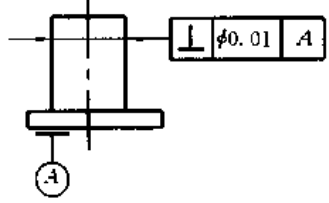
表 16-4 定向公差带

公差特征及符号	公差带定义	标注及解释
平 行 度 //	<p>1. 线对线平行度公差</p> <p>公差带是距离为公差值 t 且平行于基准线、位于给定方向上的两平行平面之间的区域</p>  <p style="text-align: center;">基准线</p>	<p>被测轴线必须位于距离为公差值 0.1 且在给定方向上平行于基准轴线的两平行平面之间</p>  <p>被测轴线必须位于距离为公差值 0.2, 且在给定方向上平行于基准轴线的两平行平面之间</p> 
	<p>公差带是两对互相垂直的距离分别为公差值 t_1 和 t_2 且平行于基准线的两平行平面之间的区域</p>  <p style="text-align: center;">基准线</p>	<p>被测轴线必须位于距离分别为公差值 0.2 和 0.1, 在给定的互相垂直方向上且平行于基准轴线的两组平行平面之间</p> 

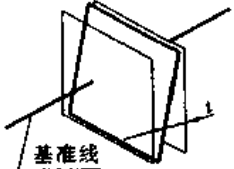
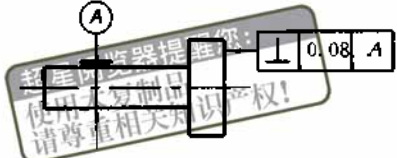
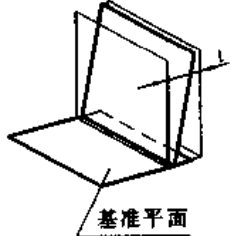
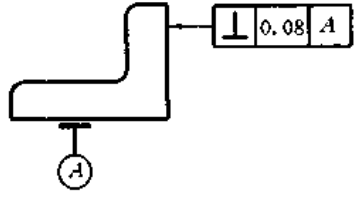
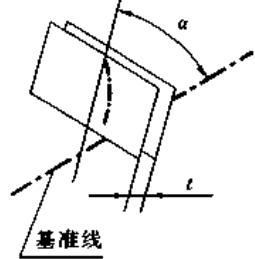
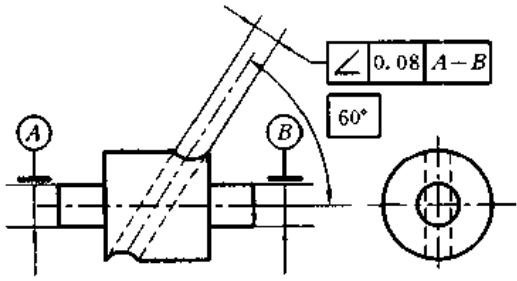
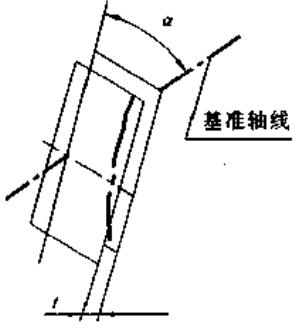
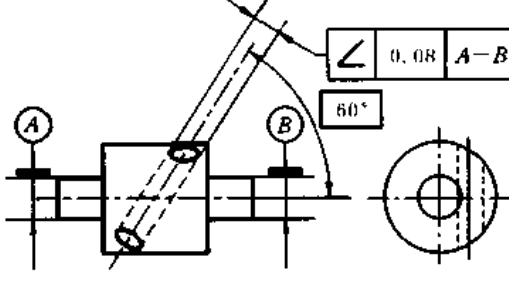
续表 16-4

公差特征及符号	公差带定义	标注及解释
平 行 度 //	如在公差值前加注 ϕ , 公差带是直径为公差值 t 且平行于基准线的圆柱面内的区域 	被测轴线必须位于直径为公差值 $\phi 0.03$ 且平行于基准轴线的圆柱面内 
	2. 线对面的平行度公差 公差带是距离为公差值 t 且平行于基准平面的两平行平面之间的区域 	被测轴线必须位于距离为公差值 0.01 且平行于基准表面 B(基准平面) 的两平行平面之间 
	3. 面对线的平行度公差 公差带是距离为公差值 t 且平行于基准线的两平行平面之间的区域 	被测表面必须位于距离为公差值 0.1 且平行于基准线 C(基准轴线) 的两平行平面之间 
	4. 面对面的平行度公差 公差带是距离为公差值 t 且平行于基准平面的两平行平面之间的区域 	被测表面必须位于距离为公差值 0.01 且平行于基准表面 D(基准平面) 的两平行平面之间 

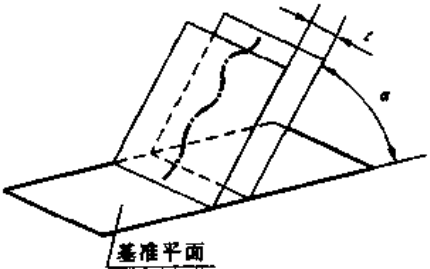
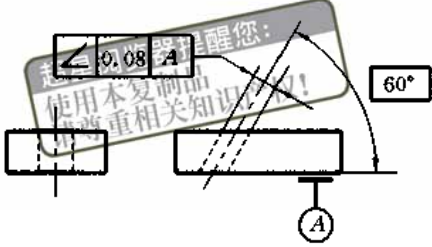
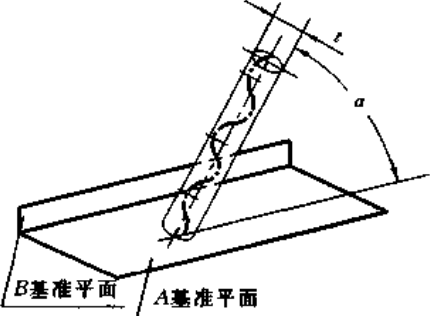
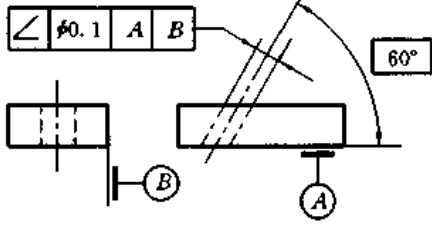
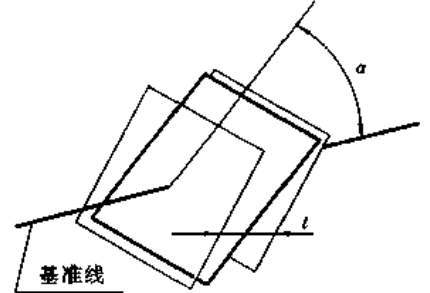
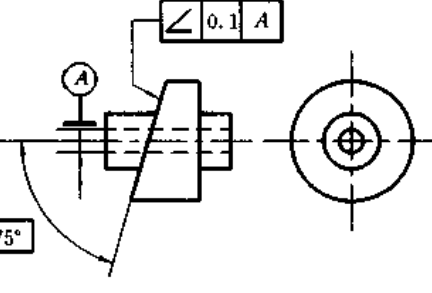
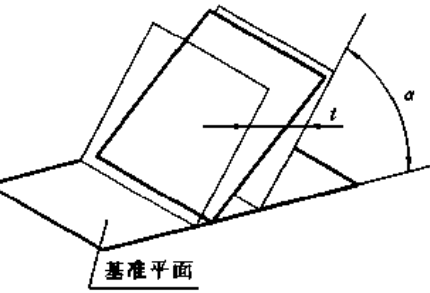
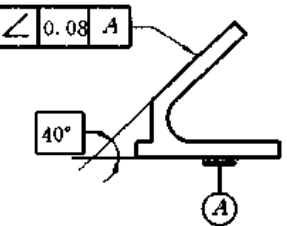
续表 16-4

公差特征及符号	公差带定义	标注及解释
垂 直 度 ⊥	<p>1. 线对线垂直度公差</p> <p>公差带是距离为公差值 t 且垂直于基准线的两平行平面之间的区域</p> 	<p>被测轴线必须位于距离为公差值 0.06 且垂直于基准线 A(基准轴线) 的两平行平面之间</p> 
	<p>2. 线对面垂直度公差</p> <p>在给定方向上,公差带是距离为公差值 t 且垂直于基准面的两平行平面之间的区域</p> 	<p>在给定方向上被测轴线必须位于距离为公差值 0.1 且垂直于基准表面 A(基准平面) 的两平行平面之间</p> 
<p>公差带是互相垂直的距离分别为公差值 t_1 和 t_2 且垂直于基准面的两对平行平面之间的区域</p> 	<p>被测轴线必须位于距离分别为公差值 0.2 和 0.1 的互相垂直且垂直于基准表面 A(基准平面) 的两对平行平面之间</p> 	
<p>如公差值前加注 ϕ, 则公差带是直径为公差值 t 且垂直于基准面的圆柱面内的区域</p> 	<p>被测轴线必须位于直径为公差值 $\phi 0.01$ 且垂直于基准面 A(基准平面) 的圆柱面内</p> 	

续表 16-4

公差特征及符号	公差带定义	标注及解释
垂 直 度 ⊥	<p>3. 面对线垂直度公差</p> <p>公差带是距离为公差值 t 且垂直于基准线的两平行平面之间的区域</p> 	<p>被测面必须位于距离为公差值 0.08 且垂直于基准线 A(基准轴线)的两平行平面之间</p> 
	<p>4. 面对面垂直度公差</p> <p>公差带是距离为公差值 t 且垂直于基准线的两平行平面之间的区域</p> 	<p>被测面必须位于距离为公差值 0.08 且垂直于基准平面 A 的两平行平面之间</p> 
倾 斜 度 ∠	<p>1. 线对线倾斜度公差</p> <p>被测线和基准线在同一平面内:公差带是距离为公差值 t 且与基准线成一给定角度的两平行平面之间的区域</p> 	<p>被测轴线必须位于距离为公差值 0.08 且与 A-B 公共基准线成一理论正确角度 60° 的两平行平面之间</p> 
	<p>被测线与基准线不在同一平面内:公差带是距离为公差值 t 且与基准成一给定角度的两平行平面之间的区域。如被测线与基准不在同一平面内,则被测线应投影到包含基准轴线并平行于被测轴线的平面上,公差带是相对于投影到该平面的线而言</p> 	<p>被测轴线投影到包含基准轴线的平面上,它必须位于距离为公差值 0.08 并与 A-B 公共基准线成理论正确角度 60° 的两平行平面之间</p> 

续表 16-4

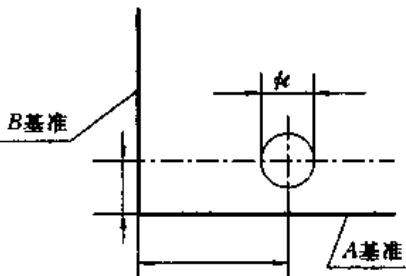
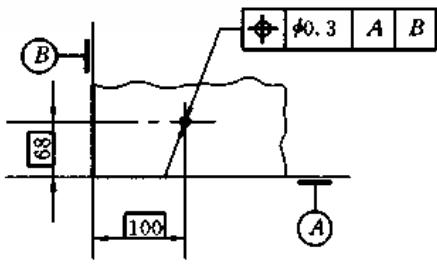
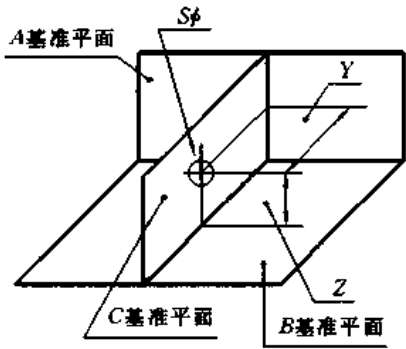
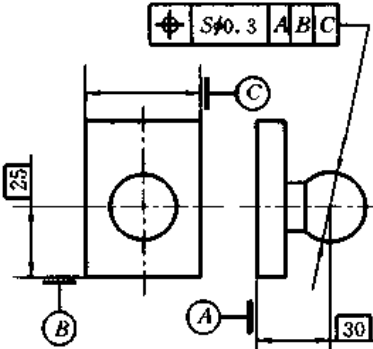
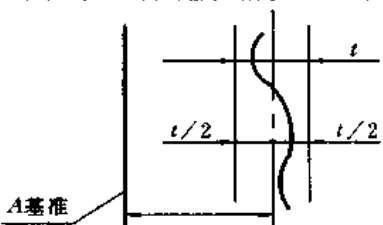
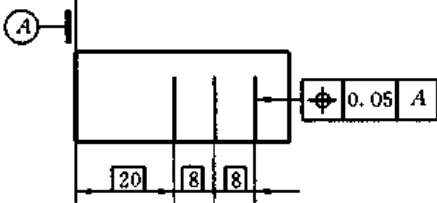
公差特征及符号	公差带定义	标注及解释
倾 斜 度 ∠	<p>2. 线对面的倾斜度公差</p> <p>公差带是距离为公差值 t 且与基准成一给定角度的两平行平面之间的区域</p>  <p>基准平面</p>	<p>被测轴线必须位于距离为公差值 0.08 且与基准面 A (基准平面) 成理论正确角度 60° 的两平行平面之间</p> 
	<p>如在公差值前加注 ϕ, 则公差带是直径为公差值 t 的圆柱面内的区域, 该圆柱面的轴线应与基准平面呈一给定的角度并平行于另一基准平面</p>  <p>B基准平面 A基准平面</p>	<p>被测轴线必须位于直径为公差值 $\phi 0.1$ 的圆柱面公差带内, 该公差带的轴线应与基准表面 A (基准平面) 呈理论正确角度 60° 并平行于基准平面 B</p> 
	<p>3. 面对线的倾斜度公差</p> <p>公差带是距离为公差值 t 且与基准线成一给定角度的两平行平面之间的区域</p>  <p>基准线</p>	<p>被测表面必须位于距离为公差值 0.1 且与基准线 A (基准轴线) 成理论正确角度 75° 的两平行平面之间</p> 
	<p>4. 面对面的倾斜度公差</p> <p>公差带是距离为公差值 t 且与基准面成一给定角度的两平行平面之间的区域</p>  <p>基准平面</p>	<p>被测表面必须位于距离为公差值 0.08 且与基准面 A (基准平面) 成理论正确角度 40° 的两平行平面之间</p> 

2.3.2 定位公差带


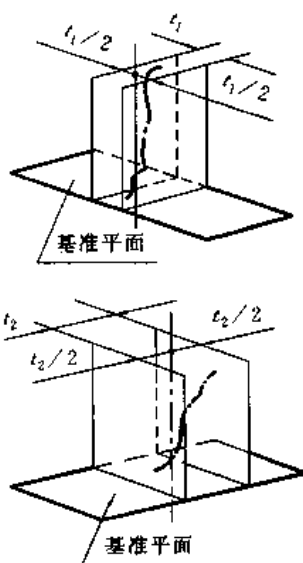
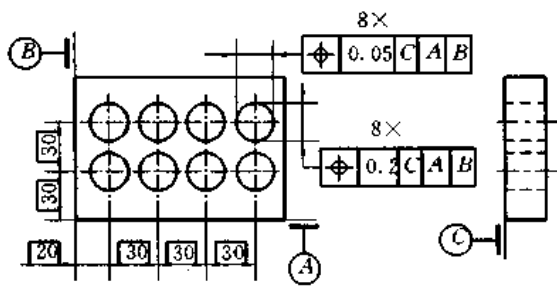
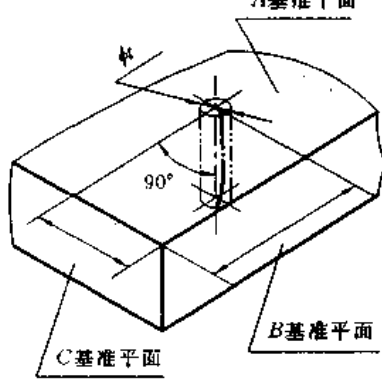
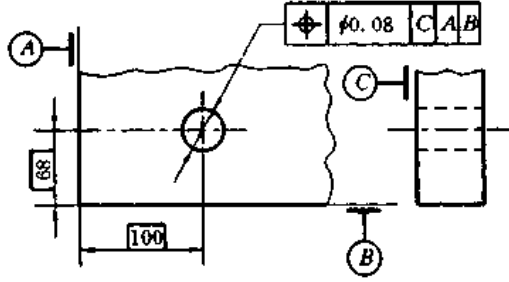
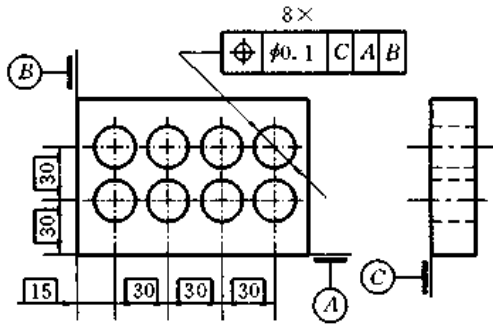
定位公差带包括位置度、同轴(心)度和对称度,其公差带均由理论正确尺寸(包括角度)确定。位置度则

由标出的理论正确尺寸确定。同轴(心)度和对称度的理论正确尺寸(角度)为 0° ,定位公差带的定义、标注及解释见表16-5。


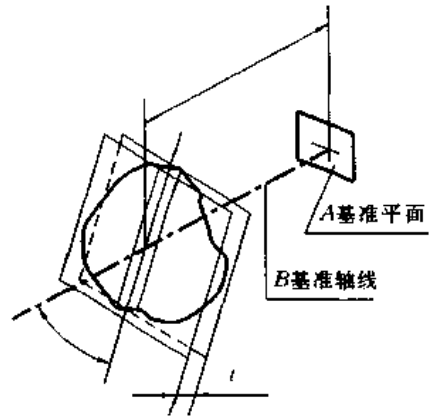
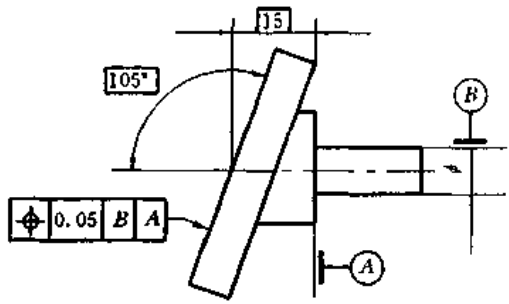
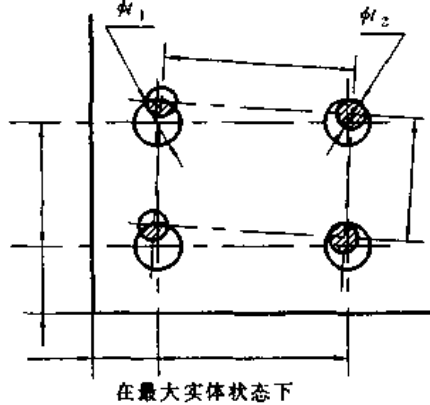
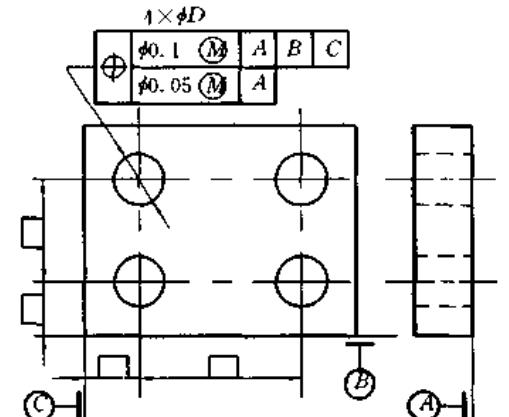

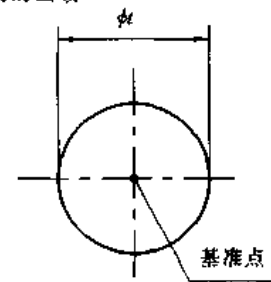
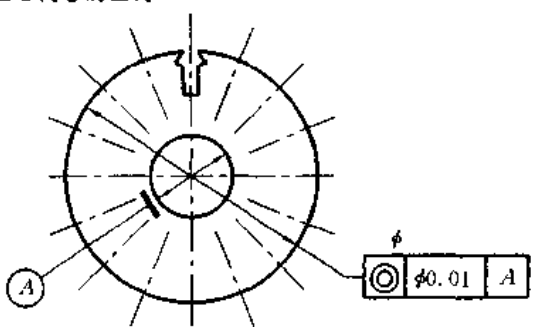
表 16-5 定位公差带

公差特征及符号	公差带定义	标注及解释
位置度 \oplus	<p>1. 点的位置度公差</p> <p>如公差值前加注ϕ,公差带是直径为公差值t的圆内的区域。圆公差带的中心点的位置由相对于基准A和B的理论正确尺寸确定</p> 	<p>两个中心线的交点必须位于直径为公差带$\phi 0.3$的圆内,该圆的圆心位于由相对基准A和B(基准直线)的理论正确尺寸所确定的点的理想位置上</p> 
	<p>如公差值前加注$S\phi$,公差带是直径为公差值t的球内的区域。球公差带的中心点的位置由相对于基准A、B和C的理论正确尺寸确定</p> 	<p>被测球的球心必须位于直径为公差值$S\phi 0.3$的球内。该球的球心位于由相对基准A、B、C的理论正确尺寸所确定的理想位置上</p> 
	<p>2. 线的位置度公差</p> <p>公差带是距离为公差值t且以线的理想位置为中心线对称配置的两平行直线之间的区域。中心线的位置由相对于基准A的理论正确尺寸确定,此位置度公差仅给定一个方向</p> 	<p>每根刻线的中心线必须位于距离为公差值0.05且由相对于基准A的理论正确尺寸所确定的理想位置对称的诸两平行直线之间</p> 

续表 16-5


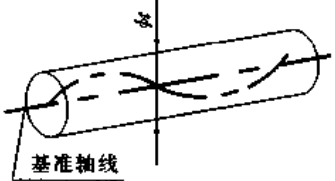
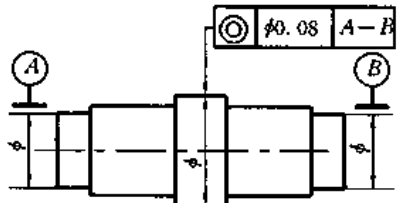
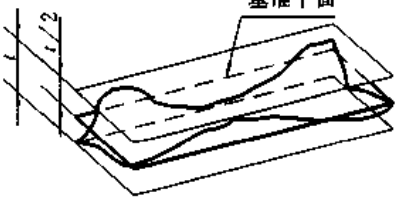
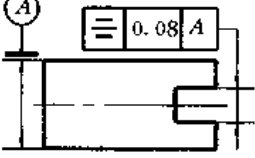

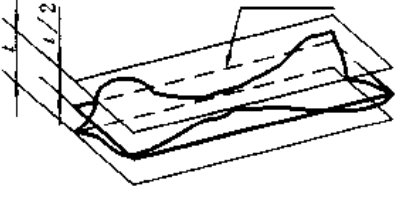
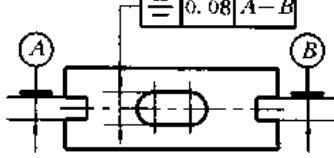
公差特征及符号	公差带定义	标注及解释
位置度 	<p>公差带是两对互相垂直的距离为公差值 t_1 和 t_2 且以轴线的理想位置为中心对称配置的两平行平面之间的区域。轴线的理想位置是由相对于三基面体系的理论正确尺寸确定的,此位置度公差相对于基准给定互相垂直的两个方向</p> 	<p>各个被测孔的轴线必须分别位于两对互相垂直的距离为公差值 0.05 和 0.2,由相对于 C、A、B 基准表面(基准平面)的理论正确尺寸所确定的理想位置对称配置的两平行平面之间</p> 
	<p>如在公差值前加注 ϕ,则公差带是直径为公差值 t 的圆柱面内的区域。公差带的轴线的位置由相对于三基面体系的理论正确尺寸确定</p> <p style="text-align: center;">A基准平面</p>  <p style="text-align: center;">C基准平面 B基准平面</p>	<p>被测轴线必须位于直径为公差值 $\phi 0.08$ 且以相对于 C、A、B 基准表面(基准平面)的理论正确尺寸所确定的理想位置为轴线的圆柱面内</p>  <p>每个被测轴线必须位于直径为公差值 $\phi 0.1$,由以相对于 C、A、B 基准表面(基准平面)的理论正确尺寸所确定的理想位置为轴线的圆柱面内</p> 

续表 16-5

公差特征及符号	公差带定义	标注及解释
位置度 	<p>3. 平面或中心平面的位置度公差</p> <p>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。面的理想位置是由相对于三基面体系的理论正确尺寸确定的。</p>  <p>A 基准平面 B 基准轴线</p>	<p>被测表面必须位于距离为公差值 0.05, 由以相对于基准线 B(基准轴线)和基准表面 A(基准平面)的理论正确尺寸所确定的理想位置对称配置的两平行平面之间</p>  <p>标注: $\oplus 0.05 B A$</p>
	<p>4. 复合位置度公差</p> <p>公差带是直径为 ϕ_1 且以线的理想位置(相对于三基面体系建立)为轴线的圆柱面区域及直径为 ϕ_2 且以线的理想位置(相对于 A 基面建立)为轴线的圆柱面区域的重合部分</p>  <p>在最大实体状态下</p>	<p>4 个 ϕD 孔的轴线必须分别位于直径为公差值 $\phi 0.1$ 和 $\phi 0.05$ 的两圆柱的重叠部分内</p> <p>4 个 $\phi 0.1$ 的公差带, 其几何图框相对于基准 A、B、C 面确定</p> <p>4 个 $\phi 0.05$ 的公差带, 其几何图框仅相对于基准 A 定向</p>  <p>标注: $\oplus \phi 0.1 M A B C$ $\oplus \phi 0.05 M A$</p>
同轴度 	<p>1. 点的同轴度公差</p> <p>公差带是直径为公差值 ϕt 且与基准圆心同心的圆内的区域</p>  <p>基准点</p>	<p>外圆的圆心必须位于直径为公差值 $\phi 0.01$ 且与基准圆心同心的圆内</p>  <p>标注: $\odot \phi 0.01 A$</p>

提醒您: 使用本复制品 请尊重相关知识产权!

续表 16-5

公差特征及符号	公差带定义	标注及解释
同轴度 	2. 轴线的同轴度公差 公差带是直径为公差值 ϕ 的圆柱面内的区域,该圆柱面的轴线与基准轴线同轴 	大圆柱面的轴线必须位于直径为公差值 $\phi 0.08$ 且与公共基准线 $A-B$ (公共基准轴线)同轴的圆柱面内 
	1. 中心平面的对称度公差 公差带是距离为公差值 t 且相对基准的中心平面对称配置的两平行平面之间的区域 	被测中心平面必须位于距离为公差值 0.08 且相对于基准中心平面 A 对称配置的两平行平面之间 
对称度 	公差带是距离为公差值 t 且相对基准的中心平面对称配置的两平行平面之间的区域 	被测中心平面必须位于距离为公差值 0.08 且相对于公共基准中心平面 $A-B$ 对称配置的两平行平面之间 

2.3.3 跳动公差带


跳动公差包括圆跳动公差和全跳动公差两类,其共同点都是被测要素的测试点在围绕基准轴线旋转时的最大变动量,其不同点在于圆跳动公差是在测量仪器与工件间无轴向位移的前提下,要素上某一固定参考点围绕基准轴线旋转一周时的允许最大变动量(最

大示值与最小示值之差),而全跳动公差则是在测量仪器与工件间同时作相对移动时,被测要素上各点间的允许变动量(最大示值与最小示值之差)。

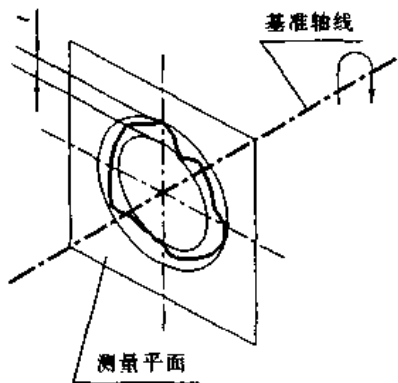
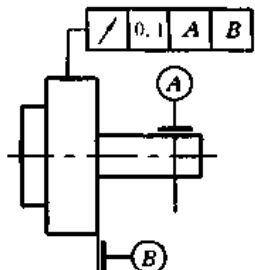
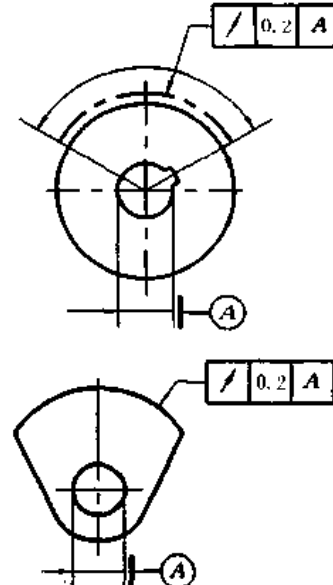
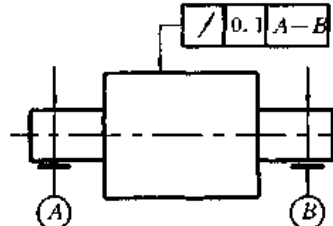
2.3.3.1 圆跳动公差带

圆跳动包括径向圆跳动、端面圆跳动及斜向圆跳动,其公差带定义、标注及解释见表 16-6。

表 16-6 圆跳动公差带

公差特征及符号	公差带定义	标注及解释
圆跳动 	圆跳动公差是被测要素某一固定参考点围绕基准轴线旋转一周时(零件和测量仪器间无轴向位移)允许的最大变动量 t ,圆跳动公差适用于每一个不同的测量位置。 注:圆跳动可能包括圆度、同轴度、垂直度或平面度误差,这些误差的总值不能超过给定的圆跳动公差	

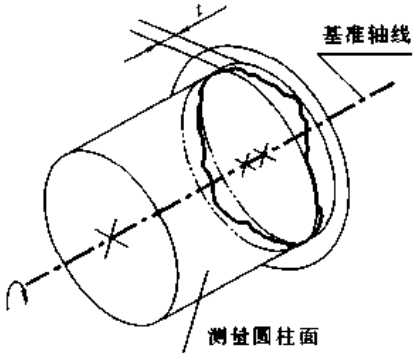
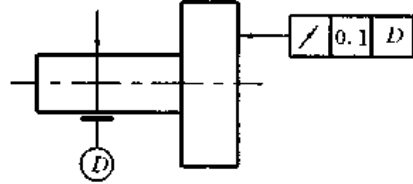
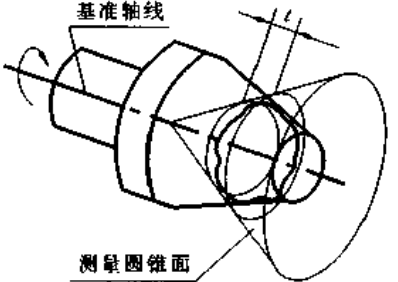
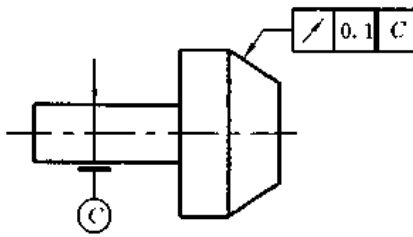
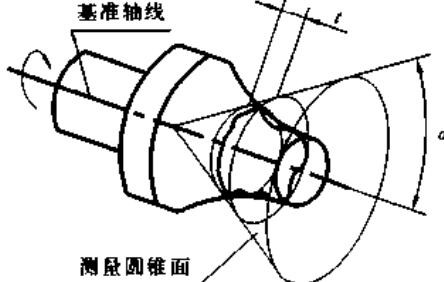
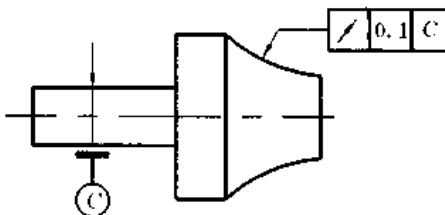
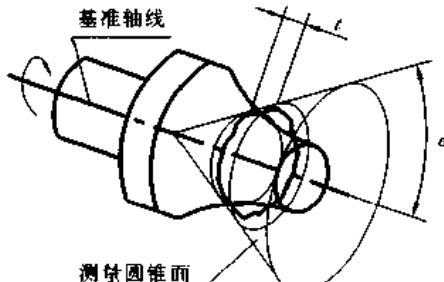
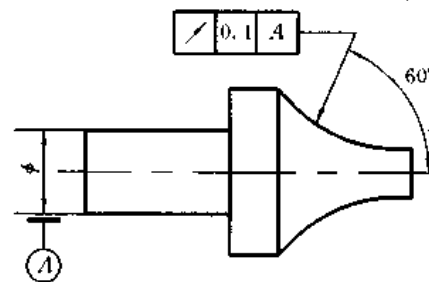
续表 16-6

公差特征及符号	公差带定义	标注及解释
<p>圆 跳 动</p>	<p>1. 径向圆跳动公差</p> <p>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同心圆之间的区域</p>  <p>跳动通常是围绕轴线旋转一整周,也可对部分圆周进行限制</p>	<p>当被测要素围绕基准线 A (基准轴线) 并同时受基准表面 B (基准平面) 的约束旋转一周时,在任一测量平面内的径向圆跳动量均不得大于 0.1</p>  <p>被测要素绕基准线 A (基准轴线) 旋转一个给定的部分圆周时,在任一测量平面内的径向圆跳动量均不得大于 0.2</p>  <p>当被测要素围绕公共基准线 $A-B$ (公共基准轴线) 旋转一周时,在任一测量平面内的径向圆跳动量均不得大于 0.1</p> 

标注及解释
 请您提醒我：
 使用本复制品
 请尊重相关知识版权！

续表 16-6

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权
标注及解释

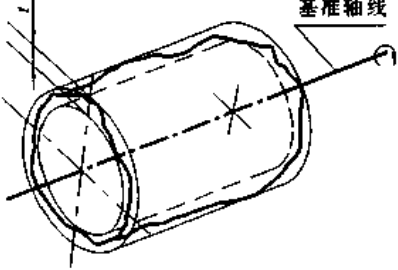
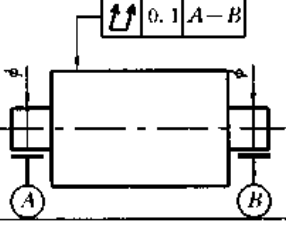
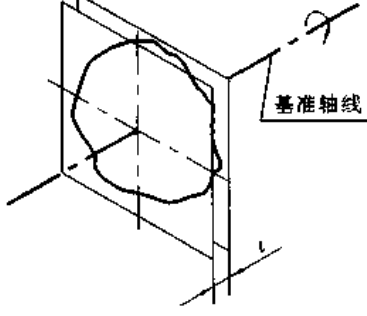
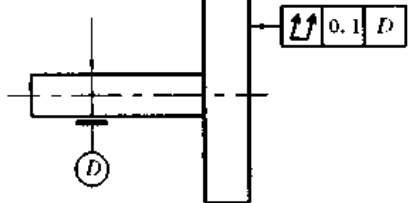
公差特征及符号	公差带定义	
圆 跳 动	<p>2. 端面圆跳动公差</p> <p>公差带是在与基准同轴的任一半径位置的测量圆柱面上距离为 t 的两圆之间的区域</p> 	<p>被测面围绕基准线 D (基准轴线) 旋转一周时, 在任一测量圆柱面内轴向的跳动量均不得大于 0.1</p> 
	<p>3. 斜向圆跳动公差</p> <p>公差带是在与基准同轴的任一测量圆锥面上距离为 t 的两圆之间的区域。 除另有规定, 其测量方向应与被测面垂直</p> 	<p>被测面绕基准线 C (基准轴线) 旋转一周时, 在任一测量圆锥面上的跳动量均不得大于 0.1</p> 
		<p>被测曲面绕基准线 C (基准轴线) 旋转一周时, 在任一测量圆锥面上的跳动量均不得大于 0.1</p> 
	<p>4. 斜向(给定角度的)圆跳动公差</p> <p>公差带是在与基准同轴的任一给定角度的测量圆锥面上, 距离为公差值 t 的两圆之间的区域</p> 	<p>被测面绕基准线 A (基准轴线) 旋转一周时, 在给定角度为 60° 的任一测量圆锥面上的跳动量均不得大于 0.1</p> 

2.3.3.2 全跳动公差带

全跳动包括径向全跳动和端面全跳动,其公差带

定义、标注及解释见表 16-7。

表 16-7 全跳动公差带

公差特征及符号	公差带定义	标注及解释
全 跳 动	<p>1. 径向全跳动公差</p> <p>公差带是半径差为公差值 t 且与基准同轴的两圆柱面之间的区域</p>  <p>基准轴线</p>	<p>被测要素围绕公共基准线 $A-B$ 作若干次旋转,并在测量仪器与工件间同时作轴向的相对移动时,被测要素上各点间的示值差均不得大于 0.1。测量仪器或工件必须沿着基准轴线方向并相对于公共基准轴线 $A-B$ 移动</p> 
	<p>2. 端面全跳动公差</p> <p>公差带是距离为公差值 t 且与基准垂直的两平行平面之间的区域</p>  <p>基准轴线</p>	<p>被测要素围绕基准轴线 D 作若干次旋转,并在测量仪器与工件间作径向相对移动时,在被测要素上各点间的示值差均不得大于 0.1。测量仪器或工件必须沿着轮廓具有理想正确形状的线和相对于基准轴线 D 的正确方向移动</p> 

3 最小条件

被测要素是否在给定的公差带内,不同的评定方法会得出不同的结果,即不同的误差值。标准中规定,形位误差的评定应符合最小条件,即要求在被测要素上形成最小包容区域,再以公差带与该最小区域相比较,确定最小区域是否在公差带内,并以此来判断零件上的要素是否合格。

最小条件能最大限度地通过合格件,是进行仲裁的唯一方法。在生产中允许在不影响制造成本并保证产品质量的前提下采用其他的评定方法,这些评定方法所得到的误差值均不小于最小条件所获得的误差值。

3.1 直线度最小条件示例

按最小条件评定直线度应是两平行直线包容实际被测线且距离为最小,即实际被测线上各点距其理想线的最大距离为最小。

图 16-3 表示了三种包容实际被测线的情况, A_1-

B_1 线既包容了实际要素且这两平行直线之间的距离 (h_1) 为最小,其他两组平行线的距离均大于 h_1 。所以符合最小条件只有 A_1-B_1 ,即 h_1 是实际要素的直线度误差。

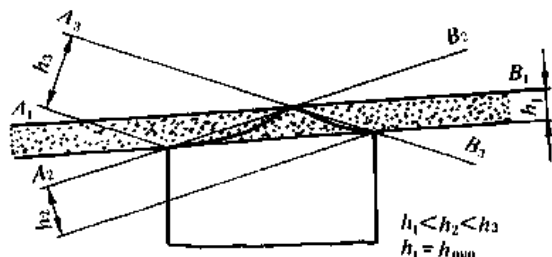


图 16-3 直线度最小条件

3.2 平面度最小条件示例

按最小条件评定平面度应是两个平行平面包容被测面并使其间的距离为最小,即实际上各点距其理想面的最大距离为最小。

从图 16-4 中可以看出,包容被测面的理想平面可以有多个,图 16-4a) 示出的平面 $A_1B_1C_1D_1$ 和图 16-4b)

示出的平面 $A_2B_2C_2D_2$ 只是多个平面中的两个,但符合最小条件的只有一个理想平面即 $A_1B_1C_1D_1$,它既包

容了被测平面又使两平行平面的距离为最小,所以 h_1 即为平面度误差。

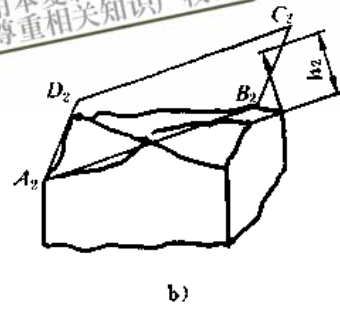
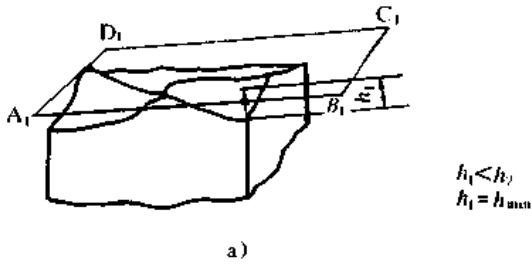


图 16-4 平面度最小条件

3.3 圆度最小条件示例

按最小条件评定圆度应是两同心圆包容实际圆且半径差为最小。

图 16-5 示出零件圆截面实际轮廓的圆度误差。包容实际圆作一外包容圆和与之同心的内包容圆形成两同心圆,按此可作多组包容实际圆的同心圆,图中示出了两组。显然,以圆心 C_2 定位的同心圆 A_2 组的半径差 Δr_2 为最小,符合最小条件,此半径差值 Δr_2 即为圆度误差。

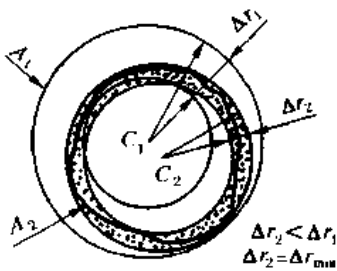


图 16-5 圆度最小条件

3.4 圆柱度最小条件示例

按最小条件评定圆柱度应是两同轴圆柱面,它既要包容实际圆柱面且两个圆柱面之间的半径差为最小。

图 16-6 示出圆柱零件的圆柱度误差。包容实际圆柱面作一外包容圆柱面和与之同轴的内包容圆柱面,形成两同轴圆柱面,按此可作多组包容实际圆柱面的同轴圆柱面,图中示出了两组。显然以 E_2 为轴线半径差为 Δr_2 的圆柱面组符合最小条件,圆柱度误差为 Δr_2 。

毕,则平行于底面的两平行平面可以有多种,但符合包容实际表面且距离为最小的则只有一组。图中两组平行平面,其距离分别为 h_1 和 h_2 ,且 $h_1 < h_2, h_1 = h_{min}$ 。所以距离为 h_1 的两平行平面符合最小条件, h_1 就是平行度的误差值。

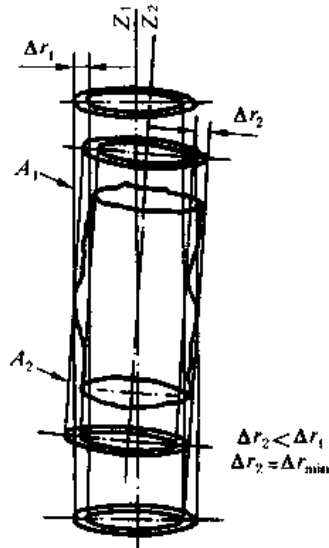


图 16-6 圆柱度最小条件

3.5 平行度最小条件示例

按最小条件评定平行度应满足下述两个条件:

- a. 包容其实际平面的两平行平面首先要平行于基准,且其距离为最小;
- b. 基准的位置应符合最小条件。

按图 16-7 表示,假设基准已按最小条件调整完

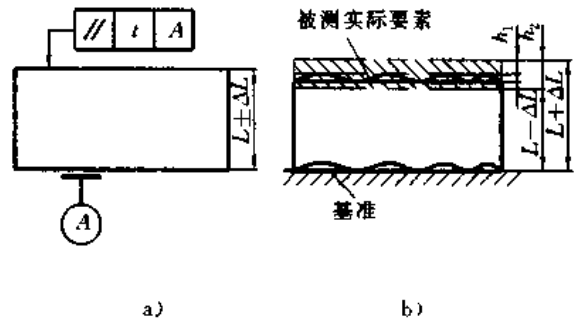


图 16-7 平行度最小条件

以上两个条件适用于各项位置误差的评定。

关于形位误差值的评定详见第五篇,形状和位置误差检测。

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

第17章

延伸公差带和 非刚性零件表示法

在第16章中介绍的各项公差带已可以基本满足零件要素的形位公差要求,但对于某些特殊情况还应有不同的要求才能满足生产的需要。国家标准GB/T 17773—1999《形状和位置公差 延伸公差带》和GB/T 16892—1997《形状和位置公差 非刚性零件》就是为了解决要素间所产生的干涉情况及非刚性零件变形问题而制定和发布的标准。这两个标准均等效采用相应的ISO标准。

1 延伸公差带及其表示法

1.1 一般控制方法造成装配时的干涉状况

对于螺栓、螺柱、螺钉、键和销等连接件,被连接部分往往由于各自相对于自身的正确位置给出控制轴线

(中心平面)位置公差带。但在实际生产中,由于孔实际轴线的偏移,导致连接件与孔壁在装配时发生干涉而无法装配。

图17-1为两板用螺钉连接的示例:

图17-1a)为设计图样;

图17-1b)为给出板1相对于基准A的位置度要求;

图17-1c)表示板1的位置度误差控制在公差带内;

图17-1d)为板2轴线相对基准B的歪斜,符合位置度公差的要求;

图17-1e)表示板1、板2均各自符合要求,但已装入板1的螺钉在板2处产生了干涉导致无法装入。

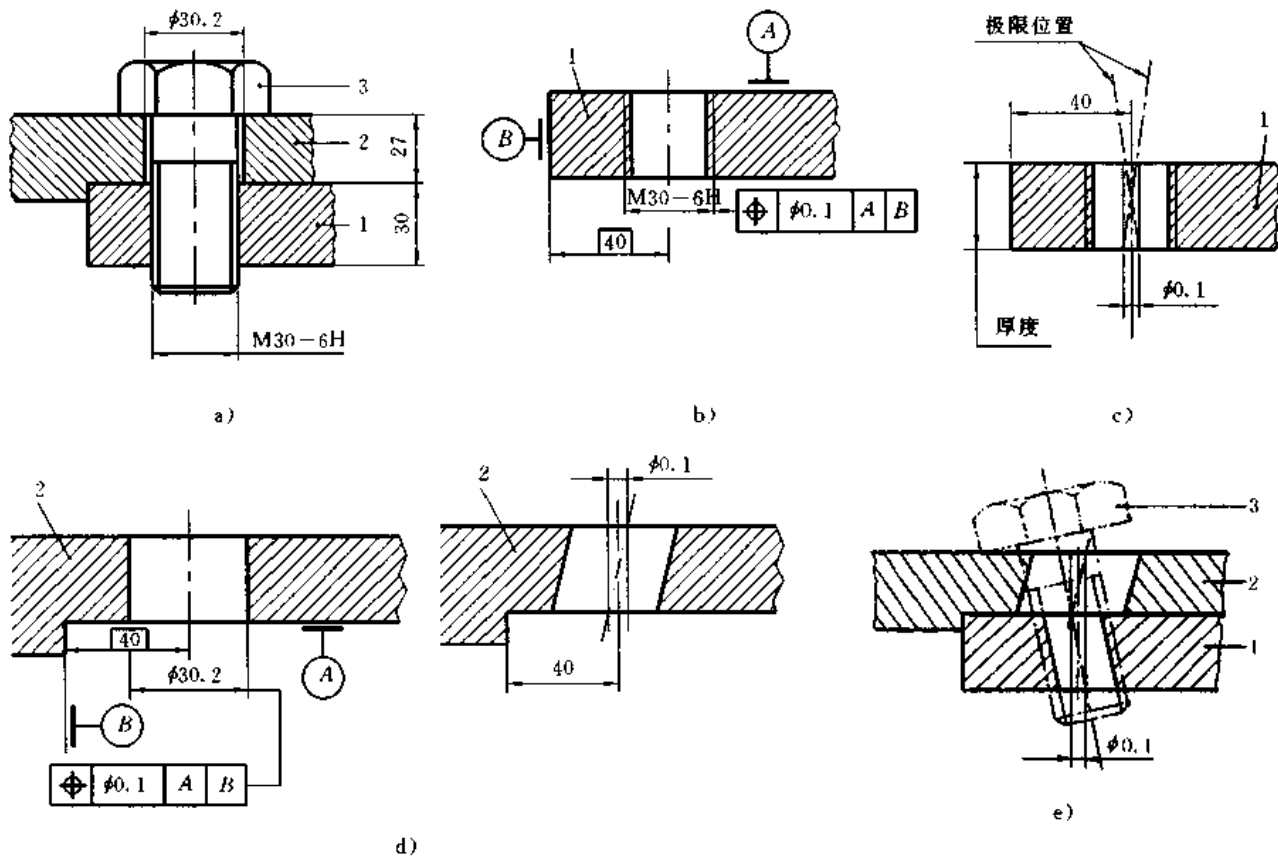


图17-1 螺钉连接时的干涉现象

1.2 延伸公差带保证顺利装配

图 17-2a) 表示板 1 的螺孔位置度公差不在板 1 螺孔的轴线上控制, 而是采用将其向板 2 延伸的控制方法, 即采用延伸公差带。

延伸公差带的符号为 (P) , 应标注在框格中公差值

后并同时标注在延伸尺寸的前面。其延伸部分用双点划线绘制。使用本复制品, 请尊重相关知识产权!

图 17-2b) 表示在板 1 延伸处控制其轴线误差。

图 17-2c) 表示由于采用了延伸公差带, 控制了从板 1 延伸至板 2 的公差带, 因此能顺利地装入板 2。

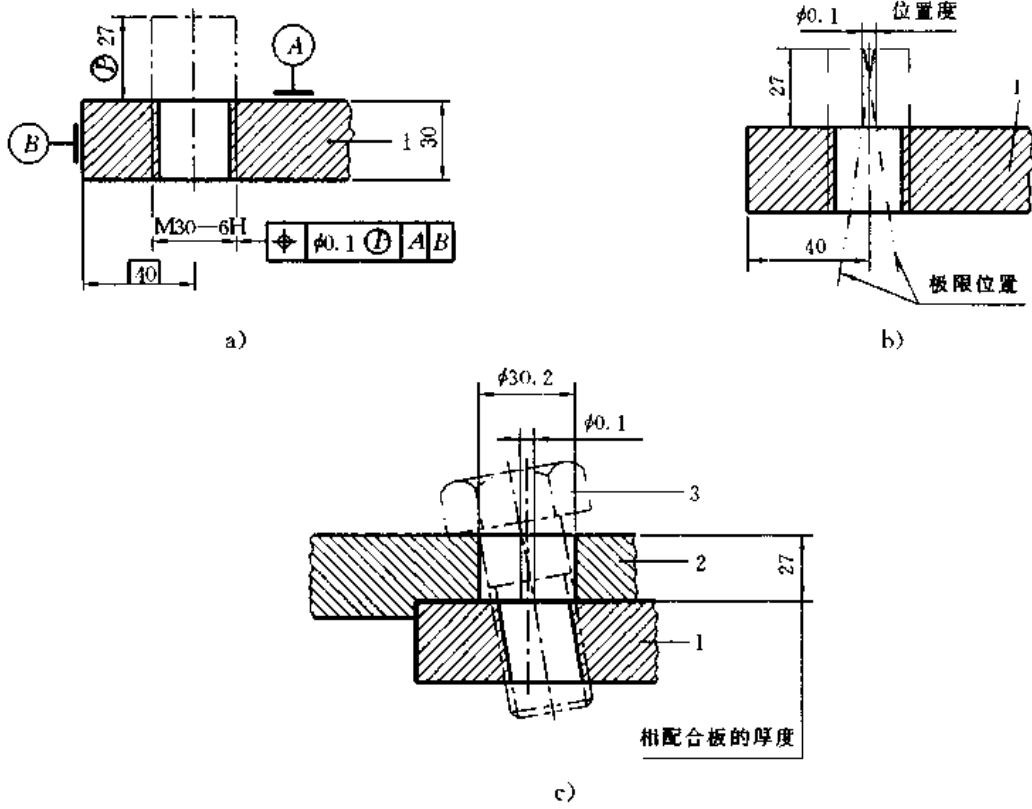


图 17-2 螺钉连接的延伸公差带

1.3 延伸公差带的形式

根据零件的功能要求, 延伸公差带可具有多种形

式, 见表 17-1。

表 17-1 延伸公差带的形式

功能要求	图 例	功能要求	图 例
延伸长度小于被连接零件		延伸长度大于被连接零件	
延伸长度等于被连接零件		延伸长度不连续	

2 非刚性零件表示法

“非刚性零件”又称“挠性零件”，是指在自由状态下变形量大的零件，如型材（薄片、薄板）、纤维玻璃、薄型零件、注塑件及橡胶件等。这类零件的特点是在受外力和不受外力的情况下形位误差的差异较大。因而在加工和装配时形位误差检验合格的零件，拆卸后却超差甚多，导致返修或作废件处理，实际其中部分零件仍然是可用的合格零件。因此，对这类零件，应根据其功能要求，对其在受外力的约束条件下和不受外力的“自由状态”下，分别给出不同的形位公差要求。

GB/T 16892 规定了非刚性零件形位公差表示法。

2.1 有关术语及解释

2.1.1 非刚性零件

在自由状态下相对其处于约束状态下会产生显著变形的零件。

2.1.2 自由状态

零件只受到重力作用时的状态。

2.1.3 约束条件

对于非刚性零件，给出非自由状态下的形位公差时应给出其非自由状态时的受力状况，称“约束条件”。

2.2 图样表示法

2.2.1 符号及其标注

自由状态条件用符号 \textcircled{F} 表示（Free State 中 Free 的字首）。在给出自由状态下的形位公差时，应将符号 \textcircled{F} 标注在框格内公差值的后面（图 17-3）。

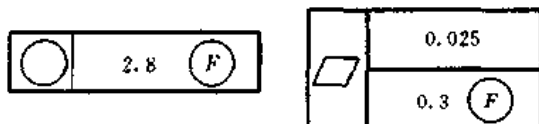


图 17-3 非刚性零件形位公差的标注

2.2.2 约束条件的标注

在给出非自由状态下的形位公差时，应将“约束条件”在图样的下方加以说明。

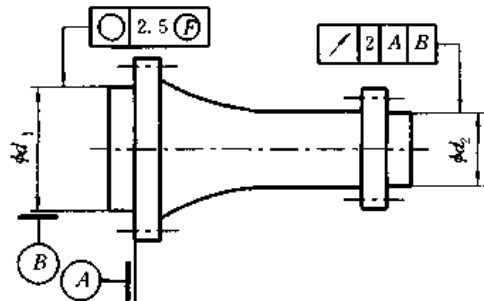
2.2.3 标准号的标注

给出自由状态下的形位公差值时应在图样的右下角注出标准号，表示该图样执行国家标准 GB/T 16892。

2.3 标注示例

示例 1

发动机零件，在自由状态下， ϕd_1 的圆柱表面圆度公差为 2.5， ϕd_2 的圆柱表面在约束条件下相对于 A、B 基准的径向圆跳动公差为 2，由于 ϕd_1 的长度过短，故增加端面基准 A，以保证其稳定性（图 17-4）。



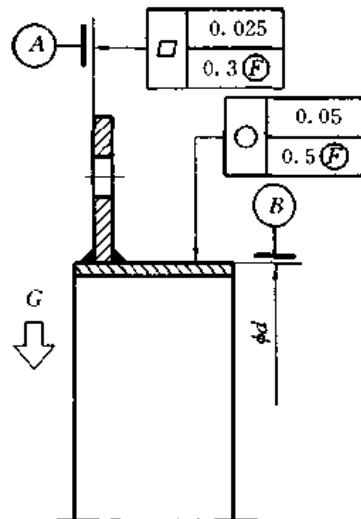
GB/T 16892 NR

约束条件：A 表面用 64 个 M6×1 的螺栓固定，螺栓旋入时的拧紧力矩为 9~15N·m；B 要素受最大实体尺寸的限制

图 17-4 非刚性零件形位公差标注示例一

示例 2

发动机零件， ϕd 圆柱表面在自由状态下和约束条件下的圆度公差分别为 0.5 和 0.05，端面的平面度公差分别是 0.3 和 0.025（图 17-5）



约束条件：表面 A 由 120 个 M20 螺栓固定，螺栓旋入时的拧紧力矩为 18~20N·m；B 要素受最大实体尺寸的限制

图 17-5 非刚性零件形位公差标注示例二

第 18 章

形位公差的公差值

形位公差的公差值决定形位公差带的宽度或直径,是控制零件精度的重要指标。合理地给出形位公差的公差值,对确保产品质量和降低制造成本至关重要。

在图样中,形位公差的公差值有两种表示方法;一种是在图样中注出公差值,即在形位公差框格的第二格中注出;另一种则是在图样中不表示,而是按国家标准或企业标准、技术文件的规定在图样的技术要求中注明所需遵守的等级。前者可以按标准附录中给出的数系为参考,给出适当的公差值,也可经过计算或比较法确定公差值。后者则应按国家标准 GB/T 1184—1996《形状和位置公差 未注公差值》直接选取或按已采用国标的企业标准或技术文件执行。

GB/T 1184—1996《形状和位置公差 未注公差值》等效采用国际标准 ISO 2768. 2:1989《一般公差 第 2 部分 未注几何公差》,在基本概念和数值的规定等方面与原国家标准(GB/T 1184—1980)有较大的差异。

1 未注公差值

1.1 基本概念

ISO 2768. 2 标准是通过世界各国常用设备的调查,按统计计算得出的,是全球通用的中等制造精度所能达到的值,因而零件大部分要素的形位公差值均应遵循未注公差值的要求。

1.1.2 为保证常用设备的加工精度,工厂企业应加强设备的维护和管理,及时地修复失去应有精度的设备。

1.1.3 当要素要求的形位公差值小于未注公差值,即

零件要素的精度要求高于中等制造精度时,需要在框格中注出形位公差的公差值,以引起工艺、加工、装配及检验等各生产环节的重视。

1.1.4 当要素要求的公差值大于未注公差值,即零件要素的精度要求低于中等制造精度时,一般仍采用未注公差值。因为虽然图样中给出了较大的公差值,但仍采用原加工设备,所达到的依然是未注公差值的精度。只有在较大的公差值能给工厂带来经济效益,降低制造成本时,才有必要单独注出。

1.1.5 零件要素采用未注公差值,其精度由设备保证,一般不需要检验,只有在仲裁时或为掌握设备精度时才需要对批量生产的零件进行首检或抽检。

1.1.6 零件要素的形位误差值超出了给出的未注公差值时,一般也不必拒收,因很可能它并不影响零件的功能。只有在确认其影响了装配或使用功能时,才可以拒收。

1.2 形位公差未注公差值

GB/T 1184 对形位公差各项目的未注公差值均作了规定,但方式不同;某些项目给出了数系表和公差等级(如直线度、平面度等);某些项目给出了与尺寸公差和其他项目形位公差值的关系(如圆度等),没有给出数系和公差等级;某些项目则仅作了原则性的规定(如轮廓度等)。

1.2.1 直线度和平面度

表 18-1 为直线度和平面度的未注公差值,对于直线度基本长度应按其相应线的长度选择;对于平面度则应按其表面的较长一侧或圆表面的直径选择。

表 18-1

mm

公差等级	基本长度范围					
	≤10	>10~30	>30~100	>100~300	>300~1 000	>1 000~3 000
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

1.2.2 圆度

圆度的未注公差值等于给出的直径公差值,但不

能大于表 18-4 中的径向圆跳动公差值,因为径向圆跳动值不仅反映了圆度误差值,同时也反映了同轴度误

差值。

1.2.3 圆柱度

圆柱度误差值是圆度、轴线直线度、素线直线度和素线平行度综合反映的结果,其中每一项误差均由它们的注出公差或未注公差控制。

1.2.4 平行度

平行度的未注公差值可由给出的尺寸公差值或是直线度和平面度未注公差值的较大者来控制。两个要素中取较长者作为基准要素,较短者作为被测要素。若两要素的长度相等,则取两要素中的任意一个要素作为基准要素。

1.2.5 垂直度

表 18-2 为垂直度的未注公差值。取形成直角的两边中较长的一边作为基准要素,较短的一边作为被测要素。若两边的长度相等则可取其中的任意一边作为基准要素。

表 18-2 垂直度的未注公差值 mm

公差等级	基本长度范围			
	≤100	>100 ~300	>300 ~1 000	>1 000 ~3 000
H	0.2	0.3	0.4	0.5
K	0.4	0.6	0.8	1
L	0.6	1	1.5	2

1.2.6 对称度

表 18-3 为对称度的未注公差值。应取两要素中较长者作为基准要素,较短者作为被测要素。若两要素长度相等则可任取其中的一个作为基准要素。

对称度的未注公差值用于至少两个要素中的一个中心平面,或两互相垂直的轴线。

表 18-3 对称度的未注公差值 mm

公差等级	基本长度范围			
	≤100	>100 ~300	>300 ~1 000	>1 000 ~3 000
H	0.5			
K	0.6		0.8	1
L	0.6	1	1.5	2

1.2.7 同轴度

同轴度的未注公差值未作规定。在极限情况下,同轴度的未注公差值可选用表 18-4 中规定的径向圆跳动的未注公差值。因为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。

1.2.8 圆跳动

圆跳动包括径向、端面和斜向圆跳动,其未注公差值见表 18-4。

对于圆跳动未注公差值,应选择设计给出的支承面作为基准要素。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。如两要素的长度相等,则可取任一要素作为基准要素。对于端面和斜向圆跳动的基准要素必然是支承它的轴线。

表 18-4 圆跳动的未注公差值 mm

公差等级	圆跳动公差值
H	0.1
K	0.2
L	0.5

1.2.9 其他各项形位公差的未注公差值

对于线轮廓度、面轮廓度、倾斜度与位置度的未注公差值在标准中仅作原则性规定。由于线、面轮廓度误差直接与该线、面轮廓的尺寸公差有关,因此,受尺寸公差的控制。位置度误差是一项综合误差,是各项目的综合反映,不需要另行规定。倾斜度则由其角度公差控制。

1.2.10 采用未注公差值的标注

a. 对于采用 GB/T 1184 未注公差值的图样,应在其标题栏附近或技术要求中注写标准号及采用的公差等级,如:

GB/T 1184-K

b. 如企业已制定了采用 GB/T 1184 的本企业标准,并统一规定了所采用的等级则不必注写标准号及精度等级。

c. 在同一张图样中,其未注公差值应采用同一等级。

1.3 未注公差值的示例解释

示例 1 圆要素的圆度未注公差值

图 18-1a) 中的圆要素,直径为 $\phi 25_{-0.1}^0$,应考虑其圆度未注公差值。

标准中规定圆度的未注公差值等于该圆柱面上给出的直径公差值,但同时规定不能大于所规定的径向圆跳动值(表 18-4)。这是因为圆柱面上的圆度误差仅是径向圆跳动误差值中的一部分。

圆要素的直径为 $\phi 25\text{mm}$,上偏差为 0,下偏差为 -0.1mm ,其尺寸公差为 0.1mm ,因此圆度的未注公差值为 0.1mm (它等于 H 级径向圆跳动未注公差值)。

不论实际圆周呈什么形状,它总应被限制在半径差为 0.1mm 的两同心圆内(图 18-1b))。

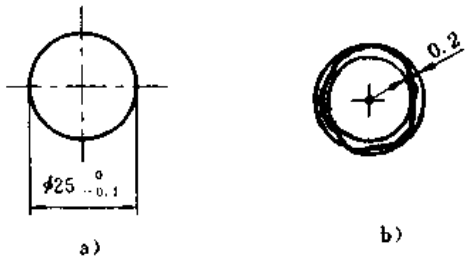


图 18-1 圆度未注公差值等于尺寸公差值

示例 2 圆要素的圆度未注公差值

图 18-2a) 中的圆要素直径为 $\phi 25$ ，图样下方说明其未注尺寸公差按 GB/T 1804—m，未注形状公差按 GB/T 1184—K。

从 GB/T 1804—1992 第 5 章表 5-1 中可查出 $\phi 25$ 的 m 级线性尺寸的未注公差的极限偏差为 $\pm 0.2\text{mm}$ ，尺寸公差值则为 0.4mm 。但图样中规定未注形状公差值按 K 级，圆度的未注公差值应不大于径向圆跳动的未注公差值。K 级的径向圆跳动值为 0.2mm ，因此，该圆要素的圆度未注公差值只能是 0.2mm ，而不能是 0.4mm (图 18-2b)。

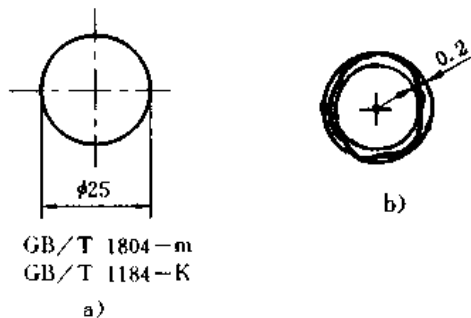


图 18-2 圆度未注公差值等于径向圆跳动公差值

示例 3 两平面要素的平行度未注公差值

由于两平面间必然有距离尺寸，因此，当两平表面的形状误差较小时，其实际表面不论呈何种形状，只要在尺寸公差带内即为合格，见图 18-3。

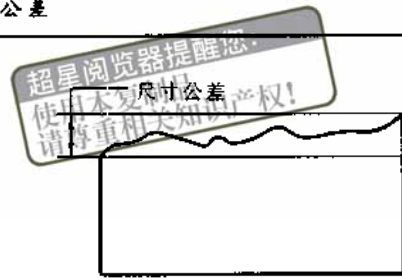


图 18-3 平行度未注公差值等于尺寸公差值

示例 4 两平面要素的未注公差值

如两平面要素处处均为最大实体尺寸，但呈弯曲状态，则尺寸公差已无法控制，因其误差已不反映在尺寸上。此时只能由直线度或平面度未注公差来控制。图 18-4 为平行度误差应小于或等于直线度未注公差的示例。

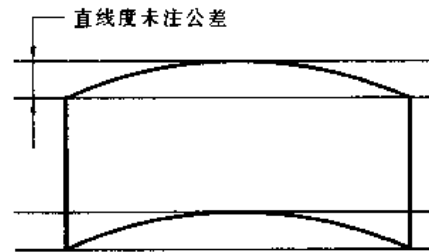


图 18-4 平行度未注公差值等于直线度公差值

示例 5 对称度的未注公差值(1)

采用对称度未注公差值时，首先应确定被测要素和基准要素。

图 18-5a) 表示零件的设计要求，仅有尺寸标注。图示零件 $l_1 > l_2$ ，因此将槽的中心平面作为被测要素，轴的轴线作为基准要素 (图 18-5b)。

图中用双点划线标出的对称度公差要求，是实际并不存在而采用未注公差值的表示。



图 18-5 对称度未注公差值(1)

示例 6 对称度的未注公差值(2)

图 18-6a) 是另一个仅有尺寸标注的示例。小孔的轴线长度 l_2 大于槽的对称中心平面的长度 l_1 ，因此应

以小孔轴线为基准要素，槽的对称中心平面为被测要素 (图 18-6b)。

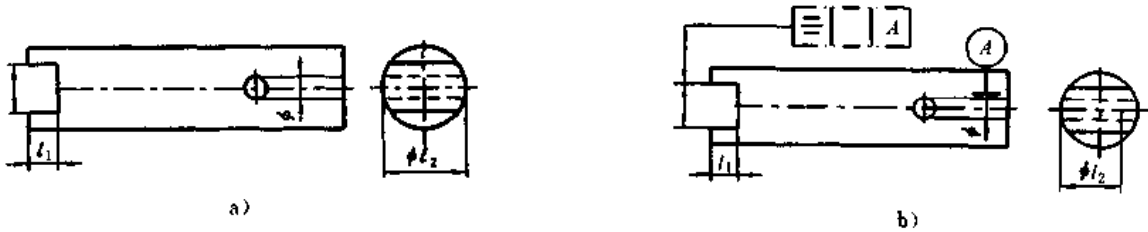


图 18-6 对称度未注公差值(2)

示例 7 综合示例

图 18-7a) 为一带方头的圆柱形零件, 图样中标出尺寸公差及形位公差, 省略了表面粗糙度要求的标注。图形下方给出未注尺寸公差和未注形位公差的标准号及公差等级。

从图 18-7a) 可以看出, 图中注出了两项位置公差要求: 零件上 $\phi 15$ 轴的轴线相对于 $\phi 22$ 轴线的径向圆

跳动公差; $\phi 3$ 孔的轴线相对于端面 A 和 $\phi 22$ 轴线所组成的三基面体系的采用最大实体要求的位置度公差, 且最大实体要求也应用于基准轴线 B。

从尺寸公差来看, 除 $\phi 22$ 、 $\phi 15$ 、 $\phi 3$ 和宽度 24 有尺寸公差要求外, 其他尺寸均采用未注尺寸公差, $\phi 22$ 轴的尺寸采用包容要求 M 。

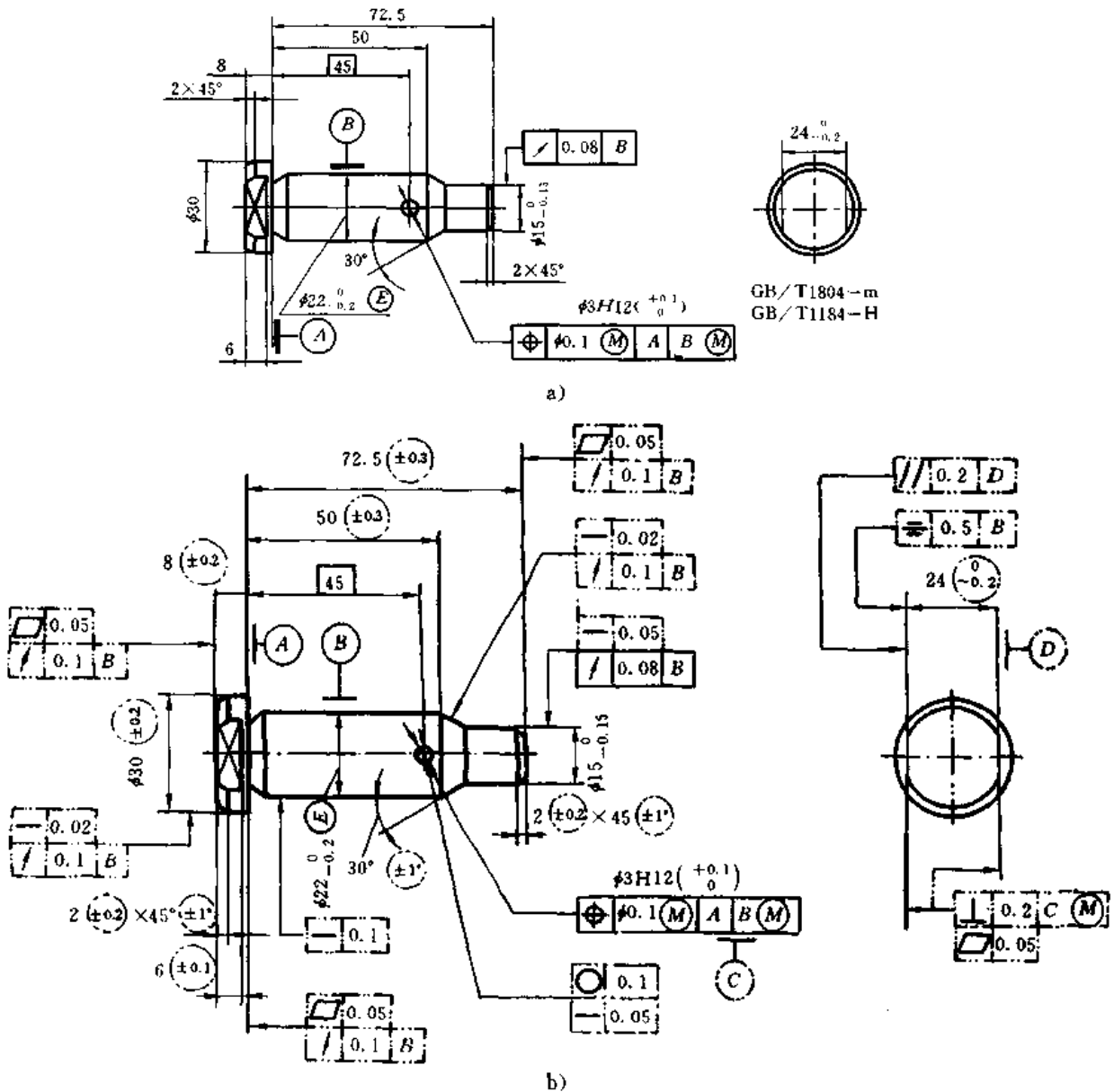


图 18-7 未注形位公差综合示例

图 18-7b)是对图 17-7a)所示零件的未注形位公差和未注尺寸公差的分析。图中所表示的部分形位公差值和尺寸公差值均是未注的,也即在图样中本不存在的,因而用双点划线表示。

按图样要求,未注形位公差值应遵守 GB/T 1184 所规定的 H 级公差,尺寸公差应遵守 GB/T 1804 所规定的 m 级公差。(见第 5 章表 5-1,表 5-2 和表 5-3)。

左轴端的两端面 and 圆柱表面首先应考虑对 B 基准的圆跳动未注公差值。由于径向圆跳动不能控制素线直线度,端面圆跳动不能控制平面度,因而除圆跳动未注公差值外,还应考虑其直线度和平面度未注公差值。只有这样才能控制该轴端的形状和位置误差。

$\phi 22$ 轴采用包容要求,但该轴表面的素线直线度按 H 级应为 0.1mm,尺寸公差 0.2mm 不能保证其未注直线度公差,因此应符合直线度未注公差值 0.1mm 的要求。

$\phi 3$ 孔本身有位置度公差要求,其直线度和圆度的未注公差值分别为 0.05mm 和 0.1mm。

两平表面间的宽度为 24mm,虽给出了尺寸公差,但仍不能保证其对称要求,需由对称度未注公差值及

两平表面间的平行度未注公差值控制。两平表面各自对小孔轴线应考虑其垂直度未注公差值。C 基准(小孔轴线)采用最大实体要求。因 $\phi 3$ 孔轴线本身的位置度有最大实体要求,它所遵守的边界已定,以它为基准时,为使边界一致,必须也采用最大实体要求。

两平表面的平面度未注公差值 H 级为 0.05mm。因两表面间的尺寸公差为 0.2mm,因此其平行度的未注公差值取两者中的较大者 0.2mm。

其他各表面应首先考虑圆跳动,在圆跳动不能满足其他项目的 H 级要求时,才考虑其他未注公差值。如直线度、平面度。所有的形位公差未注公差值均按 H 级查出。

从图中还可以看出,并不是所有未注形位公差的要素均需要考虑有关各项目的未注公差值。应首先考虑综合性的项目,只要此项目能控制其他项目,就不需再考虑其他项目。

为清晰起见,将图 18-7 示例中应考虑的线性尺寸和角度的极限偏差值和形位公差的未注公差值分别归纳为表 18-5 和表 18-6。

表 18-5 图 18-7b)示例中尺寸和角度的极限偏差值

尺寸 mm	线性尺寸的极限偏差/mm (按 GB/T 1804-m)	基本尺寸范围 mm
72.5	± 0.3	$>30 \sim 120$
50	± 0.3	$>30 \sim 120$
8	± 0.2	$>6 \sim 30$
6	± 0.1	$>3 \sim 6$
5	± 0.1	$>3 \sim 6$
$\phi 30$	± 0.2	$>6 \sim 30$
2(两处)	± 0.2	$>0.5 \sim 3$
45° (两处)	$\pm 1^\circ$	~ 10
30° (两处)	$\pm 1^\circ$	~ 10

表 18-6 图 18-7b)示例中的形位公差的未注公差值

要素	形位公差			说明
	项目	符号	未注公差值 mm	
$\phi 30$ 左端面	平面度		0.05	
	端面圆跳动		0.1	基准 B
$\phi 30$ 圆柱面	直线度		0.02	
	径向圆跳动		0.1	基准 B
$\phi 30$ 右端面	平面度		0.05	
	端面圆跳动		0.1	基准 B

续表 18-6

要素	形位公差			说明
	项目	符号	未注公差值 mm	
斜角 30°圆锥面 (两处)	直线度	—	0.02	
	斜向圆跳动	/	0.1	基准 B
φ22- $\frac{0.02}{0.05}$ Ⓒ圆柱面	直线度	—	0.05	其他形位误差由Ⓒ控制
φ3H12+ $\frac{0.01}{0.02}$ 圆柱面	直线度	—	0.05	
	圆度	○	0.1	等于尺寸公差
φ15- $\frac{0.015}{0.02}$ 圆柱面	直线度	—	0.05	
φ15- $\frac{0.015}{0.02}$ 右端面	平面度	□	0.05	
	端面圆跳动	/	0.1	基准 B
24- $\frac{0.02}{0.05}$ 两侧面	平面度	□	0.05	
	平行度	∥	0.2	以任一侧面为基准
	垂直度	⊥	0.2	基准 C
24- $\frac{0.02}{0.05}$ 中心面	对称度	≡	0.5	基准 B

1.4 各项目未注公差值的规定及相互间的关系

各项目的未注公差值在标准中有的列出数值系列及等级,有的则是一些原则性规定。各项目未注公差值

之间与各项目情况一样存在着一定的关系,现将标准对各项目未注公差值的规定情况及相互间的关系列表说明(表 18-7)。

表 18-7 各形位公差项目未注公差值的规定及相互关系

特征项目	对未注公差的规定	说明
直线度 平面度	规定了数值表	平面度同时控制了直线度
圆度	等于给出的尺寸公差值	不能大于径向圆跳动未注公差值
圆柱度	1. 分别由圆度、轴线直线度和素线间平行度的未注公差值控制 2. 采用包容要求Ⓓ	不能认为圆柱度误差值是这三个项目误差值的相加值
线轮廓度 面轮廓度	由尺寸公差控制 (线性尺寸和角度尺寸)	
平行度	两要素间的尺寸公差或直线度(或平面度)未注公差值,取较大者	一般由尺寸公差控制。当平行度误差主要是由直线度或平面度误差形成时,由直线度或平面度未注公差控制
垂直度	规定了数值表	数值均大于直线度或平面度未注公差值
倾斜度	由角度公差控制	
位置度	由相应的形位公差未注公差值或尺寸和角度公差控制	不必特别考虑位置度的未注公差值
同轴度	在极限情况下,可采用径向圆跳动的未注公差值,一般情况下应小于这个值	同轴度误差值仅占径向圆跳动的一部分

续表 18-7

特征项目	对未注公差的规定	说 明
对称度	规定了数值表	两要素中必须有一个是中心平面,如两要素都是轴线,必须互相垂直
圆跳动	规定了数值表	综合控制了被测部分的形状和位置误差
全跳动	由相应的形位公差未注公差值分别控制	径向全跳动由圆跳动、直线度和平行度未注公差值控制。端面全跳动由垂直度未注公差值控制

2 注出公差值

GB/T 1184 的附录中给出了各项目的形位公差数值系列及公差等级。公差数值均按工艺规律经过数据处理得出。各公差等级则按我国实际生产情况及今后发展需要按优先数系确定。由于产品性能和制造技术水平的不断发展和提高,以下各表中数值系列以及

应用的资料均受到收集资料的范围和时间的限制,因此各数值系列及资料仅作为设计者在确定公差值时的参考。

2.1 注出公差值的数值系列

2.1.1 直线度和平面度公差值

直线度和平面度公差值见表 18-8,主参数 L 的选择见图 18-8。

表 18-8 直线度和平面度公差值

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
$> 10 \sim 16$	0.25	0.5	1	1.5	2.5	4	6	10	15	25	40	80
$> 16 \sim 25$	0.3	0.6	1.2	2	3	5	8	12	20	30	50	100
$> 25 \sim 40$	0.4	0.8	1.5	2.5	4	6	10	15	25	40	60	120
$> 40 \sim 63$	0.5	1	2	3	5	8	12	20	30	50	80	150
$> 63 \sim 100$	0.6	1.2	2.5	4	6	10	15	25	40	60	100	200
$> 100 \sim 160$	0.8	1.5	3	5	8	12	20	30	50	80	120	250
$> 160 \sim 250$	1	2	4	6	10	15	25	40	60	100	150	300
$> 250 \sim 400$	1.2	2.5	5	8	12	20	30	50	80	120	200	400
$> 400 \sim 630$	1.5	3	6	10	15	25	40	60	100	150	250	500
$> 630 \sim 1\ 000$	2	4	8	12	20	30	50	80	120	200	300	600
$> 1\ 000 \sim 1\ 600$	2.5	5	10	15	25	40	60	100	150	250	400	800
$> 1\ 600 \sim 2\ 500$	3	6	12	20	30	50	80	120	200	300	500	1\ 000
$> 2\ 500 \sim 4\ 000$	4	8	15	25	40	60	100	150	250	400	600	1\ 200
$> 4\ 000 \sim 6\ 300$	5	10	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1\ 500
$> 6\ 300 \sim 10\ 000$	6	12	25	40	60	100	150	250	400	600	1\ 000	2\ 000

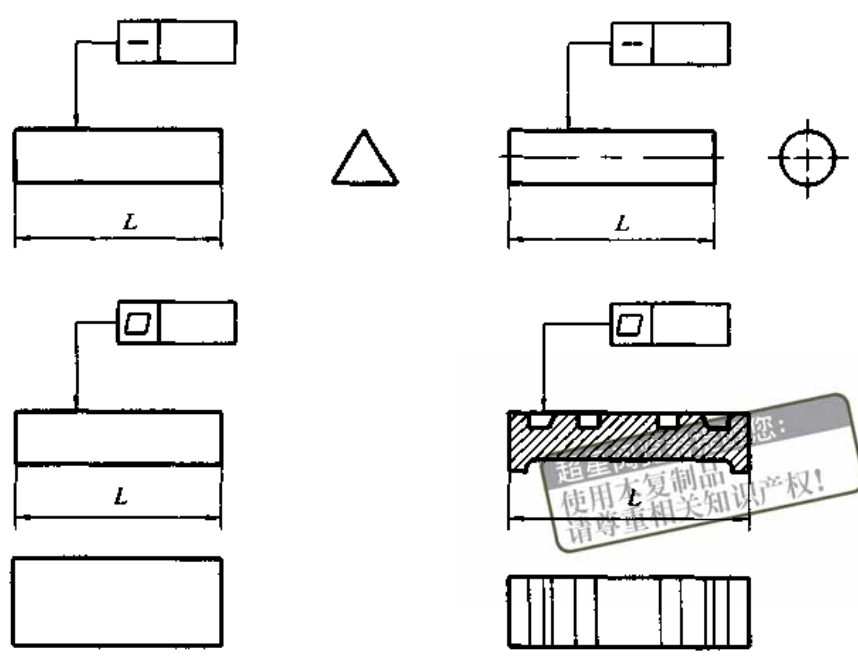


图 18-8 直线度和平面度公差值的主参数 L

2.1.2 圆度和圆柱度公差值

图 18-9.

圆度和圆柱度公差值见表 18-9, 主参数 $d(D)$ 见

表 18-9 圆度和圆柱度公差值

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
$> 3 \sim 6$	0.1	0.2	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30
$> 6 \sim 10$	0.12	0.25	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36
$> 10 \sim 18$	0.15	0.25	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43
$> 18 \sim 30$	0.2	0.3	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52
$> 30 \sim 50$	0.25	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62
$> 50 \sim 80$	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74
$> 80 \sim 120$	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87
$> 120 \sim 180$	0.6	1	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100
$> 180 \sim 250$	0.8	1.2	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115
$> 250 \sim 315$	1.0	1.6	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130
$> 315 \sim 400$	1.2	2	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140
$> 400 \sim 500$	1.5	2.5	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155

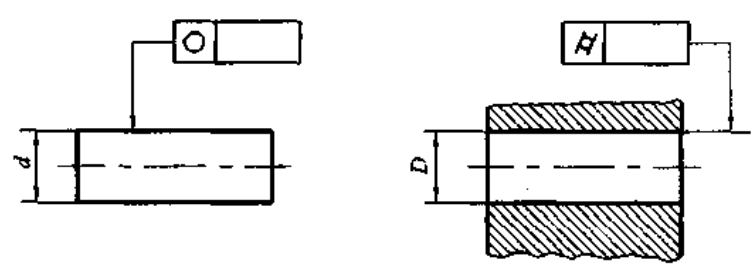


图 18-9 圆度和圆柱度公差值和主参数 $d(D)$

2.1.3 平行度、垂直度和倾斜度公差值

数 $L, d(D)$ 的选择见图 18-10。

平行度、垂直度和倾斜度公差值见表 18-10, 主参

表 18-10 平行度、垂直度和倾斜度公差值

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
$> 10 \sim 16$	0.5	1	2	4	6	10	15	25	40	60	100	150
$> 16 \sim 25$	0.6	1.2	2.5	5	8	12	20	30	50	80	120	200
$> 25 \sim 40$	0.8	1.5	3	6	10	15	25	40	60	100	150	250
$> 40 \sim 63$	1	2	4	8	12	20	30	50	80	120	200	300
$> 63 \sim 100$	1.2	2.5	5	10	15	25	40	60	100	150	250	400
$> 100 \sim 160$	1.5	3	6	12	20	30	50	80	120	200	300	500
$> 160 \sim 250$	2	4	8	15	25	40	60	100	150	250	400	600
$> 250 \sim 400$	2.5	5	10	20	30	50	80	120	200	300	500	800
$> 400 \sim 630$	3	6	12	25	40	60	100	150	250	400	600	1 000
$> 630 \sim 1 000$	4	8	15	30	50	80	120	200	300	500	800	1 200
$> 1 000 \sim 1 600$	5	10	20	40	60	100	150	250	400	600	1 000	1 500
$> 1 600 \sim 2 500$	6	12	25	50	80	120	200	300	500	800	1 200	2 000
$> 2 500 \sim 4 000$	8	15	30	60	100	150	250	400	600	1 000	1 500	2 500
$> 4 000 \sim 6 300$	10	20	40	80	120	200	300	500	800	1 200	2 000	3 000
$> 6 300 \sim 10 000$	12	25	50	100	150	250	400	600	1 000	1 500	2 500	4 000

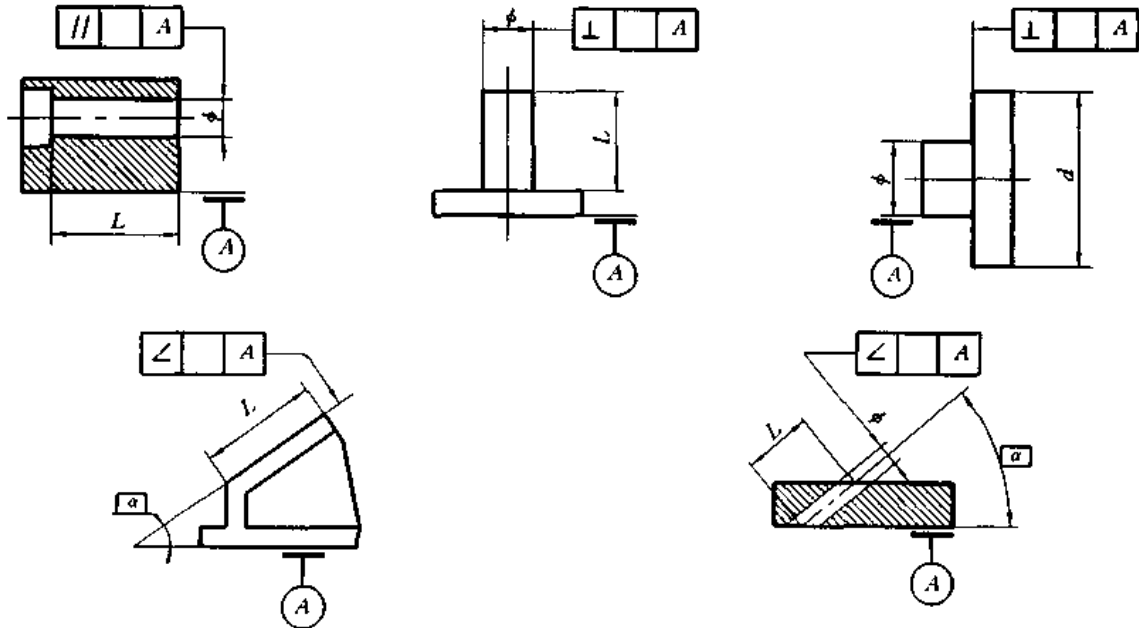


图 18-10 平行度、垂直度和倾斜度公差值的主参数 $L, d(D)$

2.1.4 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动公差值

11. 主参数 $d, (D), B, L$ 的选择见图 18-11。

同轴度、对称度、圆跳动和全跳动公差值见表 18-

表 18-11 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动公差值

主参数 $d(D), B, L$ 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
$> 1 \sim 3$	0.4	0.6	1.0	1.5	2.5	4	6	10	20	40	60	120
$> 3 \sim 6$	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	12	25	50	80	150
$> 6 \sim 10$	0.6	1	1.5	2.5	4	6	10	15	30	60	100	200
$> 10 \sim 18$	0.8	1.2	2	3	5	8	12	20	40	80	120	250
$> 18 \sim 30$	1	1.5	2.5	4	6	10	15	25	50	100	150	300
$> 30 \sim 50$	1.2	2	3	5	8	12	20	30	60	120	200	400
$> 50 \sim 120$	1.5	2.5	4	6	10	15	25	40	80	150	250	500
$> 120 \sim 250$	2	3	5	8	12	20	30	50	100	200	300	600
$> 250 \sim 500$	2.5	4	6	10	15	25	40	60	120	250	400	800
$> 500 \sim 800$	3	5	8	12	20	30	50	80	150	300	500	1 000
$> 800 \sim 1 250$	4	6	10	15	25	40	60	100	200	400	600	1 200
$> 1 250 \sim 2 000$	5	8	12	20	30	50	80	120	250	500	800	1 500
$> 2 000 \sim 3 150$	6	10	15	25	40	60	100	150	300	600	1 000	2 000
$> 3 150 \sim 5 000$	8	12	20	30	50	80	120	200	400	800	1 200	2 500
$> 5 000 \sim 8 000$	10	15	25	40	60	100	150	250	500	1 000	1 500	3 000
$> 8 000 \sim 10 000$	12	20	30	50	80	120	200	300	600	1 200	2 000	4 000

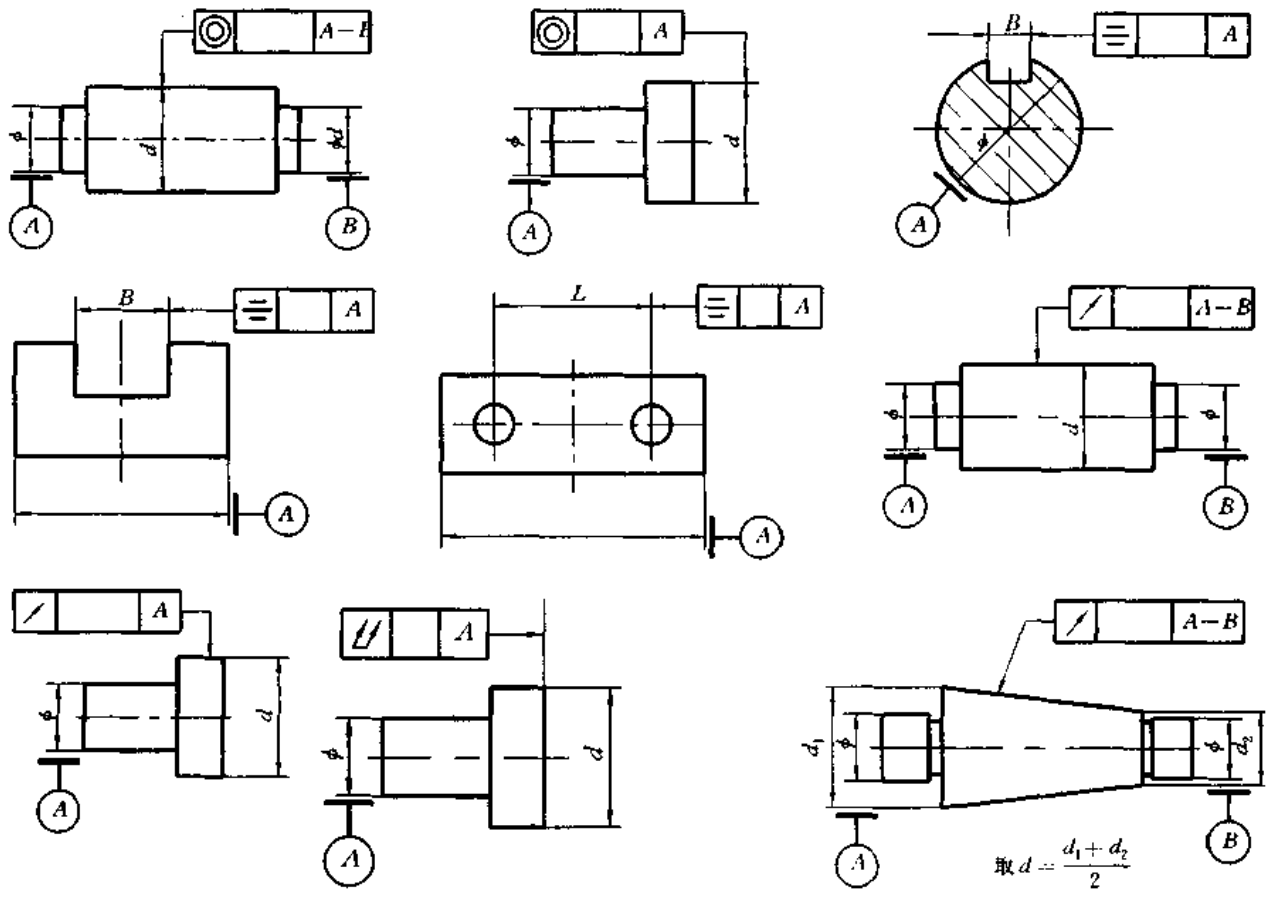


图 18-11 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动公差值的主参数 $d(D), B, L$

2.1.5 位置度公差值

位置度公差值仅给出一个数系表,见表 18-12。表

中 n 为正整数。

表 18-12 位置度公差值的数系

 μm

1	1.2	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8
1×10^n	1.2×10^n	1.5×10^n	2×10^n	2.5×10^n	3×10^n	4×10^n	5×10^n	6×10^n	8×10^n

2.2 公差值的选用原则

上述各注出公差值表均是适用于 2 个或多个项目,在选用时应注意以下几个问题。

a. 在满足零件功能的前提下,选择的公差值应考虑加工的经济性。

b. 零件各要素的形位公差主要遵循独立原则,只有少数情况下才与尺寸有相互制约关系。

c. 应以主参数来选择数值,必要时也应考虑其他参数,如确定同轴度公差值时,应考虑其轴线的长度。

d. 同一要素上,单项公差值小于综合公差值,如直线度公差值应小于同要素的平面度公差值。形状公差值小于位置公差值,如同轴度公差值应小于圆跳动

公差值,而圆跳动公差值则应小于全跳动公差值。

e. 对于下列情况,考虑到加工的难易程度和除主参数外其它参数的影响,适当降低 1~2 级选用:

- 孔相对于轴;
- 细长比较大的轴或孔;
- 距离较大的轴或孔;
- 宽度较大(一般大于 1/2 长度)的零件表面;
- 线对线和线对面相对于面对面的平行度;
- 线对线和线对面相对于面对面的垂直度。

2.3 常用加工方法能达到的各项目公差值

2.3.1 常用的加工方法所能达到的直线度和平面度公差等级见表 18-13。

表 18-13 常用加工方法的直线度和平面度公差等级

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	○	○	○									

2.3.2 常用加工方法所能达到的圆度和圆柱度公差等级见表 18-14。

表 18-14 常用加工方法的圆度和圆柱度公差等级

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
	精密车削			○	○	○							
	普通车削					○	○	○	○	○	○		
	普通车削	粗				○	○	○					

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

续表 18-15

加工方法		平行度、垂直度公差等级											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
磨	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										○	○	○	○

超星阅读器提醒您：
 使用本复制品
 请尊重相关知识产权！

2.3.4 常用加工方法所能达到的同轴度和圆跳动的公差等级见表 18-16。

表 18-16 常用加工方法的同轴度和圆跳动公差等级

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		○	○	○									

2.4 各项目公差等级的应用示例

2.4.1 直线度和平面度各公差等级的应用示例见表

为了供设计人员给出准确的形位公差值,兹将国 18-17。

内外资料经过统计整理后,分别列表于下,仅供参考。

表 18-17 直线度和平面度公差等级的应用示例

公差等级	应用示例	公差等级	应用示例
1,2	用于精密量具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

续表 18-17

公差等级	应用示例	公差等级	应用示例
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 型导轨,高精度平面磨床的 V 型和滚动导轨,轴承磨床床身导轨,液压阀芯等	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
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	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
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	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

2.4.2 圆度和圆柱度各公差等级的应用示例见表 18-18。

表 18-18 圆度和圆柱度公差等级的应用示例

公差等级	应用示例	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	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
2	精密量仪主轴、外套、阀套,高压油泵柱塞及套,高速柴油机气门,精密机床主轴轴颈,高精度微型轴承内、外圈等		
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	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,千斤顶压力油缸活塞,液压传动系统分配机构,机车传动轴,水泵轴颈等
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,高压油泵柱塞,与较高精度滚动轴承配合的轴等	8	低速发动机、减速器,大功率曲轴轴颈,压气机连杆,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,通用机械连杆与拉杆用套筒销子,拖拉机活塞环、套筒孔等
5	一般量仪主轴、测杆外圈,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	10	印染机布辊,校车、吊车、起重机滑动轴承轴颈等

2.4.3 平行度、垂直度和倾斜度各公差等级的应用示例见表 18-19。

表 18-19 平行度、垂直度和倾斜度公差等级的应用示例

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 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		
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 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		

续表 18-19

公差等级	应用示例	
	平行度	垂直度和倾斜度
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		

2.4.4 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动的各公差等级的应用示例见表 18-20。

表 18-20 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动公差等级的应用示例

公差等级	应用示例	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	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
2		9	
3		10	
4			
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	11	用于无特殊要求,一般按尺寸公差 IT12 级制造的零件
6		12	
7			

第19章

综合示例

按 GB/T 1182 及 GB/T 1184 的规定,本章选择了若干个典型零件对其形位公差项目的选择、基准的确定以及公差值之间的关系等进行简略说明。图例是不完整的,仅标出与形位公差有关的尺寸,省略了表面粗糙度的标注,不能作为生产图样使用。在生产图样中均应标明其未注尺寸公差及未注形位公差的等级及标准号。如采用了公差原则标准 GB/T 4249 则应注明,为简明起见,示例中均省略,请读者注意。

示例1 齿轮毛坯(图 19-1)

说明:

1. $\phi 100h6$ 表面为高精度配合面,应给出较高精度的形位公差要求,相对于 45P7 孔轴线给出径向圆跳动公差 0.015,同时给出该表面上控制形状公差的进一步要求——圆度公差 0.004(圆度公差占径向圆跳动公差的比例应在 30%左右);

2. 两端面应平行,平行度公差为 0.01,由于这两个面对称,因而采用任选基准。

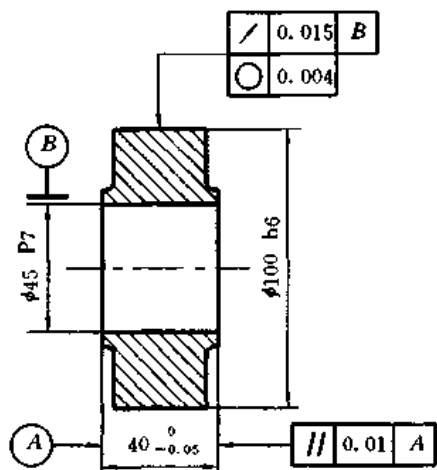


图 19-1 齿轮毛坯

示例2 圆柱齿轮(图 19-2)

说明:为了保证齿轮与轴相配后的运转精度,需对其内孔及齿顶圆等提出形位公差要求。

1. $\phi 50H6$ 孔采用包容要求,但还必须进一步限制其表面形状误差,给出圆柱度公差为 0.004;

2. 以 $\phi 50H6$ 孔的轴线为基准 A,两侧面对基准 A 的端面圆跳动公差为 0.005;

3. 两侧面的平行度公差为 0.008,采用任选基准;

4. 齿顶圆柱面对基准 A 的径向圆跳动公差为 0.008。

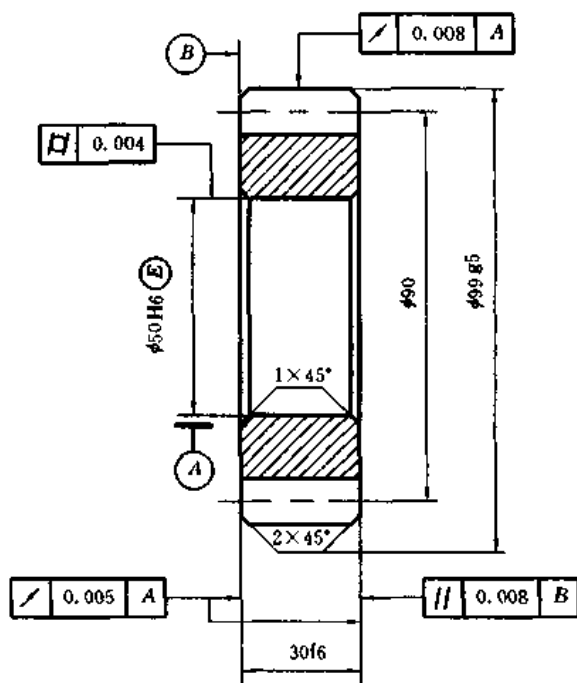


图 19-2 圆柱齿轮

示例3 气缸套(图 19-3)

说明:需保证气缸套表面的密封性及配合性能。

1. 采用公共基准 A-B,给出 $\phi 354$ 和 $\phi 346$ 两圆柱表面的轴线相对于基准 A-B 的同轴度公差 $\phi 0.025$;

2. 为保证内孔与活塞环之间的往复运动,给出内表面圆柱度公差 0.025 及相对于基准 A-B 的同轴度公差 $\phi 0.025$;

3. 为保证装配精度给出台阶端面对基准 A-B 的垂直度公差 0.03。

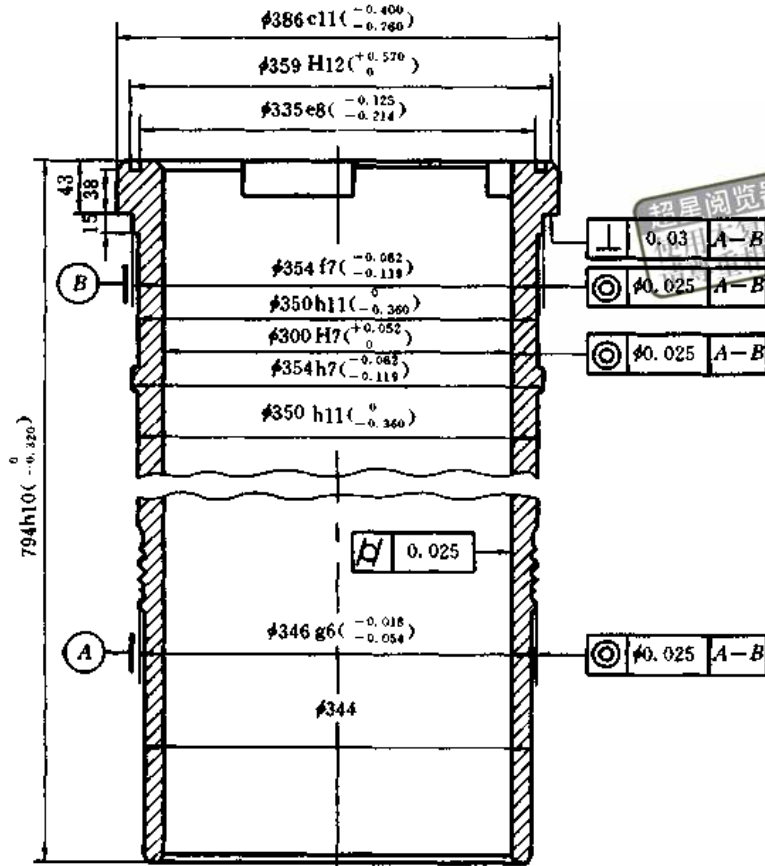


图 19-3 气缸套

示例 4 排气阀(图 19-4)

说明:

1. 为保证头部锥面与阀座锥面的紧密贴合不漏气,对锥面除给出相对于基准轴线 A 的斜向圆跳动 0.01 外,还应给出圆锥面的圆度公差 0.003;
2. 为了顺利地排出废气,提出了头部与杆部相连处的线轮廓度公差 0.5;

3. 排气阀杆身与导管需严格的保证间隙配合 ($\phi 22c6$)避免在高温状态下,杆身受热膨胀而产生卡死现象,且应保证配合间隙均匀,给出圆柱度公差 0.006;
4. 应保证尾部端面与杆轴线的垂直度给出垂直度公差 0.01;
5. 给出尾部锥面的斜向圆跳动公差 0.012.

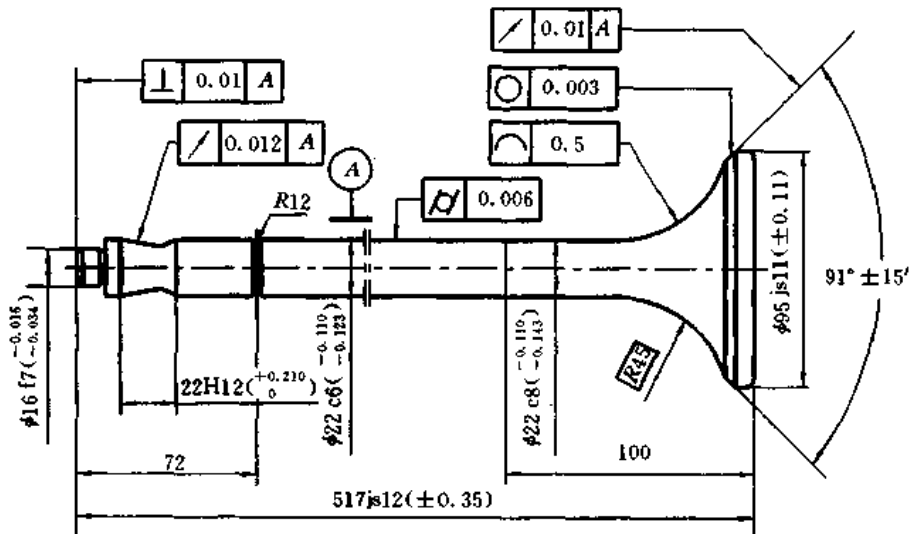


图 19-4 排气阀

示例 5 曲轴(图 19-5)

说明:

1. 为保证曲轴的运动精度及均匀性和平稳性,需以两轴端中心孔轴线为公共基准 C-D,两轴颈(ϕd_1)的圆柱表面相对于公共基准 C-D 的径向圆跳动公差为 0.025,同时给出圆柱度公差 0.006,以保证配合精度;
2. 锥轴 ϕd_2 圆锥表面相对于 A-B 公共基准的斜

向圆跳动公差为 0.025;

3. 为保证曲轴的运动精度, ϕd_3 轴线应平行于以 ϕd_1 两轴颈所组成的公共基准轴线 A-B,给出平行度公差 $\phi 0.02$,与此同时还应给出圆柱表面的圆柱度公差 0.01,以保证其配合要求;

4. 为保证曲轴的装配精度,给出键槽中心平面相对于基准轴线 K(圆锥轴线)的对称度公差 0.025。

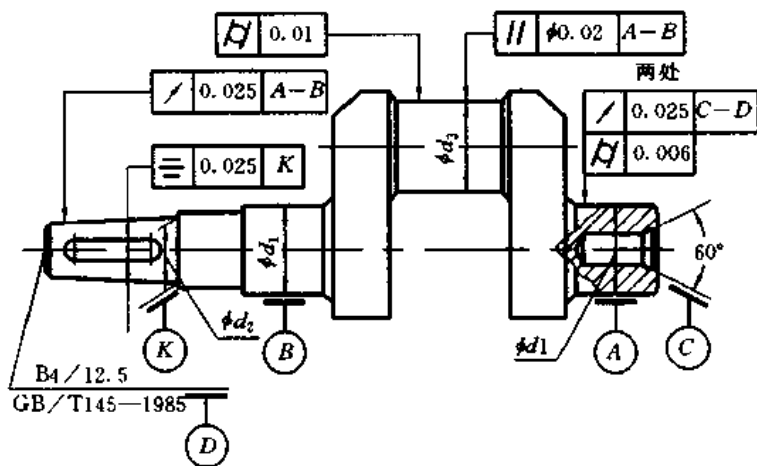


图 19-5 曲轴

示例 6 耦合凸轮(图 19-6)

说明:由理论正确线性尺寸和角度确定的耦合凸轮的曲面精度,应由面轮廓度公差带控制其相对于理想轮廓面的变动量。

1. 以 $\phi 18H8$ 孔的轴线作为第一基准 B、凸缘

12f9 的中心平面为第二基准 C(采用最大实体要求),以此建立三基面体系;

2. 给出两凸轮曲面对第一基准 B、第二基准 C 的面轮廓度公差均为 0.1。采用全周符号,说明这是对该视图上整个轮廓面的要求。

A-A

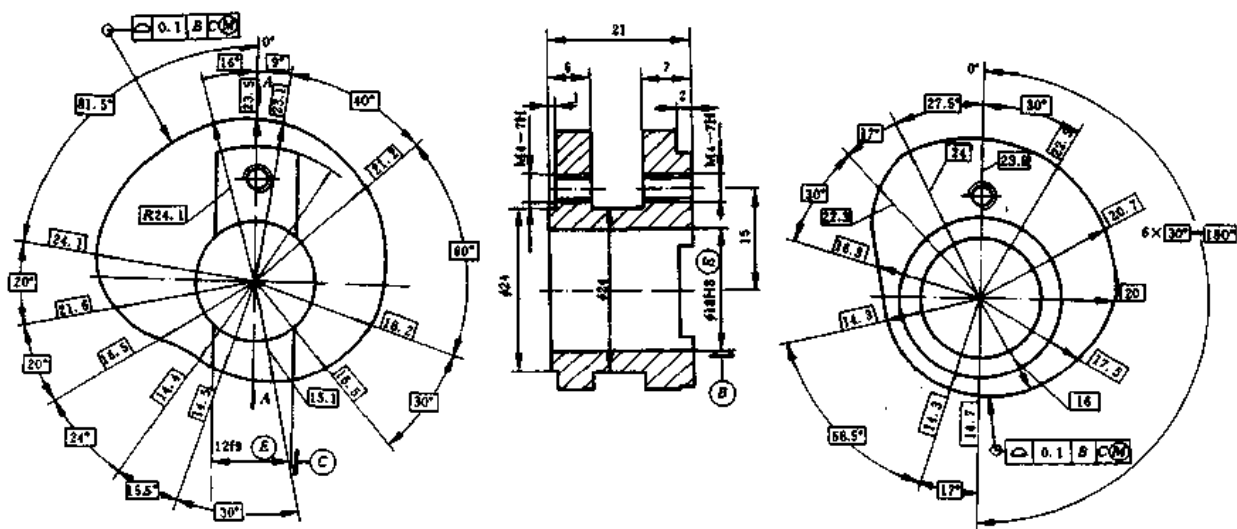


图 19-6 耦合凸轮

示例 7 孔板(图 19-7)

说明: $4 \times \phi 8$ 孔组和 $3 \times \phi 6$ 孔组中各孔及孔组之间需具有较精确的位置关系。

1. 对 4 孔孔组中各孔之间给出相对于由基准 D 、 A 、 B 组成的三基面体系的位置度公差 $\phi 0.05$, 采用最大实体要求;

2. 为保证孔组之间的位置关系, 以 4 孔孔组的轴线几何图框为基准 C , 采用最大实体要求。 3 孔孔组相

对其定位。基准符号 C 应与 4 孔孔组几何图框的直径尺寸线相连;

3. 3 孔孔组采用复合位置度, 给出各孔之间相对于基准 D 、 C 组成的三基面体系的位置度公差 $\phi 0.15$, 采用最大实体要求, 且最大实体要求也应用于基准 C ;

由于 3 孔孔组中各孔轴线相对于基准 D 有较高要求, 即轴线与底面的垂直要求, 给出位置度公差的进一步要求, 公差值为 $\phi 0.05$, 采用最大实体要求。

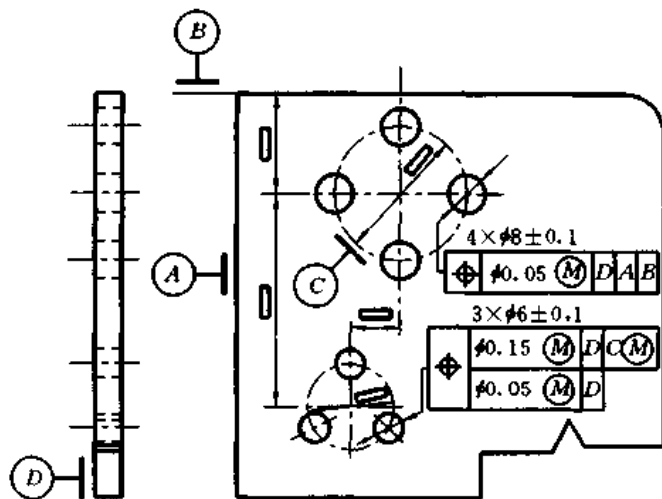


图 19-7 孔板

示例 8 轴承座(图 19-8)

说明:

1. 为保证装配精度, 轴承座半圆孔的轴线应平行于底面 A , 给出平行度公差 0.04 ;

2. 为保证轴承座在装配时与被连接件不产生干涉, $2 \times M24$ 螺孔轴线采用延伸公差带, 并相对于由基准 C 与 B 组成的三基面体系给出位置度公差 $\phi 0.5$ (P), 延伸长度为 80 。

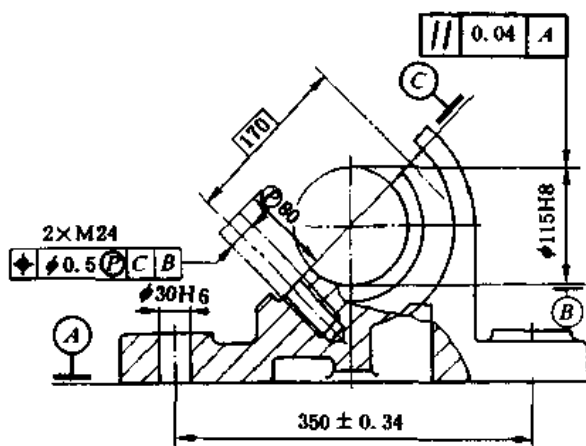


图 19-8 轴承座

示例 9 多孔板(图 19-9)

说明: 大型多孔板类零件, 各孔的位置要求较高,

由于孔数多, 尺寸接近而不易区分, 常用列表的形式给出其位置度、对称度等位置公差。

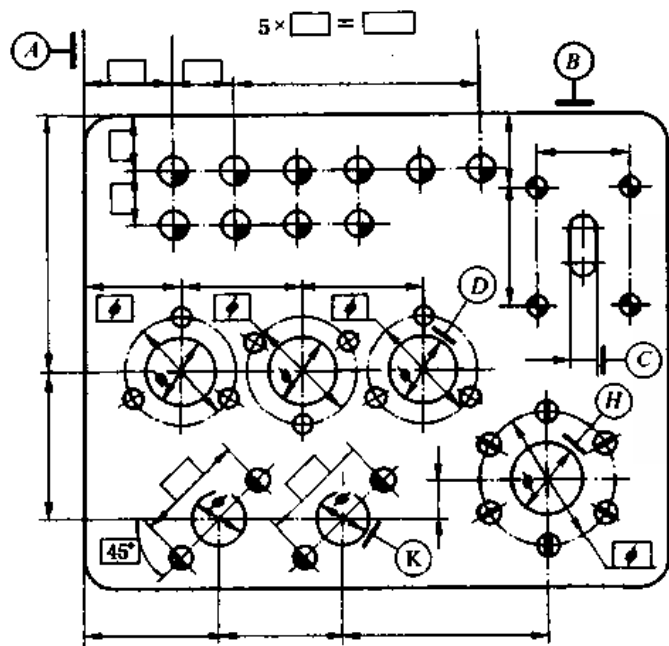


图 19-9 多孔板

序号	符号	尺寸	数量	公差		基准	说明
				项目	数值		
1	\ominus	$\phi 5$	10	\ominus		B、A	
2	\ominus	$\phi 3.5$	4	\ominus		C	
3	\ominus	$\phi 4$	2	\ominus		K	2组
4	\ominus	$\phi 3$	3	\ominus		D	3组
5	\ominus	$\phi 4$	6	\ominus		H	

示例 10 联轴器(图 19-10)

说明:

1. $\phi 32K7$ 为配合孔,以其轴线作为基准 A;
2. 为保证联轴器与机体孔的装配,在直径为 $\phi 65$ 圆周上均布的 $8 \times \phi 6H7$ 的轴线对基准 A 的位置度公差 $\phi 0.1$ 采用延伸公差带(P),其延伸长度为 12;为进

一步控制各实际轴线的方向,同时给出了对基准 A 的较小的平行度公差 $\phi 0.025$;

3. $\phi 20js6$ 轴的轴线与基准 A 轴线应同轴,给出同轴度公差 $\phi 0.02$;

4. 各项形位公差与尺寸公差均遵循独立原则。

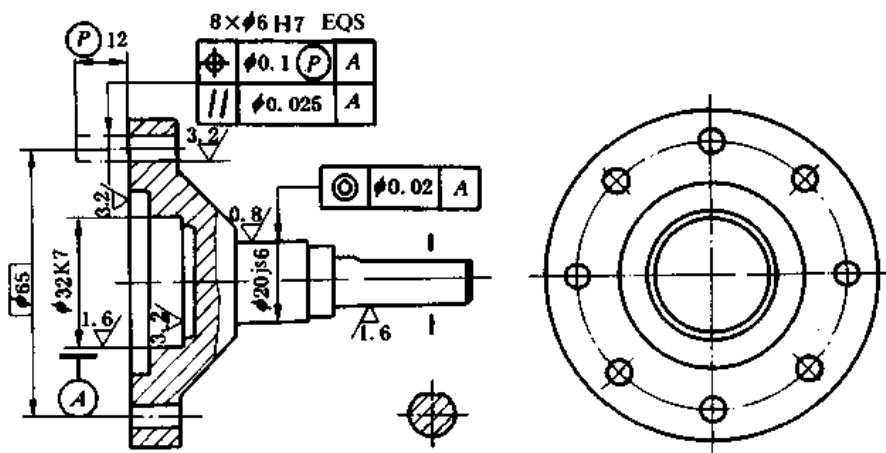


图 19-10 联轴器

超星阅读器提醒您:

使用本复制品

请尊重相关知识产权!

第四篇

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

公差原则

零件的几何精度可以表达为尺寸精度、形状精度、位置精度和表面特征精度等。为满足尺寸精度和形状与位置精度的要求，必须给出相应的尺寸公差和形状与位置公差。确定尺寸（包括线性尺寸和角度尺寸）公差和形位公差之间相互关系的原则，称为公差原则。

公差原则可以分为独立原则和相关要求。相关要求有包容要求、最大实体要求和最小实体要求等。

国家标准《公差原则》(GB/T 4249—1996)和《形状和位置公差 最大实体要求、最小实体要求和可逆要求》(GB/T 16671—1996)对公差原则作出了规定。

零件图样上或技术文件中采用《公差原则》国家标准时，应注明：

公差原则按 GB/T 4249

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

第20章

公差原则的术语及定义

《形状和位置公差 最大实体要求、最小实体要求和可逆要求》(GB/T 16671—1996)规定了与公差原则有关的术语及定义。

1 尺寸

有关尺寸术语如表20-1所列。

表20-1 有关尺寸的术语

序号	术语	代号	定义	说明
1	局部实际尺寸 (简称实际尺寸)	D_s d_s	在实际要素的任意正截面上,两对应点之间测得的距离	
2	体外作用尺寸	D_{fe} d_{fe}	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。 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	参见图20-1、图20-2和图20-3
3	体内作用尺寸	D_{fi} d_{fi}	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	参见图20-4、图20-5和图20-6
4	最大实体尺寸 (MMS)	D_M d_M	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	参见序号8
5	最小实体尺寸 (LMS)	D_L d_L	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	参见序号9
6	最大实体实效尺寸 (MMVS)	D_{MV} d_{MV}	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)	参见序号10、图20-7、图20-8和图20-9
7	最小实体实效尺寸 (LMVS)	D_{LV} d_{LV}	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)	参见序号11、图20-10、图20-11和图20-12

注: D ——内表面的尺寸;

d ——外表面的尺寸

超星浏览器提醒您:
使用本复制品
请尊重相关知识产权!

2 状态

有关状态的术语如表 20-2 所列。

表 20-2 有关状态的术语

序号	术 语	定 义	说 明
8	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	孔、轴处于最大实体状态时,允许其中心要素有形位误差
9	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	孔、轴处于最小实体状态时,允许其中心要素有形位误差
10	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	参见图 20-7、图 20-8 和图 20-9
11	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	参见图 20-10、图 20-11 和图 20-12

3 边界

有关边界的术语如表 20-3 所列。

表 20-3 有关边界的术语

序号	术 语	定 义	说 明
12	边界	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	对于关联要素,边界必须对基准保持图样给定的几何关系
13	最大实体边界 (MMB)	尺寸为最大实体尺寸的边界	参见序号 4
14	最小实体边界 (LMB)	尺寸为最小实体尺寸的边界	参见序号 5
15	最大实体实效边界 (MMVB)	尺寸为最大实体实效尺寸的边界	参见序号 6、图 20-7、图 20-8 和图 20-9
16	最小实体实效边界 (LMVB)	尺寸为最小实体实效尺寸的边界	参见序号 7、图 20-10、图 20-11 和图 20-12

4 示例

图 20-1、图 20-2 和图 20-3 是体外作用尺寸的示例。

图 20-4、图 20-5 和图 20-6 是体内作用尺寸的示

例。

图 20-7、图 20-8 和图 20-9 是最大实体实效状态、最大实体实效尺寸和最大实体实效边界的示例。

图 20-10、图 20-11 和图 20-12 是最小实体实效状态、最小实体实效尺寸和最小实体实效边界的示例。

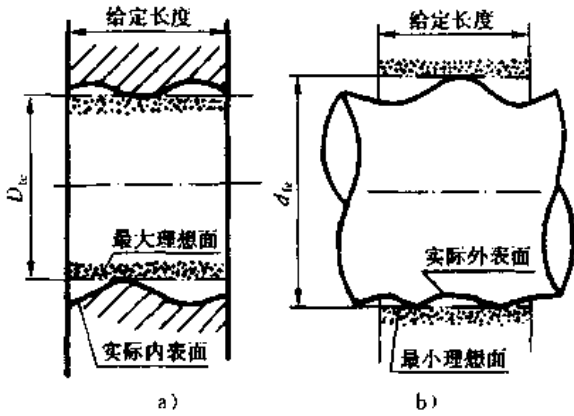


图 20-1 单一要素的体外作用尺寸

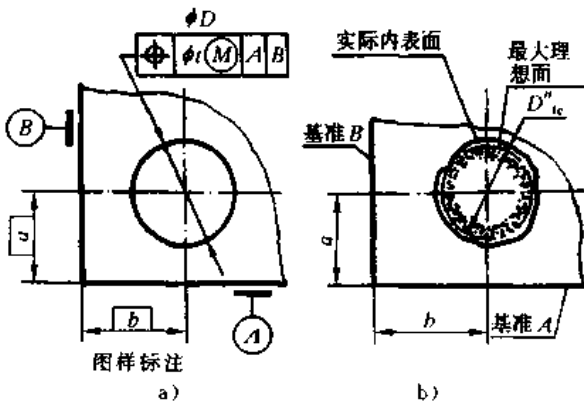


图 20-3 给出定位公差的关联要素的定位体外作用尺寸

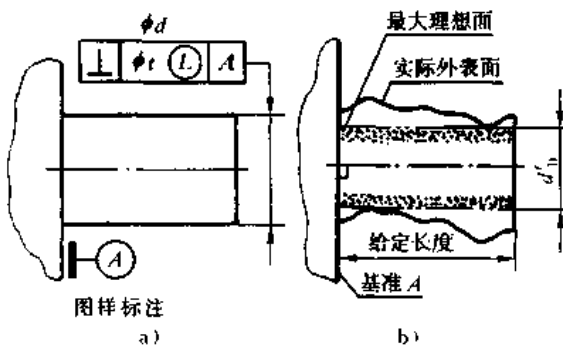


图 20-5 给出定向公差的关联要素的定向体内作用尺寸

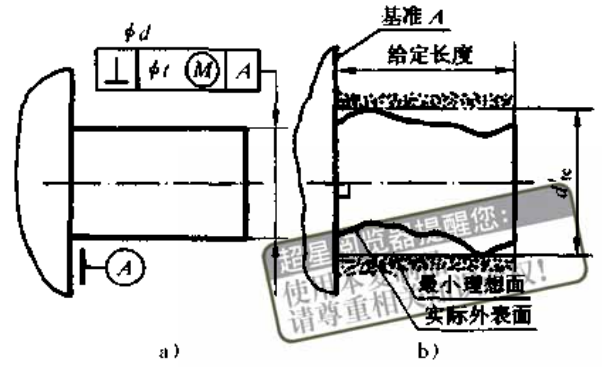


图 20-2 给出定向公差的关联要素的定向体外作用尺寸

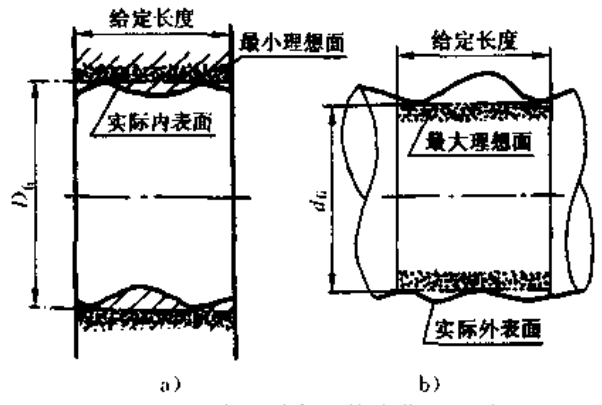


图 20-4 单一要素的体内作用尺寸

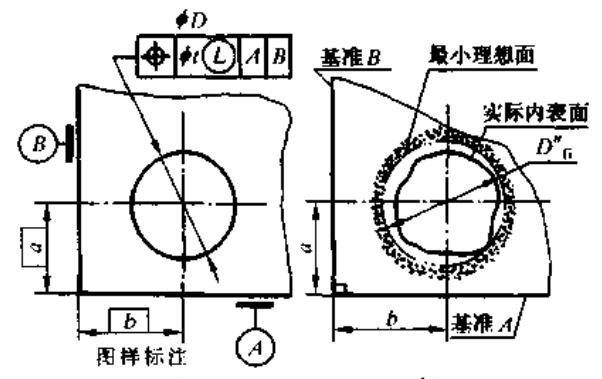
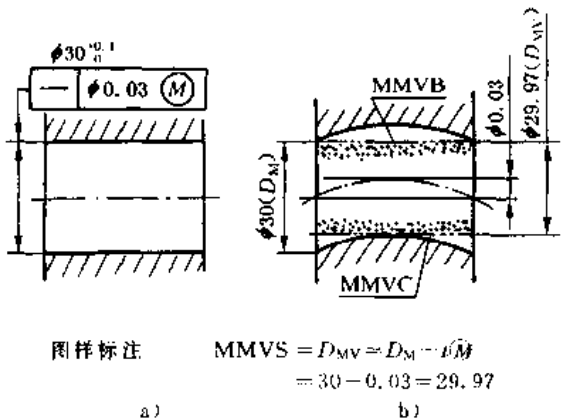
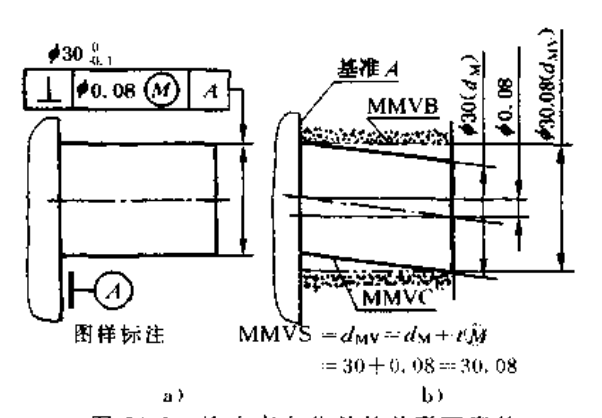


图 20-6 给出定位公差的关联要素的定位体内作用尺寸



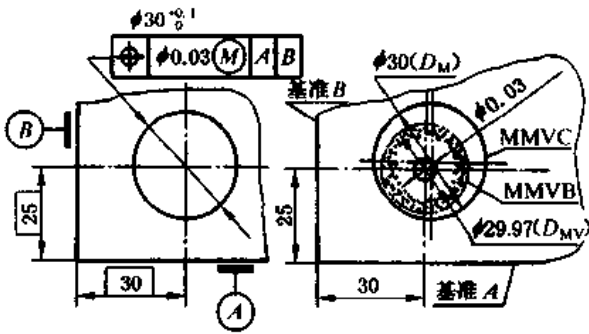
图样标注 $MMVS = D_{MV} = D_M - \Delta M$
 $= 30 - 0.03 = 29.97$

图 20-7 单一要素的最大实体实效状态、最大实体实效尺寸和最大实体实效边界



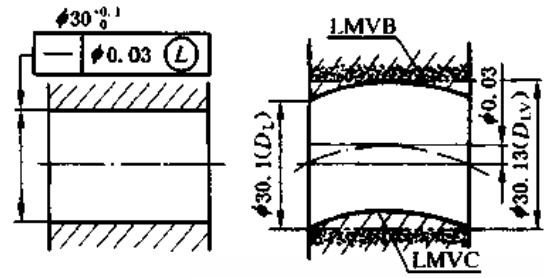
图样标注 $MMVS = d_{MV} = d_M + \Delta M$
 $= 30 + 0.08 = 30.08$

图 20-8 给出定向公差的关联要素的最大实体实效状态、最大实体实效尺寸和最大实体实效边界



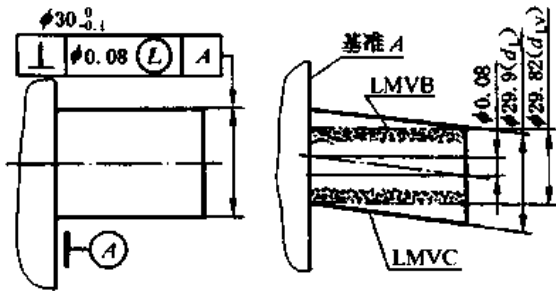
图样标注 $MMVS = D_{MV} = D_M - t_M$
 $= 30 - 0.03 = 29.97$

图 20-9 给出定位公差的相关要素的最大实体实效状态、最大实体实效尺寸和最大实体实效边界



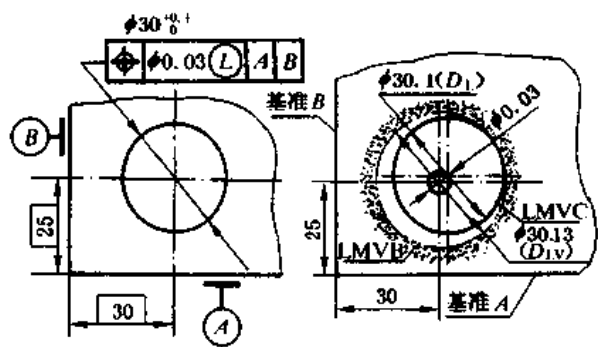
图样标注 $LMVS = D_{LV} = D_L + t_L$
 $= 30.1 + 0.03 = 30.13$

图 20-10 单一要素的最小实体实效状态、最小实体实效尺寸和最小实体实效边界



图样标注 $LMVS = d_{LV} = d_L - t_L$
 $= 29.9 - 0.08 = 29.82$

图 20-11 给出定向公差的相关要素的最小实体实效状态、最小实体实效尺寸和最小实体实效边界



图样标注 $LMVS = D_{LV} = D_L + t_L$
 $= 30.1 + 0.03 = 30.13$

图 20-12 给出定位公差的相关要素的最小实体实效状态、最小实体实效尺寸和最小实体实效边界

第21章

独立原则

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

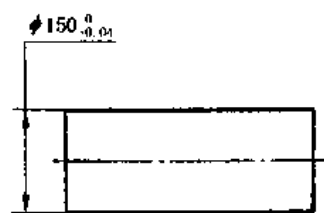
独立原则——图样上给定的每一个尺寸和形状、位置要求均是独立的，应分别满足要求。如果对尺寸和形状、尺寸与位置之间的相互关系有特定要求应在图样上规定。

独立原则是尺寸公差和形位公差相互关系遵循的基本原则。

1 尺寸公差

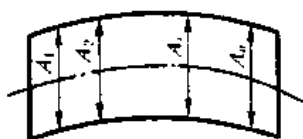
1.1 线性尺寸公差

线性尺寸公差仅控制要素的局部实际尺寸(两点

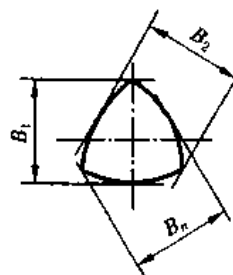


图样标注

a)



b)



c)

图 21-1 线性尺寸公差遵循独立原则

1.2 角度公差

角度公差仅控制被测要素的理想要素之间的实际角度，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。

角度公差只控制实际被测要素的总方向，不控制其形状误差。

总方向是指接触线或接触面的方向。接触线或接触面是与实际被测要素相接触的、最大距离为最小的理想直线或理想平面。

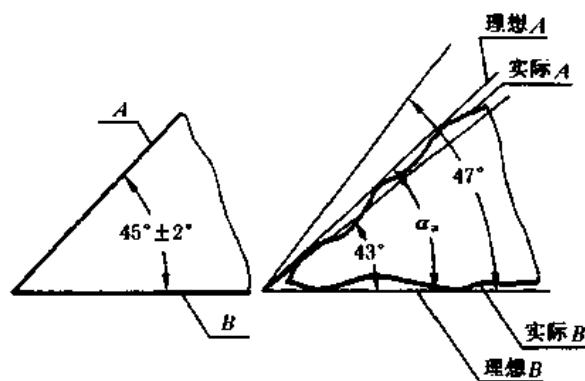
实际被测要素的形状误差应由单独标注的形状公差或未注形状公差控制。

示例2 图 21-2 表示 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 α ，应在给定的两极限角度之间，角度公差控制实际要素的形状误差。A、B 的平面度误差或直线度误差由未注形状公差控制。

法测量)，不控制要素本身的形状误差(如圆柱要素的圆度和轴线直线度误差或平行平面要素的平面度误差)。

形状误差应由单独标注的形状公差、或未注形状公差控制。

示例1 图 21-1 表示轴的局部实际尺寸(A、B)必须位于 149.96 至 150mm 之间，线性尺寸公差(0.04mm)不控制轴线直线度误差和圆度误差。轴线直线度误差和圆度误差由相应的未注形状公差控制。



图样标注

a)

b)

图 21-2 角度公差遵循独立原则

2 形状和位置公差

不论要素的局部实际尺寸如何，被测要素均应位

于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3 图 21-3 表示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(素线直线度误差和圆度误差包括横截面奇数棱圆误差)允许达到给定的最大值。

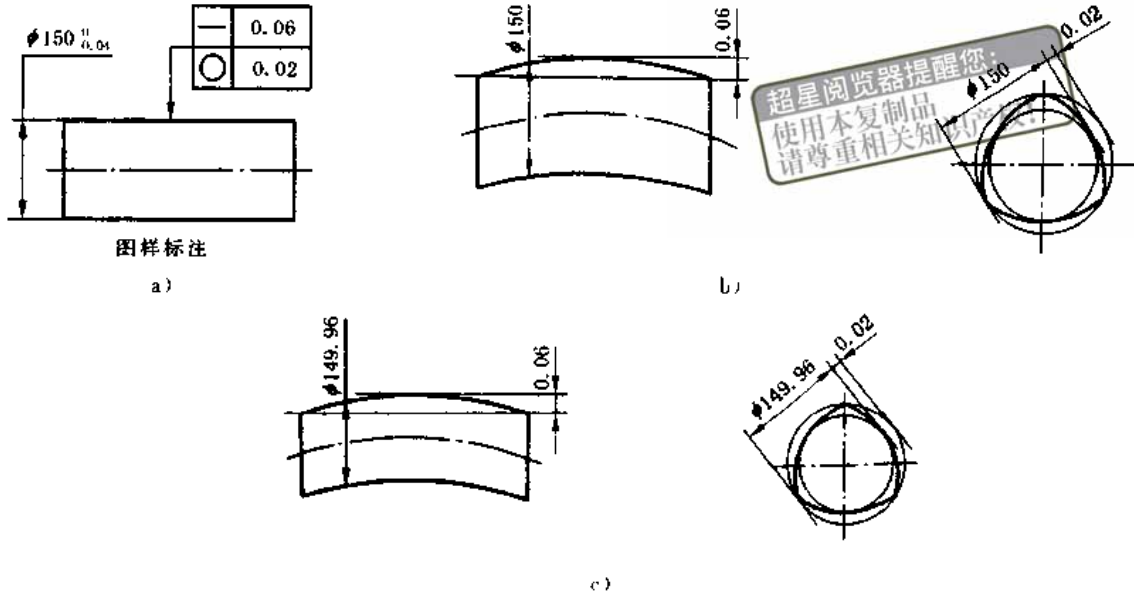


图 21-3 形状公差遵守独立原则

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

第22章

相关要求

相关要求——尺寸公差与形位公差相互有关的公差要求

图样上给出的尺寸公差和形位公差相互有关的公差要求,系指包容要求、最大实体要求(包括可逆要求应用于最大实体要求)和最小实体要求(包括可逆要求应用于最小实体要求)。

包容要求适用于单一尺寸要素,如圆柱表面或两反向的平行表面。

最大实体要求、最小实体要求和可逆要求适用于控制零件中心要素的形位公差与其相应的轮廓要素的尺寸公差之间的关系。

1 包容要求

1.1 包容要求表示实际要素应遵守其最大实体边界,其局部实际尺寸不得超出最小实体尺寸。

1.2 采用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“E”。

1.3 示例

示例 1

图 22-1 a)表示 $\phi 60^{+0.03}$ 孔采用包容要求(E)。孔的实际轮廓应遵守其最大实体边界,即直径等于最大实体尺寸(最小极限尺寸) $\phi 60\text{mm}$ 的理想圆柱面。也就是其体外作用尺寸 D_e 不得小于 $\phi 60\text{mm}$ 。而且,孔的局部实际尺寸 D , 不得大于最大极限尺寸 $\phi 60.03\text{mm}$ 。图 22-1b)、c)、d)和 e)表示纵截面内允许出现的几种极限情况;图 22-1f)和 g)表示横截面内允许出现的几种极限情况。

示例 2

图 22-2a)表示 $\phi 60_{-0.03}$ 轴采用包容要求(E)。轴的实际轮廓应遵守其最大实体边界,即直径等于最大实体尺寸(最大极限尺寸) $\phi 60\text{mm}$ 的理想圆柱面。也就是其体外作用尺寸 d_e 不得大于 $\phi 60\text{mm}$ 。而且,轴的局部实际尺寸 d , 不得小于最小极限尺寸 $\phi 59.97\text{mm}$ 。图 22-2b)、c)、d)和 e)表示纵截面内允许出现的几种极限情况;图 22-2f)和 g)表示横截面内允许出现的几种极限情况。

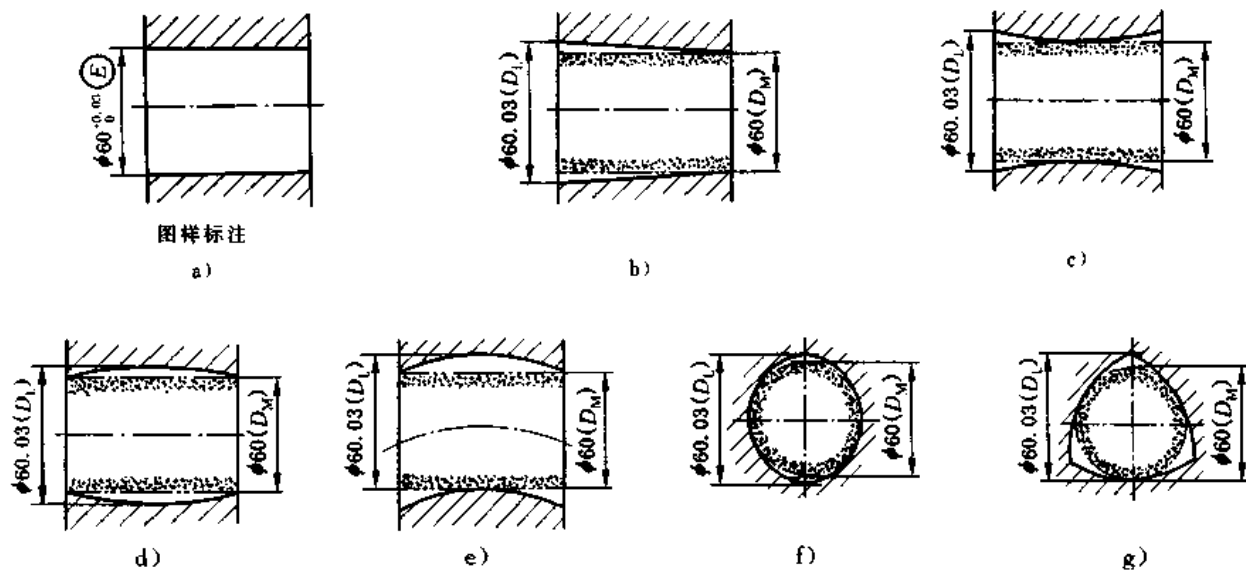


图 22-1 $\phi 60^{+0.03}$ 孔采用包容要求

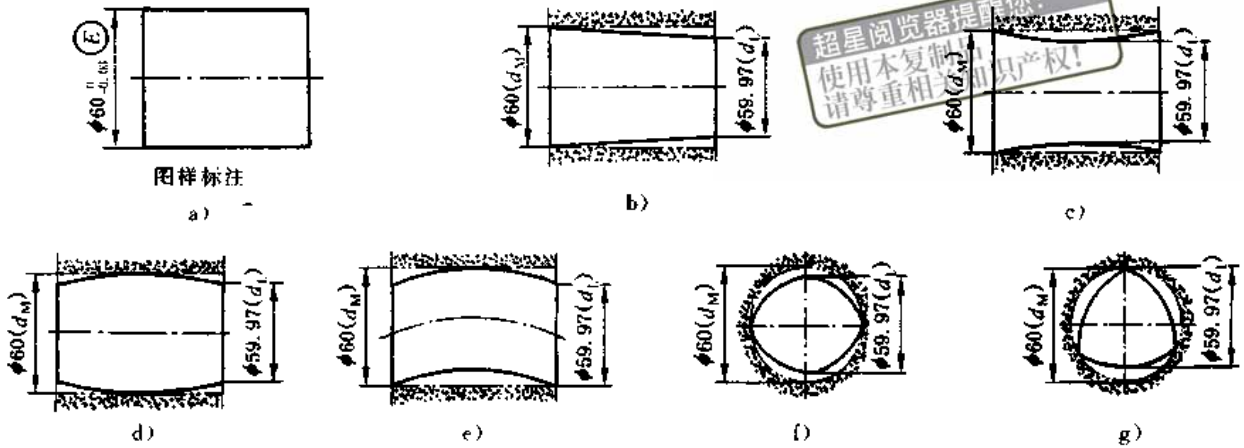


图 22-2 $\phi 60_{-0.03}^0$ 轴采用包容要求

2 最大实体要求

2.1 图样标注

最大实体要求的符号为“M”。当应用于被测要素时,应在被测要素形位公差框格中的公差值后标注符号“M”(图 22-3a);当应用于基准要素时,应在形位公差框格内的基准字母代号后标注符号“M”(图 22-3b)。

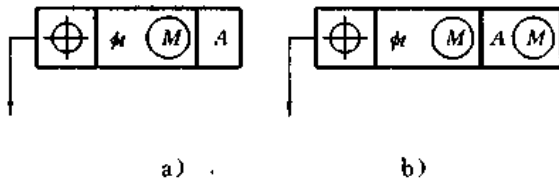


图 22-3 最大实体要求的图样标注

2.2 最大实体要求应用于被测要素

2.2.1 最大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最大实体实效边界,即其体外作用尺寸不应超出最大实体实效尺寸,且其局部实际尺寸不得超出最大实体尺寸和最小实体尺寸。

2.2.2 最大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素处于最大实体状态时给出的,当被测要素的实际轮廓偏离其最大实体状态,即其实际尺寸偏离最大实体尺寸时,形位误差值可超出在最大实体状态下给出的形位公差值,即此时的形位公差值可以增大。

2.2.3 当给出的形位公差值为零时,则为零形位公差。此时,被测要素的最大实体实效边界等于最大实体边界;最大实体实效尺寸等于最大实体尺寸。

2.2.4 示例

示例 3 轴线直线度公差采用最大实体要求

图 22-4a)表示轴 $\phi 20_{-0.03}^0$ 的轴线直线度公差采用最大实体要求。当被测要素处于最大实体状态时,其轴

线直线度公差为 $\phi 0.1\text{mm}$,如图 22-4b)所示。图 22-4c)给出了表达上述关系的动态公差图。

该轴应满足下列要求:

- a. 实际尺寸在 $\phi 19.7 \sim 20\text{mm}$ 之内;
- b. 实际轮廓不超出最大实体实效边界,即其体外作用尺寸不大于最大实体实效尺寸 $d_{MV} = d_M + t = 20 + 0.1 = \phi 20.1\text{mm}$ 。

当该轴处于最小实体状态时,其轴线直线度误差允许达到最大值,即等于图样给出的直线度公差值 ($\phi 0.1\text{mm}$)与轴的尺寸公差 (0.3mm)之和 $\phi 0.4\text{mm}$ 。

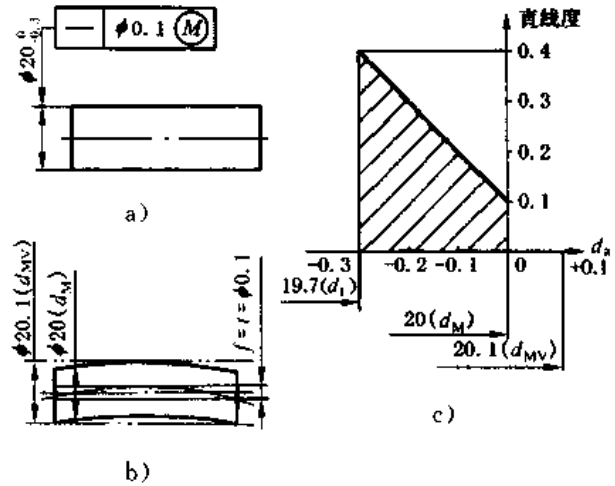


图 22-4 轴线直线度公差采用最大实体要求

示例 4 轴线垂直度公差采用最大实体要求

图 22-5a)表示孔 $\phi 50_{+0.13}^0$ 的轴线对 A 基准的垂直度公差采用最大实体要求。当被测要素处于最大实体状态时,其轴线对 A 基准的垂直度公差为 $\phi 0.08\text{mm}$,如图 22-5b)所示。图 22-5c)给出了表达上述关系的动态公差图。

该孔应满足下列要求:

- a. 实际尺寸在 $\phi 50 \sim 50.13\text{mm}$ 之内;
- b. 实际轮廓不超出关联最大实体实效边界,即其

关联体外作用尺寸不小于关联最大实体实效尺寸 $D_{Mv} = D_M - t = 50 - 0.08 = \phi 49.92\text{mm}$ 。

当该孔处于最小实体状态时,其轴线对 A 基准的垂直度误差允许达到最大值,即等于图样给出的垂直度公差 ($\phi 0.08\text{mm}$) 与孔的尺寸公差 (0.13mm) 之和 $\phi 0.21\text{mm}$ 。

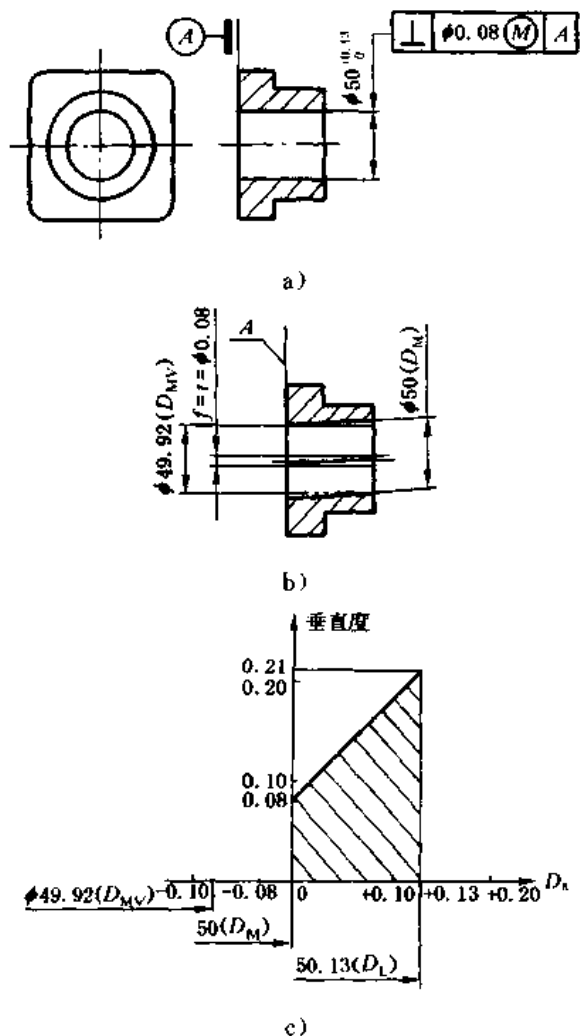


图 22-5 轴线垂直度公差采用最大实体要求

示例 5 轴线垂直度公差采用最大实体要求的零形位公差

图 22-6a) 表示孔 $\phi 50_{-0.13}^{+0.08}$ 的轴线对 A 基准的垂直度公差采用最大实体要求的零形位公差。

该孔应满足下列要求:

- a. 实际尺寸不大于 $\phi 50.13\text{mm}$;
- b. 实际轮廓不超出关联最大实体边界,即其关联体外作用尺寸不小于最大实体实效尺寸 $D_{Mv} = \phi 49.92\text{mm}$ 。

当该孔处于最大实体状态时,其轴线对 A 基准的垂直度误差值应为零,如图 22-6b) 所示。当该孔处于最小实体状态时,其轴线对 A 基准的垂直度误差允许达到最大值,即孔的尺寸公差值 $\phi 0.21\text{mm}$ 。图 22-6c) 给出了表达上述关系的动态公差图。

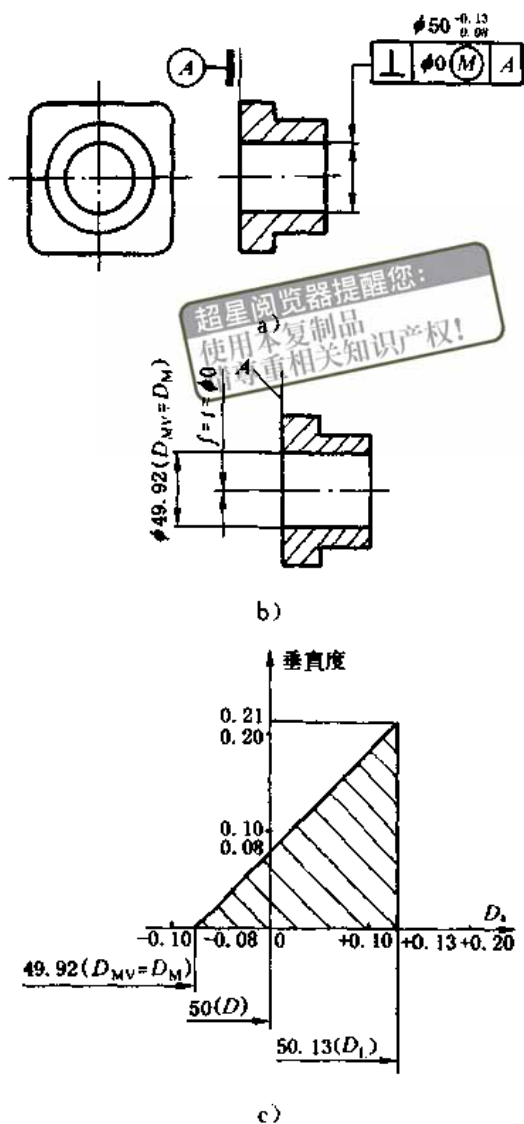


图 22-6 轴线垂直度公差采用最大实体要求的零形位公差

示例 6 成组要素的位置度公差采用最大实体要求

图 22-7a) 表示 4 孔 $\phi 8_{-0.1}^{+0.1}$ 的轴线的位置度公差采用最大实体要求。当各孔均处于最大实体状态时,其轴线对理想位置的位置度公差为 $\phi 0.1\text{mm}$,如图 22-7b) 所示。图 22-7c) 给出了表达上述关系的动态公差图。

各孔应满足下列要求:

- a. 实际尺寸在 $\phi 8.1 \sim \phi 8.2\text{mm}$ 之内;
- b. 实际轮廓不超出最大实体实效边界,即其体外作用尺寸不小于最大实体实效尺寸 $D_{Mv} = D_M - t = 8.1 - 0.1 = \phi 8\text{mm}$ 。

当各孔均处于最小实体状态时,其轴线的位置度误差允许达到最大值,即等于图样给出的位置度公差 ($\phi 0.1\text{mm}$) 与孔的尺寸公差 (0.1mm) 之和 $\phi 0.2\text{mm}$ 。

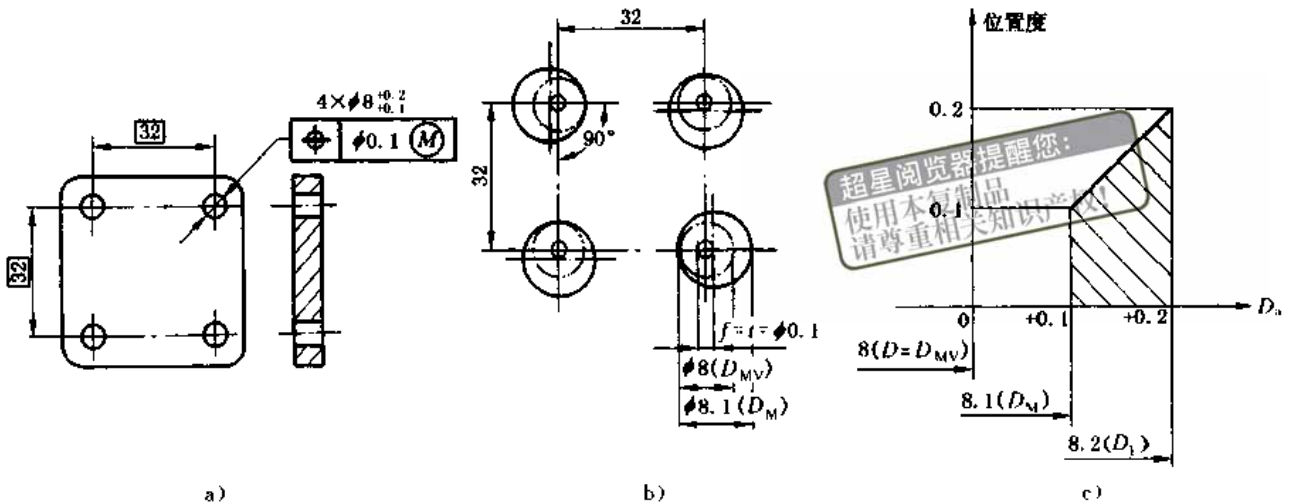


图 22-7 成组要素的位置度公差采用最大实体要求

2.3 最大实体要求应用于基准要素

2.3.1 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。

2.3.2 基准要素本身采用最大实体要求时,则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该最大实体实效边界的形位公差框格下面(图 22-8)。

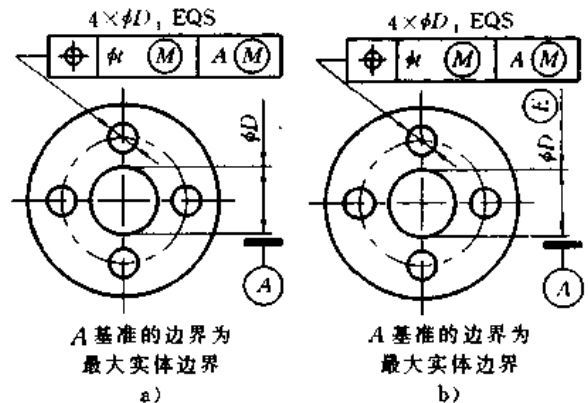


图 22-9 基准要素遵守最大实体边界的标注方法

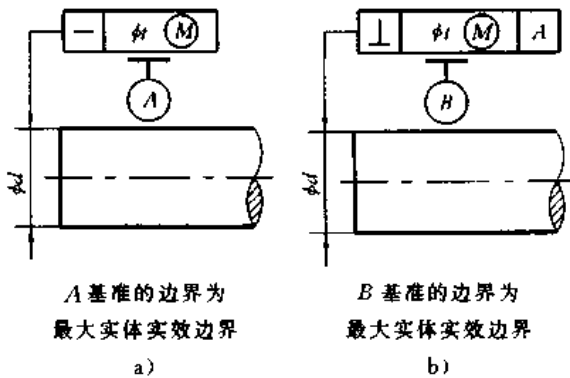


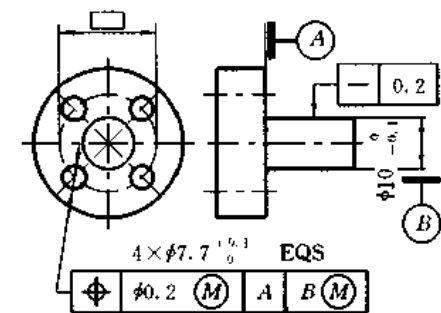
图 22-8 基准要素遵守最大实体实效边界的标注方法

2.3.3 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 22-9a)为遵循独立原则的示例;图 22-9b)为采用包容要求的示例。

图 22-9b)中表示 ϕD 孔采用包容要求的符号 (E) 可以省略标注。

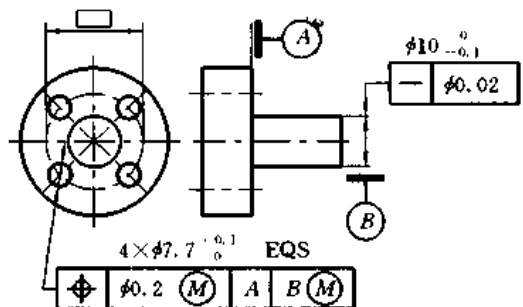
2.3.4 基准要素边界尺寸确定的示例

图 22-10 和图 22-11 表示基准要素本身遵循独立原则,其边界尺寸均为最大实体尺寸。



基准要素的边界尺寸为最大实体尺寸 $\phi 10\text{mm}$

图 22-10 基准要素本身遵循独立原则(一)

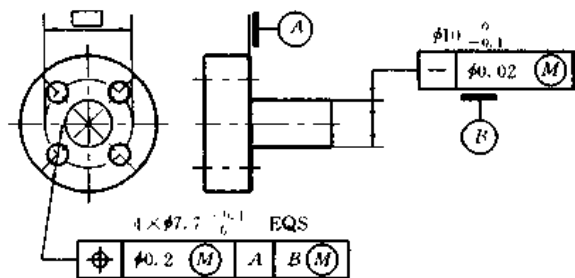


基准要素的边界尺寸为最大实体尺寸 $\phi 10\text{mm}$

图 22-11 基准要素本身遵循独立原则(二)

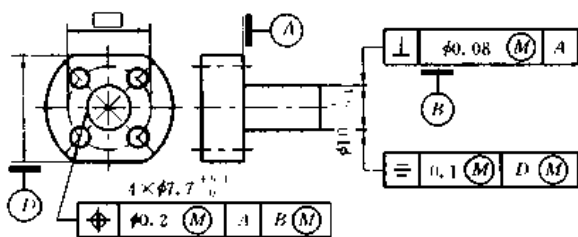
图 22-12 表示基准 B 本身采用最大实体要求的直线度公差,且基准 B 的基准符号直接标注在形成该最大实体实效边界的形位公差框格下面,其边界尺寸等于相应的最大实体尺寸加直线度公差。

图 22-13 表示基准 B 本身采用最大实体要求的垂直度公差和对称度公差,且基准 B 的基准符号直接标注在垂直度公差的形位公差框格下面,其边界尺寸等



基准要素的边界尺寸为最大实体实效尺寸
 $\phi 10.02\text{mm} (= 10\text{mm} + 0.02\text{mm})$

图 22-12 基准要素本身采用最大实体要求(一)



基准要素的边界尺寸为最大实体实效尺寸
 $\phi 10.08\text{mm} (= 10\text{mm} + 0.08\text{mm})$

图 22-13 基准要素本身采用最大实体要求(二)

于相应的最大实体尺寸加垂直度公差,而不必计算对称度公差。

2.3.5 示例

示例 7 最大实体要求应用于同轴度公差和基准要素

图 22-14a)表示最大实体要求应用于轴 $\phi 12_{-0.05}^0$ 的轴线对轴 $\phi 25_{-0.05}^0$ 的轴线的同轴度公差,并同时应用于基准要素。当被测要素处于最大实体状态时,其轴线对基准 A 的同轴度公差为 $\phi 0.04\text{mm}$,如图 22-14b)所示。

被测轴应满足下列要求:

- a. 实际尺寸在 $\phi 11.95 \sim \phi 12\text{mm}$ 之内;
- b. 实际轮廓不超出关联最大实体实效边界,即其关联体外作用尺寸不大于关联最大实体实效尺寸 $d_{Mv} = d_M + t = 12 + 0.04 = \phi 12.04\text{mm}$ 。

当被测轴处于最小实体状态时,其轴线对基准 A 轴线的同轴度误差允许达到最大值,即等于图样给出的同轴度公差($\phi 0.04\text{mm}$)与轴的尺寸公差(0.05mm)之和 $\phi 0.09\text{mm}$,如图 22-14c)所示。

当基准 A 的实际轮廓处于最大实体边界上,即其体外作用尺寸等于最大实体尺寸 $d_M = \phi 25\text{mm}$ 时,基准轴线不能浮动,如图 22-14b)和图 22-14c)所示。当基准 A 的实际轮廓偏离最大实体边界,即其体外作用尺寸偏离最大实体尺寸 $d_M = \phi 25\text{mm}$ 时,基准轴线可以浮动。当其体外作用尺寸等于最小实体尺寸 $d_L = \phi 24.95\text{mm}$ 时,其浮动范围达到最大值 $\phi 0.05\text{mm} (= d_M - d_L = 25 - 24.95)$,如图 22-14d)所示。

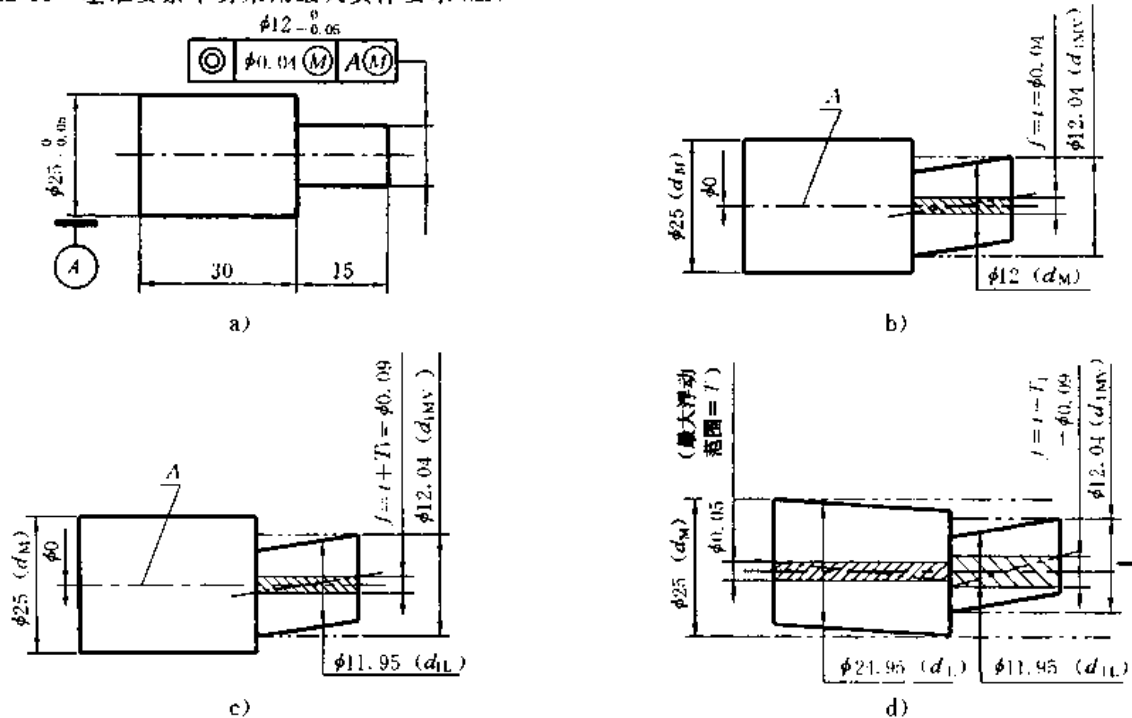


图 22-14 最大实体要求应用于同轴度公差和基准要素

示例 8 最大实体要求应用于成组要素位置度公差和基准要素

图 22-15a) 表示最大实体要求应用于 4 孔 $\phi 8^{+0.2}_{-0.1}$ 的轴线对基准 A 的位置度公差, 同时应用于基准要素。当被测孔均处于最大实体状态时, 其轴线对基准 A 的位置度公差为 $\phi 0.1\text{mm}$, 如图 22-15b) 所示。

各被测孔应满足下列要求:

a) 实际尺寸在 $\phi 8.1 \sim \phi 8.2\text{mm}$ 之内;

b) 实际轮廓不超出关联最大实体实效边界, 即其关联体外作用尺寸不小于最大实体实效尺寸 $D_M - t = 8.1 - 0.1 = \phi 8\text{mm}$ 。

当各被测孔均处于最小实体状态时, 其轴线的位位置度误差允许达到最大值 $\phi 0.2\text{mm}$, 即等于图样给出的位置度公差 ($\phi 0.1\text{mm}$) 与孔的尺寸公差 (0.1mm) 之和 $\phi 0.2\text{mm}$ 。当基准要素的体外作用尺寸等于最大实体尺寸时, 该基准轴线 A 不能浮动, 如图 22-15b) 所示。

当基准要素的体外作用尺寸偏离最大实体尺寸时, 该基准轴线 A 可以浮动, 其浮动量等于基准要素的体外作用尺寸对其最大实体尺寸的偏离量。图 22-15c) 是基准轴线 A 获得最大浮动范围 $\phi 0.2\text{mm}$ 的情况。

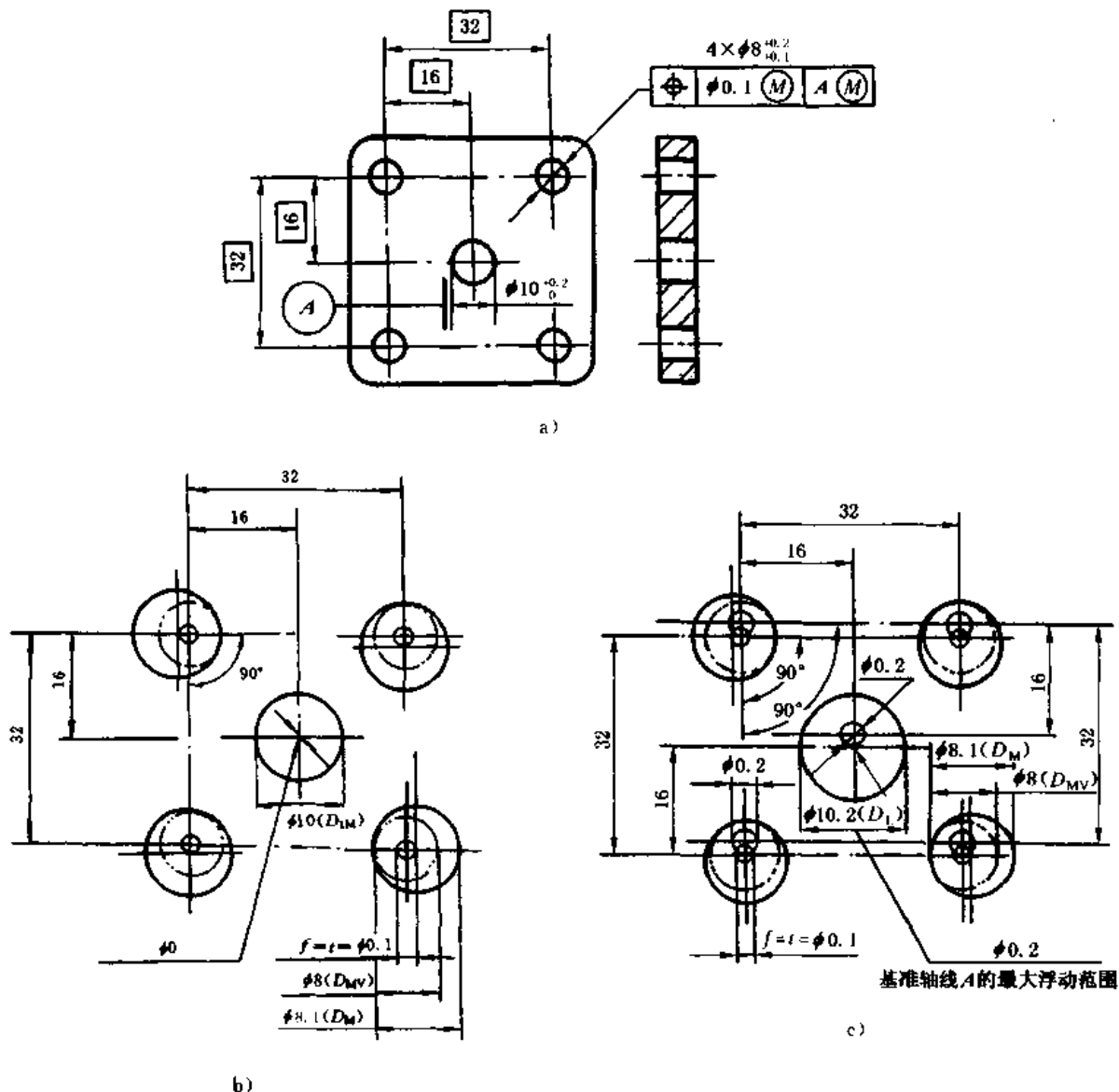


图 22-15 最大实体要求应用于成组要素位置度公差和基准要素

3 最小实体要求

3.1 图样标注

最小实体要求的符号为“ Ⓛ ”。当应用于被测要素

时, 应在被测要素形位公差框格中的公差值后标注符号“ Ⓛ ”(图 22-16a)]; 当应用于基准要素时, 应在形位公差框格内的基准字母代号后标注符号“ Ⓛ ”(图 22-16b)]。



图 22-16 最小实体要求的图样标注

3.2 最小实体要求应用于被测要素

3.2.1 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,且其局部实际尺寸不得超出最大实体尺寸和最小实体尺寸。

3.2.2 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素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,即此时的形位公差值可以增大。

3.2.3 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。

3.2.4 示例

示例 9 轴线位置度公差采用最小实体要求

图 22-17a)表示孔 $\phi 8^{+0.25}_0$ 的轴线对基准 A 的位置度公差采用最小实体要求。当被测要素处于最小实体状态时,其轴线对基准 A 的位置度公差为 $\phi 0.4\text{mm}$,如图 22-17b)所示。图 22-17c)给出了表达上述关系的动态公差图。

该孔应满足下列要求:

- a. 实际尺寸在 $\phi 8 \sim 8.25\text{mm}$ 之内;
- b. 实际轮廓不超出关联最小实体实效边界,即其关联体内作用尺寸不大于最小实体实效尺寸 $D_{LV} = D_L + t = 8.25 + 0.4 = \phi 8.65\text{mm}$ 。

当该孔处于最大实体状态时,其轴线对基准 A 的位置度误差允许达到最大值,即等于图样给出的位置度公差 ($\phi 0.4\text{mm}$) 与孔的尺寸公差 (0.25mm) 之和 $\phi 0.65\text{mm}$ 。

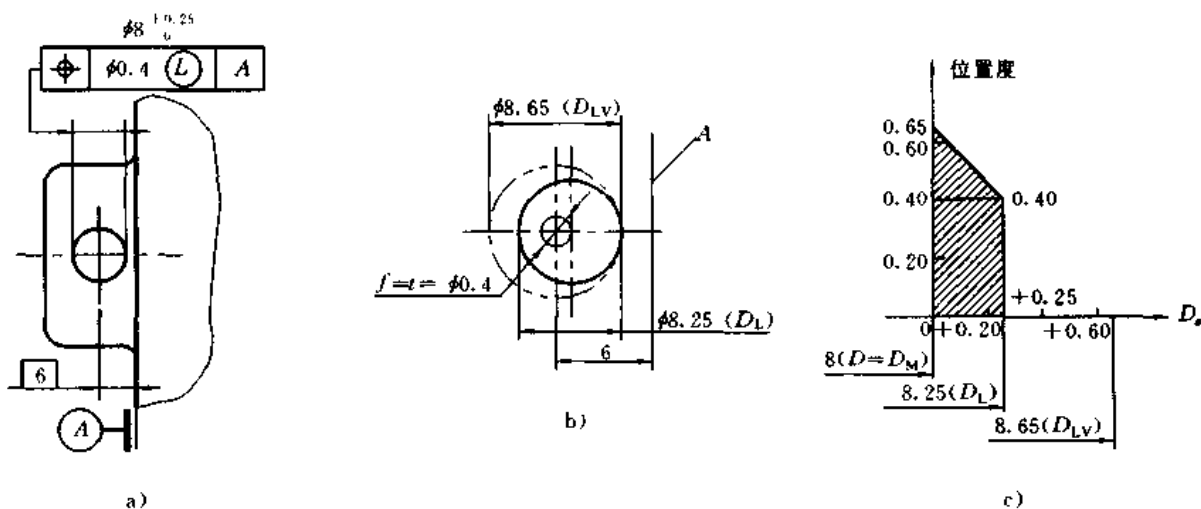


图 22-17 轴线位置度公差采用最小实体要求

示例 10 轴线位置度公差采用最小实体要求的零形位公差

图 22-18a)表示孔 $\phi 8^{+0.65}_0$ 的轴线对基准 A 的位置度公差采用最小实体要求的零形位公差。

该孔应满足下列要求:

- a. 实际尺寸不小于 $\phi 8\text{mm}$;
- b. 实际轮廓不超出关联最小实体边界,即其关联

体内作用尺寸不大于最小实体尺寸 $D_L = \phi 8.65\text{mm}$ 。

当该孔处于最小实体状态时,其轴线对基准 A 的位置度误差应为零,如图 22-18b)所示。当该孔处于最大实体状态时,其轴线对基准 A 的位置度误差允许达到最大值,即孔的尺寸公差 $\phi 0.65\text{mm}$ 。图 22-18c)给出了表达上述关系的动态公差图。

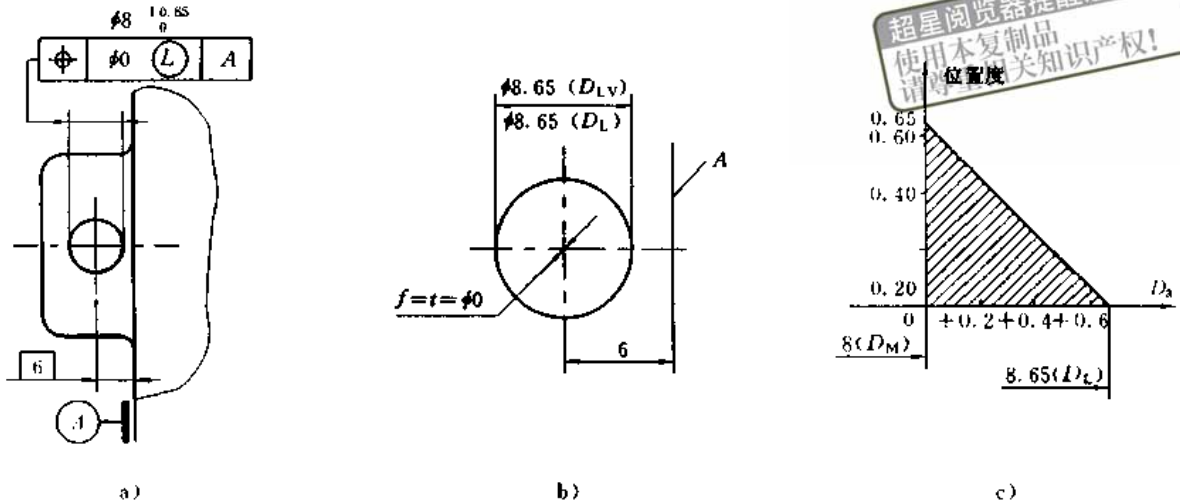


图 22-18 轴线位置度公差采用最小实体要求的零形位公差

示例 11 成组要素的位置度公差采用最小实体要求

图 22-19a) 表示 12 个槽 $3.5 \pm 0.05\text{mm}$ 的中心平面对基准 A、B 的位置度公差采用最小实体要求。当各槽均处于最小实体状态时, 其中心平面对基准 A、B 的位置度公差为 0.5mm , 如图 22-19b) 所示。图 22-19c) 给出了表达上述关系的动态公差图。

各槽应满足下列要求:

- a. 实际尺寸在 $3.45 \sim 3.55\text{mm}$ 之内;
 - b. 实际轮廓不超出关联最小实体实效边界, 即其关联体内作用尺寸不大于关联最小实体实效尺寸 $D_{LV} = D_L + t = 3.55 + 0.5 = 4.05\text{mm}$ 。
- 当各槽均处于最大实体状态时, 其中心平面对基准 A、B 的位置度误差允许达到最大值, 即等于图样给出的位置度公差 (0.5mm) 与槽的尺寸公差 (0.1mm) 之和 0.6mm 。

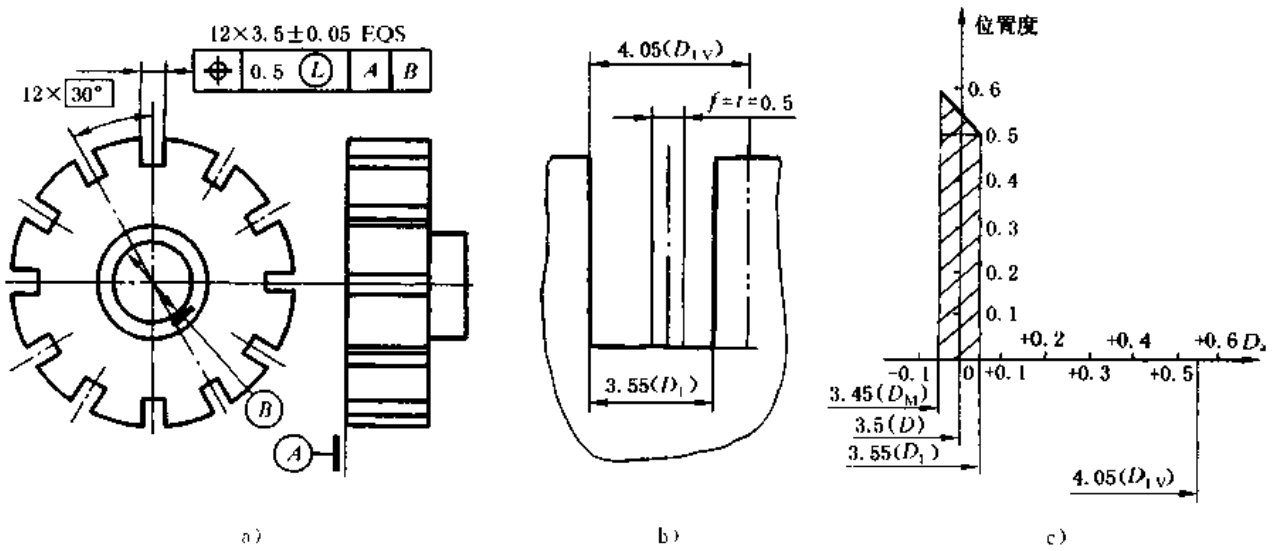


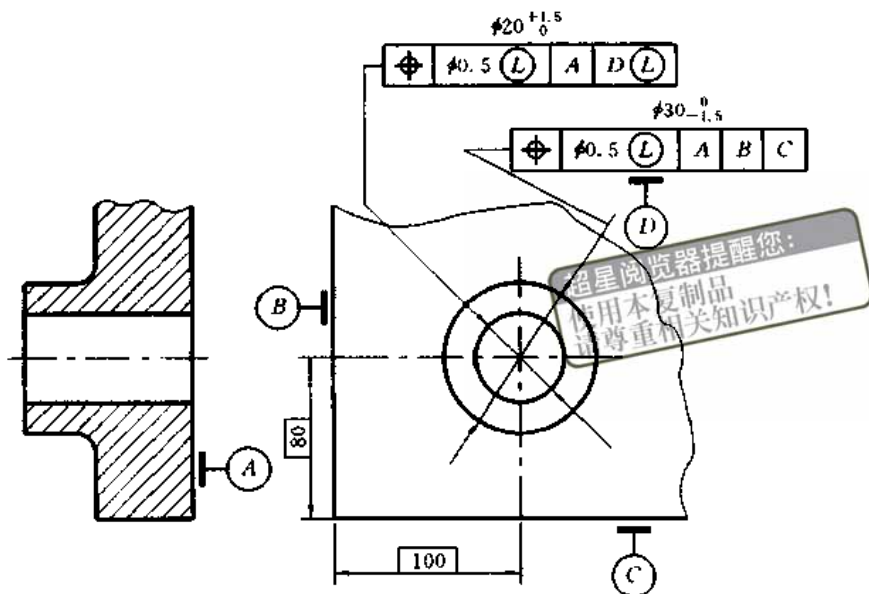
图 22-19 成组要素的位置度公差采用最小实体要求

3.3 最小实体要求应用于基准要素

3.3.1 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相应的边界, 即其体内作用尺寸偏离相应的边界尺寸, 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相应边界尺寸之差。

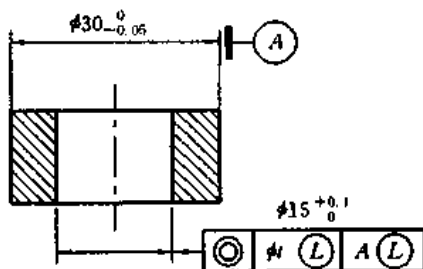
3.3.2 基准要素本身采用最小实体要求时, 则相应的边界为最小实体实效边界。此时, 基准代号应直接标注在形成该最小实体实效边界的形位公差框格下面 (见图 22-20)。



D 基准的边界为最小实体实效边界

图 22-20 基准要素遵守最小实体实效边界的标注方法

3.3.3 基准要素本身不采用最小实体要求时,相应的边界为最小实体边界(图 22-21)。



A 基准的边界为最小实体边界

图 22-21 基准要素遵守最小实体边界的标注方法

3.3.4 示例

示例 12 最小实体要求应用于同轴度公差和基准要素

图 22-22a)表示最小实体要求应用于孔 $\phi 39^{+1}_0$ 的轴线对基准 A 的同轴度公差并同时应用于基准要素。

当被测要素处于最小实体状态时,其轴线对基准 A 的同轴度公差为 $\phi 1\text{mm}$,如图 22-22b)所示。

该孔应满足下列要求:

- a. 实际尺寸在 $\phi 39 \sim 40\text{mm}$ 之内;
- b. 实际轮廓不超出关联最小实体实效边界,即其关联体内作用尺寸不大于关联最小实体实效尺寸 $D_{LV} = D_L + t = 40 + 1 = \phi 41\text{mm}$ 。

当该孔处于最大实体状态时,其轴线对 A 基准的同轴度误差允许达到最大值,即等于图样给出的同轴度公差 ($\phi 1\text{mm}$)与孔的尺寸公差 (1mm)之和 $\phi 2\text{mm}$,如图 22-22c)所示。

当基准要素的实际轮廓偏离其最小实体边界,即其体内作用尺寸偏离最小实体尺寸时,允许基准要素在一定范围内浮动。其最大浮动范围是直径等于基准要素的尺寸公差 0.5mm 的圆柱形区域,如图 22-22b) (被测要素处于最小实体状态)和图 22-22c) (被测要素处于最大实体状态)所示。

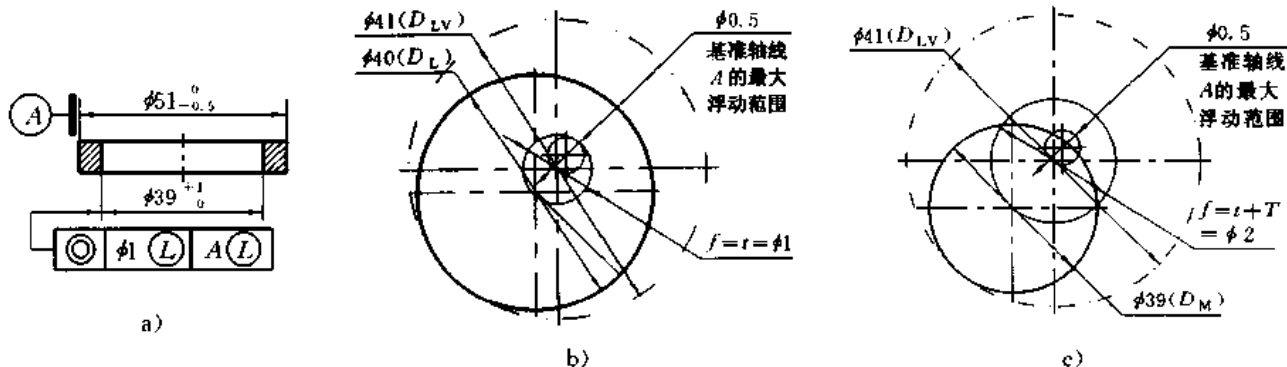


图 22-22 最小实体要求应用于同轴度公差和基准要素

示例 13 同轴度公差采用最小实体要求的零形位公差

图 22-23a) 表示最小实体要求的零形位公差应用于孔 $\phi 39^{+2}_0$ mm 的轴线对基准 A 的同轴度公差, 并同时应用于基准要素。

该孔应满足下列要求:

- a. 实际尺寸不小于 $\phi 39$ mm;
- b. 实际轮廓不超出关联最小实体边界, 即其关联

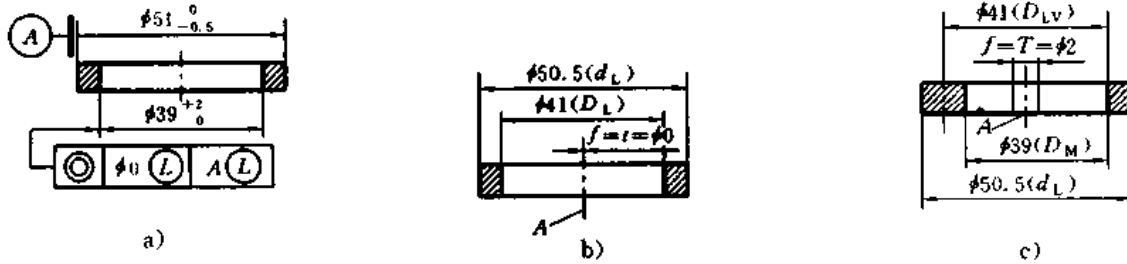


图 22-23 同轴度公差采用最小实体要求的零形位公差

4 可逆要求

由于缺乏应用经验, 国家标准仅将可逆要求列为附录。

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 $0(M)$ 或 $0(L)$ 也可表达相同的设计意图。

可逆要求的标注方法是在图样上将表示可逆要求的符号 (R) 置于被测要素的形位公差值后的符号 (M) 或 (L) 的后面。此时被测要素应遵守最大实体实效边界 (MMVB) 或最小实体实效边界 (LMVB)。

框格内加注 (M) (R) 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 (L) (R) 表示:

被测要素的实际尺寸可在 MMS 和 LMVS 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

体内作用尺寸不大于最小实体尺寸 $D_L = 41$ mm。

当该孔处于最小实体状态时, 其轴线对基准 A 的同轴度误差应为零, 如图 22-23b) 所示。

当该孔处于最大实体状态时, 其轴线对基准 A 的同轴度误差允许达到最大值, 即图样给出的被测要素的尺寸公差值 $\phi 2$ mm, 如图 22-23c) 所示。

最小实体要求应用于基准要素的解释同示例 12。

并不改变它们原有的含义 (MMVC 或 LMVC 的极限边界), 但在形位误差值小于图样给出的形位公差值时允许尺寸公差增大, 这样可为根据零件功能分配尺寸公差和形位公差提供方便。

4.1 可逆要求用于最大实体要求 (可逆的最大实体要求)

示例 14 轴线垂直度公差采用可逆的最大实体要求

图 22-24a) 中的被测要素 (轴) 不得超出其最大实体实效边界, 即其体外作用尺寸不超出最大实体实效尺寸 (MMVS) $\phi 20.2$ mm。所有局部实际尺寸应在 $\phi 19.9 \sim 20.2$ mm 之间, 轴线的垂直度公差可根据其局部实际尺寸在 $0 \sim 0.3$ mm 之间变化, 例如: 如果所有局部实际尺寸都是 $\phi 20$ mm (d_M), 则轴线的垂直度误差可为 $\phi 0.2$ mm (图 22-24b))。如果所有局部实际尺寸都是 $\phi 19.9$ mm (d_L), 则轴线的垂直度误差可为 $\phi 0.3$ mm (图 22-24c)), 如果轴线的垂直度误差为零, 则局部实际尺寸可为 $\phi 20.2$ mm (图 22-24d))。图 22-24e) 给出了表达上述关系的动态公差图。

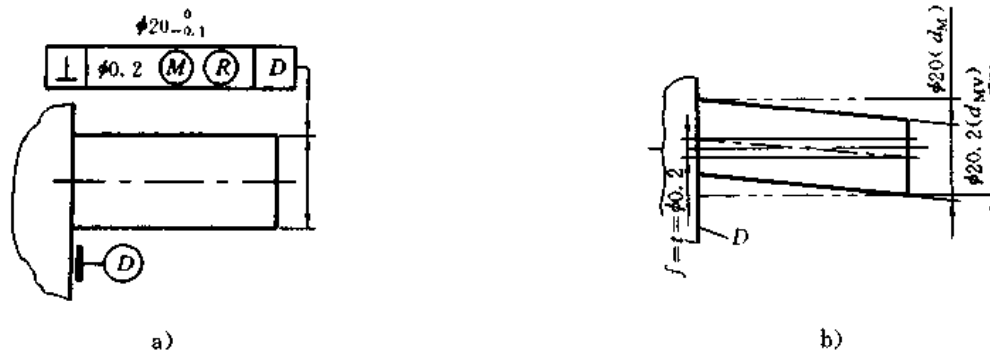
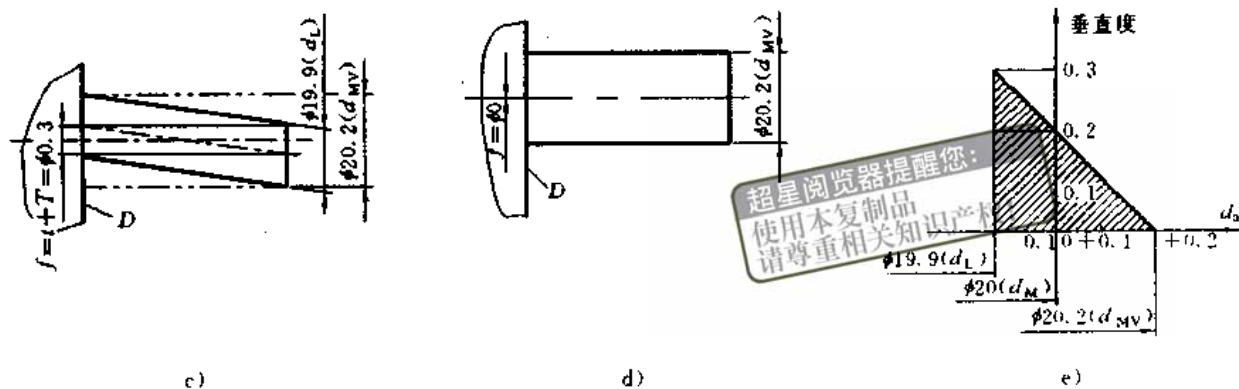


图 22-24 轴线垂直度公差采用可逆的最大实体要求



续图 22-21

4.2 可逆要求用于最小实体要求(可逆的最小实体要求)

示例 15 轴线位置度公差采用可逆的最小实体要求

图 22-25a)中的被测要素(孔)不得超出其最小实体实效边界,即其关联体内作用尺寸不超出最小实体实效尺寸 $\phi 8.65\text{mm} (= \phi 8 + 0.25 + 0.4)$ 。所有局部实际尺寸应在 $\phi 8 \sim 8.65\text{mm}$ 之间,其轴线的

位置度误差可根据其局部实际尺寸在 $0 \sim 0.65\text{mm}$ 之间变化。例如:如果所有局部实际尺寸均为 $\phi 8.25\text{mm}(D_L)$,则其轴线的

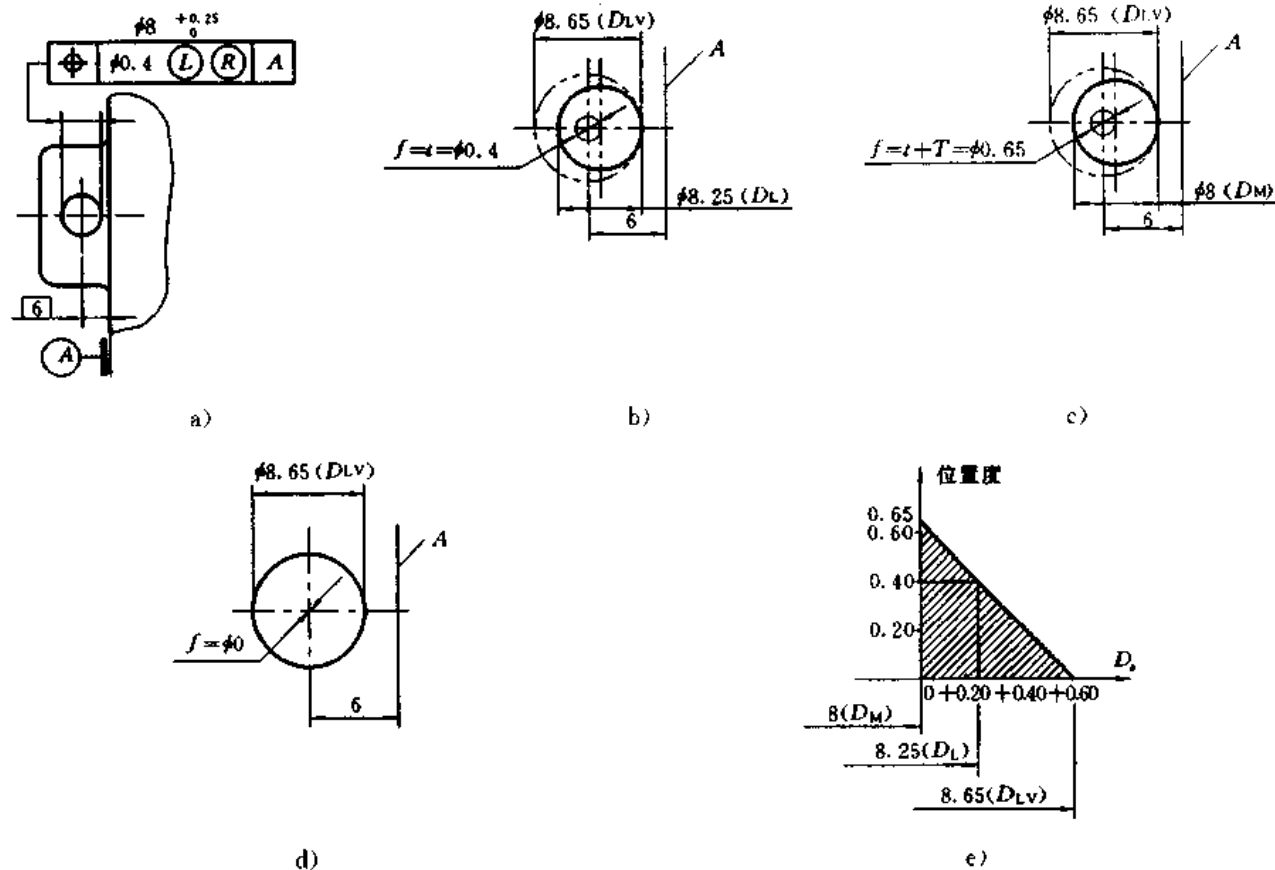


图 22-25 轴线位置度公差采用可逆的最小实体要求

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

- 刘巽尔
- 陈月祥
- 卓兴仁

第五篇

形状和位置误差检测

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

在机械零件的设计工作中,根据产品的功能要求和生产的经济性,规定了零件要素必要的形状和位置公差以后,还必须对完工工件进行检测,并对其形状和位置误差的误差值作出评定,以确定其是否满足设计要求,即判断其合格性。

《形状和位置公差 检测规定》(GB/T 1958—1980)对形状和位置误差的检测作出了全面的原则性规定。《直线度误差检测》(GB/T 11336—1989)、《平面度误差检测》(GB/T 11337—1989)、《确定圆度误差的方法 两点、三点法》(GB/T 4380—1984)、《圆度测量 术语、定义及参数》(GB/T 7234—1987)、《评定圆度误差的方法 半径变化量测量》(GB/T 7235—1987)《圆度测量 三测点法及其仪器精度的评定》(JB/T 5996—1992)和《同轴度误差检测》(JB/T 7557—1994)是分别对直线度、平面度、圆度和同轴度误差检测的更为详细和具体的规定。《功能量规》(GB/T 8069—1999)是对体现理想边界控制原则的量规设计的规定。

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

第 23 章

形状和位置误差检测的规定

《形状和位置公差 检测规定》(GB/T 1958—1980)规定了形状和位置误差的检测原则、误差值的定义和评定方法、基准的建立原则和体现方法以及检测方案。

1.1 形位误差是实际被测要素*对理想被测要素的变动量。

与 GB/T 1182—1996 相对应,形位误差共有十四个项目,如表 23-1 所列。

1 一般规定

表 23-1 形位误差项目

被测要素	误差分类		误差项目	公差符号	有或无基准要求
单一要素	形状误差	形状	直线度误差	—	无
			平面度误差		无
			圆度误差		无
			圆柱度误差		无
单一要素或 关联要素	形状或位置 误差	轮廓	线轮廓度误差		有或无
			面轮廓度误差		有或无
关联要素	位置误差	定向	平行度误差		有
			垂直度误差		有
			倾斜度误差		有
		定位	同轴(同心)度误差		有
			对称度误差		有
			位置度误差		有或无
跳动	圆跳动		有		
	全跳动		有		

* 实际被测要素与被测实际要素的概念相同。本书统一称为实际被测要素。

1.2 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。

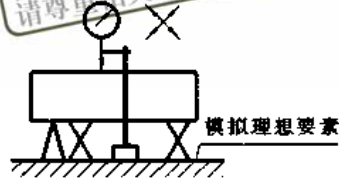
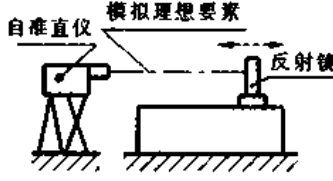
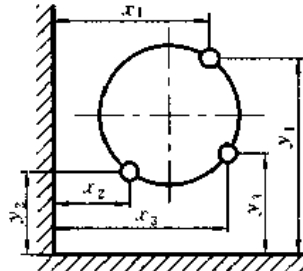
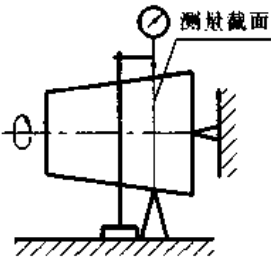
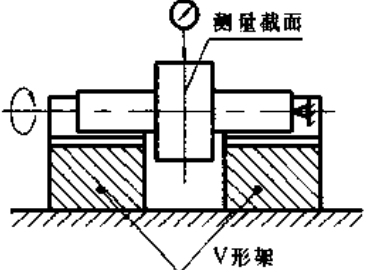
1.3 评定形位误差时,用测得要素作为实际要素。

测量截面的布置、测量点的数目及其布置方法,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。

1.4 标准规定了五种检测原则,如表 23-2 所列。

表 23-2 检测原则

编号	检测原则名称	说明	例
1	与理想要素比较原则	将实际被测要素与其理想要素相比较,量值由直接法或间接法获得。 理想要素用模拟方法获得	<p>1. 量值由直接法获得</p>  <p>2. 量值由间接法获得</p> 
2	测量坐标值原则	测量实际被测要素的坐标值(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	<p>测量直角坐标值</p> 
3	测量特征参数原则	测量实际被测要素上具有代表性的参数(即特征参数)来表示形位误差值	<p>两点法测量圆度特征参数</p> 
4	测量跳动原则	实际被测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。 变动量是指指示器最大与最小读数之差	<p>测量径向跳动</p> 

续表 23-2

编号	检测原则名称	说明	示例
5	边界控制原则	检验实际被测要素是否超出规定的边界,以判断合格与否	用功能量规检验同轴度误差 

根据各检测原则对各项目拟定的检测方案见本章

7。

1.5 测量形位误差时的标准条件:

- a. 标准温度为 20 C;
- b. 标准测量力为零。

由于偏离标准条件而引起较大测量误差时,应进行测量误差估算。

1.6 测量准确度是衡量所采用检测方案的重要依据之一,选择检测方案时,应对该方案作测量准确度估计。

测量准确度用测量总误差来表示。

1.7 极限测量总误差允许占给定公差值的 10%~33%。

注:1. 测量总误差是指下列三方面误差的综合结果,即:

- ① 以测得要素作为实际要素引起的误差(如布点引起的误差等)。
- ② 测量设备、测量温度、测量力等因素引起的误差。
- ③ 采用近似方法评定时引起的误差。

2. 各公差等级允许的极限测量总误差建议按下表确定:

3. GB/T 19000 规定用测量不确定度对测量准确度作出估计。

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	

2 形状误差及其评定

2.1 形状误差

形状误差是实际被测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。

对于中心要素(轴线、中心线、中心面等),其理想要素位于实际被测要素之中,如图 23-1 所示的理想轴线 L_1 。

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实际被测要素相接触,如图 23-2 所示的理想直线 A_1-B_1 和图 23-3 所示的理想圆 C_1 。

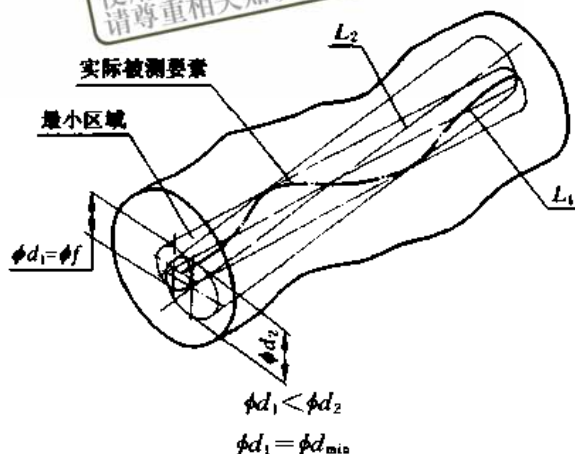


图 23-1 轴线直线度误差的最小包容区域

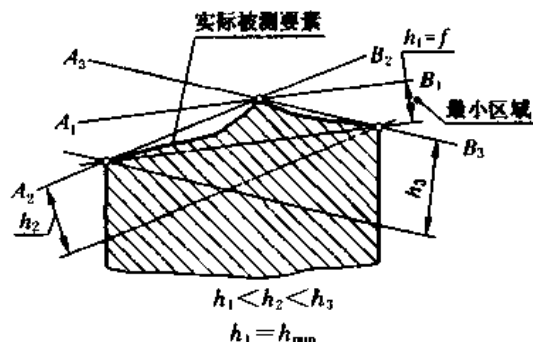


图 23-2 轮廓线直线度误差的最小包容区域

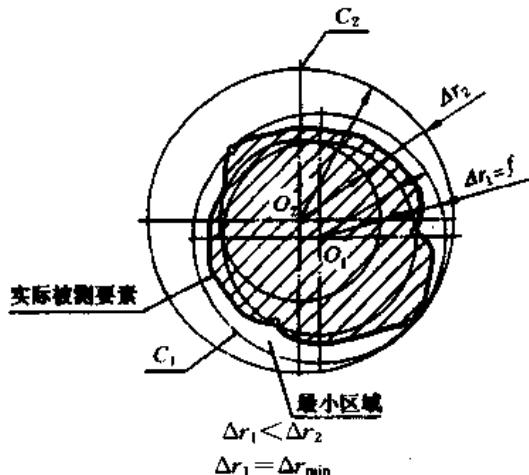


图 23-3 圆度误差的最小包容区域

2.2 最小条件

最小条件要求实际被测要素对其理想要素的最大变动量为最小(图 23-1~图 23-3)。



a. 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。

b. 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 ϕf 的包容区域。

c. 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)由实际被测要素决定。

也就是说,确定形状误差值的最小包容区域是与公差带形状相同、包容实际被测要素、具有最小宽度或直径的区域。

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。

有关最小条件的概念,可参阅第三篇第 16 章的《形位公差带》。

3 位置误差及其评定

3.1 定向误差

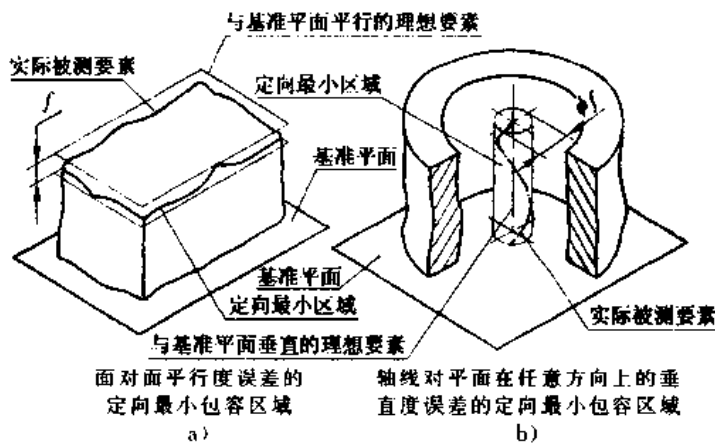


图 23-4 定向最小包容区域

3.2 定位误差

定位误差是实际被测要素对...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。

a. 定位误差值用定位最小包容区域(简称定位最

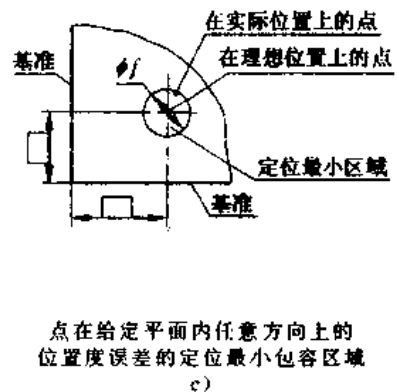
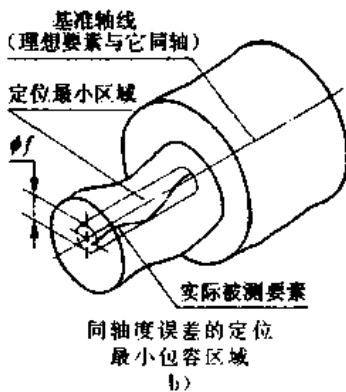
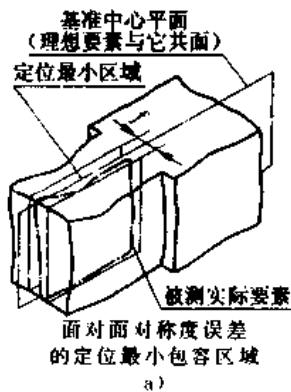


图 23-5 定位最小包容区域

定向误差是实际被测要素对...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和理论正确尺寸(角度)确定。

a. 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。

b. 定向最小区域是指按理想要素的方向来包容实际被测要素时,具有最小宽度 f 或直径 ϕf 的包容区域,如图 23-4 所示。

c. 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)由实际被测要素决定。

也就是说,确定定向误差值的定向最小包容区域是与公差带形状相同、按理想要素的方向、包容实际被测要素、具有最小宽度或直径的区域。

小区域)的宽度或直径表示。

b. 定位最小区域是指以理想要素定位来包容实际被测要素时,具有最小宽度 f 或直径 ϕf 的包容区域,如图 23-5 所示。

点在给定平面内任意方向上的位置度误差的定位最小包容区域

c. 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)由实际被测要素本身决定。

也就是说,确定定位误差值的定位最小包容区域是与公差带形状相同、按理想要素的位置、包容实际被测要素、具有最小宽度或直径的区域。

测量定向、定位误差时,在满足零件功能要求的前提下,按需要,允许采用模拟方法体现实际被测要素(图 23-6、图 23-7)。当用模拟方法体现实际被测要素进行测量时,在实测范围内和所要求的范围内,两者之间的误差值,可按正比关系折算。

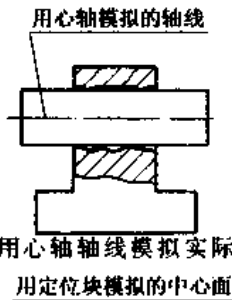


图 23-6 用心轴轴线模拟实际被测轴线

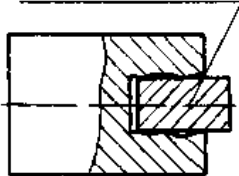


图 23-7 用定位块中心平面模拟实际中心面

3.3 跳动

(1) 圆跳动

实际被测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。

(2) 全跳动

实际被测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(或实际被测要素每回转一周,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。

4 最小区域与定向最小区域判别法

最小区域判别法是指与公差带形状相同的区域包容实际被测要素时,实现宽度或直径最小的接触状态。

确定形状误差值的最小区域判别法如表 23-3 所列。圆柱度误差的最小区域判别法尚未确定。

确定定向误差值(平行度、垂直度)的定向最小区域判别法如表 23-4 所列。倾斜度误差的定向最小区域判别法可以参照平行度或垂直度的确定。

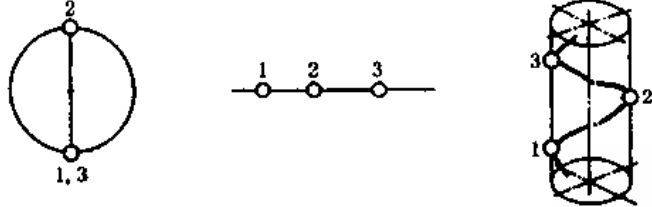
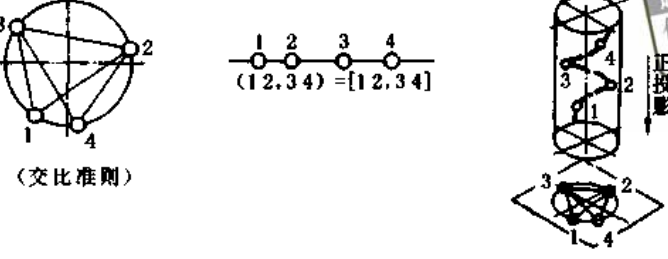
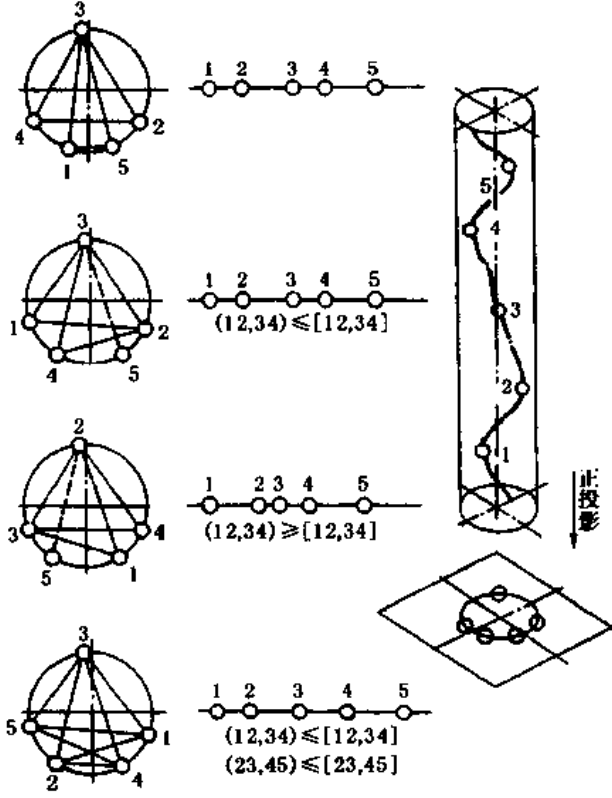
同轴度、对称度、位置度等定位误差的定位最小区域判别法,由于包容区域具有确定的位置,所以通常都是一点接触。有时,例如面对线的对称度误差,需要实现两点接触。

轮廓度误差的最小区域可根据其是否标明基准,分别按形状误差或位置误差处理。

表 23-3 形状误差最小区域判别法

误差种类	最小区域判别法	说明
直线度误差	<p>给定平面内</p> <p>由两平行直线包容实际线时,成高、低相间三点接触,具有下列两种形式之一。</p> <p>(相间准则)</p>	<p>○——最高点(高极点);</p> <p>□——最低点(低极点)。</p>
	<p>给定方向上</p> <p>由两平行平面包容实际线时,沿主方向(长度方向)上成高、低相间三点接触,具有下列两种形式之一,可按投影进行判别。</p> <p>(相间准则)</p>	

续表 23-3

误差种类	最小区域判别法	说明
直线度误差 任意方向上	<p>由圆柱面包容实际线时,至少有下列三种接触形式之一;</p> <p>a. 三点形式:三在同一轴截面上。</p> 	<p>1,3 两点沿轴线方向的投影重合在一起,即 1 与 3 两点在同一条素线上。</p>
	<p>b. 四点形式:</p>  <p>(交比准则)</p>	<p>超星浏览器提醒您: 使用本复制品 请尊重相关知识产权!</p>
	<p>c. 五点形式:</p> 	

续表 23-3

超星阅读器提醒：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

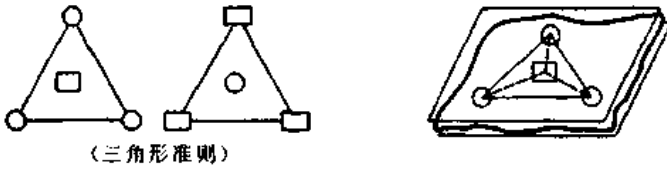


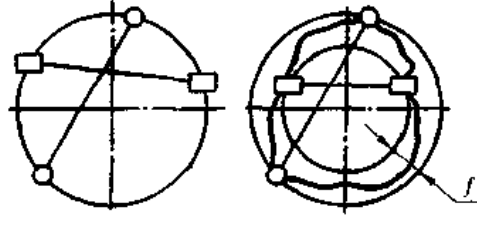
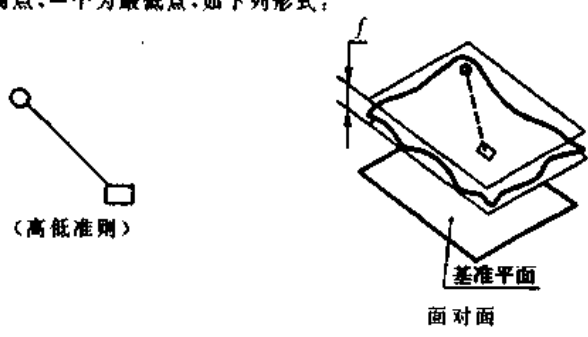
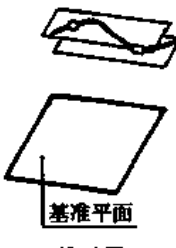
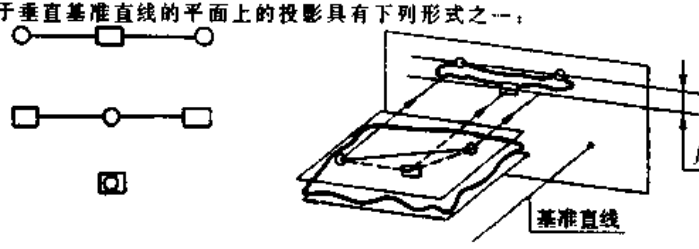
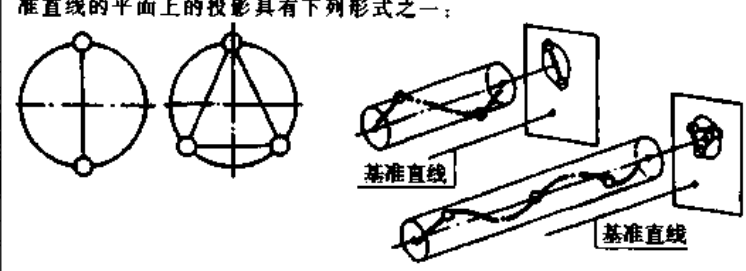
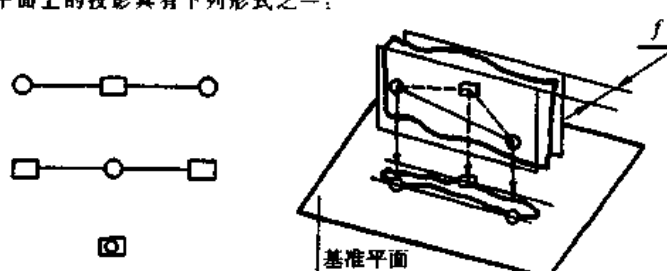
误差种类	最小区域判别法	说明
直线度误差 任意方向上	<p>注</p> <p>1 上列各图中,在直线上有编号的点“○”表示包容圆柱面上的实测点,在其轴线上的投影。</p> <p>2 上列各图中,在圆周上有编号的“○”表示包容圆柱面上的实测点,在垂直于轴线的平面上的投影,其编号与直线上点的编号对应。</p> <p>3 $(12,34) = \frac{\overline{13} \cdot \overline{24}}{23 \cdot 14}$,其中$\overline{ab}$表示图中直线上两个编号点之间的距离。</p> <p>4 $[12,34] = \frac{\sin 13 \cdot \sin 24}{\sin 23 \cdot \sin 14}$,其中$ab$表示图中圆周上两个编号点对圆心的张角</p>	
平面度误差	<p>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,有下列五种形式之一:</p> <p>a. 三个高点与一个低点(或相反):</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div> <p>(三角形准则)</p> <p>b. 两个高点与两个低点:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div> <p>(交叉准则)</p> <p>c. 两个高点与一个低点(或相反):</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div> <p>(直线准则)</p>	<p>○—— 最高点(高极点);</p> <p>□—— 最低点(低极点);</p>
圆度误差	<p>由两同心圆包容实际被测轮廓时,至少有四个实测点内外相同地在两个圆周上,如下列形式:</p> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center;">  </div> <p>(交叉准则)</p>	<p>○—— 与外圆接触的点;</p> <p>□—— 与内圆接触的点;</p>

表 23-4 定向误差最小区域判别法

超星浏览器提醒你：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

误差种类	定向最小区域判别法	说明
<p>面 对 面</p> <p>线 对 面</p>	<p>由定向两平行平面包容实际被测要素时,至少有两个实测点与之接触;一个为最高点,一个为最低点,如下列形式:</p>  	<p>○——最高点(高极点); □——最低点(低极点)。</p>
	<p>平 行 度 误 差</p> <p>面 对 线</p>	<p>由定向两平行平面包容实际被测表面时,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下列形式之一:</p> 
<p>线 对 线 (任 意 方 向)</p>	<p>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下列形式之一:</p> 	<p>若为给定方向的线对线平行度误差则与线对面平行度误差相似</p>
<p>垂 直 度 误 差</p> <p>面 对 面</p>	<p>由定向两平行平面包容实际被测表面时,至少有两点或三点与之接触,在基准平面上的投影具有下列形式之一:</p> 	<p>○——最左点; □——最右点。</p>

续表 23-4

超星浏览器提醒您：
使用本资源品
请尊重知识产权

误差种类		定向最小区域判别法	
垂直度误差	线对面 (任意方向)	<p>由定向圆柱面包容实际被测线时,至少有两点或三点与之接触,在基准平面上的投影具有下列形式之一:</p>	<p>若为给定方向的线对面垂直度误差则与面对面垂直度误差相似</p>
	线对线	<p>由定向两平行平面包容实际被测要素时,至少有两个点与之接触,具有以下形式:</p>	<p>○——最左点; □——最右点。</p>
面对线垂直度误差与线对线垂直度误差相似			

5 基准的建立和体现

由实际基准要素建立基准时,基准为该实际基准要素的理想要素。理想要素的位置应符合最小条件。


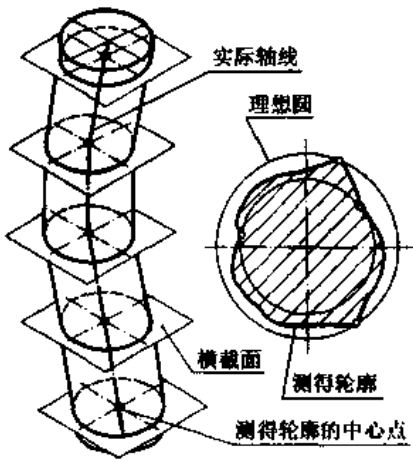
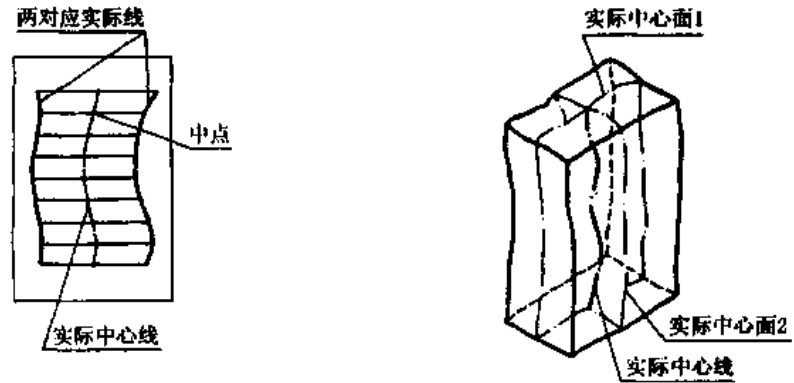
5.1 基准的建立

各种基准的建立原则如表 23-5 所列。

表 23-5 基准的建立原则

基准种类	建立原则
基准点	<p>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</p> <p>注: 1 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。 2 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。</p>
基准直线	<p>由实际线或其投影建立基准直线时,基准直线为该实际线的理想直线</p>

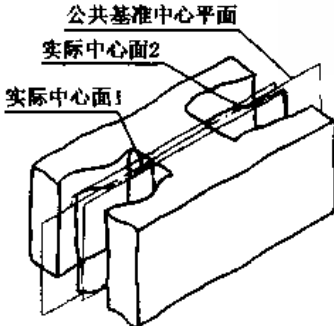
续表 23-5

基准种类	建立原则
基准轴线 (基准中心线)	<p>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)为该实际轴线(中心线)的理想轴线(中心线)</p> 
	<p>注: 1. 实际轴线为实际回转面各横截面测得轮廓的中心点的连线,测得轮廓的中心点是指该轮廓的理想圆的圆心。</p>  <p>2. 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或两实际中心面的交线</p> 

续表 23-5

基准种类	建立原则
公共基准轴线	<p>由两条或两条以上实际轴线(组合基准要素)建立公共基准轴线时,公共基准轴线为这些实际轴线所共有的理想轴线</p> <p>超星浏览器提醒您: 使用本复制品 请尊重相关知识产权!</p>
基准平面	<p>由实际表面建立基准平面时,基准平面为该实际表面的理想平面</p>
公共基准平面	<p>由两个或两个以上实际表面(组合基准要素)建立公共基准平面时,公共基准平面为这些实际表面所共有的理想平面</p>
基准中心平面	<p>由实际中心面建立基准中心平面时,基准中心平面为该实际中心面的理想平面</p> <p>注:实际中心面为从两对应实际表面上测得的各对应点连线中点所构成的面。</p>

续表 23-5

基准种类	建立原则
公共基准中心平面	<p>由两个或两个以上实际中心面(组合基准要素)建立公共基准中心平面时,公共基准中心平面为这些实际中心面所共有的理想平面</p> 

浏览器提醒您：
使用本软件时，请尊重相关知识产权。

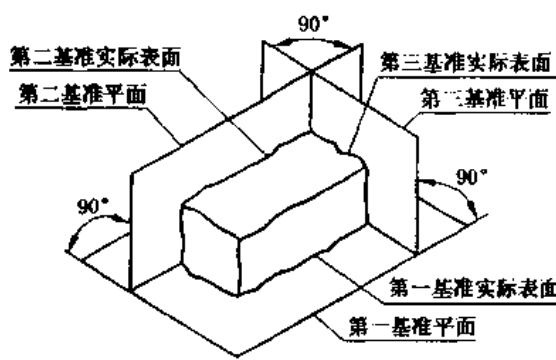
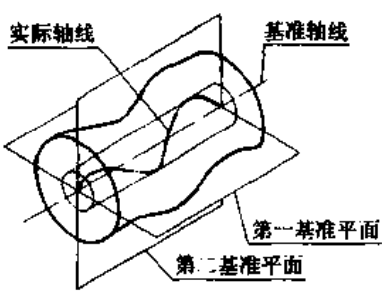
5.2 三基面体系的建立

三基面体系由三个互相垂直的平面组成。这三个平面按功能要求分别称为第一基准平面、第二基准平

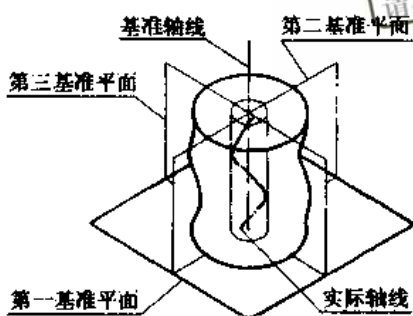
面和第三基准平面。

三基面体系的建立原则如表 23-6 所列。

表 23-6 三基面体系的建立原则

建立依据	建立原则
实际表面	<p>第一基准平面由第一基准实际表面建立,为该实际表面的理想平面。 第二基准平面由第二基准实际表面建立,为该实际表面的垂直于第一基准平面的理想平面。 第三基准平面由第三基准实际表面建立,为该实际表面的垂直于第一和第二基准平面的理想平面</p> 
实际轴线	<p>由实际轴线建立的基准轴线构成两基准平面的交线。当基准轴线为第一基准时,则该轴线构成第一和第二基准平面的交线。当基准轴线为第二基准时,则该轴线垂直第一基准平面构成第二和第三基准平面的交线</p> 

续表 23-6

建立依据	建立原则
实际轴线	
实际中心面	实际中心面的理想平面构成某一基准平面

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

5.3 基准的体现

符合最小条件是建立基准的基本原则。测量时，基准和三基面体系也可采用近似方法来体现。

基准体现方法有“模拟法”、“直接法”、“分析法”和“目标法”。

5.3.1 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。

实际基准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：实际基准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 23-8a) 所示。

非稳定接触：可能有多种位置状态。测量时应作调整，使实际基准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 23-8b) 和图 23-9 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见表 23-7。

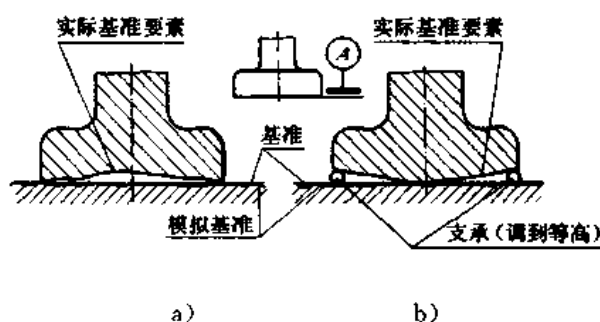


图 23-8 稳定接触与非稳定接触

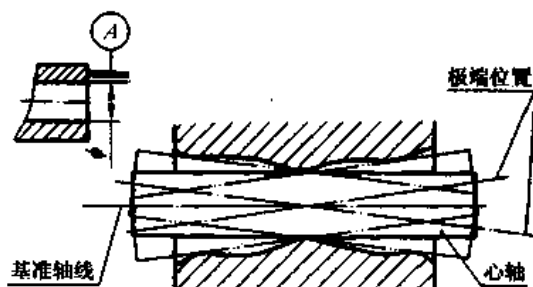
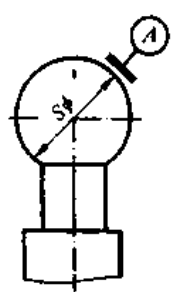
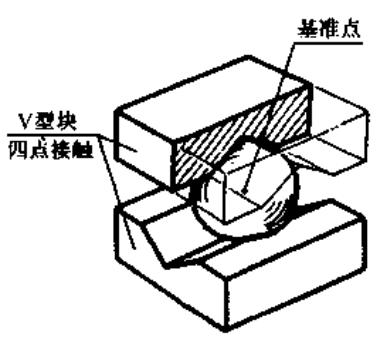


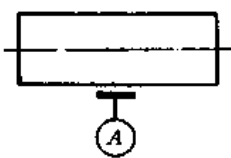

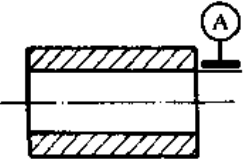

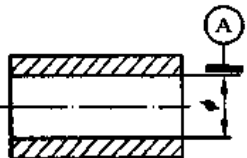


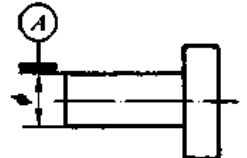
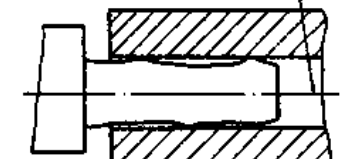
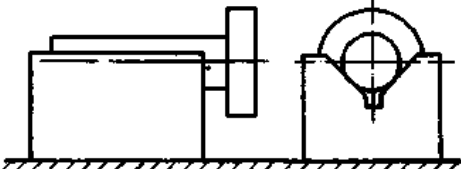
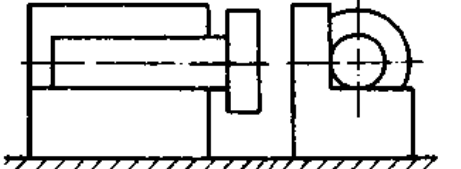
图 23-9 模拟基准位置的调整

表 23-7 模拟法体现基准的示例

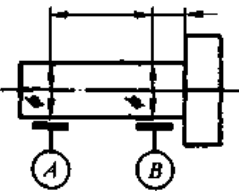
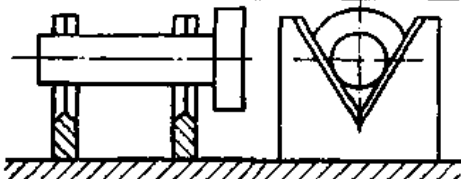
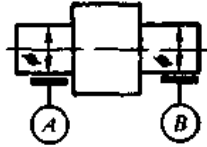
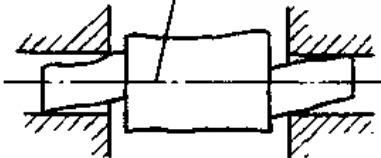
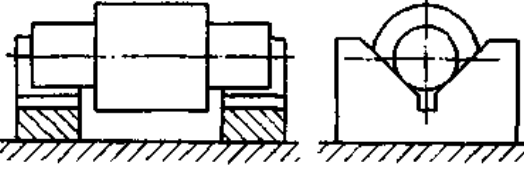
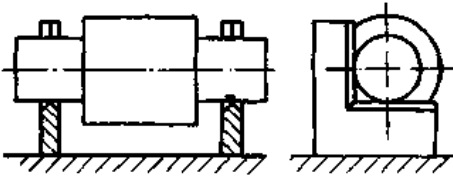
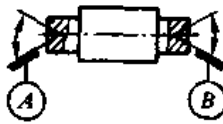
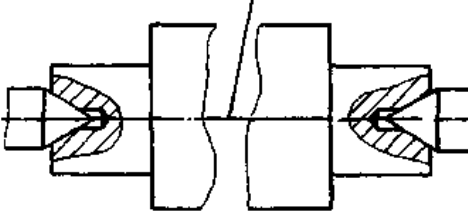
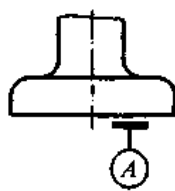
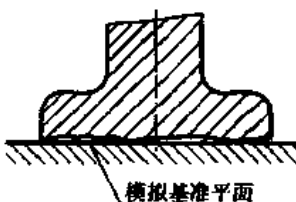
基准示例	模拟方法示例
	 <p>两个 V 型块与实际球面形成四点接触时体现的中心</p>

五
免
生

续表 23-7

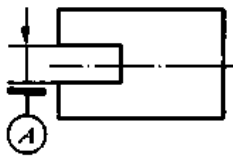
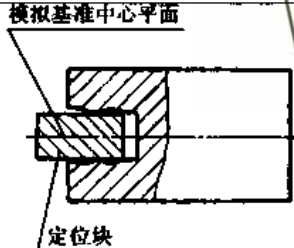
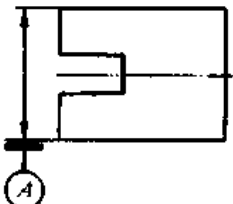
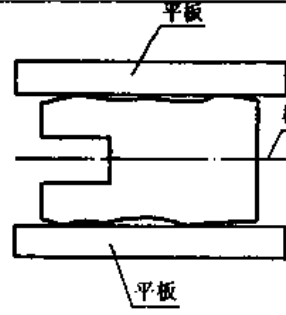
基准示例	模拟方法示例
<p>基准直线</p> 	<p>实际基准要素</p>  <p>模拟基准</p> <p>与实际基准要素接触的平板或平台工作面</p> <p>超星浏览器提醒您： 使用本复制品 请尊重相关知识产权！</p>
	<p>模拟基准素线</p>  <p>心轴</p> <p>与孔接触处圆柱形心轴的素线</p>
	<p>模拟基准轴线</p>  <p>心轴</p> <p>可胀式或与孔成无间隙配合的圆柱形心轴的轴线</p> <p>模拟基准轴线</p>  <p>心轴</p> <p>定心环</p> <p>带有锥度定心环的心轴的轴线</p>
<p>基准轴线</p> 	<p>模拟基准轴线</p>  <p>可胀式或与轴成无间隙配合的定位套筒的轴线</p>  <p>由V型块体现的轴线</p>  <p>由L型块体现的轴线</p>

续表 23-7

基准示例	模拟方法示例	
<p>给定位置的基准轴线</p> 		<p>具有给定位置关系的 V 型架体现的轴线</p>
<p>公共基准轴线</p> 	<p>模拟基准轴线</p> 	<p>可胀式同轴定位套筒的轴线</p>
		<p>由 V 型架体现的轴线</p>
		<p>由 L 型架体现的轴线</p>
<p>给定轴线的公共</p> 	<p>模拟基准轴线</p> 	<p>同轴两顶尖的轴线</p>
<p>基准平面</p> 	<p>模拟基准平面</p> 	<p>与实际基准表面接触的平板或平台工作面</p>

浏览器提示
使用本复制品
请尊重相关知识产权!

续表 23-7

基准示例	模拟方法示例
	 <p>与实际轮廓成无间隙配合的平行平面定位块的中心平面</p>
	 <p>与实际轮廓接触的两平行平板工作面体现的中心平面</p>

浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

5.3.2 直接法

当实际基准要素具有足够的形状精度时,可直接作为基准,如图 23-10 所示。

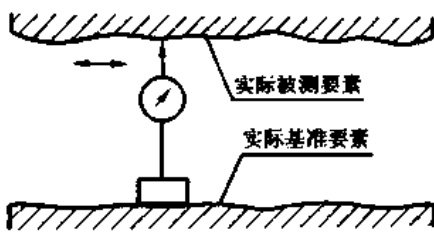


图 23-10 直接法体现基准的示例

5.3.3 分析法

对实际基准要素进行测量后,根据测得数据用图解或算法确定基准的位置。

a. 对于轮廓要素,由测得数据确定基准的示例见图 23-11。

b. 对于中心要素,应根据测得数据求出实际基准要素后再确定基准。例如:对于基准轴线,在实际回转面若干横截面内测量轮廓要素的座标值,求出这些横截面测得轮廓的中心点和实际轴线后,按最小条件确定的理想轴线即为基准轴线;或在其轴向截面内测取两对应要素的各对应坐标值的平均值,以求得实际轴线,再按最小条件确定的理想轴线即为基准轴线。

5.3.4 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”可用刃口状支承或由圆棒素线体现;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。

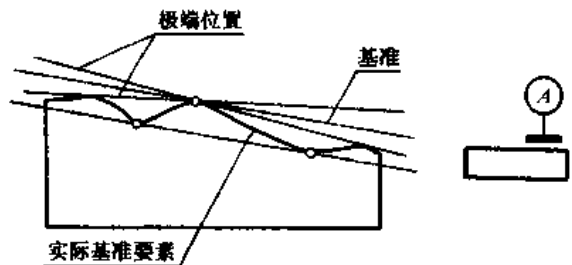


图 23-11 分析法体现基准的示例

5.4 三基面体系的体现

体现三基面体系时必须注意基准的顺序。

采用模拟法体现时,模拟的各基准平面与实际基准要素之间的关系应符合 5.2 的规定。

图 23-12、图 23-13 和图 23-14 是模拟法体现三基面体系的示例。

在满足零件功能要求的前提下,当第一、第二基准平面与实际基准要素间为非稳定接触时,允许其自然接触。

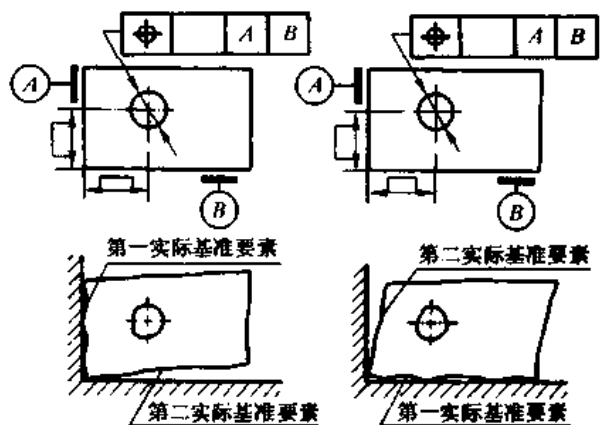


图 23-12 模拟法体现三基面体系(示例 1)

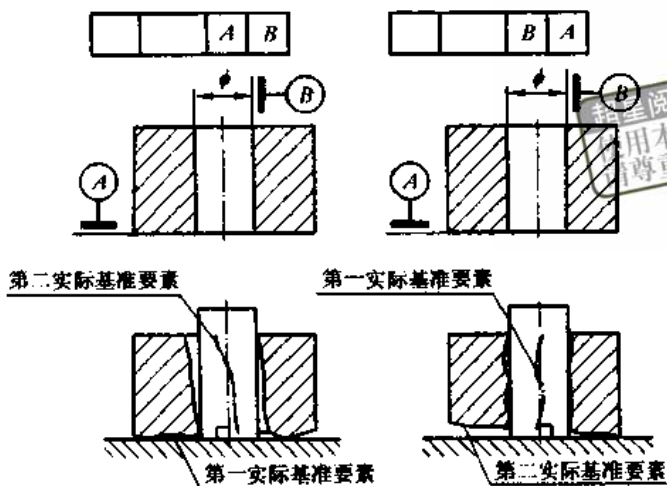


图 23-13 模拟法体现三基准体系(示例 2)

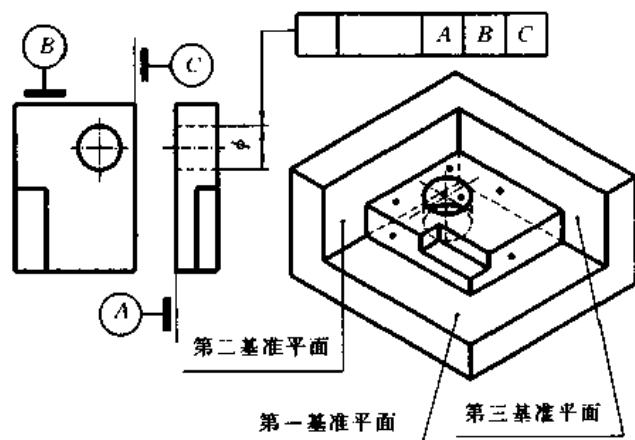


图 23-14 模拟法体现三基准体系(示例 3)

6 仲裁

- a. 当发生争议时,用分析测量精度的方法进行仲裁。
- b. 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。
- c. 当图样上已给定检测方案时,则按该方案进行仲裁。

7 检测方案

- a. GB/T 1958·1980 根据检测原则、检测项目及其公差带特点,为实现检测目的,拟订了 108 种检测方案,供实际工作中参考选用。如表 23-8~表 23-21 所列。表中的常用符号及其说明如表 23-22 所列。
- b. 各种检测方案的代号由两个数字组成,前一数字表示检测原则,后一数字表示检测方法,数字之间用短划“-”隔开,每一检测方案都对应一固定的代号,不

可随意更改。例如,平面度误差检测方案 1-4,表示平面度误差按第一种检测原则,第四种检测方法进行。

c. 本方案是根据所检测的项目及其公差带的特点,为实现检测目的而拟定的。

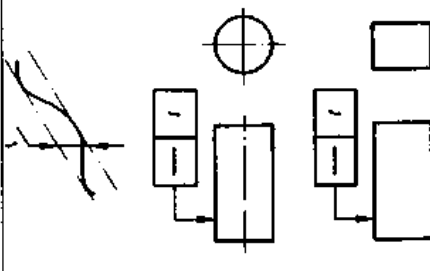
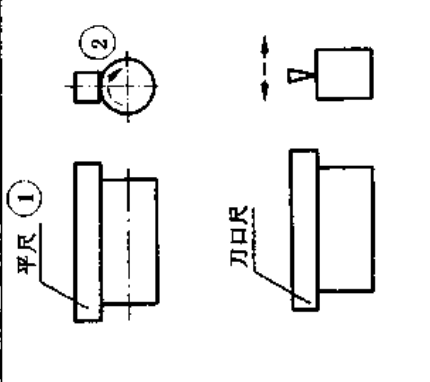
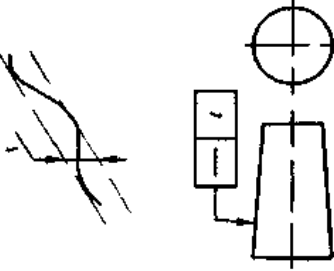
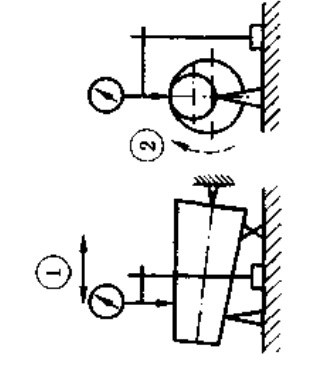
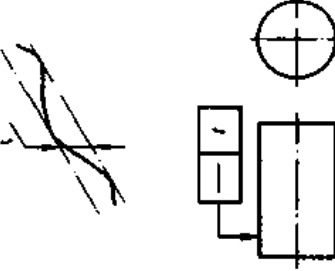
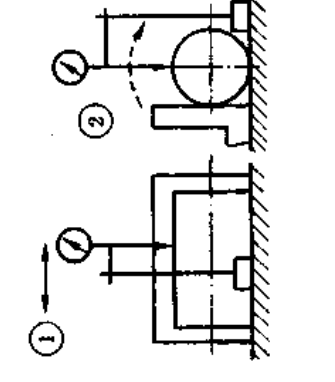
d. 方案中的检测方法是指应用有关测量设备,在一定条件下对于检测原则的实际运用。各种检测方法采用图例或附加一些必要的说明来表示。所有图例只是示意性质的。

e. 凡表 23-8~表 23-21 以外的检测方案,如能达到检测目的,获得正确的评定结果,同样也可应用。

f. 各种检测方案示例中,用接触测量表示,实际使用时也包括非接触测量。各方案示例中,测量设备的类型和精度,可以按具体要求和条件选择。

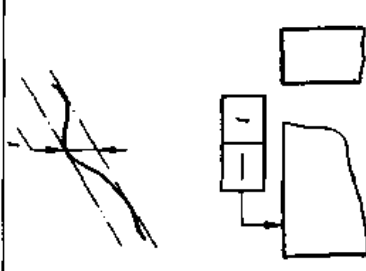
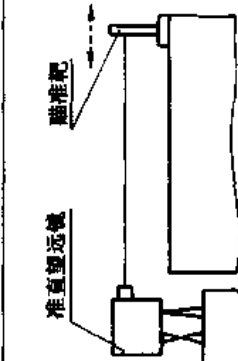
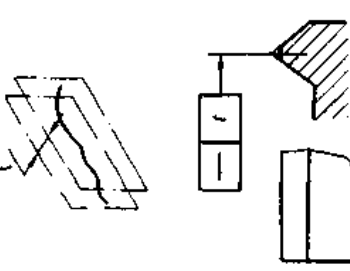
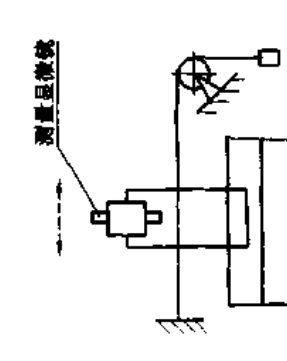
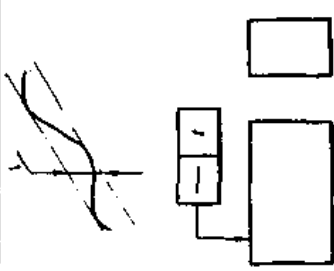
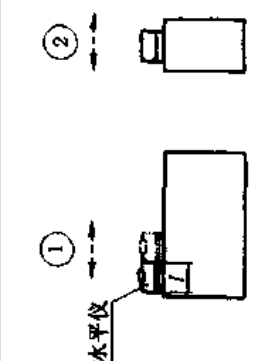
g. 在各检测方案的说明中,要求在检测前对有关要素“调直”、“调平”、“调同轴”等都是指“大致的定性”。对直线由最近两点调直,对平面由最近三点调平或对角线调平,目的是为了测量结果能接近评定条件或者便于简化数据处理。

表 23-8 直线度误差检测方法

公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
		平尺(或刀口尺), 厚薄规(塞尺)	<p>① 将平尺(或刀口尺)与被测素线直接接触,并使两者之间的最大间隙为最小,此时的最大间隙即为该条被测素线的直线度误差,误差的大小应根据光隙测定。当光隙较小时,可按标准光隙来估读;当光隙较大时,则可用厚薄规(塞尺)测量。</p> <p>② 按上述方法测量若干条素线,取其中最大的误差值作为该被测零件的直线度误差</p>
		平板,固定和可调支承,带指示器的测量架	<p>将被测素线的两端点调整到与平板等高。</p> <p>① 在被测素线的全长范围内测量,同时记录读数。根据记录的读数用计算法(或图解法)按最小条件(也可按两端点连线法)计算直线度误差。</p> <p>② 按上述方法测量若干条素线,取其中最大的误差值作为该被测零件的直线度误差</p>
		平板,直角座,带指示器的测量架	<p>将被测零件放置在平板上,并使其素线垂直角度。</p> <p>① 在被测素线的全长范围内测量,同时记录读数。根据记录的读数,用计算法(或图解法)按最小条件(也可按两端点连线法)计算该条素线的直线度误差。</p> <p>② 按上述方法测量若干条素线,取其中最大的误差值作为该被测零件的直线度误差</p>

浏览器提醒您：
 未经许可，不得转载
 侵犯知识产权！

续表 23-8

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-4			准直望远镜, 瞄准靶, 固定和可测支承	将瞄准靶放在被测素线的两端, 调整准直望远镜, 使两端点读数相等。 将瞄准靶沿被测素线等距移动, 同时记录垂直方向上的读数。用计算法(或图解法)按最小条件(也可按两端点连线法)计算直线度误差
1-5			优质钢丝, 测量显微镜(或接触式测量器)	调整测量钢丝的两端, 使两端点的读数相等, 测量显微镜在被测线的全长内等距测量, 同时记录读数。 根据记录的读数用计算法(或图解法)按最小条件(也可按两端点连线法)计算直线度误差
1-6			水平仪, 桥板	将被测零件调整到水平位置。 ① 水平仪按节距/沿被测素线移动, 同时记录水平仪的读数; 根据记录的读数用计算法(或图解法)按最小条件(也可按两端点连线法)计算该素线的直线度误差。 ② 按上述方法, 测量若干条素线, 取其中最大的误差值作为该被测零件的直线度误差。 此方法适用于测量较大的零件

提醒您：
知识产权！

续表 23 R

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-7			<p>自准直仪, 反射镜, 桥板</p>	<p>将反射镜放在被测件的两端, 调整自准直仪使其光轴与两端点连线平行。</p> <p>① 反射镜按节距沿被测零件素线移动, 同时记录垂直方向上的读数。根据记录的读数用计算法(或图解法)按最小条件(也可按两端点连线法)计算该素线的直线度误差。</p> <p>② 按上述方法测量若干条素线, 取其中最大的误差值作为该被测零件的直线度误差</p>
1-8			<p>瞄准望远镜, 瞄准靶</p>	<p>将瞄准靶放在前后端两孔中, 调整瞄准望远镜使其光轴与两端孔的中心连线同轴。</p> <p>将瞄准靶分别放在被测零件的各孔中, 同时记录水平和垂直方向的读数, 然后用计算法(或图解法)得到被测零件的实际轴线, 再按最小条件(也可按两端点连线法)求解直线度误差。</p> <p>此方法适用于测量大型的孔类零件</p>
3-1			<p>精密分度装置, 带指示器的测量架</p>	<p>将被测零件安装在精密分度装置的顶尖上。</p> <p>① 将被测零件转动一周, 测得一个横截面上的半径差, 同时绘制坐标图并求出该轮廓的中心点。</p> <p>② 按上述方法测量若干个横截面, 连接各横截面的中心点得到被测零件的实际轴线, 通过数据处理求其直线度误差。</p> <p>此方法亦可在圆度仪上应用</p>

续表 23-8

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
3-2			<p>平板, 顶尖架, 带指示器的测量架</p>	<p>将被测零件安装在平行于平板的两顶尖之间。 ① 沿铅垂轴截面的两条素线测量, 同时分别记录两指示器在各自测点的读数 M_a, M_b, 取各测点读数之差之半 (即 $\frac{M_a - M_b}{2}$) 中的最大差值作为该截面轴线的直线度误差。 ② 按上述方法测量若干个截面, 取其中最大的误差值作为该被测零件轴线的直线度误差</p>
5-1			<p>功能量规</p>	<p>功能量规的直径等于被测零件的最大实体实效尺寸, 功能量规必须通过被测零件</p>
5-2			<p>槽形功能量规</p>	<p>被测零件必须在宽度等于被测零件最大实体实效尺寸的槽形功能量规内滚动, 但此方法忽略了可能在不同方向同时存在直线度误差所造成的综合影响。 此方法适用于检验细长零件</p>



超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

表 23-9 平面度误差检测方法

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-1			平板, 带指示器的测量架, 固定和可调支承	将被测零件支承在平板上, 调整被测表面最远三点, 使其与平板等高。 按一定的布点测量被测表面, 同时记录读数。 一般可用指示器最大与最小读数的差值近似地作为平面度误差。必要时, 可根据记录的读数用计算法(或图解法)按最小条件计算平面度误差。
1-2			装有转向望远镜的准直望远镜, 瞄准靶	将准直望远镜和瞄准靶放在被测表面上, 按三点法调整望远镜, 使其回转轴线垂直于由三点构成的平面。 将瞄准靶放在若干位置测量被测表面, 同时记录读数。 一般可用读数的最大差值近似地作为平面度误差。必要时, 可根据记录的读数用计算法(或图解法)按最小条件计算平面度误差。 此方法适用于测量大平面
1-3			平晶	平晶贴在被测表面上, 观察干涉条纹。 被测表面的平面度误差为封闭的干涉条纹数乘以光波长之半, 对不封闭的干涉条纹, 为条纹的弯曲度与相邻两条纹间距之比再乘以光波长之半。 此方法适用于测量高精度的小平面

续表 23-9

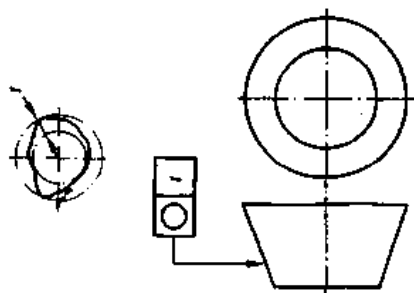
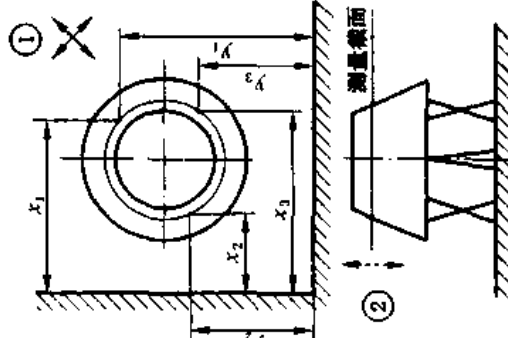
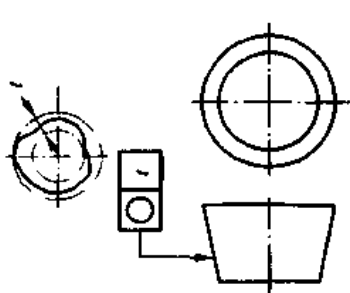
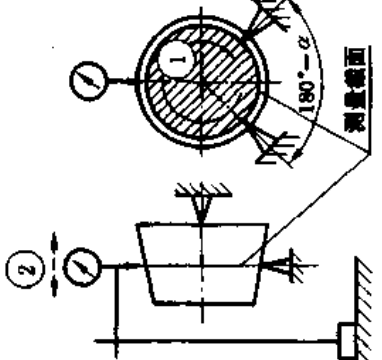
代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-4			罐式水平量器、 深度千分尺	两个罐式水平量器 a 和 b 用管连通, 并放在被测表面上。先取量器 a 、 b 在同一位置的读数作零位, 然后固定量器 a , 再按一定的布点移动量器 b , 同时, 将读数乘以 2 (即实际差值) 后, 记录在图表上。根据图表记录的数据, 用计算法 (或图解法) 按最小条件 (也可按对角线法) 计算平面度误差 此方法适用于测量大平面
1-5			平板、水平仪、桥板, 固定和可调支承	将被测表面调水平。用水平仪按一定的布点和方向逐点地测量被测表面, 同时记录读数, 并换算成线值。 根据各线值用计算法 (或图解法) 按最小条件 (也可按对角线法) 计算平面度误差
1-6			自准直仪, 反射镜, 桥板	将反射镜放在被测表面上, 并把自准直仪调整至与被测表面平行。沿对角线 AB 按一定布点测量。 重复用上述方法分别测量另一条对角线 CD 和被测表面上其它各直线上的各布点。 把各点读数换算成线值, 记录在图表上, 通过中心点 E , 建立参考平面。由计算法 (或图解法) 按对角线法计算平面度误差。 必要时应按最小条件计算平面度误差

表 23-10 圆度误差检测方法

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-1			投影仪(或其他类似量仪)	将被测要素轮廓的投影与极限同心圆比较。此方法适用于测量具有刃口形边缘的小型零件
1-2			圆度仪(或类似量仪)	<p>将被测零件放置在量仪上,同时调整被测零件的轴线,使它与量仪的回(旋)转轴线同轴。</p> <p>① 记录被测零件在回转一周过程中测量截面上各点的半径差。</p> <p>由极坐标图(或用电子计算机)按最小条件[也可按最小二乘圆中心或最小外接圆中心(只适用于外表面)或最大内接圆中心(只适用于内表面)]计算该截面的圆度误差。</p> <p>② 按上述方法测量若干截面,取其中最大的误差值作为该零件的圆度误差</p>

浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

续表 23-10

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
2-1			<p>坐标测量装置或带电子计算机的测量显微镜</p>	<p>将被测零件放在量仪上,同时调整被测零件的轴线,使它平行于坐标轴 Z。</p> <p>① 按一定布点测出在同一测量截面内的各点坐标值 X, Y, 用电子计算机按最小条件(也可按最小二乘圆中心)计算该截面的圆度误差。</p> <p>② 按上述方法测量若干截面,取其中最大的误差值作为该零件的圆度误差。</p> <p>此方法适用于测量内外表面。</p>
3-1			<p>平板,带指示器、V型测量架,V型块、固定和可测支承</p>	<p>将被测零件放在 V 型架上,使其轴线垂直于测量截面,同时固定轴向位置。</p> <p>① 在被测零件回转一周过程中,指示器读数的最大差值之半,作为单个截面的圆度误差。</p> <p>② 按上述方法测量若干个截面,取其中最大的误差值作为该零件的圆度误差。</p> <p>此方法测量结果的可靠性取决于截面形状误差和 V 型块夹角的综合效果。常以夹角 $\alpha=90^\circ$ 和 120° 或 72° 和 108° 两块 V 型块分别测量。</p> <p>此方法适用于测量内外表面的奇数棱形状误差(偶数棱形状误差采用两点法测量,见圆度误差检测 3-3)。使用时可以转动被测零件,也可转动量具</p>

续表 23-10

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
3-2			指示器, 鞍式 V 型座	被测件的轴线应垂直于测量截面。其余与圆度误差检测 3-1 的说明相同
3-3			平板, 带指示器的测量架, 支承或千分尺	<p>被测零件轴线应垂直于测量截面, 同时固定轴向位置。</p> <p>① 在被测零件回转一周过程中, 指示器读数的最大差值之半作为单个截面的圆度误差。</p> <p>② 按上述方法, 测量若干个截面, 取其中最大的误差值作为该零件的圆度误差。</p> <p>此方法适用于测量内外表面的偶数棱形状误差(奇数棱形状误差采用三点法测量, 见圆度误差检测 3-1 和 3-2)。测量时可以转动被测零件, 也可转动量具</p>

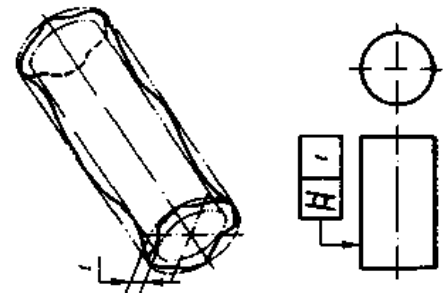
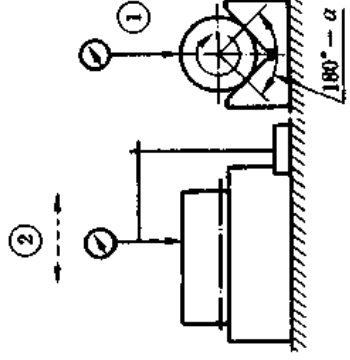
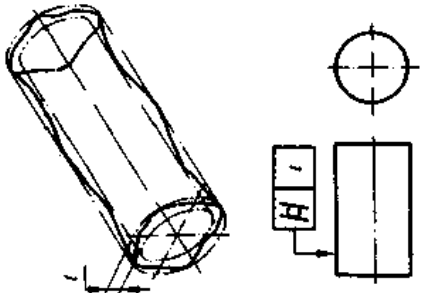
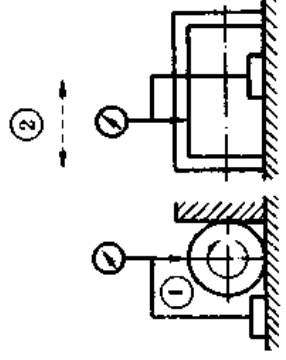
超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

检测方案

设 备	说 明
圆度仪(或其他类似仪器)	将被测零件的轴线调整到与量仪的轴线同轴。 ① 记录被测零件回转一周过程中测量截面上各点的半径差。 ② 在测头没有径向偏移的情况下,可按上述方法测量若干个横截面(测头也可沿螺旋线移动)。 由电子计算机按最小条件确定圆柱度误差。也可用极坐标图近似地求出圆柱度误差
配备电子计算机的三坐标测量装置	把被测零件放置在测量装置上,并将其轴线调整到与 Z 轴平行。 ① 在被测表面的横截面上测取若干个点的坐标值。 ② 按需要测量若干个横截面。 由电子计算机根据最小条件确定该零件的圆柱度误差

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

续表 23-11

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
3-1			<p>平板, V型块, 带指示器的测量架</p>	<p>将被测零件放在平板上的V型块内。(V型块的长度应大于被测零件的长度)</p> <p>① 在被测零件回转一周过程中, 测量一个横截面上的最大与最小读数。</p> <p>② 按上述方法, 连续测量若干个横截面, 然后取各截面内所得的所有读数中最大与最小读数的差值之半, 作为该零件的圆柱度误差。</p> <p>此方法适用于测量外表面的奇数棱形状误差。</p> <p>为测量准确, 通常应使用夹角 $\alpha=90^\circ$ 和 $\alpha=120^\circ$ 的两个V型块分别测量</p>
3-2			<p>平板, 直角块, 带指示器的测量架</p>	<p>将被测零件放在平板上, 并紧靠直角块。</p> <p>① 在被测零件回转一周过程中, 测量一个横截面上的最大与最小读数。</p> <p>② 按上述方法测量若干个横截面, 然后取各截面内所得的所有读数中最大与最小读数的差值之半作为该零件的圆柱度误差。</p> <p>此方法适用于测量外表面的偶数棱形状误差。</p>

浏览器提醒您：
本复制品
重相关知识产权！

表 23-12 线轮廓度误差检测方法

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-1			仿形测量装置, 指示器, 固定和可调支承, 轮廓样板	调正被测零件相对于仿形系统和轮廓样板的位置再将指示器调零。仿形测头在轮廓样板上移动, 由指示器上读取数值。取其数值的两倍作为该零件的线轮廓度误差。必要时将测得值换算成垂直于理想轮廓方向(法向)上的数值后评定误差。 指示器测头应与仿形测头的形状相同
1-2			轮廓样板	将轮廓样板按规定的方向放置在被测零件上, 根据光隙法估读间隙的大小, 取最大间隙作为该零件的线轮廓度误差
1-3			投影仪	将被测轮廓, 投影在投影屏上与极限轮廓相比较, 实际轮廓的投影应在板限轮廓线之间。 此方法适用于测量尺寸较小和薄的零件

超星浏览器提醒您:
使用本复制品
请尊重相关知识产权!

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

续表 23-12

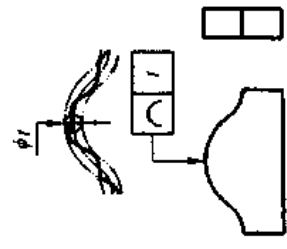
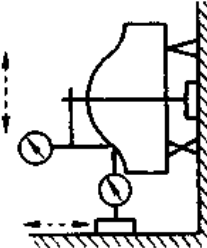
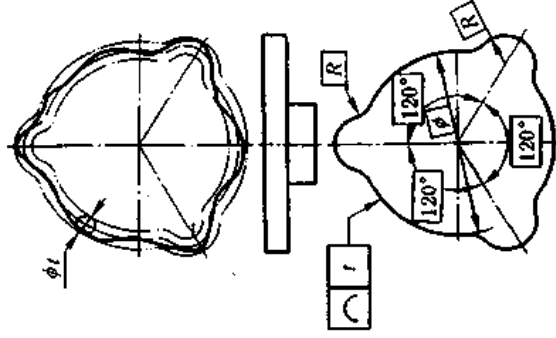
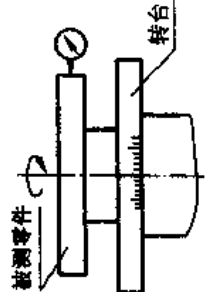
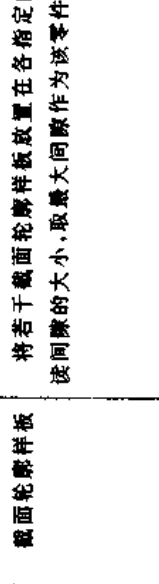



代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
2-1			<p>固定和可测支承, 坐标测量装置</p>	<p>测量被测轮廓上各点的坐标, 同时记录其读数并绘出实际轮廓图样。 用等距的线轮廓区域包容实际轮廓, 取包容宽度为该零件的线轮廓度误差。也可用计算法计算误差</p>
2-2			<p>有分度装置的转台, 坐标测量指示器</p>	<p>将被测零件放置在转台上, 同时调整被测零件的中心, 使其与转台的回转轴线同轴。 按需要测出若干个点的坐标值, 并将其与相应的理论值比较。取各点的坐标值与理论值之差中的最大值的两倍作为该零件的线轮廓度误差</p>

表 23-13 面轮廓度误差检测方法

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-1			<p>仿形测量装置, 固定和可调支承, 轮廓样板</p>	<p>调整被测零件相对于仿形系统和轮廓样板的位置, 再将指示器调零。仿形测头在轮廓样板上移动, 由指示器读取数值, 取其中最大读数值的两倍作为该零件的面轮廓度误差。必要时将各数值换算成理想轮廓相应点的法线方向上的数值后评定误差</p>
2-1			<p>三坐标测量装置, 固定和可调支承</p>	<p>将被测零件放置在仪器工作台上, 并进行正确定位。测出若干个点的坐标值, 并将测得的坐标值与理论轮廓的坐标值进行比较, 取其中差值最大的绝对值的两倍作为该零件的面轮廓度误差</p>

超星浏览器提醒您:
使用本复制品
请尊重相关知识产权!

续表 23-13

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
3-1			<p>截面轮廓样板</p>	<p>将若干截面轮廓样板放置在各指定的位置上,根据光隙法估读间隙的大小,取最大间隙作为该零件的面轮廓度误差</p>
3-2			<p>光学跟踪轮廓测量仪</p>	<p>将被测零件放置在仪器工作台上并正确定位。测头沿被测截面的轮廓移动,绘有相应截面的理想轮廓板随之一起移动,被测轮廓的投影应落在其公差带内</p>

超星浏览器提醒您:
使用本复制品
请尊重相关知识产权!

表 23-14 平行度误差检测方法

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-1			平板、带指示器的测量架	将被测零件放置在平板上。 在整个被测表面上按规定测量线进行测量。 a. 取指示器的最大与最小读数之差作为该零件的平行度误差。 b. 取各条测量线上任意给定 l 长度内指示器的最大与最小读数之差, 作为该零件的平行度误差
1-2			带指示器的测量架	带指示器的测量架在基准实际表面上移动(以基准实际要素作为测量基准面), 并测量整个被测表面。取指示器的最大与最小读数之差作为该零件的平行度误差。 此方法适用于基准表面的形状误差(相对平行度公差)较小的零件

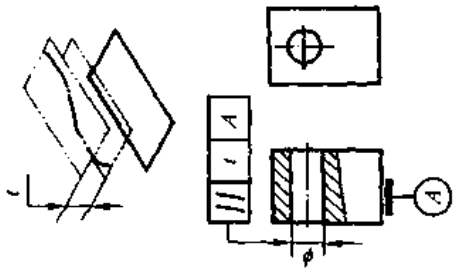
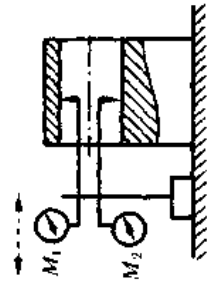
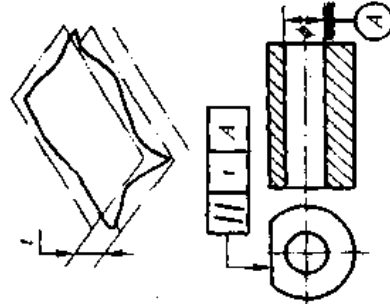
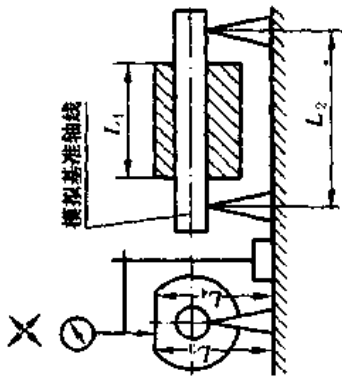
浏览器提醒您：
复制品
重相关知识产权!

续表 23-14

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-3			平板, 水平仪	<p>将被测零件放置在平板上, 用水平仪分别在平板和被测零件上的若干个方向上记录水平仪的读数 A_1, A_2, 各方向上平行度误差:</p> $f = A_2 - A_1 \cdot L \cdot C$ <p>式中: C——水平仪刻度值(线值) $A_2 - A_1$——对应的每次读数差 L——沿测量方向的零件表面长度</p> <p>取各个方向上平行度误差中的最大值作为该零件的平行度误差</p>
1-4			水平仪, 固定和可调支承, 平板	<p>将被测零件调整至水平。分别在基准表面和被测表面上沿长向分段测量。将读取的水平仪数值记录在图表上, 先由图解法(或计算法)确定基准的方位, 然后求出被测表面相对基准的最大距离 L_{max} 和最小距离 L_{min}。</p> <p>平行度误差: $f = L_{max} - L_{min}$</p> <p>计算或图解时要注意将角度值换算成线值。此方法是近似地按线对线的平行度处理, 故适用于测量窄长表面</p>
1-5			平板, 带指示器的测量架, 心轴	<p>将被测零件直接放置在平板上, 被测轴线由心轴模拟。在测量距离为 L_2 的两个位置上测得的读数分别为 M_1 和 M_2。</p> <p>平行度误差: $f = \frac{L_1}{L_2} M_1 - M_2$</p> <p>其中: L_1 为被测轴线的长度。测量时应选用可胀式(或与孔成无间隙配合)的心轴</p>

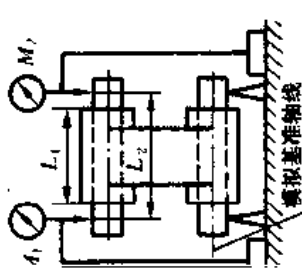
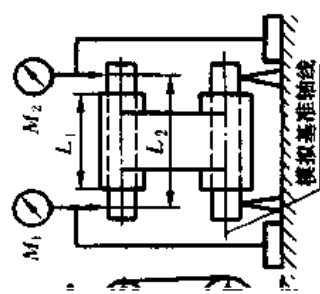
超星阅读器提醒您:
 使用本软件请尊重知识产权!

续表 23-14

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-6			<p>平板、带指示器的测量架</p>	<p>将被测零件放置在平板上, 被测孔的轴线用上下素线处的读数平均值来模拟。 按需要, 在若干测位上进行测量, 并记录每个测位上的读数差 $(M_1 - M_2)$, 取其中最大值与最小值代入下式, 得到平行度误差: $f = \frac{1}{2} [(M_1 - M_2)_{\max} - (M_1 - M_2)_{\min}]$</p>
1-7	<p>面对线</p> 		<p>平板、等高支承、心轴、带指示器的测量架</p>	<p>基准轴线由心轴模拟。 将被测零件放在等高支承上, 调整(转动)该零件使 $L_3 = L_4$。 然后测量整个被测表面并记录读数。 取整个测量过程中指示器的最大与最小读数之差作为该零件的平行度误差。 测量时应选用可胀式(或与孔成无间隙配合的)心轴</p>

超星阅读器提醒您:
使用本复制品
尊重相关知识产权!

续表 2-3-14

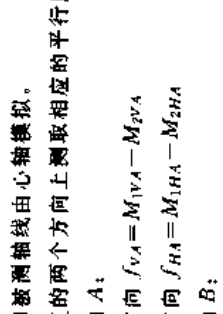
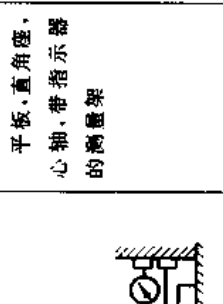
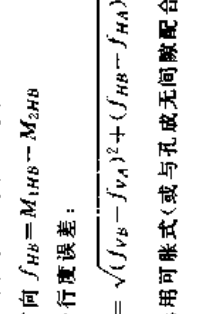
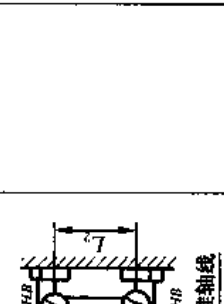
测量方法	设备	说明
	<p>平板,等高支承,心轴,带指示器的测量架</p>	<p>基准轴线和被测轴轴线均由心轴模拟。将被测零件放在等高支承上,在测量距离为 L_2 的两个位置上测得的数值分别为 M_1 和 M_2。</p> <p>平行度误差: $f = \frac{L_1}{L_2} M_1 - M_2$</p> <p>其中: L_1 为被测轴轴线的长度。</p> <p>当被测零件在互相垂直的两个方向上给定公差要求时,则可按上述方法在两个方向上分别测量。</p> <p>测量时,应选用可胀式(或与孔成无间隙配合的)心轴</p>
		

超星阅读器提醒您:
使用本复制品
请尊重相关知识产权!

续表 23-14

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-9			<p>平板, 固定和可调支承, 心轴, 水平仪</p>	<p>基准轴线与被测轴线由心轴模拟。 将基准心轴 A 调整至水平位置。然后把水平仪分别放在心轴 A 和 B 上, 并记录数值 A_1 和 A_2。 平行度误差: $f = A_1 - A_2 \cdot L \cdot C$ 式中: C——水平仪刻度值(线值) L——被测轴线的长度 测量时应选用可胀式(或与孔成无间隙配合的)心轴</p>
1-10			<p>平板, 心轴, 等高支承, 带指示器的测量架</p>	<p>基准轴线和被测轴线由心轴模拟。 将被测零件放在等高支承上, 在测量距离为 L_2 的两个位置上测得的读数分别为 M_1、M_2。 平行度误差: $f = \frac{L_1}{L_2} M_1 - M_2$ 在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 范围内按上述方法测量若干个不同角度位置, 取各测量位置所对应的 f 值中最大值, 作为该零件的平行度误差。 也可仅在相互垂直的两个方向测量, 此时平行度误差为: $f = \frac{L_1}{L_2} \sqrt{(M_{1V} - M_{2V})^2 + (M_{1H} - M_{2H})^2}$ 式中: V、H——相互垂直的测位符号。 测量时应选用可胀式(或与孔成无间隙配合的)心轴</p>

续表 23-14

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-11			<p>平板、直角座、心轴、带指示器的测量架</p>	<p>基准轴线和被测轴轴线由心轴模拟。 在相互垂直的两个方向上测取相应的平行度误差： 对基准心轴 A： 在垂直方向 $f_{VA} = M_{1VA} - M_{2VA}$ 在水平方向 $f_{HA} = M_{1HA} - M_{2HA}$ 对被测心轴 B： 在垂直方向 $f_{VB} = M_{1VB} - M_{2VB}$ 在水平方向 $f_{HB} = M_{1HB} - M_{2HB}$ 综合后的平行度误差： $f = \sqrt{(f_{VB} - f_{VA})^2 + (f_{HB} - f_{HA})^2} \cdot \frac{L_1}{L_2}$ 测量时应选用可胀式(或与孔成无间隙配合的)心轴</p>
3-1			<p>平板、支承、带指示器的测量架</p>	<p>基准轴线由同轴外接圆柱面模拟,并调整其轴线与平板平行。 ① 测量架沿上下两条素线移动,同时记录两指示器读数的差值之差。 ② 在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 范围内,按上述方法在若干个不同的角度位置上进行测量。 取各个测量位置上测得的差值之半中的最大值作为该零件的平行度误差。 也可在相互垂直的两个方向上测量,取这两个方向上测得的平行度误差 f_1 和 f_2,再按 $f = \sqrt{f_1^2 + f_2^2}$ 算出的值,作为该零件的平行度误差</p>

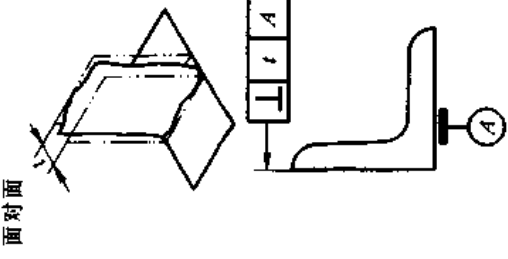
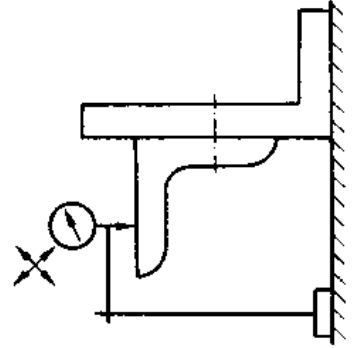
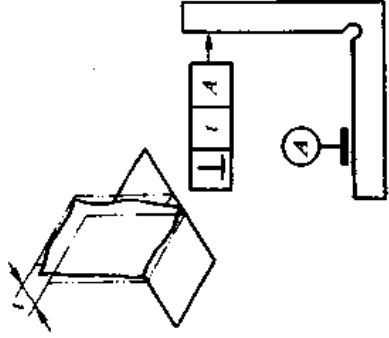
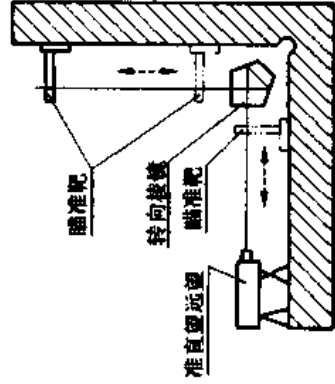
超星阅读器提醒您：
禁止复制或
传播任何形式
的非法知识版权！

续表 23-14

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
5-1			功能量规	<p>将被测零件套在量规的固定销上,然后插入塞规,塞规应能自由通过被测孔。 固定销的直径等于基准孔的最大实体尺寸,塞规的直径等于被测孔的最大实体实效尺寸</p>

超星浏览器提醒您：
 使用本复制品
 请尊重相关知识版权！

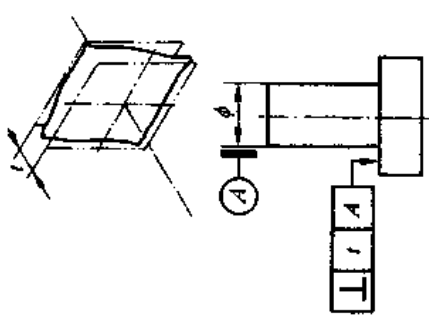
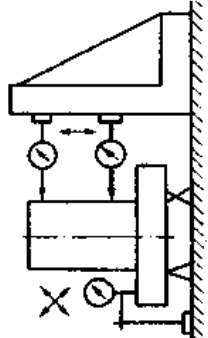
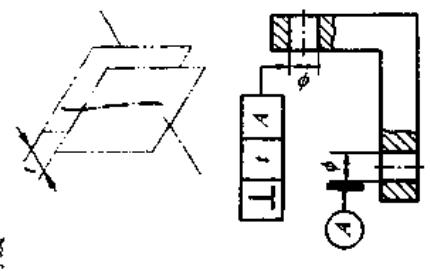
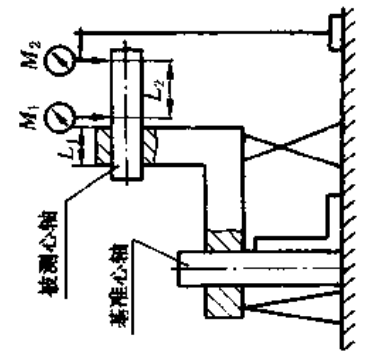
表 23-15 垂直度误差检测方法

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-1			<p>平板, 直角座, 带指示器的测量架</p>	<p>将被测零件的基准面固定在直角座上, 同时调整靠近基准的被测表面的读数差为最小值, 取指示器在整个被测表面各点测得的最大与最小读数之差作为该零件的垂直度误差</p>
1-2			<p>垂直度望远镜, 转向装置, 瞄准靶</p>	<p>将垂直度望远镜放在实际基准表面上, 同时调整垂直度望远镜使其光轴平行于实际基准表面, 然后沿着被测表面移动瞄准靶, 通过转向装置测取各纵向测位的数值。 用计算法(或图解法)计算该零件的垂直度误差。 此方法也适用于自准直仪测量, 但测得的垂直度误差应换算为线性差。 此方法适用于测量大型零件</p>

续表 23-15

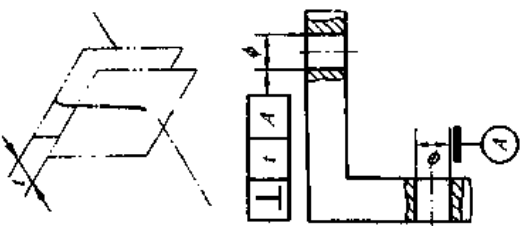
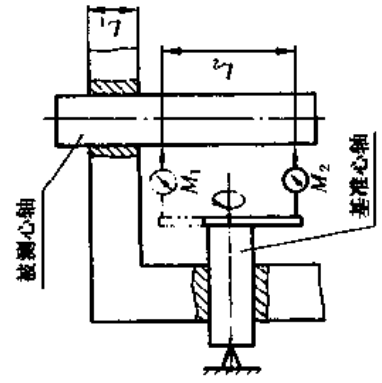
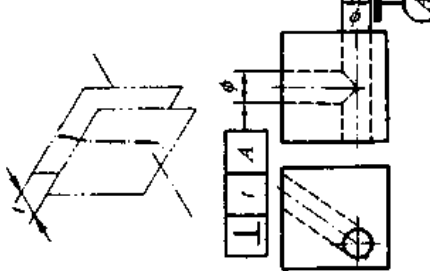
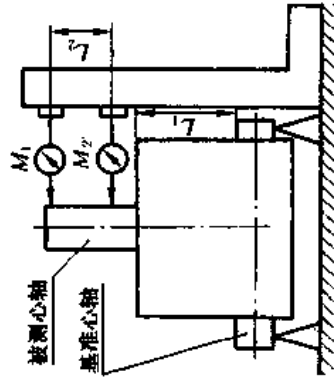
代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-3			<p>水平仪, 固定和可调支承</p>	<p>用水平仪粗调基准表面到水平。分别在基准表面和被测表面上用水平仪分段逐步测量并记录换算成线值的读数。用图解法(或计算法)确定基准方位, 然后求出被测表面相对于基准的垂直度误差。此方法适用于测量大型零件</p>
1-4	<p>面对线</p>		<p>平板, 导向块, 固定支承, 带指示器的测量架</p>	<p>将被测零件放置在导向块内(基准轴线由导向块模拟)然后测量整个被测表面, 并记录读数, 取最大读数差作为该零件的垂直度误差</p> <div data-bbox="909 403 1228 582" style="border: 1px solid black; padding: 5px; transform: rotate(-5deg);"> <p>超星浏览器提醒您: 使用本复制品 请尊重相关知识产权!</p> </div>

续表 23-15

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-5	<p>面对线</p> 		<p>平板,直角座,固定和可调支承,带指示器的测量架</p>	<p>将基准轴线调整到与平板垂直。然后测量整个被测表面,并记录读数,取最大读数差值作为该零件的垂直度误差</p>
1-6	<p>线对线</p> 		<p>平板,直角尺,心轴,固定和可调支承,带指示器的测量架</p>	<p>基准轴线和被测轴线由心轴模拟。调整基准心轴,使其与平板垂直。在测量距离为 L_2 的两个位置上测量的数值分别为 M_1 和 M_2。 垂直度误差: $f = \frac{L_1}{L_2} M_1 - M_2$ 测量时,应选用可胀式(或与孔成无间隙配合的)心轴</p>

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

续表 23-15

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-7			<p>心轴, 支承, 带指示器的测微架</p>	<p>基准轴线和被测轴线由心轴模拟。 转动基准心轴, 在测量距离为 L_2 的两个位置上测得的数值分别为 M_1 和 M_2。 垂直度误差: $f = \frac{L_1}{L_2} M_1 - M_2$ 测量时, 被测心轴应选用可胀式 (或与孔成无间隙配合的) 心轴, 而基准心轴应选用可转动但配合间隙小的心轴。</p>
1-8			<p>平板, 直角座, 心轴, 等高支承, 带指示器的测微架</p>	<p>基准轴线和被测轴线由心轴模拟。 将被测零件放置在等高支承上, 在测量距离为 L_2 的两个位置上测得的数值分别为 M_1 和 M_2。 垂直度误差: $f = \frac{L_1}{L_2} M_1 - M_2$ 测量时应选用可胀式 (或与孔成无间隙配合的) 心轴。</p>

续表 23-15

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-9			<p>平板, 水平仪, 心轴, 固定和可调支承</p>	<p>基准轴线和被测轴线由心轴模拟。 调整基准心轴处于水平位置。水平仪靠在两心轴的素线上测量, 同时记录读数 A_1 和 A_2。 垂直度误差: $f = A_1 - A_2 \cdot C \cdot L$ 式中: C——水平仪刻度值(线值) L——被测孔的轴线长度</p>
1-10			<p>具有水平轴的转台, 心轴, 测角装置, 水平仪</p>	<p>基准轴线和被测轴线由心轴模拟。 将被测零件固定在转台上, 调整转台使其轴线垂直于由基准轴线和被测轴线组成的平面。 先用水平仪测基准心轴, 并记录此时转台的角度值 A_1。 转动转台, 并测被测心轴, 记录另一角度值 A_2。 垂直度误差: $f = L \cdot \tan (\angle A_1 - A_2) - 90^\circ$ 其中: L 为被测轴线的长度。 测量时应选用可胀式(或与孔成无间隙配合的)心轴。 此方法也可用于测量面对面以及面对线的垂直度误差</p>

超星浏览器提醒您:
使用本复制品
请尊重相关知识产权!

续表 23-15

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
3-1			<p>平板, 直角座、带指示器的测量架</p>	<p>将被测零件放置在平板上, 为了简化测量, 可在相互垂直的两个方向(X、Y)上测量。 在距离为 L_2 的两个位置测量被测轮廓要素与直角座的距离 M_1 和 M_2 及相应的轴径 d_1 和 d_2。则该测量方向上的垂直度误差:</p> $f_1 = (M_1 - M_2) + \frac{d_1 - d_2}{2} \frac{L_1}{L_2}$ <p>取两测量方向上测得误差中的较大值作为该零件的垂直度误差。 若考虑被测要素的直线度误差影响, 可增加测量截面并用图解法求垂直度误差。 当被测轮廓要素为孔时, 被测轴线可由心轴模拟, 应选用可胀式(或与孔无间隙配合的)心轴</p>
3-2			<p>转台, 直角座、带指示器的测量架</p>	<p>将被测零件放置在转台上, 并使被测轮廓要素的轴线与转台对中(通常在被测轮廓要素的较低位置对中)。 按需要, 测量若干个轴向截面轮廓要素上各点的半径差, 并记录在同一坐标图上, 用图解法求解垂直度误差。也可近似地按下式计算:</p> $f = \frac{1}{2}(M_{\max} - M_{\min})$ <p>式中: M_{\max}, M_{\min}——指示器最大与最小读数</p>

超星阅读器提醒您:
使用本产品
请尊重知识产权!

续表 23-15

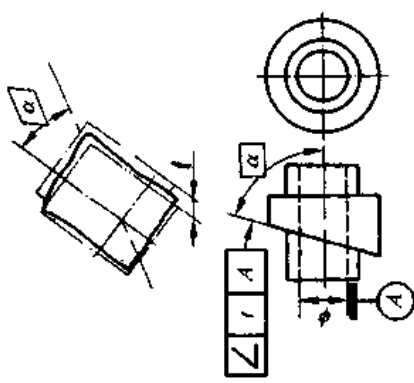
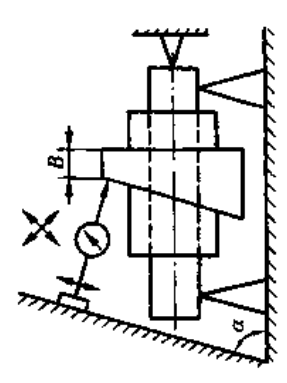
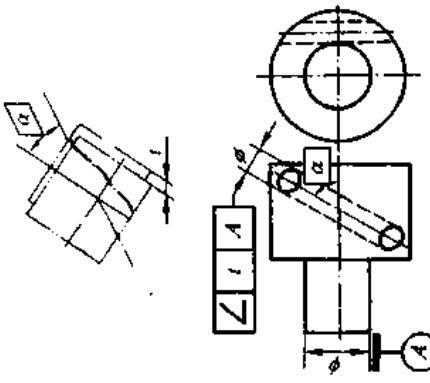
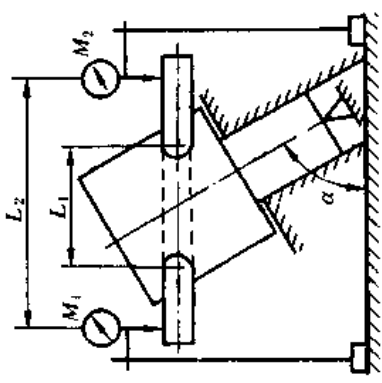
代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
5-1			功能量规	<p>将量规套在被测轮廓要素上,量规的端面与基准表面接触应不透光。 量规孔的直径等于被测要素的最大实体实效尺寸</p>
5-2	<p>面对线</p>		功能量规	<p>将被测零件套在量规销上,并回转被测零件,被测轮廓要素应自由通过量规的凹槽。 固定销的直径等于基准孔的最大实体尺寸,量规凹槽的宽度等于被测轮廓要素的最大实体实效尺寸</p>

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

表 23-16 倾斜度误差检测方法

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-1	<p>面对面</p>		<p>平板, 定角座, 固定支承, 带指示器的测量架</p>	<p>将被测零件放置在定角座上。 调整被测零件, 使整个被测表面的读数差为最小值。 取指示器的最大与最小读数之差作为该零件的倾斜度误差。 定角座可用正弦规(或精密转台)代替</p>
1-2	<p>线对面</p>		<p>平板, 直角座, 定角垫块, 固定支承, 心轴, 带指示器的测量架</p>	<p>被测轴线由心轴模拟。 调整被测零件, 使指示器示值 M_1 为最大(距离最小)。 在测量距离为 L_2 的两个位置上测得数值分别为 M_1 和 M_2。 倾斜度误差: $f = \frac{L_1}{L_2} M_1 - M_2$ 测量时应选用可胀式(或与孔成无间隙配合的)心轴, 若选用等于 L_1, 则读数差值即为该零件的倾斜度误差。 定角垫块可由正弦规(或精密转台)代替</p>

续表 23-16

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-3	<p>面对线</p> 		<p>平板,定角座, 等高支承,心轴, 带指示器的测量 架</p>	<p>基准轴线由心轴模拟。 转动被测零件使其最小长度 B 的位置处在顶部。 测量整个被测表面与定角座之间各点的距离,取指示器最大 与最小读数之差作为该零件的倾斜度误差。 测量时,应选用可胀式(或与孔成无间隙配合的)心轴</p>
1-4	<p>线对线</p> 		<p>平板,定角导 向座,心轴,带指 示器的测量架</p>	<p>调整被测零件,使心轴在 M₁ 点处于最低位置或在 M₂ 点处于 最高位置。 在测量距离为 L₂ 的两个位置上测得的数值分别为 M₁ 和 M₂。 倾斜度误差: $f = \frac{L_1}{L_2} M_1 - M_2$ 测量时应选用可胀式(或与孔成无间隙配合的)心轴</p> <div data-bbox="1005 201 1340 369" style="border: 1px solid black; padding: 5px; transform: rotate(-15deg);"> <p>超星浏览器提醒您: 使用本复制品 请尊重相关知识产权!</p> </div>

续表 23-16

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-5			<p>心轴, 定角锥体, 支承, 带指示器的装置</p>	<p>在测量距离为 L_2 的两个位置上测得的数值分别为 M_1 和 M_2。</p> <p>倾斜度误差: $f = \frac{L_1}{L_2} \cdot M_1 - M_2$</p>
1-6			<p>定角样板, 心轴, 塞尺</p>	<p>根据光隙或塞尺在轴剖面内测量该零件的倾斜度误差。</p> <p>心轴的外伸长度应与被测轴线的长度相等</p> <div data-bbox="1013 212 1340 369" style="border: 1px solid black; padding: 5px; transform: rotate(-5deg);"> <p>超星阅读器提醒您: 使用本复制品 请尊重相关知识产权!</p> </div>

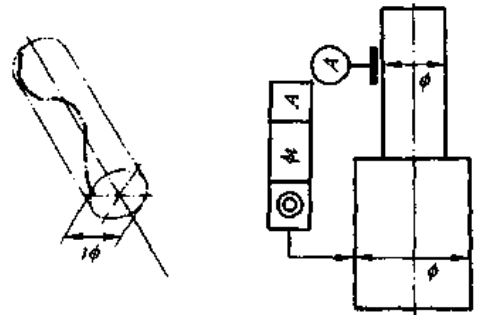
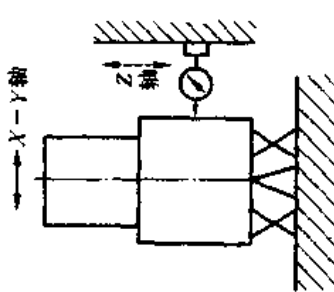
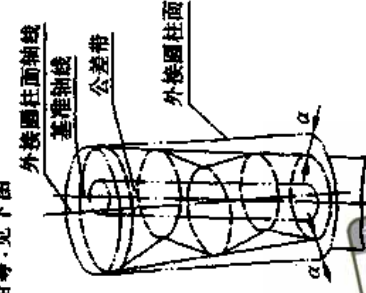
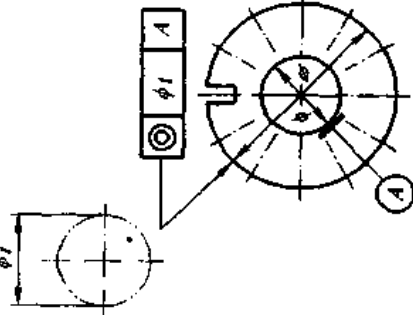
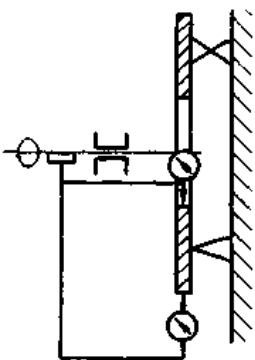
续表 23-16

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-7			<p>平板, 导向定角垫块, 固定和可调支承, 心轴, 水平仪</p>	<p>调整平板处于水平位置, 并用心轴模拟被测轴线。调整被测零件, 使心轴的右侧处于最高位置(如图示), 用水平仪在心轴和平板上测得的数值分别为 A_1 和 A_2。 倾斜度误差: $f = A_1 - A_2 \cdot C \cdot L$ 式中: C——水平仪刻度值(线值) 测量时应选用可胀式(或与孔成无间隙配合的)心轴</p>

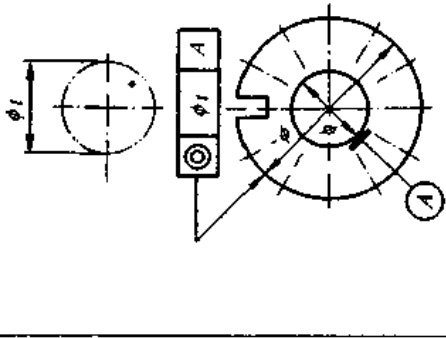
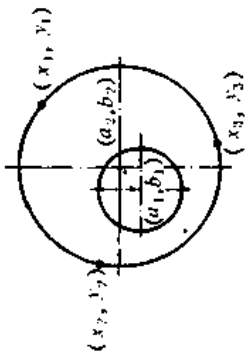
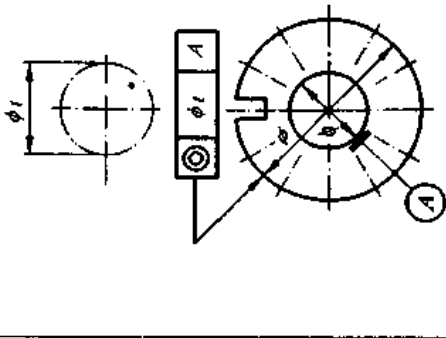
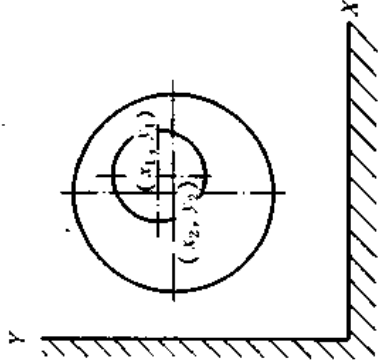
表 23-17 同轴度误差检测方法

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
2-1			<p>圆度仪(或其他类似仪器)</p>	<p>调整被测零件, 使其基准轴线与仪器主轴的回转轴线同轴。在被测零件的基准要素和圆度要素上测量若干截面并记录轮廓图形。 根据图形按定义求出该零件的同轴度误差。 按照零件的功能要求也可对轴类零件用最小外接圆柱面(对孔类零件用最大内接圆柱面)的轴线求出同轴度误差</p>

续表 23-17

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
2-2			三坐标测量装置	<p>将被测零件放置在工作台上,调整被测零件使其基准轴线平行于 Z 轴。</p> <p>在被测部位上测量若干个横截面并在每个截面上测取实际轮廓要素在 X 和 Y 轴方向的四个点的坐标,及各截面之间的距离。</p> <p>根据各截面与其各对应点的坐标的相互关系用计算方法(或作图法)求得外接(或内接)圆柱面轴线与基准轴线之间的最大距离的两倍作为该零件的同轴度误差。</p> <p>注:在确定外接(或内接)圆柱面时应使该圆柱面在径向两端的动程 α 相等,见下图</p> 
2-3			径向变动测量装置	<p>调整基准轮廓要素使其与测量装置同轴,并使被测零件的端面垂直于回转轴线。</p> <p>在同一张记录纸上记录基准和被测要素的轮廓。</p> <p>由轮廓图形用最小区域法求各自的圆心,取两圆心距离的二倍值作为该零件的同轴度误差。</p> <p>根据功能要求,也可对记录的图形,用最大内接圆中心(内表面),或用最小外接圆中心(外表面)法求出各自的圆心,取这两圆心距离的二倍作为该零件的同轴度误差。</p>

续表 23-17

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
2-4			<p>配备计算机的 测量显微镜或坐 标测量装置</p>	<p>在被测件的内、外圆周上,分别测取三个点的坐标值(最好三点等距)。根据测得的坐标值,内、外圆周中心的坐标(a_1, b_1)、(a_2, b_2)用下式计算:</p> $a = \frac{(x_1^2 + y_1^2)(y_2 - y_3) + (x_2^2 + y_2^2)(y_3 - y_1) + (x_3^2 + y_3^2)(y_1 - y_2)}{2[x_1(y_2 - y_3) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_1 - y_2)]}$ $b = \frac{(y_1^2 + x_1^2)(x_2 - x_3) + (y_2^2 + x_2^2)(x_3 - x_1) + (y_3^2 + x_3^2)(x_1 - x_2)}{2[y_1(x_2 - x_3) + y_2(x_3 - x_1) + y_3(x_1 - x_2)]}$ <p>同轴度误差$f = 2 \sqrt{(a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2}$</p> <p>为减少形状误差的影响,可重复测取几组中心坐标值,取其平均值计算同轴度误差</p>
2-5			<p>坐标测量装置 或测量显微镜</p>	<p>将被测零件放置在测量装置工作台上,并使被测零件的端面与X-Y坐标面平行。</p> <p>沿X轴方向分别测取基准和实际被测要素的最大直径,并计算出轮廓要素中心的坐标值x_1和x_2。</p> <p>再按相同方法沿Y轴方向测量,并算出轮廓要素中心的坐标值y_1和y_2。</p> <p>同轴度误差$f = 2 \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$</p> <p>此方法适用于测量形状误差较小的被测零件</p>

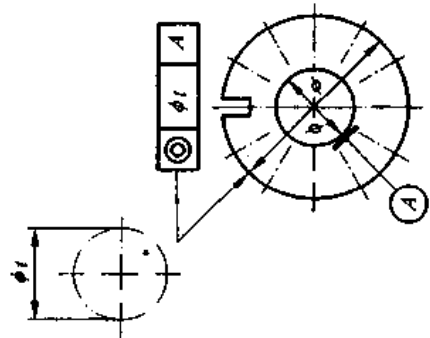
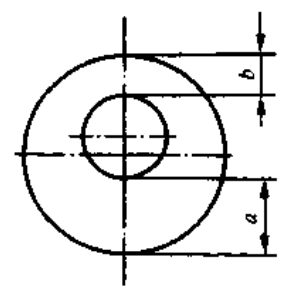
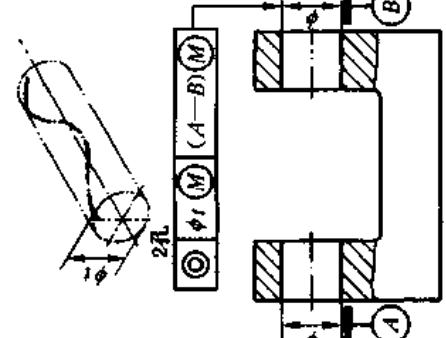
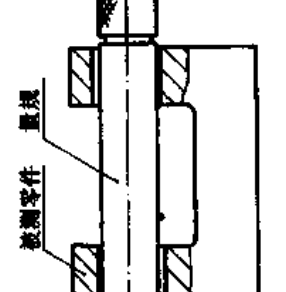
超星提醒您：
使用本产品
请尊重知识产权！

续表 23-17

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
3-1			<p>平板, 心轴, 固定和可测支承, 带指示器的测量架</p>	<p>将心轴与孔成无间隙配合地插入孔内, 并调整被测零件使其基准轴线与平板平行。 在靠近被测孔端 A、B 两点测量, 并求出该两点分别与高度 $(L + \frac{d_2}{2})$ 的差值 f_{Ax} 和 f_{Bx}。 然后把被测零件翻转 90°, 按上述方法测取 f_{Ay} 和 f_{By}, 则 A 点处的同轴度误差: $f_A = 2 \sqrt{(f_{Ax})^2 + (f_{Ay})^2}$, B 点处的同轴度误差: $f_B = 2 \sqrt{(f_{Bx})^2 + (f_{By})^2}$, 取其中较大值作为该被测要素的同轴度误差。 如测点不能取在孔端处, 则同轴度误差可按比例折算</p>
3-2			<p>平板, 刃口状 V 型架, 带指示器的测量架</p>	<p>公共基准轴线由 V 型架体现。 将被测零件基准轮廓要素的中截面放置在两个等高的刃口状 V 型架上, 将两指示器分别在铅垂轴截面调零。 ① 在轴向测量, 取指示器在垂直基准轴线的正截面上测得各对应点的读数差值 $M_a - M_b$ 作为在该截面上的同轴度误差。 ② 转动被测零件按上述方法测量若干个截面, 取各截面测得的读数差中的最大值 (绝对值) 作为该零件的同轴度误差。 此方法适用于测量形状误差较小的零件</p>

浏览器提醒您：
 复制品
 请尊重知识产权！

续表 23-17

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
3-3			<p>卡尺、管壁千分尺</p>	<p>先测出内外圆之间的最小壁厚 b, 然后测出相对方向的壁厚 a。 同轴度误差: $f = a - b$ 此方法适用于测量形状误差较小的零件</p>
5-1			<p>功能量规</p>	<p>量规槽的直径为孔的最大实体实效尺寸。功能量规应通过被测零件</p>

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

续表 23-17

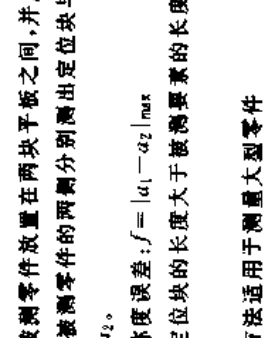
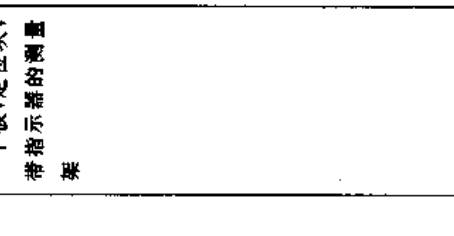
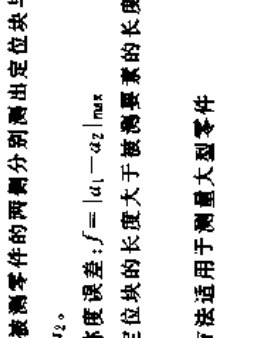
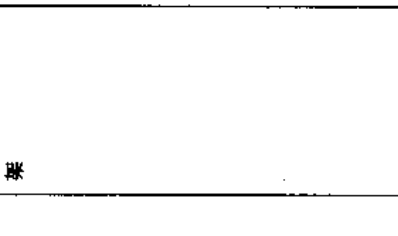
代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
5-2			功能量规	量规销的直径为基准孔的最大实体尺寸,量规孔的直径为被测要素的最大实体尺寸。功能量规应通过被测零件。

表 23-18 对称度误差检测方案

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-1			平板,带指示器的测量架	将被测零件放置在平板上。 ① 测量被测表面与平板之间的距离。 ② 将被测件翻转后,测量另一被测表面与平板之间的距离。 取测量截面内对应两测点的最大差值作为对称度误差

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

续表 23-18

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-2			<p>平板, 定位块, 带指示器的测量架</p>	<p>将被测零件放置在两块平板之间, 并用定位块模拟被测测中心面。在被测零件的两侧分别测出定位块与上、下平板之间的距离 a_1 和 a_2。</p> <p>对称度误差: $f = a_1 - a_2 _{\max}$</p> <p>当定位块的长度大于被测要素的长度时, 误差值应按比例折算。</p> <p>此方法适用于测量大型零件</p>
3-1	<p>面对线</p> 		<p>平板, V型块, 定位块, 带指示器的测量架</p>	<p>基准轴线由 V 型块模拟, 被测中心平面由定位块模拟, 分两步测量</p> <p>① 截面测量: 调整被测件使定位块沿径向与平板平行, 测量定位块至平板的距离, 再将被测件旋转 180° 后重复上述测量, 得到该截面上、下两对应点的读数差 a, 则该截面对称度的对称度误差:</p> $f_{\text{单}} = \frac{\frac{h}{2} - \frac{a \cdot h}{R - \frac{d}{2}}}{R - \frac{d}{2}}$ <p>其中: R——轴的半径 ($\frac{d}{2}$) h——槽深</p> <p>② 长向测量: 沿槽槽长度方向测量, 取长向两点的最大读数差为长向对称度误差: $f_{\text{长}} = a_{\text{长}} - a_{\text{短}}$</p> <p>取以上两个方向测得误差的最大值作为该零件的对称度误差</p>

超星阅读器提醒
 使用本阅读器
 请尊重知识产权!

续表 23-18

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
3-2			平板, 固定和可调支承, 带指示器的测量架 (坐标测量装置或测量显微镜)	测量基准轮廓要素③、④, 并进行计算和调整, 使公共基准中心平面与平板平行 (该中心平面由在槽深 $\frac{1}{2}$ 处的槽宽中点确定)。再测量被测轮廓要素①、②, 计算出孔的轴线。取在各个正截面中孔的轴线与对应的公共基准中心平面之最大变动量的两倍作为该零件的对称度误差。
3-3			平板, 固定和可调支承, 带基准定位块, 带指示器的测量架	基准中心平面由基准定位块模拟, 测量定位块的位置和尺寸, 同时调整被测零件, 使公共基准中心平面与平板相平行 (公共基准中心平面, 由槽深 $1/2$ 处的槽宽中点确定)。测量和计算被测轴线对公共基准中心平面的变动量, 取最大变动量的两倍作为该零件的对称度误差。测量时应选用可胀式 (或与孔成无间隙配合的) 心轴。当心轴的长度大于被测要素的长度时, 误差值应按比例折算。
3-4			卡尺	在 B、D 和 C、F 处测量壁厚, 取两个壁厚中较大的值作为该零件的对称度误差。此方法适用于测量形状误差较小的零件。

超星阅读提醒您：
使用本复制品，请尊重知识产权！

续表 23-18

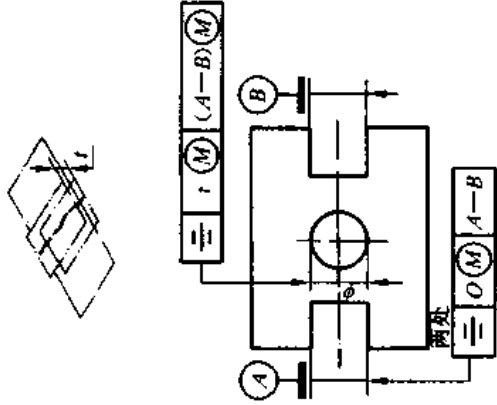
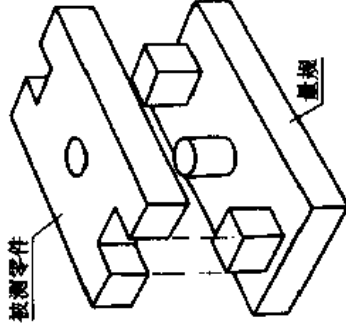
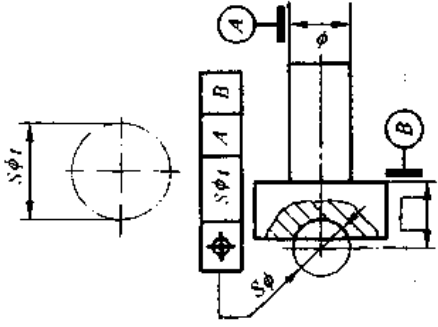
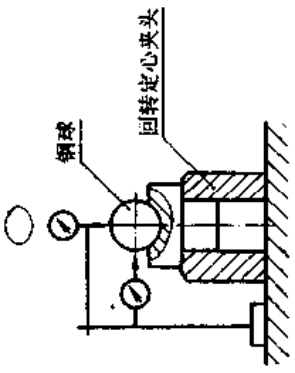
代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
5-1			功能量规	量规应通过被测零件。量规的两个定位块的宽度为基准槽的最大实体尺寸，量规销的直径为被测孔的最大实体实效尺寸

表 23-19 位置度误差检测方案

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-1			标准零件、测量钢球、回转定心夹头、平板、带指示器的测针架	<p>被测件由回转定心夹头定位，选择适当直径的钢球，放置在被测零件的球面内，以钢球球心模拟被测球面的中心。</p> <p>在被测零件回转一周过程中，径向指示器最大读数之半为相对于基准轴线 A 的径向误差 f_1，垂直方向指示器直接读取相对于基准 B 的轴向误差 f_2，该指示器应先按标准零件调整。</p> <p>被测点位置度误差：$f = 2 \sqrt{f_1^2 + f_2^2}$</p>

提醒您：
相关产品
关知识产权！

续表 23-19

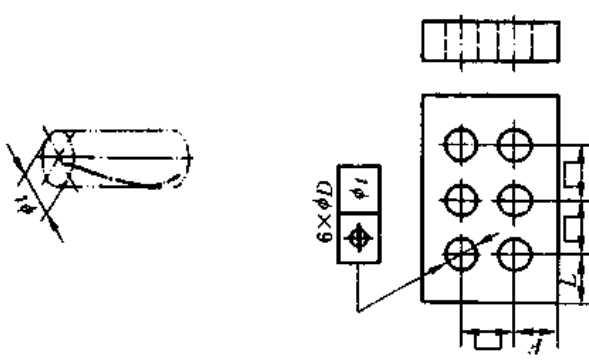
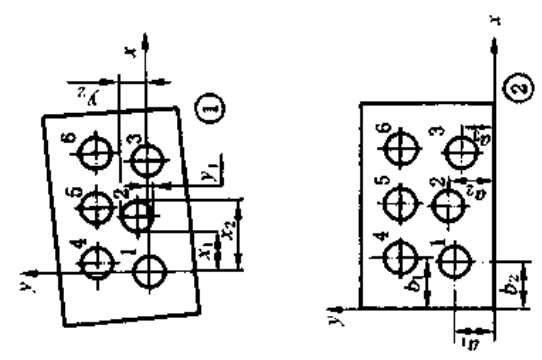
代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
2-1			坐标测量装置	<p>按基准调整被测零件,使其与测量装置的坐标方向一致,将测出的被测点坐标值 x_0, y_0 分别与相应的理论正确尺寸比较,得出差值 f_x 和 f_y。</p> <p>位置度误差: $f = 2 \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$</p>
2-2			坐标测量装置, 心轴	<p>按基准调整被测零件,使其与测量装置的坐标方向一致。将心轴放置在孔中,在靠近被测零件的板面处,测量 x_1, y_1, y_2。按下式分别计算出坐标尺寸 x, y:</p> $x \text{ 方向坐标尺寸: } x = \frac{x_1 + x_2}{2}$ $y \text{ 方向坐标尺寸: } y = \frac{y_1 + y_2}{2}$ <p>将 x, y 分别与相应的理论正确尺寸比较,得到 f_x 和 f_y,位置度误差为: $f = 2 \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$ 然后将测量值作为该零件的位置度误差。对于多孔孔组,则按上述方法逐孔测量和计算。若位置度公差带为给定两个方向的四棱柱,则直接取 $2f_x, 2f_y$ 分别作为该零件在两个方向上的位置度误差。测量时,应选用可胀式(或与孔成无间隙配合的)心轴。</p> <p>若孔的形状误差对测量结果的影响可以忽略时,则可直接在实际孔壁上测量</p>

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

续表 23-19

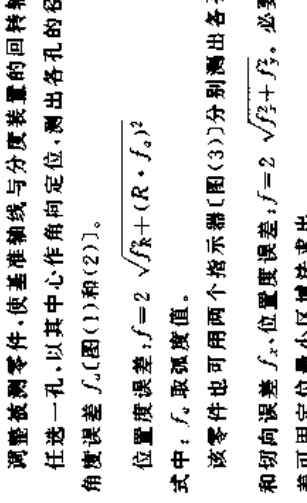
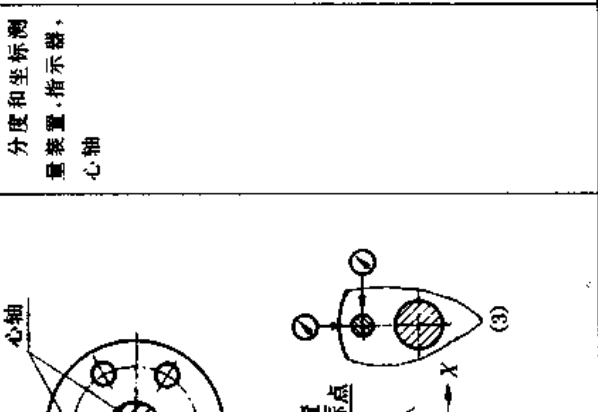
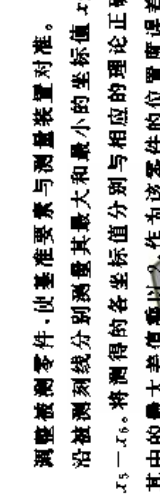
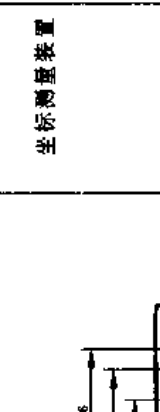
代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
2-2				

续表 23-19

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
2-3			<p>坐标测量装置, 心轴</p>	<p>分两个步骤测量: ① 测量各孔的位置度误差; ② 测量定位尺寸 L 和 F 的误差。</p> <p>① 将被测零件上最近两孔(如 1、3 孔)的实际中心的连线调整至与坐标方向一致。将心轴放置在孔中, 以孔的中心为原点, 在靠近被测零件的端面处测取各孔坐标 x_1, x_2, y_1, y_2, 根据下式计算出该孔的实际位置:</p> $x \text{ 方向的位置尺寸: } x = \frac{x_1 + x_2}{2}$ $y \text{ 方向的位置尺寸: } y = \frac{y_1 + y_2}{2}$ <p>将 x 和 y 分别与相应的理论正确尺寸比较, 得出偏差 f_x 和 f_y。</p> <p>该孔的位置度误差为 $f = 2 \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$, 其他各孔的误差, 按同样方法得出。必要时, 位置度误差可用定位最小区域法求出。</p> <p>当被测轴线的长度较长时, 应同时测量被测轴线的两端, 取其中较大值作为该要素的位置度误差。</p> <p>② 调整被测件的侧面, 使其与坐标方向一致。测量 1~3 这一排孔的边心距 a 以及 1 和 4 孔的边心距 b, 实际测得尺寸 a 和 b 应分别位于 F 和 L 的极限尺寸之内。</p> <p>调整时应选用可能式(或与孔成无间隙相配合的)心轴。若孔的形状误差对测量结果的影响可忽略时, 则可在实际孔壁上直接测量。</p>

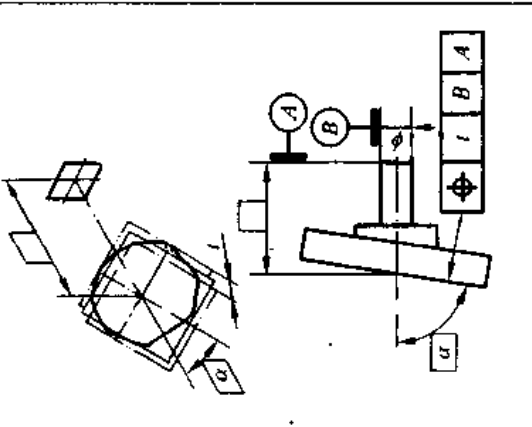
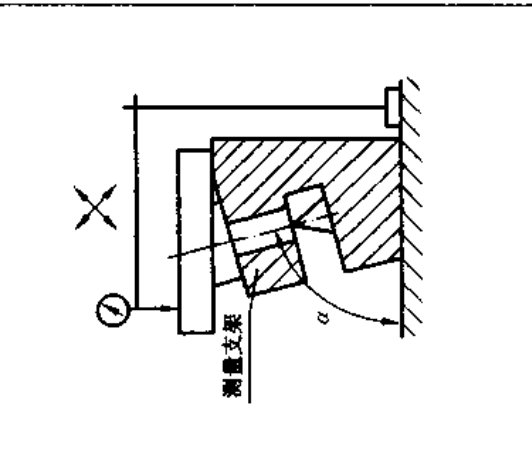
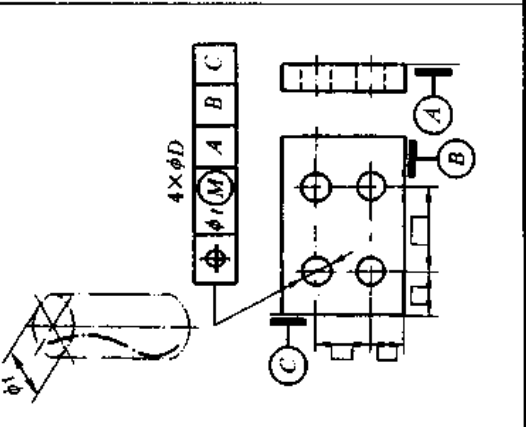
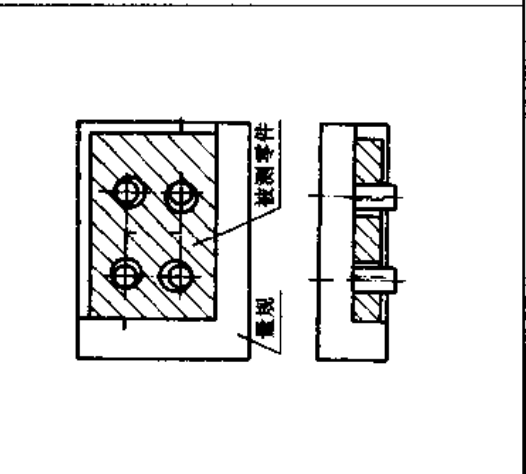
超星阅读器提醒您:
使用本复制品
请尊重相关知识版权!

续表 23-19

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
2-4			<p>分度和坐标测量装置, 指示器, 心轴</p>	<p>调整被测零件, 使基准轴线与分度装置的回转轴同轴。任选一孔, 以其中心作角向定位, 测出各孔的径向误差 f_R 和角度误差 f_a [图(1)和(2)]。</p> <p>位置度误差: $f = 2 \sqrt{f_R^2 + (R \cdot f_a)^2}$</p> <p>式中: f_a 取弧度值。</p> <p>该零件也可用两个指示器 [图(3)] 分别测出各孔径向误差 f_1 和切向误差 f_2, 位置度误差: $f = 2 \sqrt{f_1^2 + f_2^2}$。必要时, 位置度误差可用定位最小区域法求出。</p> <p>当被测轴线较长时, 应同时测量被测轴线的两端, 并取其中较大值作为该要素的位置度误差。</p> <p>测量时应选用可胀式 (或与孔或无间隙配合的) 心轴, 若孔的形状误差对测量结果的影响可忽略时, 则可在实际孔壁上直接测量</p>
2-5			<p>坐标测量装置</p>	<p>调整被测零件, 使基准要素与测量装置对准。</p> <p>沿被测刻线分别测量其最大和最小的坐标值 $x_1 - x_2, x_3 - x_4, x_5 - x_6$。将测得各坐标值分别与相应的理论正确尺寸比较, 取其中的最大差值乘以 2, 作为该零件的位置度误差</p>

超星浏览器提醒您:
使用本复制品
请尊重相关知识产权!

续表 23-19

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
2-6			<p>平板、专用测量架，带指示器的测量架，标准零件</p>	<p>调整被测零件在专用支架上的位置，使指示器的读数差为最小。 指示器按专用的标准零件调零。 在整个被测表面上测量若干点，将指示器读数的最大值(绝对值)乘以 2，作为该零件的位置度误差</p>
5-1			<p>功能量规</p>	<p>量规应通过被测零件，并与被测零件的基准面相接触。 量规销的直径为被测孔的最大实体实效尺寸，量规各销的位置与被测孔的理想位置相同。 对于小型薄板零件，可用投影量规测量位置度误差，其原理与功能量规相同</p>

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

表 23-20 圆跳动检测方法

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
1-1			一对同轴圆柱导向套筒, 带指示器的测量架	将该测零件支承在两个同轴圆柱导向套筒内, 并在轴向定位。 ① 在被测零件回转一周过程中指示器读数最大差值, 即为单个测量平面上的径向跳动。 ② 按上述方法在若干个截面上进行测量, 取各截面上测得的跳动量中的最大值, 作为该零件的径向跳动。 此方法在满足功能要求, 即基准要素与两个同轴轴承相配时, 是一种有用方法, 但是具有一定直径(最小外接圆柱面)的同轴导向套筒通常不易获得
4-2			平板, V型架, 带指示器的测量架	基准轴线由 V 型架模拟, 被测零件支承在 V 型架上, 并在轴向定位。 ① 在被测零件回转一周过程中指示器读数最大差值即为单个测量平面上的径向跳动。 ② 按上述方法测量若干个截面, 取各截面上测得的跳动量中的最大值, 作为该零件的径向跳动。 该测量方法受 V 型架角度和基准实际要素形状误差的综合影响

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

续表 23-20

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
4-3			<p>平板, 刃形 V 型架, 带指示器的测量架</p>	<p>基准轴线由刃形 V 型架模拟, 将被测零件支承在刃形 V 型架上, 并在轴向定位。 ① 在被测件回转一周过程中, 指示器读数最大差值即为单个测量平面上的径向跳动。 ② 按上述方法, 测量若干个截面, 取各截面上测得的跳动值中最大值, 作为该零件的径向跳动。 此方法受 V 型架角度和基准实际要素形状误差的综合影响</p>
4-4			<p>一对同轴顶尖, 带指示器的测量架</p>	<p>将被测零件安装在两顶尖之间。 ① 在被测零件回转一周过程中, 指示器读数最大差值即为单个测量平面上的径向跳动。 ② 按上述方法, 测量若干个截面, 取各截面上测得的径向跳动中的最大值作为该零件的径向跳动</p>

请浏览器提醒您, 日本复制品, 尊重相关知识产权!

续表 23-20

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
4-5			<p>一对同轴顶尖(或V型架), 导向心轴、带指示器的测量架</p>	<p>将被测零件固定在导向心轴上, 同时安装在两顶尖(或V型架)之间。</p> <p>① 在被测零件回转一周过程中指示器读数最大差值即为单个测量平面上的径向跳动。</p> <p>② 按上述方法, 测量若干个截面, 取各截面上测得的跳动量中的最大值作为该零件的径向跳动。</p> <p>导向心轴应与基准孔无间隙配合或采用可胀式心轴</p>
4-6			<p>导向套筒, 带指示器的测量架</p>	<p>将被测零件固定在导向套筒内, 并在轴向上固定。</p> <p>① 在被测零件回转一周过程中指示器读数最大差值即为单个测量圆柱面上的端面跳动。</p> <p>② 按上述方法, 在若干圆柱面上进行测量。取在各测量圆柱面上测得的跳动量中的最大值作为该零件的端面跳动</p>

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

说	明
	<p>测件支承在 V 型块上,并在轴向上固定。 E 被测件回转一周过程中,指示器读数最大差值即为单个柱面上的端面跳动。 按上述方法,测量若干个圆柱面,取各测量圆柱面上测得量中的最大值作为该零件的端面跳动。 量方法受 V 型块角度和基准实际要素形状误差的综合影响。</p>
	<p>测零件固定在导向心轴上,并安装在 V 型架上(或顶尖)。 E 被测零件回转一周过程中,指示器读数最大差值即为单个圆柱面上的端面跳动。 按上述方法,测量若干个圆柱面,取各测量圆柱面上测得量中的最大值作为该零件的端面跳动。 心轴应与基准孔无间隙配合或采用可胀式心轴,以保证心轴间无相对运动。</p>

超星浏览器提醒您：
 使用本复制品
 请尊重相关知识产权！

续表 23-20

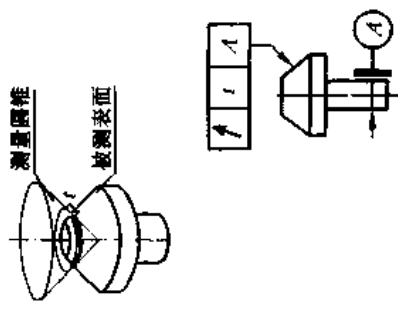
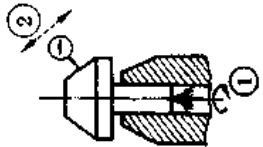
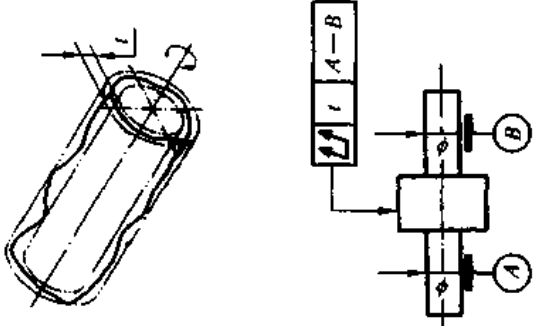
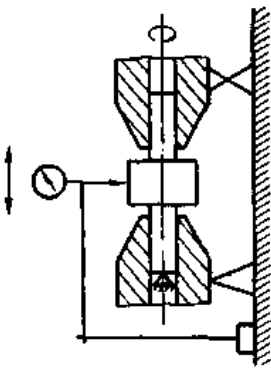
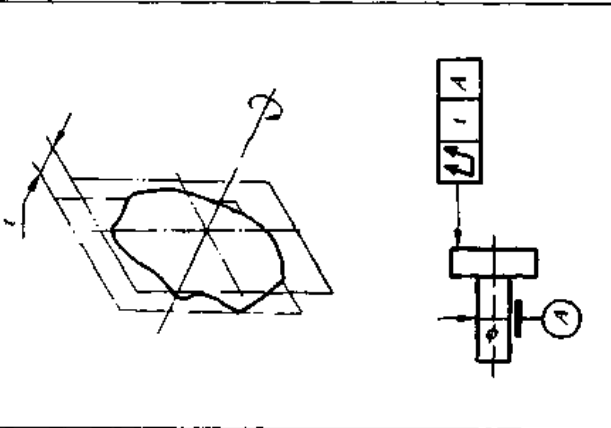
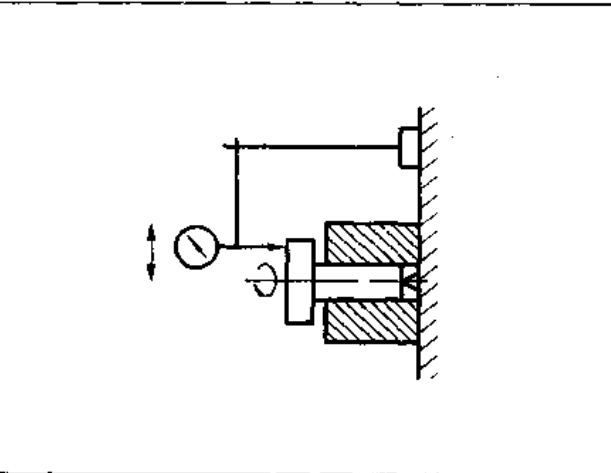
代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
4-9			导向套筒, 带指示器的测量架	将被测零件固定在导向套筒内, 且在轴向上固定。 ① 在被测件回转一周过程中, 指示器读数最大差值即为单个测量圆锥面上的斜向跳动。 ② 按上述方法, 在若干测量圆锥面上测量, 取各测量圆锥面上测得的跳动量中的最大值, 作为该零件的斜向跳动。 当在机床或转动装置上直接进行测量时, 具有一定直径的导向套筒(最小外接圆柱面)不易获得, 可用可测圆柱代替导向套筒(弹簧夹头), 但测量结果受夹头误差影响

表 23-21 全跳动检测方法

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
4-1			一对同轴导向套筒, 平板, 支承, 带指示器的测量架	将被测零件固定在两同轴导向套筒内, 同时在轴向上固定并调整该对套筒, 使其同轴和与平板平行。 在被测件连续回转过程中, 同时让指示器沿基准轴线的方向作直线运动。 在整个测量过程中指示器读数最大差值即为该零件的径向全跳动。 基准轴线也可以用一对 V 型块或一对顶尖的简单方法来体现










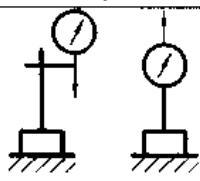

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

续表 23-21

代号	公差带与应用示例	检测方法	设备	说明
4-2			导向套筒、平板、支承、带指示器的测量架	将被测零件支承在导向套筒内,并在轴向上固定。导向套筒的轴线应与平板垂直。 在被测零件连续回转过程中,指示器沿其径向作直线移动。在整个测量过程中的指示器读数最大差值即为该零件的端面全跳动。 基准轴线也可以用 V 型块等简单方法来体现

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

表 23-22 检测方案中常用符号及其说明

序号	符 号	说 明	序号	符 号	说 明
1		平板、平台(或测量平面)	7		连续转动(不超过一周)
2		固定支承	8		间断转动(不超过一周)
3		可调支承	9		旋转
4		连续直线移动	10		指示器或记录器
5		间断直线移动	11		带有指示器的测量架(测量架的符号,根据测量设备的用途,可画成其他式样)
6		沿几个方向直线移动			

第 24 章

直线度误差检测

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
侵害知识产权！

《直线度误差检测》(GB/T 11336—1989),规定了直线度误差检测的术语、定义、评定方法、检测方法和数据处理方法。它是对 GB/T 1958 中直线度误差检测的具体规定。

1 术语及定义

有关直线度误差检测的术语及定义如表 24-1 所列。

表 24-1 有关直线度误差检测的术语及定义

序号	术 语	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 注: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: a. 给定平面内的直线度误差; b. 给定方向上的直线度误差; c. 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 或直径 ϕf 表示的数值
7	测量基线	在测量过程中,获得测值的参考线
8	评定基线 最小区域线 l_{MZ} 最小二乘中线 l_{LS} 两端点连线 l_{BE}	评定直线度误差的理想直线 构成直线度最小包容区域的两平行理想直线之一或轴线 注:当用两平行平面构成最小包容区域时,最小区域线是平行平面在平行于给定方向平面上的投影线之一。 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 实际直线上首末两点的连线
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,且轴线的方向与最小二乘中线 l_{LS} 平行(或重合)并具有最小直径 ϕl_{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,且轴线的方向与两端点连线 l_{BE} 平行(或重合)并具有最小直径 ϕl_{BE} 的圆柱面
11	极点	在最小包容区域线(或面)上的测得点

2 评定方法

直线度误差的评定方法有：最小包容区域法、最小二乘法 and 两端点连线法。其中最小包容区域法的评定结果小于或等于其他两种评定方法。

(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} 。

(2) 最小二乘法

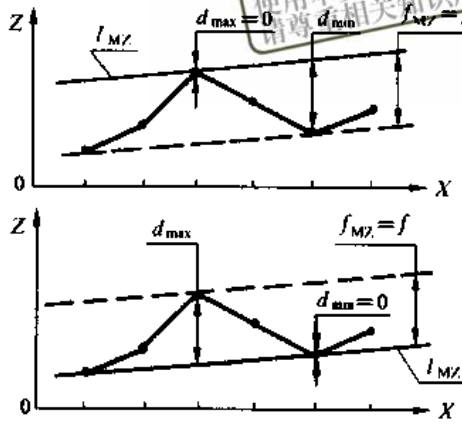
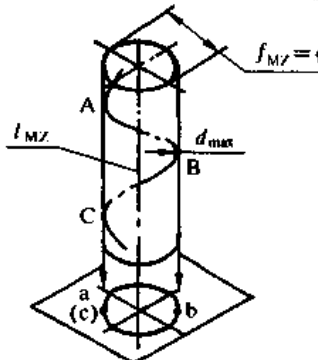
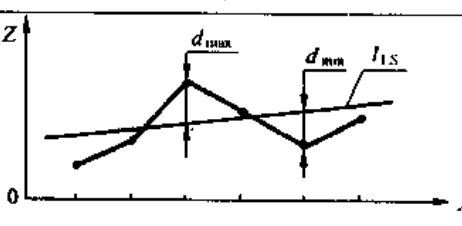
以最小二乘中线 l_{LS} 作为评定基线(或基线方向)的方法，按此方法求得直线度误差值 f_{LS} 。

(3) 两端点连线法

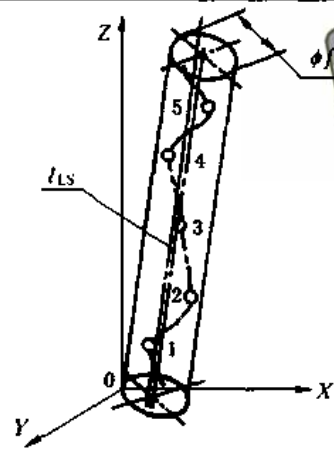
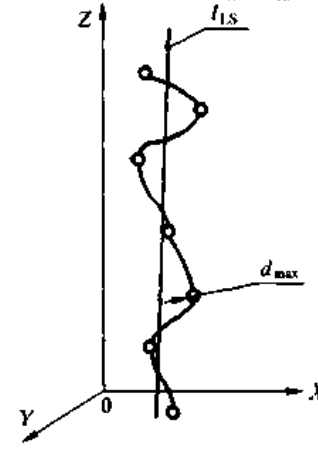
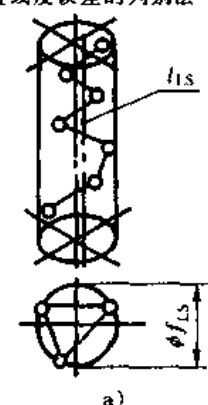
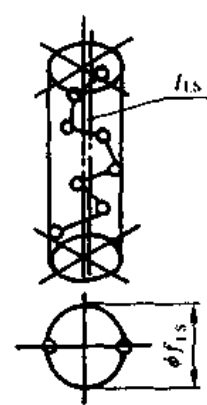
以两端点连线 l_{BE} 作为评定基线(或基线方向)的评定方法，按此方法求得直线度误差值 f_{BE} 。

上述三种评定方法及其判别法如表 24-2 所列。

表 24-2 直线度误差的评定与判别

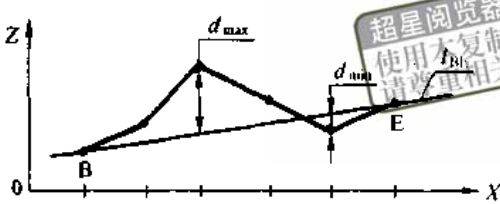
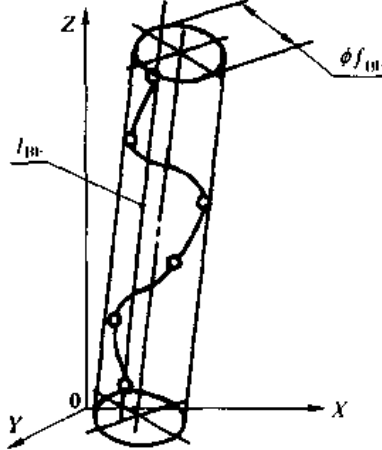
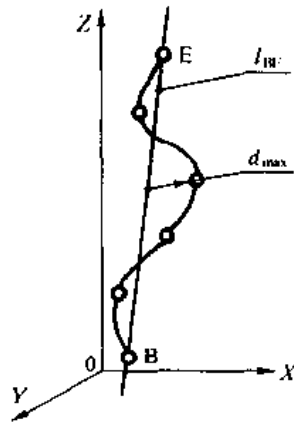
方 法		评 定 与 判 别
最 小 包 容 区 域 法	评 定	 <p style="text-align: center;">$f_{MZ} = f = d_{max} - d_{min}$</p> <p>式中：$d_{max}$、$d_{min}$——各测得点中相对最小区域线 l_{MZ} 的最大、最小偏离值。 d_i 在 l_{MZ} 上方取正值，下方取负值。</p>
	判 别	 <p style="text-align: center;">$f_{MZ} = \phi f = 2d_{max}$</p> <p>式中：$d_{max}$——测得点到最小区域线 l_{MZ} 的最大距离值。</p>
最 小 二 乘 法	评 定	 <p style="text-align: center;">$f_{LS} = d_{max} - d_{min}$</p> <p>式中：$d_{max}$、$d_{min}$——测得点相对最小二乘中线 l_{LS} 的最大、最小偏离值。 d_i 在最小二乘中线 l_{LS} 上方取正值，下方取负值。</p>

续表 24-2

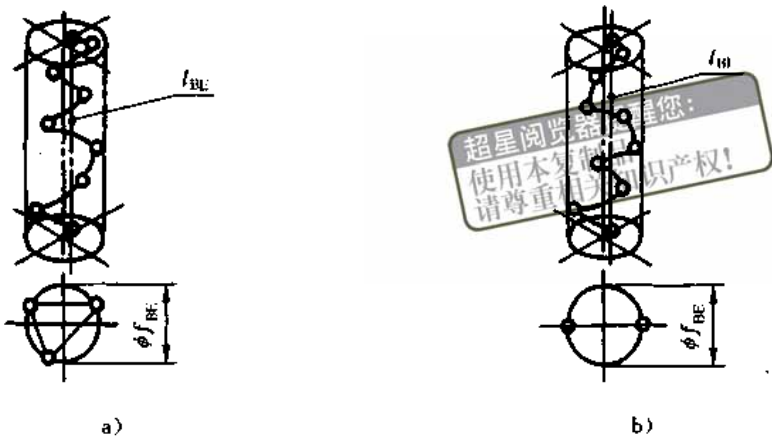
方 法	评 定 与 判 别
最 小 二 乘 法	<p style="text-align: center;">任 意 方 向</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">$f_{LS} = \phi f_{LS} \dots \dots$</p> <p>式中: ϕf_{LS}——最小二乘中线包容圆柱面的直径。</p>
	<p style="text-align: center;">简 化 方 法</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>在实际应用中,可按下式进行简化计算:</p> <p style="text-align: center;">$f_{LS} \approx 2d_{max}$</p> <p>式中: d_{max}——测得点到最小二乘中线 l_{LS} 距离中的最大值。</p>
判 别	<p style="text-align: center;">任意方向直线度误差的判别法</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>a)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>b)</p> </div> </div> <p>用轴线平行于最小二乘中线 l_{LS} 的圆柱面包容实际直线时,成下列两种形式之一:</p> <p>a. 三点形式(图 a);</p> <p>b. 两点形式(图 b)</p>

超星浏览器提醒您:
 使用本复制品
 请尊重相关知识产权!

续表 24-2

方法	评定与判别
两端点连线法 任意方向 简化方法	<p>给定平面 (或给定方向)</p>  <p style="text-align: center;">$f_{BE} = d_{max} - d_{min}$</p> <p>式中: d_{max}、d_{min}——测得点相对两端点连线 l_{BE} 的最大、最小偏离值。 d 在两端点连线 l_{BE} 上方取正值, 下方取负值。</p>
	 <p style="text-align: center;">$f_{BE} = \phi f_{BE}$</p> <p>式中: ϕf_{BE}——两端点连线包容圆柱面的直径。</p>
	 <p>在实际应用中, 若测得点在两端点连线的各个方向分布较均匀, 则可按下式进行简化计算</p> <p style="text-align: center;">$f_{BE} \approx 2d_{max}$</p> <p>式中: d_{max}——测得点到两端点连线 l_{BE} 距离中的最大值。</p>

续表 24-2

方 法	评 定 与 判 别
两 端 点 连 线 法	任意方向直线度误差判别法
	 <p>用轴线平行于两端点连线 l_{BE} 的圆柱面包容实际直线时,成下列两种形式之一:</p> <p>a. 三点形式(图 a));</p> <p>b. 两点形式(图 b))</p>

3 检测方法

3.1 检测方法分类

直线度误差的检测方法按测量原理、测量器具等分类,见图 24-1。

(1) 直接方法

通过测量可直接获得测得直线各点坐标值或直接评定直线度误差值的测量方法。

(2) 间接方法

通过测量不能直接获得测得直线各点坐标值,需经过数据处理获得各点坐标值的测量方法。

(3) 组合法

通过两次测量,利用误差分离技术,消除测量基线本身直线度误差,从而提高测量精度的测量方法。

(4) 量规检验法

用直线度量规判断被测零件是否超越最大实体实效边界的检验方法。该方法适用于检验轴线直线度公差采用最大实体要求的零件。(参阅第 28 章“功能量规”)

3.2 测量原理和测量步骤

各种测量方法的测量原理和测量步骤如表 24-3 所列。表 24-3 中所用符号及其说明如表 24-4 所列。

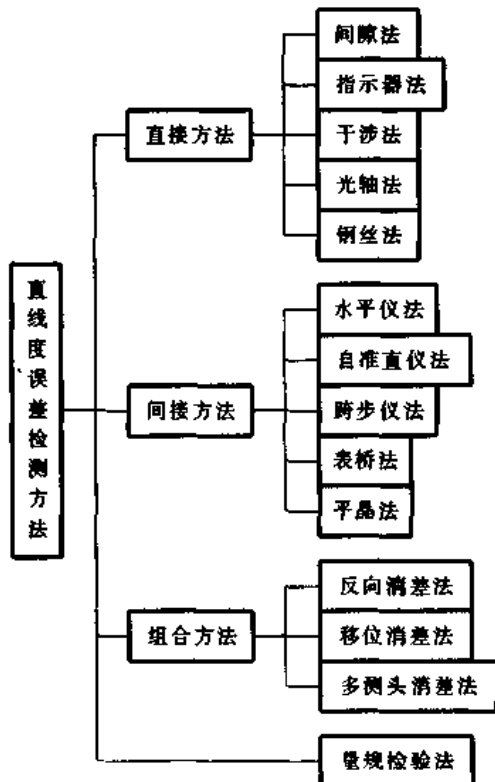
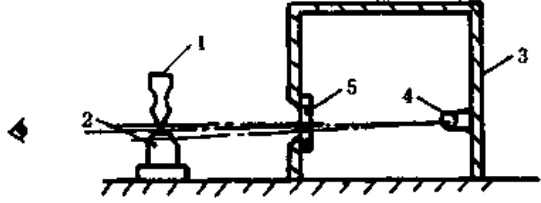
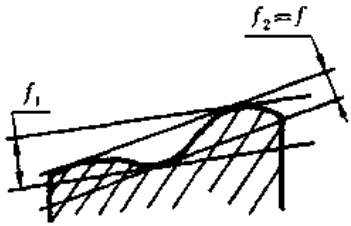
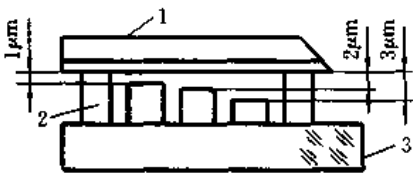
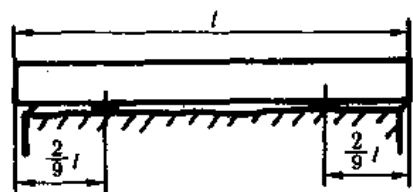


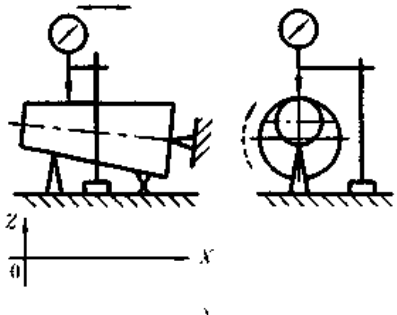
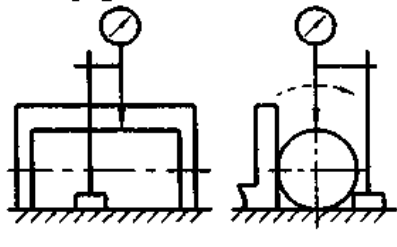
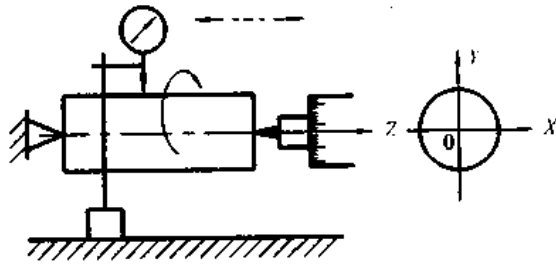
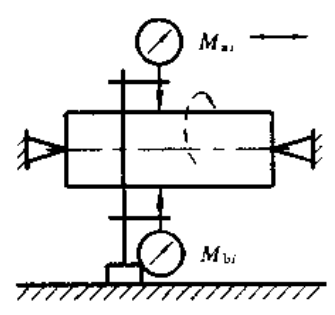
图 24-1 直线度误差检测方法的分类

表 24-3 直线度误差的测量方法

测量方法	测量原理	测量步骤
直 间 接 方 法	<p>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的方法。</p> <p>该方法适用于磨削或研磨加工的小平面及短圆柱(锥)面等的直线度误差测量。</p>  <p>样板直尺;2—被测工件;3—灯光箱;4—光源;5—毛玻璃</p> <p>a) 测量原理</p>  <p>b) 使最大光隙为最小</p>  <p>c) 标准光隙</p> <p>1—样板直尺;2—量块;3—平晶</p>	<p>1. 样板直尺与被测直线直接接触,并置于光源和眼睛之间的适当位置,见图 a);</p> <p>2. 调整样板直尺,使最大光隙尽可能最小,见图 b);</p> <p>3. 与标准光隙相比较,估读出所求直线度误差值。</p> <p>注:① 测量基准常用样板直尺(刀口尺)、平尺类量具体现; ② 标准光隙由样板直尺、量块和平晶组合产生,见图 c); ③ 应在相同条件下观察标准光隙和被测工件的光隙。</p>
	<p>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的方法。</p> <p>该方法适用于低精度被测零件的直线度误差测量。</p> 	<p>1. 将平尺置于被测直线上,并在离平尺两端约 $\frac{2}{9}l$ (l 为平尺长度)处垫上等厚量块;</p> <p>2. 用片状塞规或塞尺直接测出平尺工作面与被测直线之间的距离;</p> <p>3. 测得的最大距离减等厚量块的厚度即为所求的直线度误差近似值。</p> <p>注:测量基线常用平尺类量具体现。</p>

超星阅读器提醒您:
 使用本复制品
 请尊重相关知识产权!

续表 24-3

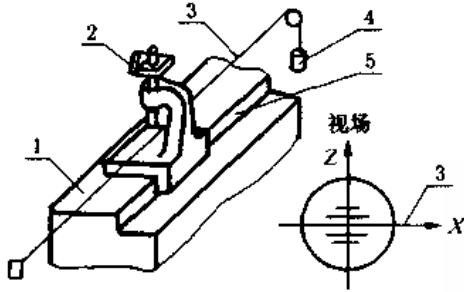
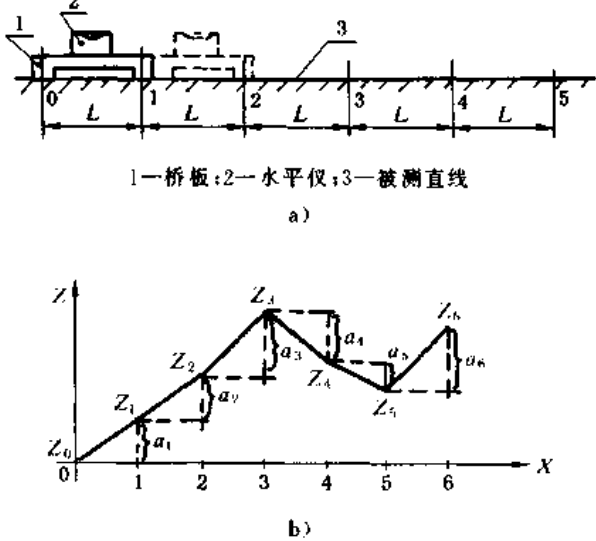
测量方法	测量原理	测量步骤
直 指 示 器 方 法	<p>用带指示器的测量装置测出被测直线相对测量基线的偏离量,进而评定直线度误差值的方法</p> <p>1. 给定平面线的直线度误差测量</p>  <p>a)</p>  <p>b)</p> <p>2. 对任意方向的轴线直线度误差测量</p> <p>① 用一个指示器测量</p>  <p>② 用两个指示器测量</p> 	<p>1. 将被测直线的两端点连线与测量基线大致调平行;</p> <p>2. 沿被测直线移动指示器,同时记录各点示值(X_i, Z_i);</p> <p>3. 按第 4 节的方法对(X_i, Z_i)进行数据处理,求出直线度误差值;</p> <p>4. 按上述方法测量若干条素线,取其中的最大值作为被测零件的直线度误差值。</p> <p>注:测量基线常用平板、精密导轨等体现。</p> <p>1. 将被测零件安装在平行于平板且具有精密分度装置的两同轴顶尖之间;</p> <p>2. 确定横向测量截面数及各截面上的等分测量点数;</p> <p>3. 转动被测零件,在各横向截面上对等分测量点逐一进行测量,并记录各点的示值;</p> <p>4. 将各点的示值绘制在极坐标图上(或按其他方法),按最小区域圆心、最小二乘圆心之一确定各截面中心坐标值(X_i, Y_i, Z_i);</p> <p>5. 按第 4 节的方法对中心坐标 X_i, Y_i, Z_i 进行数据处理,求出轴线的直线度误差值。</p> <p>1. 将被测零件安装在平行于平板的两同轴顶尖之间;</p> <p>2. 按图示将固定在同一测量架上的两个指示器对径放置于被测零件铅垂横截面上下两侧;</p> <p>3. 沿铅垂轴截面的两条素线移动测量架进行测量,同时分别记录两指示器在各测点的示值 M_a, M_b; 并求出其差值: $\Delta_i = M_a - M_b$;</p> <p>4. 取各测得点示值差 Δ_i 中最大值 Δ_{max} 和最小值 Δ_{min} 之差的一半作为该截面的轴线直线度误差近似值 f', 即:</p> $f' = \frac{1}{2} (\Delta_{max} - \Delta_{min})$ <p>5. 转动被测零件,在若干个轴截面上重复上述测量,取其中的最大值作为轴线直线度误差近似值。</p> <p>注:测量基线由两顶尖连线体现,适合用带和差演算的仪器进行测量。</p>

千 兔 生

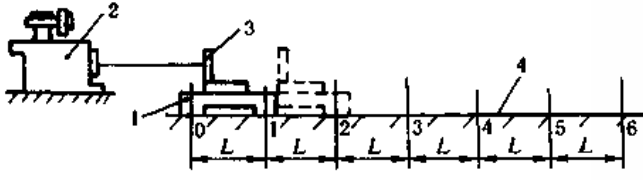
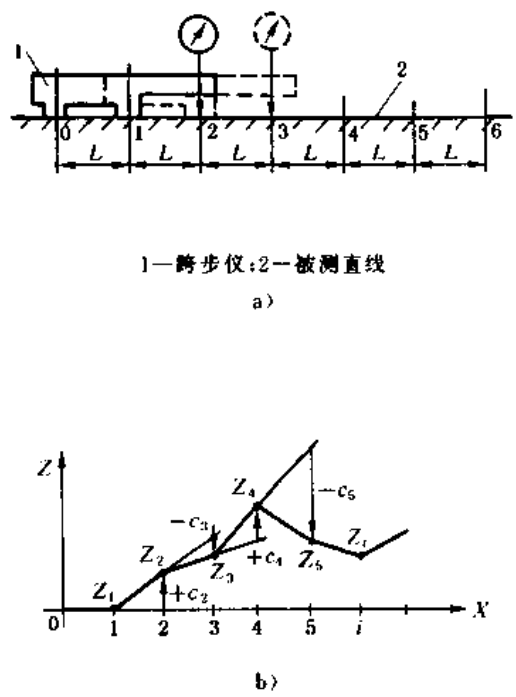
续表 24-3

超星浏览器提醒您：
 禁止本复制品
 请尊重相关知识产权！

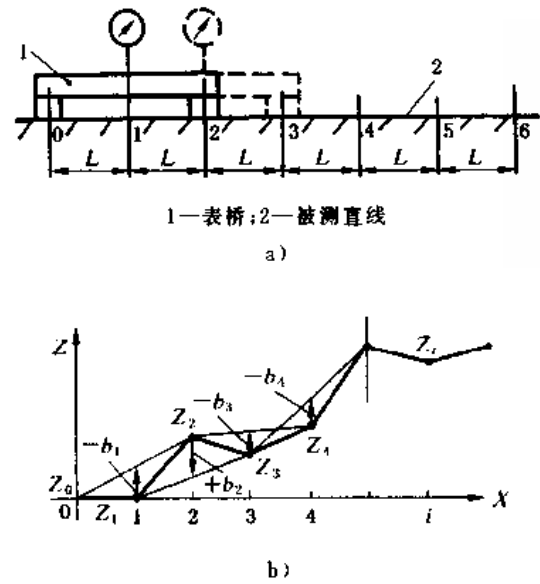
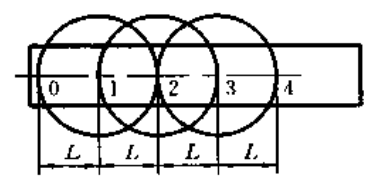
续表 24-3

测量方法	测量原理	测量步骤
<p>直接方法</p> <p>钢丝法</p>	<p>以张紧的优质钢丝作为测量基线,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的方法</p>  <p>1—被测工件;2—显微镜或测微表; 3—钢丝;4—重锤;5—被测直线</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 调整钢丝,使其两端点连线与被测直线大致平行; 2. 沿被测直线移动显示装置,同时记录各点示值 (X_i, Z_i); 3. 按第 4 节的方法对 (X_i, Z_i) 进行数据处理,求出直线度误差值
<p>间接方法</p> <p>水平仪法</p>	<p>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的方法。 该方法适用于大、中型零件垂直截面内的直线度误差测量</p>  <p>1—桥板;2—水平仪;3—被测直线</p> <p>a)</p> <p>b)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 根据被测直线的长度 l, 确定分段数 n 和桥板跨距 L, 并在被测直线上标出各测点的位置(图 a)) $L = \frac{l}{n}$ 2. 用水平仪将被测直线大致调成水平,沿被测直线等跨距首尾衔接地拖动桥板,同时记录各点示值 $a_i (i=1, 2, \dots, n)$; 3. 按下述方法之一求出各点坐标值 Z_i: <ol style="list-style-type: none"> a. 作图法(图 b)) <ol style="list-style-type: none"> (1) 选择适当比例,将起始点“0”绘于坐标系 XOZ 的原点; (2) 按水平仪测量原理,在图上绘出第 i 点相对第 $i-1$ 点在 Z 轴方向的示值 a_i, 即: a_1 是第 1 点相对起始点在 Z 轴方向的距离, a_2 是第 2 点相对第 1 点在 Z 轴方向的距离, \dots, a_i 是第 i 点相对第 $(i-1)$ 点在 Z 轴方向的距离;示值为正,绘在相对点之上,为负绘在相对点之下,由此可得各测得点的坐标值 Z_i (水平仪格值); (3) 连接图中各测得点,得到测得直线图形。 b. 计算法 <p>各测得点坐标值 Z_i 由下式计算</p> $Z_i = Z_{i-1} + a_i = \sum_{k=1}^i a_k$ $Z_0 = 0, (i=1, 2, \dots, n)$ <p>式中: a_i —— 水平仪示值(格值);</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. 按第 4 节的方法对 Z_i 进行数据处理,求出直线度误差值。

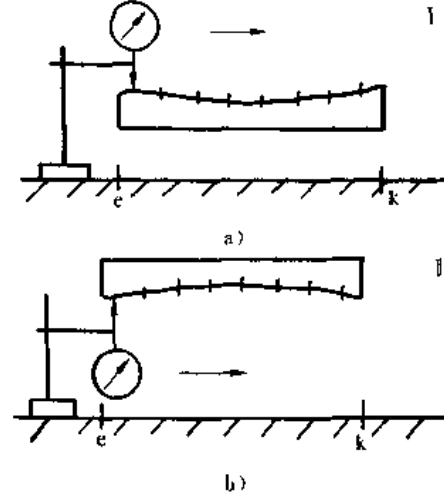
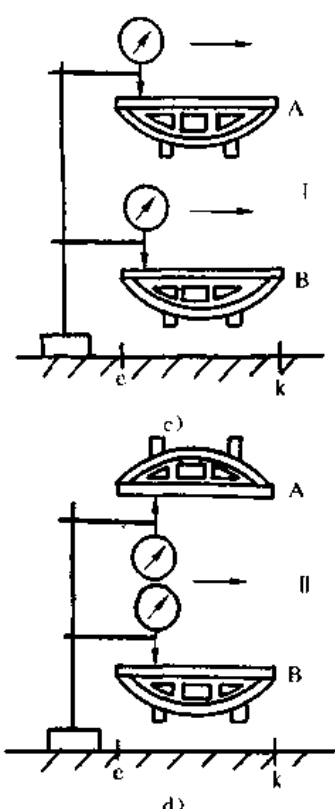
续表 24-3

测量方法	测量原理	测量步骤
自准直仪法	<p>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相对主光轴的倾斜角,通过数据处理求出直线度误差值。</p> <p>该方法适用于大、中型零件的直线度误差测量。</p>  <p>1—桥板;2—自准直仪; 3—反射镜;4—被测直线</p>	<ol style="list-style-type: none"> 按水平仪法确定分段数 n 和桥板跨距 L,并在被测直线上标出各测点的位置; 将光轴与被测直线的两端点连线大致调平行,沿被测直线等跨距首尾衔接地拖动桥板,同时记录各点示值 a_i ($i=1,2,\dots,n$); 求出各点坐标值 Z_i (见水平仪测量的相应方法); 按第 4 节的方法对 Z_i 进行数据处理,求出直线度误差值。
间接跨步仪法	<p>以跨步仪两固定支点连线作为测量基线,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。</p> <p>该方法适用于大、中型零件的直线度误差测量。</p>  <p>1—跨步仪;2—被测直线</p> <p>a)</p> <p>b)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 按水平仪法确定分段数 n 和跨步仪跨距 L (其跨距为跨步仪两固定支点的中心距),并在被测直线上标出各测点的位置 [图 a)]; 将跨步仪放在研磨平尺上,使指示器示值对零; 沿被测直线等跨距首尾衔接地移动跨步仪,同时记录各点的示值 c_i ($i=2,3,\dots,n$); 求出各点坐标值 Z_i: <ol style="list-style-type: none"> 作图法 [图 b)] <ol style="list-style-type: none"> 选择适当比例,使 X 轴与跨步仪起始位置的相邻两固定支点连线重合,即:0,1 两点在 X 轴上, $Z_0=Z_1=0$; 各点示值 c_i 是相对两个固定支点连线(测量基线)的偏离量,当 c_i 为正值时,在第 i 点的 Z_{i-2}, Z_{i-1} 两点连线上方,距离为 c_i (沿 Z 方向量取) 处,绘出 Z_i 点; c_i 为负值时,绘制在其下; 连接各测得点得到测得直线图形。 计算法 <p>各测得点坐标值 Z_i 可按下式计算:</p> $Z_i = Z_{i-1} + \sum_{k=2}^i c_k$ $= \sum_{k=1}^{i-1} (i-k)c_{k+1}$ $Z_0 = Z_1 = 0$ $(i=2,3,\dots,n)$ 按第 4 节的方法对 Z_i 进行数据处理,求出直线度误差值。

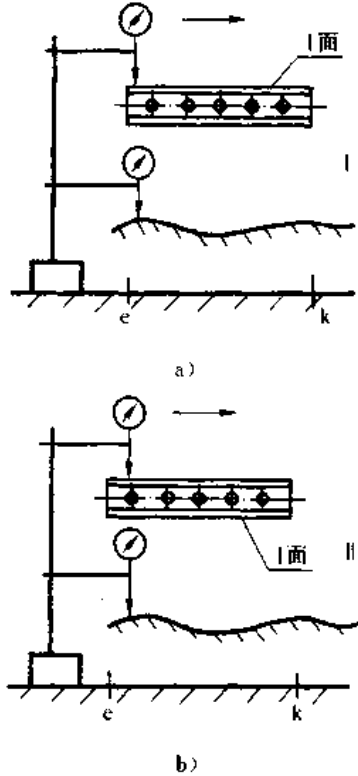
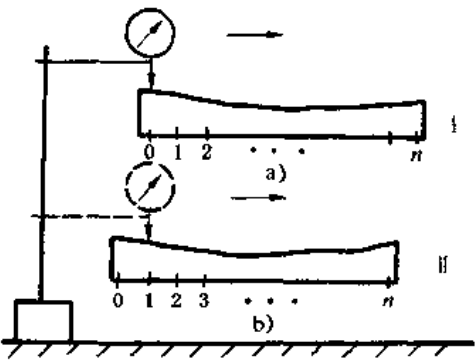
续表 24-3

测量方法	测量原理	测量步骤
<p>表 桥 接 方 法</p>	<p>以表桥相同两固定支点的连线作为测量基线,测出中间点对测量基线的偏离量 b_i,通过数据处理求出直线度误差值。 该方法适用于大、中型零件的直线度误差测量。</p>  <p>1—表桥;2—被测直线 a) b)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 按水平仪法确定分段数 n 和表桥跨距 L (其跨距为表桥两固定支点的中心距离之半);并在被测直线上标出各测点的位置(图 a)); 将专用表桥放在研磨平尺上,使指示器示值对零; 沿被测直线等跨距首尾衔接地移动表桥,同时记录各点示值 $b_i (i=1, 2, \dots, n-1)$; 按下述方法之一求出各点坐标值 Z_i: <ol style="list-style-type: none"> 作图法(图 b)) <ol style="list-style-type: none"> 选择适当的比例,使 X 轴与表桥起始位置固定支点和测头的连线重合,即: $0, 1$ 两点在 X 轴上, $Z_0 = Z_1 = 0$; 各点示值 b_i 是相对前后两点连线(测量基线)的偏离量,当 b_i 为正值时,在 Z_i 点向下绘制,为负值时,在 Z_i 点向上绘制; 依 b_1 的正负,将 b_1 绘制在 Z_1 处,连接 Z_0 与 b_1 顶点交第 2 点纵坐标线于 Z_2 点,求出坐标值 Z_2;同理,已知 b_i 及 Z_{i-1},即可绘制出 Z_{i-1} 点的位置,求出 $i+1$ 点的坐标值 Z_{i+1}; 连接各测得点,得到测得直线图形。 计算法 各测得点坐标值 Z_i 可按下式计算: $Z_i = Z_{i-1} - 2 \sum_{k=1}^{i-1} b_k$ $= -2 \sum_{k=1}^{i-1} (i-k) b_k$ $Z_0 = Z_1 = 0$ $(i=2, 3, \dots, n)$ 按第 4 节的方法对 Z_i 进行数据处理,求出直线度误差值。
<p>干 涉 法</p>	<p>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 b_i,通过数据处理求出直线度误差值。 该方法适用于无大平晶时的窄长精研表面的直线度误差测量。</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 按水平仪法确定分段数 n 和平晶的半径 L; 将平晶放置在被测零件上,使之出现平行于测量方向的干涉条纹; 等跨距移动平晶,同时根据干涉带形状按直接方法中干涉法的公式求得各段误差值 $b_i (i=1, 2, \dots, n)$; 求出各点的坐标值 Z_i (方法见表桥法中的相应方法); 按第 4 节的方法对 Z_i 进行数据处理,求出直线度误差值。

续表 24.3

测量方法	测量原理	测量步骤
组 反 向 消 差 法	<p>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的方法。 该方法适用于高精度零件的直线度误差测量。</p> <p>① 用一个指示器进行反向消差测量。</p> 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 超星阅读器提醒您： 使用本资源时，请尊重相关知识版权！ </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. 将被测零件装在可作直线移动的工作台上,指示器固定在固定支架上;或将被测零件放置在测量平板上,指示器固定在可作直线移动的工作台上; 2. 移动工作台,调整被测零件,使其两端点示值大致相等; 3. 沿被测直线逐点顺序测量,见图 a),同时记录各点示值 h_{1i}; 4. 将被测零件翻转180°,见图 b),并尽可能与翻转前处于相同轴向位置(k,e点之间),即使用同一段导轨,重复上述操作,测得被测直线上与第一次测量对应点处的第二次测量示值 h_{2i}; 5. 求出各测得点的坐标值 Z_i; $Z_i = -(h_{1i} + h_{2i})/2$ 6. 按第4节的方法对 Z_i 进行数据处理,求出直线度误差值。 <p>注:①测量基线由移动导轨或测量平板体现; ②通过该方法测量,可同时获得导轨或平板各测得点的坐标值: $Z'_i = (h_{1i} - h_{2i})/2$</p>
	<p>② 用两个指示器对两个相同规格、精度相近的平尺进行反向消差测量。 该方法适用于无标准平尺、标准平晶,而又需进行高精度测量的场合</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 将 A、B 两被测零件放置在可作直线移动的工作台上,两指示器固定在固定支架上;或将被测零件放置在测量平板上,指示器固定在可作直线移动的工作台上或直接放置在测量平板上; 2. 第一次测量时,把 A、B 两被测零件的被测面向同向安装,见图 c),移动工作台或指示器,分别调整两被测面,使其两端点示值大致相等; 3. 沿被测直线逐点顺序测量,同时分别记录两指示器的示值 h_{A1i}, h_{B1i},完成第一次测量; 4. 将被测要素 A 翻转180°,见图 d),并尽可能与翻转前处于相同的轴向位置(k,e点对齐),即使用同一段导轨,然后重复上述操作,获得 A、B 两被测直线上与第一次测量对应点处的第二次测量示值 h_{A2i}, h_{B2i}; 5. 按下式求出 A、B 两被测直线上各测得点的坐标值: $Z_{A_i} = [(h_{A1i} + h_{B1i}) + (h_{A2i} - h_{B2i})]/2$ $Z_{B_i} = [(h_{A1i} + h_{B1i}) - (h_{A2i} - h_{B2i})]/2$ 6. 按第4节的方法对 Z_{A_i}, Z_{B_i} 进行数据处理,分别求出 A、B 被测直线的直线度误差值。 <p>注:① 测量基线可由移动导轨或测量平板体现; ② 本方法宜于采用带差演算装置的仪器进行测量。当按图 c) 安装时,用(A-B)演算装置;按图 d) 安装时,用(A+B)演算装置; ③ 采用该方法测量,可同时获得移动导轨或测量平板的各测得点坐标值: $Z'_i = h_{A1i} - Z_{A_i}$ $= h'_{B1i} - Z_{B_i} = Z_{A_i} - h_{A1i}$</p>

续表 24-3

测量方法	测量原理	测量步骤
<p>反向消差法</p>	<p>③ 用一个平尺和两个指示器对被测零件进行反向消差测量。 该方法适用于被测零件难于翻转的高精度直线度误差测量。</p>  <p>The diagram illustrates the reverse elimination method in two stages, labeled 'a)' and 'b)'. In stage 'a)', a horizontal ruler is positioned above a worktable. Two indicators are mounted on a vertical frame above the ruler. The ruler is labeled 'I 面'. The worktable surface is shown with a wavy line representing the part being measured. Points 'e' and 'k' are marked on the worktable surface. In stage 'b)', the ruler is rotated 180 degrees and is now labeled 'II 面'. The indicators and the worktable setup remain the same, with points 'e' and 'k' still marked.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 按测量要求将平尺分成 n 段; 测出平尺上各测得点的厚度尺寸 $H_i (i=0, 1, 2, \dots, n)$; 将平尺和被测零件放置在可作直线移动的工作台上, 两个指示器固定在工作台底座上; 移动工作台, 分别调整平尺和被测零件, 使其两端点的示值大致相等; 沿平尺和被测直线逐点顺序测量, 同时分别记录平尺上指示器的示值 h_{1i} 和被测直线上指示器的示值 h_{2i}, 完成第一次测量, 见图 a); 将平尺翻转 180°, 并尽可能与翻转前处于相同轴向位置 (k, e 点对齐), 见图 b), 重复上述操作, 测得平尺和被测直线上与第一次测量对应点处的第二次测量示值 h_{2i} 和 h_{1i}; 求出各测得点坐标值: $Z_i = [A_i - (h_{1i} - h_{11}) - (h_{2i} - h_{21})] / 2$ 式中: $A_i = H_i - (i/n)H_0$ $= H_0(n-i)/n$ 按第 4 节的方法对 Z_i 进行数据处理, 求出直线度误差值。 <p>注: ① 测量基线由工作台导轨或测量平板体现; ② 平尺 I、II 两面各测得点的坐标值: $Z_{1i} = [A_i + (h_{1i} + h_{11}) - (h_{2i} + h_{21})] / 2$ $Z_{2i} = [A_i + (h_{2i} + h_{21}) - (h_{1i} + h_{11})] / 2$ ③ 本方法宜于采用带和差演算装置的工具进行测量。</p>
<p>移位消差法</p>	<p>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的方法。 该方法适用于高精度的直线度误差测量</p>  <p>The diagram illustrates the shift elimination method in two stages, labeled 'a)' and 'b)'. In stage 'a)', a horizontal ruler is positioned above a worktable. Two indicators are mounted on a vertical frame above the ruler. The ruler is labeled 'I'. The worktable surface is shown with a wavy line representing the part being measured. Points '0', '1', '2', and 'n' are marked along the ruler. In stage 'b)', the ruler is shifted to the right, and is now labeled 'II'. The indicators and the worktable setup remain the same, with points '0', '1', '2', '3', and 'n' marked along the ruler.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 将被测零件分为 n 段, 并固定在可作直线移动的工作台上, 指示器固定在工作台底座上或相反; 如图 a) 所示, 先将被测直线大致调平行, 然后沿测量方向移动工作台进行第 1 次测量, 同时记录各点示值 $h_{1i} (i=0, 1, 2, \dots, n)$; 将零件逆测量方向平移一个跨距, 如图 b) 所示, 从第 1 点开始进行第 2 次测量, 同时记录各点示值 $h_{2i} (i=1, 2, \dots, n)$; 求出各测得点的坐标值: $Z_0 = h_{10}$ $Z_i = Z_{i-1} + (h_{1i} - h_{1(i-1)})$ $(i=1, 2, 3, \dots, n)$ 按第 4 节的方法对 Z_i 进行数据处理, 求出直线度误差值 <p>注: 测量基线由工作台导轨体现; 导轨各测得点的坐标值为: $Z'_0 = 0, Z'_i = h_{1i} - Z_i$ $(i=1, 2, \dots, n)$</p>

续表 24-3

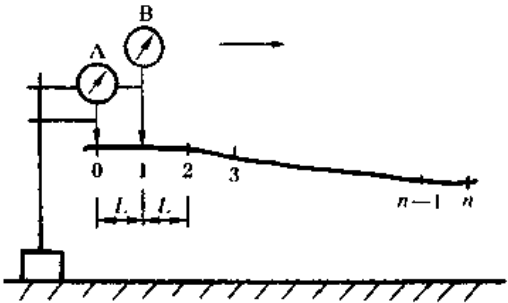
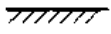

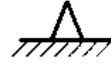
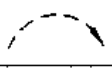
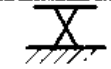

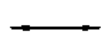

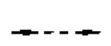
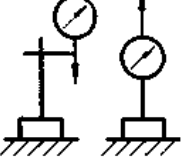

测量方法	测量原理	测量步骤
<p>组合方法</p> <p>多测头消差法</p>	<p>通过两个测头同时测量,经数据处理消除测量基线本身的直线度误差,求出被测零件直线度误差的方法,该方法适用于高精度的直线度误差测量。</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 将被测零件分为 n 段,两测头相距为一个跨距 L 的两个指示器装在可作直线移动的工作台或刀架上,零件放置在工作台底座的固定支撑上,并调整被测直线,使其两端点示值大致相等; 2. 沿被测直线移动指示器,逐点顺序测量,同时分别记录 A、B 两指示器上的示值: $h_{Ai}(i=0,1,2,\dots,n)$, $h_{Bi}(i=1,2,\dots,n)$; 3. 求出各测点的坐标值: $Z_i = Z'_i - h_{Ai} - h_{A0}$ $(i=0,1,2,\dots,n)$ 式中: $Z'_0 = 0$ $Z'_i = Z_{i-1} + h_{Bi} - h_{A_i}$ $(i=1,2,\dots,n)$ 4. 按第 4 节的方法对 Z_i 进行数据处理,求出直线度误差值。

表 24-4 表 24-3 中所用的各符号及其说明

序号	符号	说明	序号	符号	说明
1		平板、平台(或测量平面)	7		连续转动(不超过一周)
2		固定支承	8		间断转动(不超过一周)
3		可调支承	9		旋转
4		连续直线移动	10		指示器或记录器
5		间断直线移动	11		带有指示器的测量架(测量架的符号根据测量设备的用途,可画成其他式样)
6		沿几个方向直线移动			

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,按作图法或算法进行数据处理,求出相应的直线度误差值。

对水平仪、自准直仪的等跨距测量,应将求出的直线度误差值 f (格值)乘以系数 K 换算为线性误差值 f (μm);如为不等跨距测量,则应将示值 a_i 乘以系数 K

后再进行数据处理,求出直线度误差值 f (μm)。

$$K = \tau \cdot L \quad \mu\text{m}$$

或
$$K = 0.004 \cdot 8\tau' \times L \quad \mu\text{m}$$

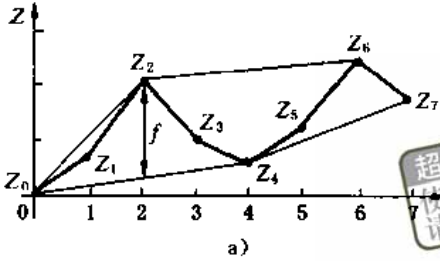
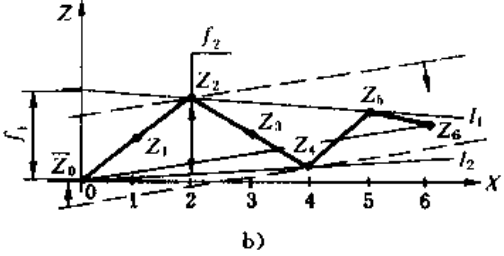
式中: τ ——仪器分度值, mm/m ;

τ' ——仪器分度值, ($''$);

L ——桥板跨距, mm 。

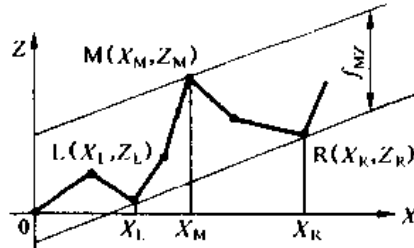
各种评定方法的数据处理如表 24-5 所列。

表 24-5 各种评定方法的数据处理

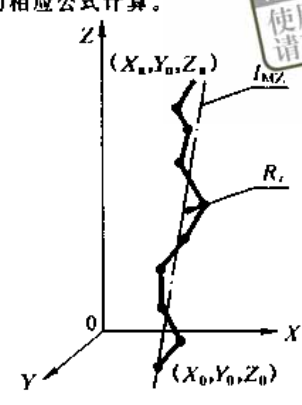
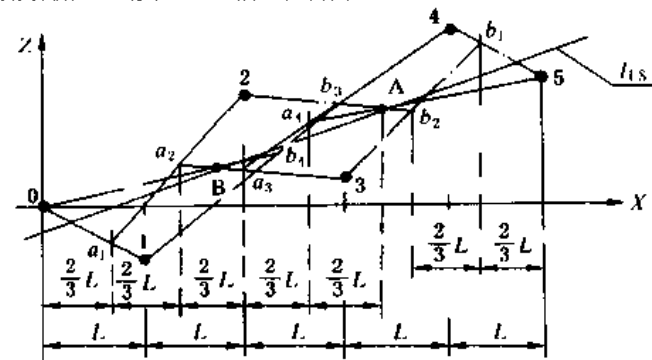
评定方法	数 据 处 理
作 图 法	<p>将各测得点坐标值按一定比例绘制在坐标图上,并顺序连接各测得点,得到测得直线图形;用下述方法之一求出符合最小包容区域评定方法的直线度误差值。</p> <p>方法一:(图 a))</p>  <p>1. 作测得直线图形的外接多边形(图 a)),此时,多边形的任一内角必须小于 180°或必须为凸边形;</p> <p>2. 沿 Z 轴方向量取该多边形的最大距离 f,则直线度误差值 $f_{MZ}=f$。</p>
	<p>方法二:(图 b))</p>  <p>1. 在测得直线图形上作首末两端点连线,找出连线上方和下方的最大偏离值点(图 b)中的 Z_2 和 Z_4 点;</p> <p>2. 过上方最大偏离值点(图 b)中的 Z_2 点,向下方的最大偏离值点(图 b)中的 Z_4 点一侧作测得直线图形的上外接线(过图 b)中的 Z_3 点)l_1;</p> <p>3. 过下方最大偏离值点(图 b)中的 Z_4 点,向上方的最大偏离值点(图 b)中的 Z_2 点一侧作测得直线图形的下外接线(过图 b)中的 Z_0 点)l_2;</p> <p>4. 分别以两条连线为评定基线,沿 Z 方向量取各测得点到基线的最大距离 f_1 和 f_2;</p> <p>5. 两值中的最小值即为直线度误差值 f_{MZ}。</p>
法	<p>根据各测得点的坐标值,用下述方法之一求出符合最小包容区域评定方法的直线度误差值。</p> <p>方法一:变换计算法</p> <p>根据各测得点坐标值,经多次变换直线方程系数 q_1,逐步使求出的直线度误差值为最小的计算方法。</p> <p>1. 以各测得点中的两个端点坐标值($X_0, Z_0; X_n, Z_n$)求出两端点连线的直线方程系数 q_1 作为初始值:</p> $q_1 = \frac{Z_n - Z_0}{X_n - X_0} \dots\dots\dots (1)$ <p>式中: X_n, Z_n——末端点的坐标值; X_0, Z_0——起始点的坐标值。</p> <p>2. 将各测得点的坐标值 Z_i 用下式变换为新的坐标值:</p> $d_i = Z_i - Z_0 - q_1 \cdot X_i \dots\dots\dots (2)$ <p>式中: d_i——变换 q_1 后的各点纵坐标值; Z_i——变换 q_1 前的各点纵坐标值。</p> <p>3. 求出 d_i 中的最大、最小值之差 f_1;</p> $f_1 = d_{\max} - d_{\min}$ <p>4. 按一定优化方法改变 q_1 值;</p> <p>5. 按式(2)逐个算出变换后的坐标值 d_i,并求出 d_i 中的最大、最小值之差 f_2;</p> <p>6. 将 f_2 与 f_1 相比较,使较小者为 f_1;</p> <p>7. 反复进行 4~6 的步骤,使 f_1 为最小;</p> <p>8. 最后求出的 f_1 最小值即为直线度误差值 f_{MZ}。</p>

超星浏览器提醒您:
 使用本复制品
 请尊重相关知识产权!

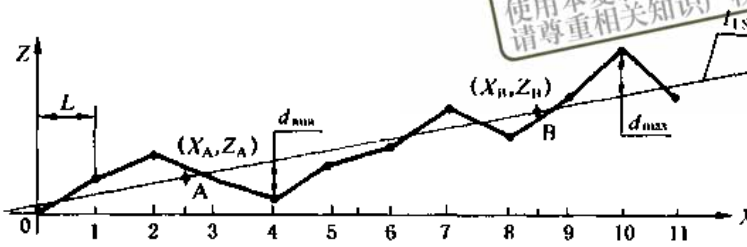
续表 24-5

评定方法	数 据 处 理
最 小 包 容 区 域 法 计 算 法 给 定 平 面 (或 给 定 方 向) 的 直 线 度 误 差	<p>方法二:极点计算法</p> <p>根据各测得点的坐标值,用某种方法判断出符合最小包容区域法的极点,并将极点坐标值代入公式算出直线度误差值的方法。</p> <p>1. 按下述方法判断极点:</p> <p>(1) 按式(1)计算出两 endpoint 连接直线方程系数 q_1 的初始值;</p> <p>(2) 按式(2)求出各点相对两 endpoint 连线的偏离值 d_i;</p> <p>(3) 找出 d_i 中的最大偏离值点 $(X_{(d_{max})}, d_{max})$ 和最小偏离值点 $(X_{(d_{min})}, d_{min})$;</p> <p>(4) 若最大或最小偏离值中有一个为零,则两 endpoint 和一个不为零的最大或最小偏离值点即为极点;</p> <p>(5) 若最大或最小偏离值均不为零,则进一步按下式计算出过最大偏离值点,向最小偏离值点一侧与该侧其余各点连线的斜率 K_1 和过最小偏离值点,向最大偏离值点一侧与该侧其余各点连线的斜率 K_2:</p> $K_1 = \frac{ d_{max} - d_i }{ X_{(d_{max})} - X_i }$ $K_2 = \frac{ d_{min} - d_i }{ X_{(d_{min})} - X_i }$ <p>(6) 分别求出 K_1, K_2 中的最小值 K_1, K_2;</p> <p>若 $K_1 < K_2$, 则确定 K_1 的 $(X_{(d_{max})}, d_{max})$ 点和 (X', d') 点, 以及最小偏离值点 $(X_{(d_{min})}, d_{min})$ 为极点;</p> <p>若 $K_1 > K_2$, 则确定 K_2 的 $(X_{(d_{min})}, d_{min})$ 点和 (X'', d'') 点, 以及最大偏离值点 $(X_{(d_{max})}, d_{max})$ 为极点;</p> <p>2. 用三个极点 (L, M, R) 的坐标值(见下图), 按下式计算出直线度误差值 f_{MZ}:</p> $f_{MZ} = \left \frac{X_M - X_R}{X_R - X_L} (Z_R - Z_L) - (Z_M - Z_R) \right $ <p>式中: X_M, Z_M —— 中间极点 M 的坐标值; X_L, Z_L —— 左极点 L 的坐标值; X_R, Z_R —— 右极点 R 的坐标值。</p> <p>注: 给定方向线可经投影后按上述方法处理。</p> 
	<p>任意方向的直线度误差</p> <p>1. 以各测得点中的两个 endpoint 坐标值 $[(X_0, Y_0, Z_0)$ 和 $(X_n, Y_n, Z_n)]$ 求出两 endpoint 连线的直线方程系数 q, p 作为初始值:</p> $q = \frac{X_n - X_0}{Z_n - Z_0}$ $p = \frac{Y_n - Y_0}{Z_n - Z_0}$ <p>2. 将各测得点的坐标值代入下式, 算出各点距该直线的径向距离:</p> $R_i = [(X_i - X_0 - q \cdot Z_i)^2 + (Y_i - Y_0 - p \cdot Z_i)^2]^{1/2}$ <p>3. 找出 R_i 中的最大值 f_1;</p> <p>4. 按一定优化方法改变 X_0, Y_0, p, q 值;</p> <p>5. 按上式逐个计算变换后的 R_i 值, 并找出 R_i 中的最大值 f_2;</p> <p>6. 将 f_2 与 f_1 相比较, 使较小者为 f_1;</p> <p>7. 反复进行 4~6 的步骤, 使 f_1 为最小;</p>

续表 24-5

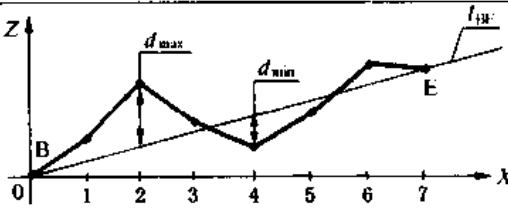
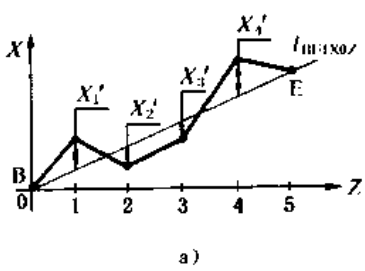
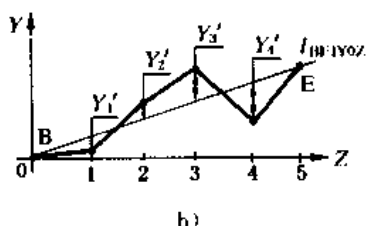
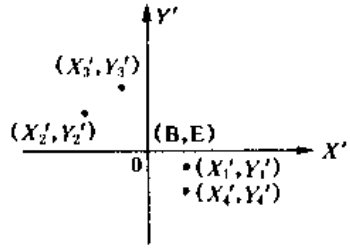
评定方法	数 据 处 理
最小包容区域法 计 算 法	<p>8. 最后求出的最小值 f_1 的两倍即为直线度误差值 ϕ_{MZ}。</p> <p>注：第 1 步骤也可改为：</p> <p>1. 以各测得点的坐标值求出最小二乘中线方程系数 a, b, q, p 的初始值； 系数 a, b, q, p 按最小二乘法的相应公式计算。</p>  <p style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto;">超星阅读器提醒您： 使用本复制品 请尊重相关知识产权！</p>
最小二乘法 作 图 法	<p>将各测得点坐标值绘制在坐标图上，用下述方法之一求出符合最小二乘法评定的直线度误差值。本方法仅适用于给定平面、给定方向的直线度误差在等跨距测量时的数据处理。</p> <p>方法一： 本方法适用于测量点数较少（一般少于 10 点）的场合。</p>  <ol style="list-style-type: none"> 1. 将各测得点的坐标值按一定比例绘制在坐标系中； 2. 按图所示，从首末两点分别标出 $\frac{2}{3}L$ 线段长度； 3. 从起始点绘制 0,1 两点的连线，与第 1 段 $\frac{2}{3}L$ 线交于 a_1 点； 4. 绘制 a_1 点和第 2 点的连线，与第 2 段 $\frac{2}{3}L$ 线交于 a_2 点； 5. 同理，逐步向右作图； 6. 绘制第 a_{n-1} 点和第 n 点的连线，与第 $n-1$ 段 $\frac{2}{3}L$ 线交于 a_n 点，即图中的 A 点；该点即为最小二乘中线上的一点； 7. 以第 n 点为起始点，按上述原理从右向左逐步绘制，求出另一个最小二乘中线点 B； 8. 连接 A, B 两点，即得到最小二乘中线 l_{LS}； 9. 量出各测得点相对最小二乘中线 l_{LS} 上、下方在 Z 坐标方向的最大、最小偏离值 d_{max}, d_{min}； 10. 直线度误差值 f_{LS} 为： $f_{LS} = d_{max} - d_{min}$

续表 24-5

评定方法	数 据 处 理
作 图 最 小 二 乘 法	<p>方法二： 本方法适用于测量点数较多（一般大于或等于 10 点）的场合。</p>  <p>1. 将各测得点坐标值按一定比例绘制在坐标系中，依次连接各点得到测得直线图形； 2. 通过 A、B 两点，绘出最小二乘中线 l_{LS}； A、B 两点的坐标 $X_A, Z_A; X_B, Z_B$ 为： a) 当 n 为奇数时： $X_A = \frac{n-1}{4}L, \quad Z_A = \frac{2}{n+1}\sum Z_i (i=0, 1, \dots, (n-1)/2)$ $X_B = \frac{3n+1}{4}L, \quad Z_B = \frac{2}{n+1}\sum Z_i (i=(n+1)/2, \dots, n)$ b) 当 n 为偶数时： $X_A = (n/4)L, \quad Z_A = \frac{2}{n+2}\sum Z_i (i=0, 1, \dots, n/2)$ $X_B = (3n/4)L, \quad Z_B = \frac{2}{n+2}\sum Z_i (i=n/2, \dots, n)$ 式中：L——测量跨距； n——分段数。 3. 量出各测得点相对该最小二乘中线 l_{LS} 上、下方在 Z 坐标方向的最大、最小偏离量 d_{max}, d_{min}； 4. 直线度误差值 f_{LS} 为： $f_{LS} = d_{max} - d_{min}$</p>
	<p>乘 法 计 算</p> <p>1. 根据各测得点的坐标值，求出最小二乘中线 l_{LS} 的方程系数 a, q： $a = \frac{\sum Z_i \sum X_i^2 - \sum X_i \sum X_i Z_i}{(n+1)\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$ $q = \frac{(n+1)\sum X_i Z_i - \sum X_i \sum Z_i}{(n+1)\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$ 式中：n——分段数； X_i——各测得点的横坐标值 ($i=0, 1, 2, \dots, n$)； Z_i——各测得点的纵坐标值 ($i=0, 1, 2, \dots, n$)。 2. 将各测得点的坐标值 Z_i，用下式变换为新的坐标值： $d_i = Z_i - a - qX_i$ 3. 求出 d_i 中的最大、最小值之差，该差值即为直线度误差值 f_{LS}： $f_{LS} = d_{max} - d_{min}$ 除采用计算机进行上述计算外，还可采用表格法进行计算（此处从略）。</p> <p>任意方向的直线度误差</p> <p>1. 根据各测得点的坐标值，求出最小二乘中线 l_{LS} 方程的系数 a, b, q, p： $a = \frac{\sum Z_i^2 \sum X_i - \sum X_i Z_i \sum Z_i}{(n+1)\sum Z_i^2 - (\sum Z_i)^2}$ $b = \frac{\sum Z_i^2 \sum Y_i - \sum Y_i Z_i \sum Z_i}{(n+1)\sum Z_i^2 - (\sum Z_i)^2}$ $q = \frac{(n+1)\sum X_i Z_i - \sum X_i \sum Z_i}{(n+1)\sum Z_i^2 - (\sum Z_i)^2}$ $p = \frac{(n+1)\sum Y_i Z_i - \sum Y_i \sum Z_i}{(n+1)\sum Z_i^2 - (\sum Z_i)^2}$</p>

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

续表 24-5

评定方法	数 据 处 理	
最小二乘法	任意方向的直线度误差	<p>式中：n——分段数； X_i, Y_i——各测得点在横截面上的坐标值 ($i=0, 1, 2, \dots, n$)； Z_i——各测得点的轴向坐标值 ($i=0, 1, 2, \dots, n$)。</p> <p>2. 将各测得点的坐标值 X_i, Y_i 代入下式，算出各点距该直线的各向距离 R_i： $R_i = \sqrt{(X_i - a - qZ_i)^2 + (Y_i - b - pZ_i)^2}$</p> <p>3. 找出 R_i 中的最大值 f_1； 4. 按一定优化方法改变 a, b 值； 5. 按上式逐个计算变换 a, b 值后的 R_i 值，并找出 R_i 中的最大值 f_2； 6. 将 f_2 与 f_1 相比较，使较小者为 f_1； 7. 反复进行 4~6 的步骤，使 f_1 为最小； 8. 直线度误差值 $f_{LS} = 2f_1$。</p> <p>除采用计算机进行上述计算外，还可采用表格计算法进行近似计算（此处从略）。</p>
两端点连线法	给定平面（或给定方向）的直线度误差	<p>将各测得点的坐标值按一定比例绘制在坐标图上，并顺序连接各点得到测得直线图形，用下述方法之一求出符合两端点连线法评定的直线度误差值。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>1. 在测得直线图形上绘出首末两点 B、E 的连线 l_{BE}； 2. 沿 Z 方向量出各点在两端点连线 l_{BE} 上、下方的最大、最小偏离量 d_{max} 和 d_{min}； 3. 直线度误差值 $f_{BE} = d_{max} - d_{min}$。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>a)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>b)</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>c)</p> </div> <p style="text-align: center;">图 1</p> <p>1. 将各测得点的坐标值 (X_i, Y_i, Z_i) 按一定比例分别绘制在 XOZ, YOZ 两个平面坐标系中，得到两个投影面内的测得直线图形（图 1a）、b）； 2. 分别连接图 1a）、b）上的首末两点 B、E，得到两端点连线 l_{BE} 在 XOZ, YOZ 坐标平面上的投影线 $l_{BE1} X_2 Z$、$l_{BE1} Y_2 Z$；</p>

续表 24-5

评定方法	数据 处 理
两 端 点 连 线 法 任 意 方 向 的 直 线 度 误 差 法	<p>3. 沿 X 和 Y 方向分别量取各测点到两端点连线 l_{BE} 的距离 X' 和 Y', 且找出 X' 和 Y' 中的最大、最小值 $X'_{max}, X'_{min}, Y'_{max}, Y'_{min}$;</p> <p>4. 将 XOZ 和 YOZ 平面上最大、最小值点投影到垂直于两端点连线 l_{BE} 的平面 $X'OY'$ 上, 见图 1c);</p> <p>5. 按下述几种最大、最小值的不同情况, 选择作图方法, 求出直线度误差值 ϕf_{BE}:</p> <p>(1) 一个坐标平面上的最大、最小值为单向或双向(图 2a, b), 另一个坐标平面上的最大、最小值均为零(图 2c)(两点情况); 则成单向或双向的测得直线图形上, 其纵坐标方向的最大值与最小值之差即为直线度误差值 f_{BE}(图 2d, e)。</p>
	<p>(2) 两个坐标平面上的最大、最小值均为单向(图 3a, b)(三点情况); 先以距离最远两点的连线为直径作圆, 如另一点位于圆内, 则该圆直径即为直线度误差值 ϕf_{BE}(图 3c); 如另一点不在圆内, 则以三点作圆(步骤如下), 其直径即为直线度误差值 ϕf_{BE}(图 4)。</p> <p>三点作圆的步骤(图 4):</p> <p>a) 作任意两点的两条连线, 并分别作其中垂线;</p> <p>b) 以两条中垂线的交点为圆心, 以 OO' 为半径作圆;</p> <p>图 4</p> <p>注: 当两个坐标面上的最大值为同一点时, 该点到两端点连线 l_{BE} 的距离即为直线度误差值 ϕf_{BE}。见图 5。</p>

续表 24-5

评定方法

数 据 处 理

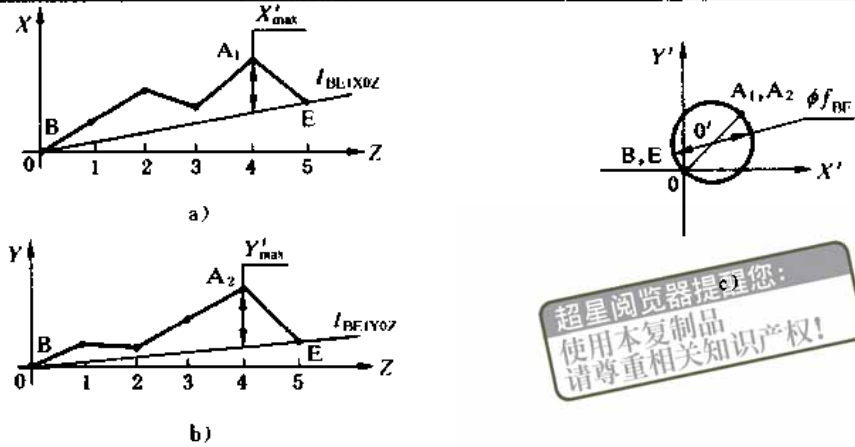


图 5

(3) 一个坐标平面上的最大、最小值为单向(图 6a)), 另一个坐标平面上的最大、最小值为双向(图 6b))(四点情况):

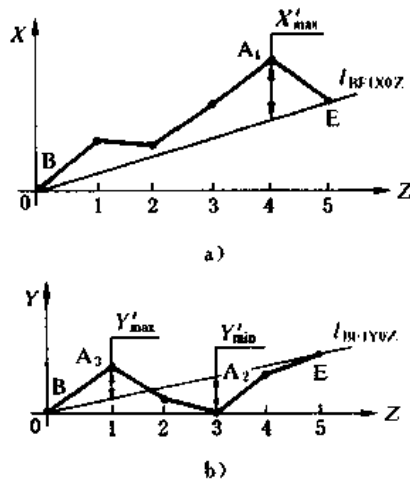


图 6

先在 $X'OY'$ 坐标图上连接三个最大、最小值对应点和坐标原点成一个四边形(图 7), 按下述四点作图方法求出直线度误差值 ϕ_{BF} 。

四点作图步骤(图 7):

a) 作四边形对角点连线;

b) 以两对角点连线中较长者为直径作圆;

c) 若另两个对角点位于该圆内, 则该圆的直径即为直线度误差值 ϕ_{BF} ;

d) 若另两个对角点中有一个点位于圆外, 则以对角两点与圆外点这三点按三点作图步骤(图 4)作图, 求出直线度误差值 ϕ_{BF} ;

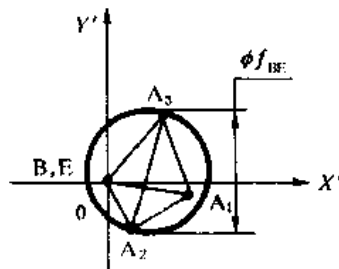
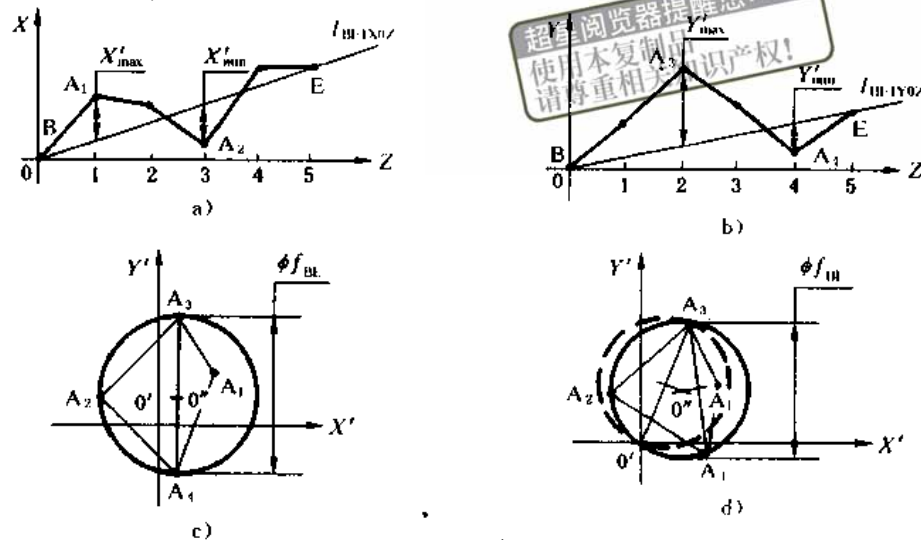
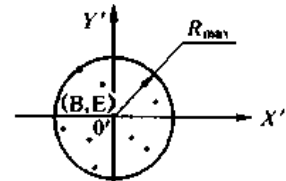
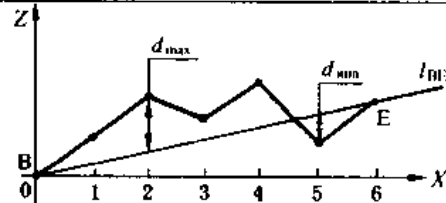


图 7

两
端
点
连
线
法

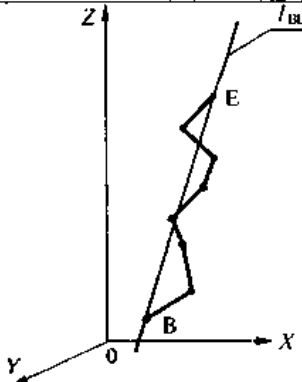
任
意
方
向
的
直
线
度
误
差

续表 24-5

评定方法	数据处 理
作 图 任 意 方 向 的 直 线 度 误 差 两 端 点 连 线 法	<p>(4) 两个坐标平面上的最大、最小值均为双向(图 8a、b))(五点情况):</p> <p>先在 $X'O'Y'$ 坐标图上连接四个最大、最小值点, 成一个四边形, 若坐标原点在該四边形之内(图 8c)), 则按四点作图方法(图 7)求出直线度误差值 $\phi_{f_{BE}}$。</p> <p>若坐标原点不在該四边形之内(图 8d)), 则连接五个点成一个五边形, 参照四点或三点作图法步骤, 求出直线度误差值 $\phi_{f_{BE}}$。</p>  <p style="text-align: center;">图 8</p> <p>若各测得点较均匀地落在 $X'O'Y'$ 平面上的多个象限内, 则可求出各点距两端点连线的半径距离 R_i:</p> $R_i = (X_i^2 + Y_i^2)^{1/2}$ <p>取其中 R_{max} 的两倍作为直线度误差值 $\phi_{f_{BE}}$ 的近似值(图 9)。</p>  <p style="text-align: center;">图 9</p>
	<p>计 算 给 定 平 面 (或 给 定 方 向) 的 直 线 度 误 差</p>  <ol style="list-style-type: none"> 根据各测得点的坐标值, 求出两端点连线 l_{BE} 的方程系数 a, q: $a = Z_B - \frac{Z_E - Z_B}{X_E - X_B} X_B$ $q = \frac{Z_E - Z_B}{X_E - X_B}$ 式中: Z_B, X_B——起始点 B 的坐标值; Z_E, X_E——末端点 E 的坐标值。 将各测得点的坐标值 Z_i, 用下式变换为新的坐标值: $d_i = Z_i - a - qX_i$ 求出 d_i 中的最大、最小值之差, 该值即为直线度误差值 f_{BE}: $f_{BE} = d_{max} - d_{min}$

续表 24-5

招星浏览器提醒您：
使用本套制品
请尊重相关知识产权！

评定方法	数 据 处 理
两端点连线法 任意方向的直线度误差	<p>实际应用中,为了简化计算,可将起始点 B 定在坐标原点上,即: $X_0 = X_B = 0, Z_0 = Z_B = 0$; 且将 X_i 用测点序号 $0, 1, 2, \dots, n$ 代替,则上列各式可简化为:</p> $q = \frac{Z_E}{n}$ $a = 0$ $d_i = Z_i - \frac{Z_E}{n} i$  1. 根据各测得点的坐标值,求出两端点连线 l_{BE} 的方程系数 a, b, q, p : $a = X_B - \frac{X_E - X_B}{Z_E - Z_B} Z_B$ $b = Y_B - \frac{Y_E - Y_B}{Z_E - Z_B} Z_B$ $q = \frac{X_E - X_B}{Z_E - Z_B}$ $p = \frac{Y_E - Y_B}{Z_E - Z_B}$ 式中: X_B, Y_B, Z_B ——起始点 B 的坐标值; X_E, Y_E, Z_E ——末端点 E 的坐标值。 2. 将各测得点的坐标值 X_i, Y_i 代入下式,求出各测得点距两端点连线 l_{BE} 的半径距离 R_i : $R_i = [(X_i - a - qZ_i)^2 + (Y_i - b - pZ_i)^2]^{1/2}$ 3. 找出 R_i 中的最大值 f_1 ; 4. 按一定优化方法改变 a, b 值; 5. 按上式逐个计算变换 a, b 后的 R_i 值,并找出 R_i 中的最大值 f_2 ; 6. 将 f_2 与 f_1 相比较,使较小者为 f_1 ; 7. 反复进行 4~6 的步骤,使 f_1 为最小; 8. 所求出的 f_1 最小值的两倍即为直线度误差值 $\phi_{f_{BE}}$ 。 注:①有时为了计算简化起见,把第 3 步找出的 R_i 最大值 f_1 的两倍作为按两端点连线法评定的直线度误差值 $\phi_{f_{BE}}$ 的近似值。 ②当起始点 B 定在坐标原点时,即 $X_B = Y_B = Z_B = 0$,则上述公式可简化为: $a = 0, b = 0$ $q = \frac{X_E}{Z_E}$ $p = \frac{Y_E}{Z_E}$ $R_i = [(X_i - qZ_i)^2 + (Y_i - pZ_i)^2]^{1/2}$

5 仲裁

5.1 图样上未规定检测方案,而在测量时发生争议:

- a. 如用相同的测量方法和数据处理方法时,则用不确定度更小的计量器具测量进行仲裁。
- b. 如用不同的测量方法时,则按不确定度较小的

测量方法进行仲裁。

c. 如用相同的测量方法,而用不同的数据处理方法时,则按最小包容区域法评定的误差值进行仲裁。

5.2 图样上已给定检测方案而在测量时发生争议,则按给定的检测方案进行仲裁。

第25章

平面度误差检测

超星浏览器提醒您：
请支持正版图书！

《平面度误差检测》(GB/T 11337—1989)规定了平面度误差检测的术语、定义、评定方法、检测方法和数据处理方法。它是对GB/T 1958中平面度误差检测的具体规定。

1 术语及定义

有关平面度误差检测的术语及定义如表 25-1 所列。

表 25-1 有关平面度误差检测的术语及定义

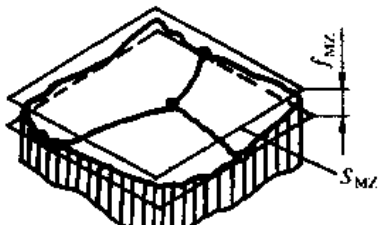
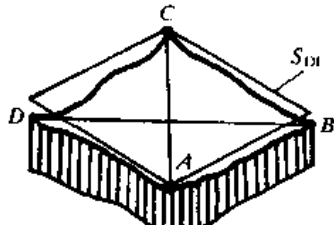

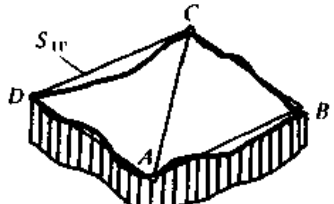
序号	术 语	定 义
1	理想平面	具有几何学意义的平面
2	实际平面	零件上实际存在的平面
3	测得平面	测量得到的平面 注：在评定平面度误差时，用测得平面代替实际平面。
4	平面度误差	实际平面对其理想平面的变动量，理想平面的位置应符合最小条件
5	平面度最小包容区域	包容实际平面，且具有最小宽度的两平行平面之间的区域
6	平面度误差值	用平面度最小包容区域的宽度 f 表示的数值
7	测量基面	在测量过程中，获得测量值的参考面
8	评定基面 最小区域面 S_{MZ} 最小二乘中心平面 S_{LS} 对角线平面 S_{DL} 三远点平面 S_{TP}	评定平面度误差的理想平面 构成平面度最小包容区域的两平行理想平面之一 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 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 通过实际平面上相距较远的三个点的理想平面
9	极点	在最小包容区域面上的测得点

2 评定方法

平面度误差的评定方法有：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，如表 25-2 所列。其中最小包容区域法的评定结果小于或等于其他三种评定方法。

表 25-2 平面度误差的评定

方法	评 定	方法	评 定
最小包容区域法	<p>以最小区域面 S_{MZ} 作为评定基面的方法, 按此方法求得平面度误差值 f_{MZ}:</p> $f_{MZ} = f = d_{max} - d_{min}$ <p>式中: d_{max}, d_{min}——各测得点相对最小区域面 S_{MZ} 的最大、最小偏离值。 d_i 在 S_{MZ} 上方取正值, 下方取负值。</p>  <p>注: 最小包容区域判别法见第 23 章第 4 节</p>	对角线平面法	<p>以对角线平面 S_{DL} 作为评定基面的方法, 按此方法求得平面度误差值 f_{DL}:</p> $f_{DL} = d_{max} - d_{min}$ <p>式中: d_{max}, d_{min}——测得点相对对角线平面 S_{DL} 的最大、最小偏离值。 d_i 在 S_{DL} 上方取正值, 下方取负值</p> 
最小二乘法	<p>以最小二乘中心平面 S_{LS} 作为评定基面的方法, 按此方法求得平面度误差值 f_{LS}:</p> $f_{LS} = d_{max} - d_{min}$ <p>式中: d_{max}, d_{min}——测得点相对最小二乘中心平面 S_{LS} 的最大、最小偏离值。 d_i 在 S_{LS} 上方取正值, 下方取负值</p> 	三远点平面法	<p>以三远点平面 S_{TP} 作为评定基面的方法, 按此方法求得平面度误差值 f_{TP}:</p> $f_{TP} = d_{max} - d_{min}$ <p>式中: d_{max}, d_{min}——测得点相对三远点平面 S_{TP} 的最大、最小偏离值。 d_i 在 S_{TP} 上方取正值, 下方取负值</p> 

3 测量方法

3.1 测量方法分类

平面度误差的测量方法按测量原理、测量器具等分类, 见图 25-1。

(1) 直接方法

通过测量可直接获得测得平面各点坐标值或直接评定平面度误差值的测量方法。

(2) 间接方法

通过测量不能获得测得直线各点坐标值, 需经过数据处理获得各点坐标值的测量方法。

(3) 组合法

通过误差分离技术, 消除测量基线(或基面)本身的直线度(或平面度)误差的测量方法。

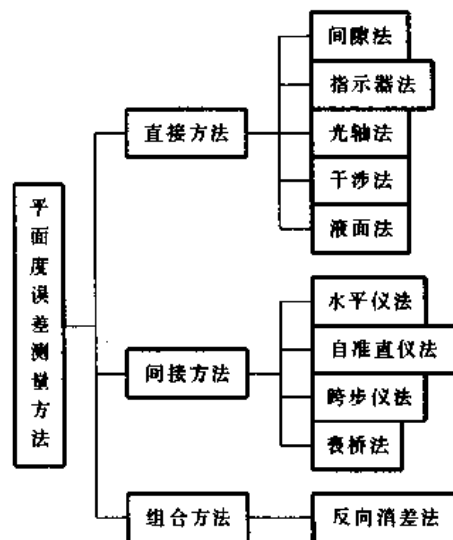


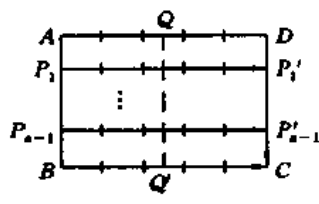
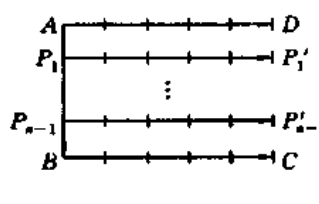
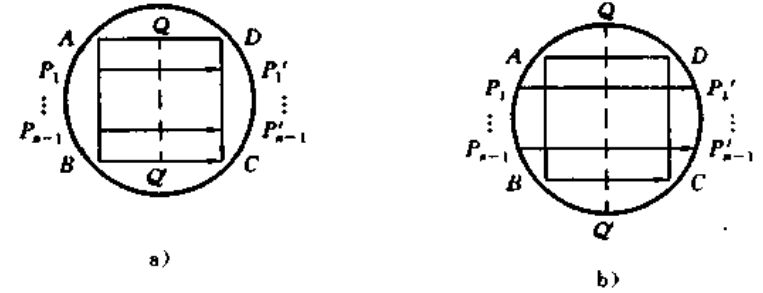
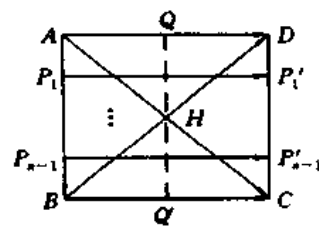
图 25-1 平面度误差测量方法的分类

3.2 测量布点形式

布点形式之一进行测量外,也可采用其他形式的布点方法。

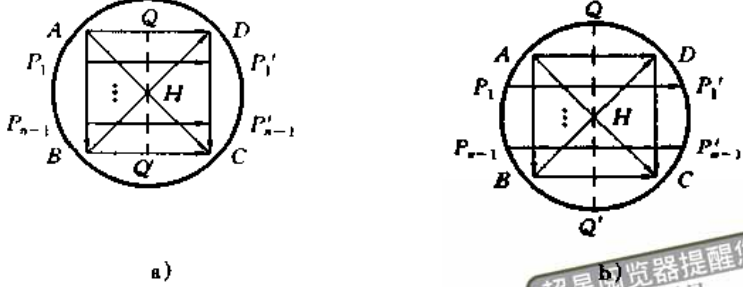
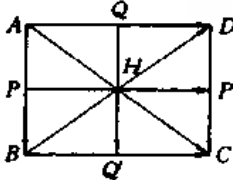
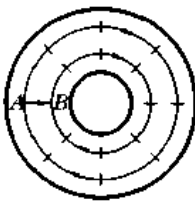
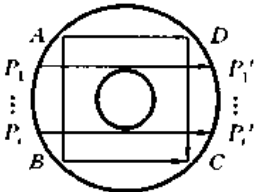
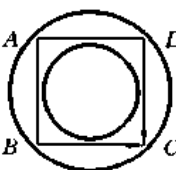
用间接方法测量平面度误差时,主要有三种常用的测量布点形式,如表 25-3 所列。除选用这三种测量

表 25-3 平面度误差测量的布点形式

布点形式	测量顺序	说明
矩形平面 网格布点	 <p style="text-align: center;">适用于公差等级较高的平面</p>	a. 横向测量线 $P_i P_i'$ 的数目可随被测平面的大小及测量精度要求进行增减。 b. 必要时,可适当增加纵向测量线,如图中的 QQ' 线
	 <p style="text-align: center;">适用于公差等级较低的平面</p>	
圆形平面	 <p style="text-align: center;">测量顺序与矩形平面相似,若需要可从 ABCD 矩形向外延伸布点(见图 b))</p>	
对角线布点 矩形平面		a. 横向测量线 $P_i P_i'$ 的数目可随被测平面的大小及测量精度要求进行增减。 b. 必要时,可适当增加纵向测量线,如图中的 QQ' 线。 c. 对角线方向的分段数一般应为偶数。

星浏览器提醒您:
 使用本复制品
 请尊重相关知识产权!

续表 25-3

布点形式	测 量 顺 序	说 明
圆形平面 对角线布点	 <p>a)</p> <p>测量顺序与矩形平面相似,若需要从 ABCD 矩形向外延伸布点(见图 b))</p>	
	 <p>对于小平面,可直接简化成米字形的布点形式。</p>	
圆 环 形 平 面 布 点	<p>a. 方式一:圆环布点</p>  <p>(1) A→A 圆环线 (2) B→B 圆环线 (3) A→B</p>	<p>a. 方式一、方式二适用于圆环面较宽的表面,圆环线数目可根据圆环面宽度和测量精度要求进行适当增减,但不能少于两环。</p>
	<p>b. 方式二:</p>  <p>(1) A→B→C (2) A→D→C (3) P₁→P'₁ ⋮ P_i→P'_i ⋮ P_{n-1}→P'_{n-1}</p>	<p>b. 方式三适用于圆环面较窄的表面。</p>
	<p>c. 方式三:</p>  <p>(1) A→B→C (2) A→D→C</p>	<p>c. 圆环布点一般仅适用于用水平仪或与水平仪工作原理相似的仪器进行测量的场合</p>

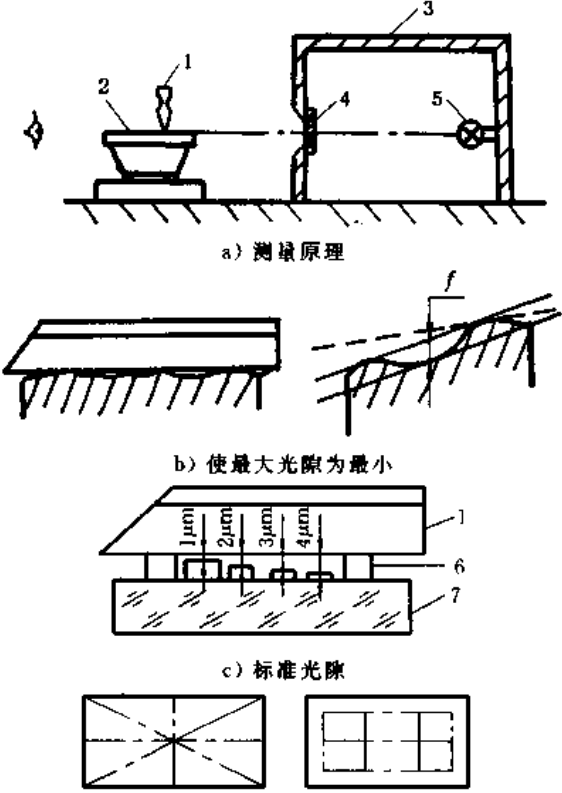
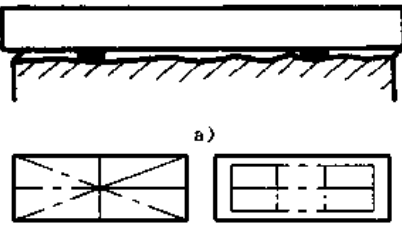
超星浏览器提醒您:
 禁止本复制品
 传播知识产权!

3.3 测量原理和测量步骤

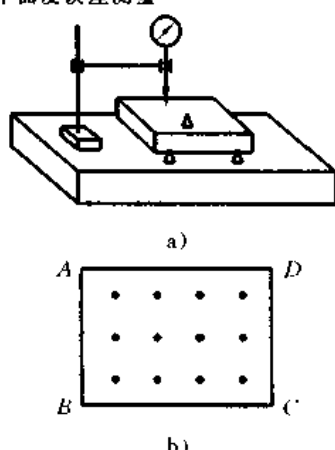
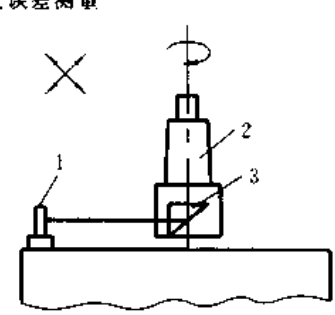
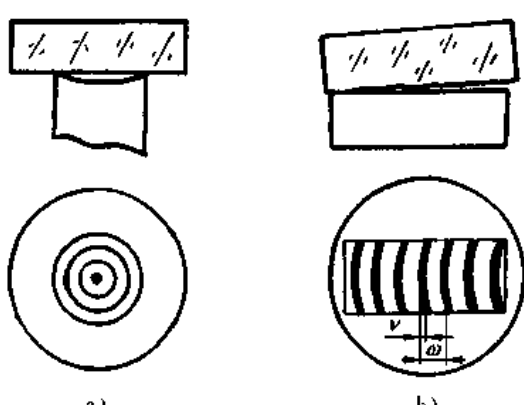
如表 25-4 所列。表 25-4 中所用符号及其说明如表 25-

各种平面度误差测量方法的测量原理和测量步骤 5 所列。

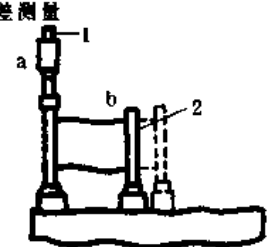
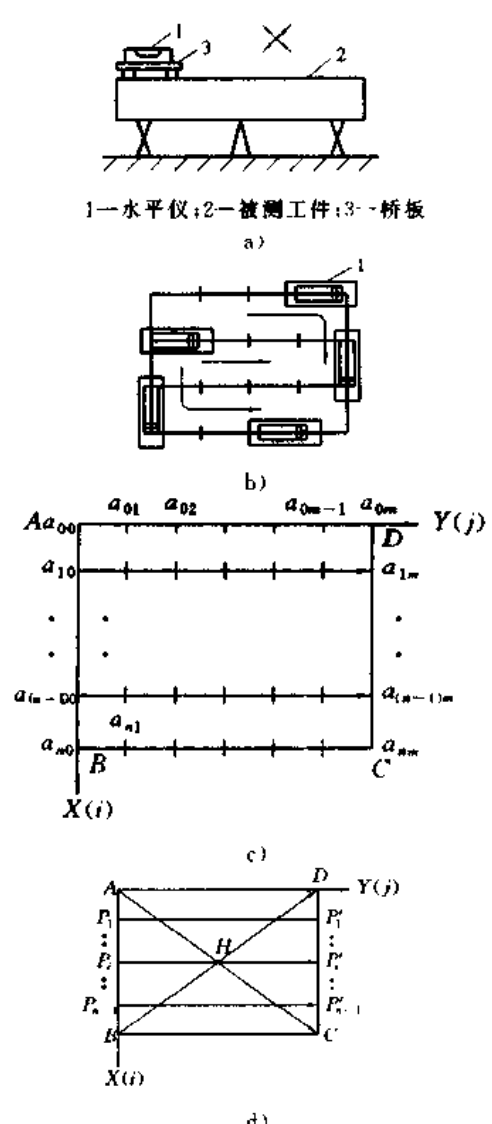
表 25-4 平面度误差的测量方法

测量方法	测量原理	测量步骤
直 接 方 法	<p>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近似值的方法。</p> <p>该方法适用于磨削或研磨加工的小平面平面度误差测量。</p>  <p>a) 测量原理</p> <p>b) 使最大光隙为最小</p> <p>c) 标准光隙</p> <p>d) 测量不同截面</p> <p>1—样板直尺;2—被测工件;3—灯光箱; 4—毛玻璃;5—光源;6—量块;7—平晶</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 将测量基线与被测直线直接接触,并置于光源和眼睛之间的适当位置,见图 a); 2. 调整样板直尺,使最大光隙尽可能最小,见图 b); 3. 与标准光源(图 c));相比较,估读出单个截面的直线度误差值; 4. 根据被测平面形状,沿多个方向进行测量(图 d));取其中的最大值作为被测平面的平面度误差近似值。 <p>注:① 测量基线常用样板直尺(刀口尺)、平尺类量具体现; ② 标准光隙由样板直尺、量块和平晶组合产生,见图 c) ③ 应在相同条件下观察标准光隙和被测工件的光隙。</p>
	<p>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,取其中最大值作为平面度误差近似值的方法。</p> <p>该方法适用于低精度平面的平面度误差测量</p>  <p>a)</p> <p>b)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 将平尺类量具体现的测量基线置于被测直线上,并在离平尺两端约 $\frac{2}{9}l$ (l 为平尺长度)处垫上等厚量块(图 a)); 2. 用片状塞规或塞尺直接测出平尺工作面与被测直线之间的距离; 3. 测得的最大距离减等厚量块厚度即为该截面的直线度误差近似值; 4. 根据被测平面的形状,沿多个方向进行测量(图 b))取其中最大值作为被测平面的平面度误差近似值

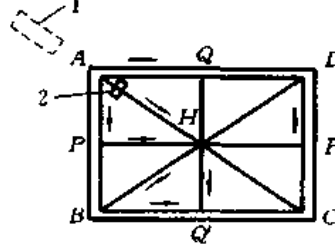
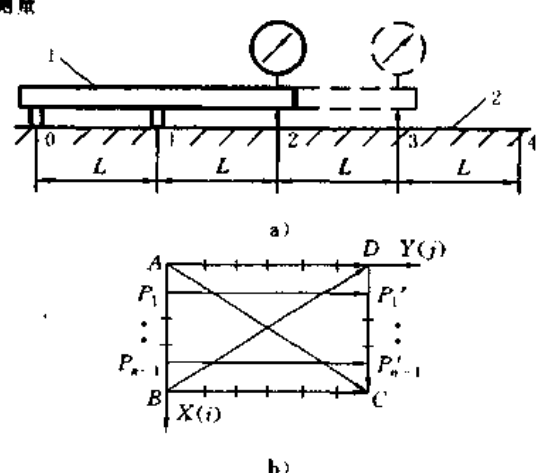
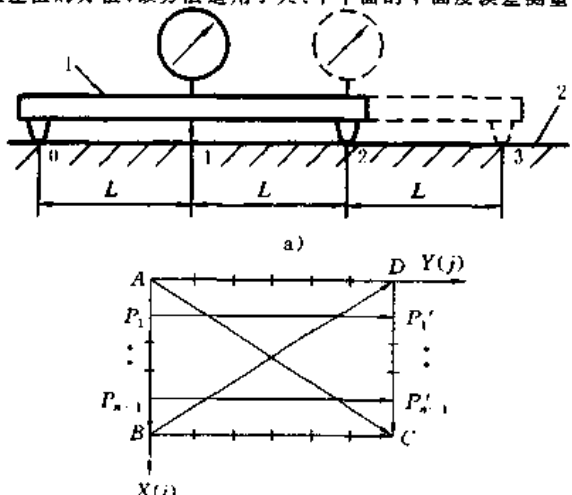
续表 25-4

测量方法	测量原理	测量步骤
指示器法	<p>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,进而评定平面度误差值的方法,该方法适用于中、小平面的平面度误差测量</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 将两对角线的角点分别调成等高或大致等高(也可调整任意三远点); 2. 按一定布点形式(便于数据处理)逐点移动测量装置(或移动工件),同时记录示值 h_i,即可获得各测点相对测量基面的坐标值 $Z_i = h_i$; <p>注: ① 测量基面常用平板体现,也可用坐标测量仪体现;</p> <p>② 如两对角线点的示值分别相等,则:</p> $f_{DI} = h_{max} - h_{min}$ <p>③ 如任意三远点的示值相等,则:</p> $f_{IP} = h_{max} - h_{min}$
直接方法	<p>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,进而评定平面度误差值的方法,该方法适用于一般精度大平面的平面度误差测量</p>  <p>1—瞄准靶; 2—准直望远镜; 3—转向棱镜</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 将两对角线的角点分别调成等高或大致等高(也可调整任意三远点); 2. 按一定布点形式移动瞄准靶逐点测量,同时记录各点示值 h_i,即可得各测点相对测量基面的坐标值 $Z_i = h_i$; <p>注: ① 测量基面由平面扫描仪形成;</p> <p>② 如两对角线点示值分别相等,则:</p> $f_{DI} = h_{max} - h_{min}$ <p>③ 如任意三远点的示值相等,则:</p> $f_{IP} = h_{max} - h_{min}$
干涉法	<p>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的方法,该方法适用于精研表面的平面度误差测量</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 将平晶工作面以微小角度逐渐与被测面相贴合; 2. 若被测面内凹或外凸,出现环形干涉带(图 a),则应调整平晶的位置,使干涉带数为最少,其平面度误差近似值为: $f' = \frac{\lambda}{2} \cdot n$ <p>式中: n——环形干涉带数,其读取原则是以环心的带纹色泽为准,读取色泽相同的带纹数;</p> <p>λ——光波波长。</p> <p>如出现一个方向弯曲的干涉条纹(图 b),则应调整平晶位置,使之出现 3~5 条干涉带,其平面度误差近似值为:</p> $f' = \frac{\nu}{\omega} \cdot \frac{\lambda}{2}$ <p>式中: ν——干涉带弯曲量;</p> <p>ω——干涉带间距。</p>

续表 25-4

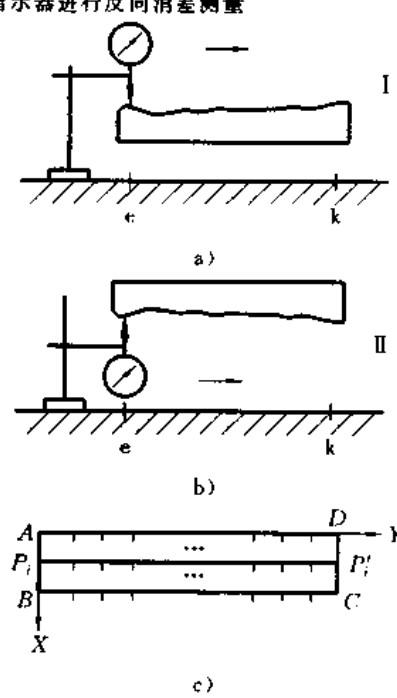
测量方法	测量原理	测量步骤
直接方法	<p>以液体构成的水平面作为测量基准,测出被测面相对测量基准的偏离量,进而评定平面度误差值的方法,该方法适用于大平面的平面度误差测量</p>  <p>1—深度千分尺;2—罐式水平量具</p>	<p>1. 取罐式水平量具 a, b 在同一位置的示值作为零位示值; 2. 固定量具 a, 按一定布点形式逐点移动量具 b, 将测量示值与零位示值之差 h_{ij} 乘 2 并进行记录, 即获得各测点相对测量基准的坐标值 $Z_{ij} = 2h_{ij}$。</p> <p>注: ① 测量基准由罐式水平量具的水平面体现; ② 如两对角线点的示值分别相等, 则: $f_{DL} = 2(h_{max} - h_{min})$ ③ 如任意三点示值的示值相等, 则: $f_{TP} = 2(h_{max} - h_{min})$</p>
间接方法	<p>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准(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的方法, 该方法适用于大、中型平面的平面度误差测量</p>  <p>1—水平仪;2—被测工件;3—桥板</p>	<p>1. 根据被测平面的形状、尺寸, 选择布点形式, 并确定各个方向的分段数及桥板跨距:</p> $L = \frac{l}{n}$ <p>式中: l——被测截面的长度; L——桥板跨距; n——分段数。</p> <p>2. 将被测平面大致调水平(对自然水平面的倾斜角不大于 $10'$), 然后按选定的布线方式依测量顺序和方向逐线首尾衔接地进行测量, 并同时记录各点示值 a_{ij} ($a_{00} = 0$);</p> <p>3. 按第 4 节的方法将示值 a_{ij} 转换成各点坐标值 Z_{ij};</p> <p>4. 按第 4 章的方法对各点坐标值 Z_{ij} 进行数据处理, 求出平面度误差值</p>

续表 25-4

测量方法	测量原理	测量步骤
自准直仪法	<p>将固定有反射镜的桥板置于被测平面上,按对角线布点形式推动桥板,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的方法,该方法适用于大、中型平面的平面度误差测量</p>  <p>1—自准直仪;2—反射镜</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 根据被测平面的形状、尺寸,选择对角线布点形式,并根据确定各个方向的分段数及桥板跨距; 2. 将被测平面大致调水平,然后按测量顺序和方向逐线进行测量,并同时记录各点示值 a_{ij} ($a_{00}=0$); 3. 按第 4 节的方法将各点示值 a_{ij} 转换成各点坐标值 Z_{ij}; 4. 按第 4 节的方法对各点的坐标值 Z_{ij} 进行数据处理,求出平面度误差值
间接法	<p>以跨步仪相等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的方法,该方法适用于大、中平面及圆环面的平面度误差测量</p>  <p>1—跨步仪;2—被测平面</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 根据被测平面的形状、尺寸,确定各方向的分段数及跨步仪的跨距,跨距 L 为跨步仪两固定支点的中心距; 2. 将跨步仪放在研磨平尺上,使指示器示值对零; 3. 沿测量方向依次逐段测量(每次移动一个跨距 L),同时记录各点示值 c_{ij}; 4. 按第 4 节的方法将各点示值 c_{ij} 转换成坐标值 Z_{ij}; 5. 按第 4 节的方法对各点坐标值 Z_{ij} 进行数据处理,求出平面度误差值
表桥法	<p>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的方法,该方法适用于大、中平面的平面度误差测量</p>  <p>1—表桥;2—被测平面</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 根据被测平面的形状、尺寸,确定各方向的分段数及表桥跨距,跨距 L 为表桥两固定支点的中心距离之半; 2. 将表桥放在研磨平尺上,使指示器示值对零; 3. 沿测量方向依次逐段测量(每次移动一个跨距 L),同时记录各点示值 b_{ij}; 4. 按第 4 节的方法,将各点示值 b_{ij} 转换成坐标值 Z_{ij}; 5. 按第 4 节的方法,对各点坐标值 Z_{ij} 进行数据处理,求出平面度误差值

使用本复制品
请尊重相关知识产权!

续表 25-4

测量方法	测量原理	测量步骤
组合方法	<p>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的方法。</p> <p>本方法适用于窄长工件的高精度平面度误差测量。</p> <p>用一个指示器进行反向消差测量</p> 	<p>1. 将被测零件放置在可作直线移动的工作台上,指示器固定在测量支架上;或将工件放置在平板上,指示器固定在可作直线移动的工作台上(图 a);</p> <p>2. 移动工作台或指示器,调整被测零件,使三远点示值大致相等;</p> <p>3. 按网格布点形式[图 c)]沿 Y 方向测量线 AD、P_iP_i' 和 BC 逐点顺序测量[图 a)],同时记录指示器的示值 h_{1j} ($i=0,1,2,\dots,n; j=0,1,2,\dots,m$);</p> <p>4. 测量方向旋转 90°,测量 AB、DC 测量线,各点示值为 h_{10}, h_{1m};</p> <p>5. 将零件翻转 180°(图 b));并尽可能保证翻转前后在 X、Y 两个方向分别使用同一段导轨,重复 1~4 步骤的操作,测得被测平面翻转后对应点处的指示器示值 h_{2j};</p> <p>6. 用下式求出各条测量线上各测得点的示值 h_{ij}:</p> $h_{ij} = \frac{h_{1j} + h_{2j}}{2}$ <p>7. 通过平移和旋转,使 P_iP_i' 测量线上的首末点与 AB、DC 测量线上对坐标值 h_{10} 和 h_{1m} 等值,同时变换 P_iP_i' 测量线上其余各点的示值,求出各点的坐标值 Z_{ij};</p> <p>其中: $Z_{i0} = h_{10}, Z_{im} = h_{1m}$ (即: AB、DC 两条测量线上各点测得值等于转换后的坐标值);</p> <p>8. 按第 4 节的方法对 Z_{ij} 进行数据处理,求出平面度误差值。</p> <p>注: ① 测量 Y 方向测量线时,不得调整工件。 ② 测量 X 方向测量线时,不得调整工件。</p>

续表 25-4

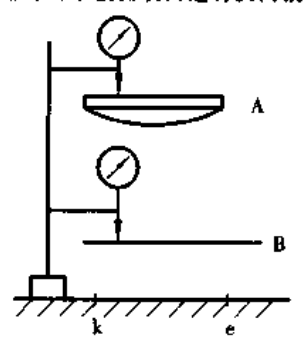
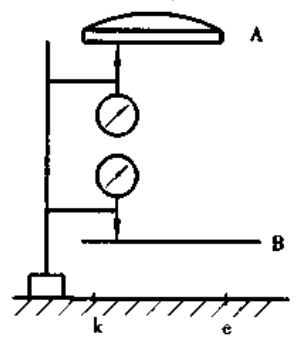
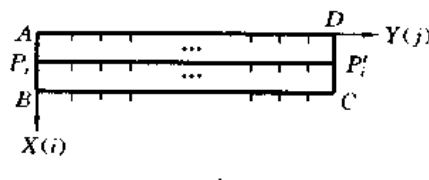
测量方法	测量原理	测量步骤
组 合 方 法 反 向 消 差 法	<p style="text-align: center;">用两个指示器对两个被测表面进行反向消差测量</p>  <p style="text-align: center;">a)</p>  <p style="text-align: center;">b)</p>  <p style="text-align: center;">c)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 将 A、B 工件放置在可作直线移动的工作台上, 两指示器固定在工作台底座上; 或将 A、B 工件放置在测量平板上, 两指示器固定在可作直线移动的工作台上(图 a); 2. 第一次测量将 A、B 工件的被测表面同向放置(图 b)移动指示器或工件, 分别调整 A、B 工件, 使其三远点示值大致相等; 3. 按网格布点形式沿 $P_iP'_i$ 各条测量线逐点顺序测量, 同时记录两指示器的示值 h_{A1j}, h_{B1j} ($i = 0, 1, 2, \dots, n; j = 0, 1, 2, \dots, m$)(图 c); 4. 将测量方向旋转 90°, 测量 AB、DC 测量线上各点测得值; 5. 将工件 A 翻转 180°(图 b), 并尽可能与翻转前处于相同轴向位置(k、e 点), 即翻转前后在 X、Y 两个方向分别用同一段导轨, 重复上述操作, 测得 A、B 工件在第一次测量对应点处的第二次测得示值 h_{A2j}, h_{B2j} ($i = 0, 1, 2, \dots, n; j = 0, 1, 2, \dots, m$); 6. 用下式求出 A、B 工件上各条 $P_iP'_i$ 测量线上各测得点的坐标值 Z'_{ij}: $Z'_{Aij} = \frac{(h_{A1j} - h_{B1j}) + (h_{A2j} + h_{B2j})}{2}$ $Z'_{Bij} = \frac{-(h_{A1j} - h_{B1j}) + h_{A2j} + h_{B2j}}{2}$ 7. 通过平移和旋转, 分别使 A、B 工件的 $P_iP'_i$ 线上的首末点与各自的 AB、DC 测量线上相应点的坐标值 Z'_{i0} 和 Z'_{im} 等值, 同时变换 $P_iP'_i$ 测量线上其余各点的坐标值, 求出各点的坐标值 Z_{ij}, 其中: $Z_{i0} = Z'_{i0}, Z_{im} = Z'_{im}$; 8. 按第 4 节的方法对 Z_{ij} 进行数据处理, 求出平面度误差值。 <p>注: ① 测量 $P_iP'_i$ 测量线上各点测得值的过程中, 不得调整或移动工件;</p> <p>② 测量 AB、DC 测量线上各点测得值的过程中, 不得调整或移动工件。</p>

表 25-5 表 25-4 中所用的各符号及其说明

序号	符号	说明	序号	符号	说明
1		平板、平台(或测量平面)	6		指示器或记录器
2		固定支承			
3		可调支承			
4		连续直线移动	7		带有指示器的测量架(测量架的符号根据测量设备的用途,可画成其他式样)
5		沿几个方向直线移动			

4 数据处理

当用水平仪、自准直仪法进行等跨距测量时,可直接用示值进行数据处理,最后将处理结果乘以系数 K 换算成线性值;也可先将示值乘以系数 K 换算成线性值后,再进行数据处理。

$$K = \tau \times L (\mu\text{m})$$

或 $K = 0.0048 \tau' \times L (\mu\text{m})$

式中: L ——桥板跨距,mm;

τ ——仪器分度值,mm/m;

τ' ——仪器分度值(角)秒(")。

4.1 测量示值转换成坐标值

将不同布点形式得到的水平仪的测量示值转换成坐标值的方法如表 25-6 所列。

表 25-6 测量示值转换成坐标值的方法

布点形式	转换方法									
网格布点	<p>以过起始点 A 的水平面作为转换基面,按测量顺序逐点累加,即可获得相对转换基面的坐标值 Z_{ij}:</p> $Z_{ij} = \sum_{ij}^{(D)} a_{kr}$ <p>式中: D——测量线路。</p> <p>例如:图 a) 所示的网格布点形式,沿 $A \rightarrow D \rightarrow C$ 测量线测得的 C 点坐标值:</p> $Z_C = Z_{2m} = \sum_j^{(AD)} a_{kr} + \sum_i^{(DC)} a_{kr}$ <p>测得的一组 a_{ij} 如图 a) 所示,转换后的坐标值 Z_{ij} 如图 b) 所示。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>a)</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>0</td><td>3</td><td>1</td></tr> <tr><td>-1</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>-3</td><td>-2</td><td>-1</td></tr> </table> <p>b)</p> </div> </div> <p>1. 整个测量过程是封闭的,从两个测量方向($A \rightarrow D \rightarrow C$ 和 $A \rightarrow B \rightarrow C$)累加所得的 C 点坐标值 Z_C 理论上应相等。但因存在测量误差,Z_C 可能不同,其差值为 C 点闭合差 Δ:</p> $\Delta = \sum_{ij}^{(ABC)} a_{kr} - \sum_{ij}^{(ADC)} a_{kr}$ <p>a. 当 Δ(线性值)的绝对值小于或等于总不确定度允许值时,可按下式进行平差处理:</p> <p>a) 对 $A \rightarrow D \rightarrow C$ 测量线: $a'_{ij(ADC)} = a_{ij(ADC)} + \frac{\Delta}{2(n+m)}$</p> <p>b) 对 $A \rightarrow B \rightarrow C$ 测量线: $a'_{ij(ABC)} = a_{ij(ABC)} - \frac{\Delta}{2(n+m)}$</p> <p>式中: a_{ij}, a'_{ij}——平差处理前后的各点示值。</p> <p>c) 对 $P_i P'_i$ 测量线: $a'_i = a_i - \frac{\Delta P_i}{m+i}$</p>	0	3	1	-1	1	2	-3	-2	-1
0	3	1								
-1	1	2								
-3	-2	-1								

续表 25-6



布点形式	转换方法
<p>网 格 布 点</p>	<p>式中：$\Delta P_i = \sum_{ij}^{(AP_i P_j')} a_{kr} - \sum_{ij}^{(ADP_i')} a_{kr}$</p> <p>b. 当 Δ 的绝对值较小时，可取 Z_c 的平均值为 Z_c；</p> <p>c. 当 Δ 的绝对值大于总不确定度允许值时，一般应重新测量。</p> <p>2. 平差处理后，应将 a'_{ij} 重新转换成 Z_{ij}。</p> <p>3. 对圆形平面，只需增加矩形 $ABCD$ 之外延伸部分的测量值转换，其他与上述相同。其中顺测量方向的测量值只需继续累加，逆测量方向的测量值应取反号后再累加</p>
<p>对 角 线 布 点</p>	<p>方法一：</p> <p>1. 先将各测量线上测得点的示值按下式算出各点过渡坐标值 Z'_i：</p> <p>a. $Z'_i = Z'_{i-1} + a_i = \sum_{k=1}^i a_k Z_0 = 0; \quad (i=1, 2, \dots, n)$</p> <p>b. $Z'_i = Z'_{i-1} - 2 \sum_{k=1}^{i-1} b_k = -2 \sum_{k=1}^{i-1} (i-k)b_k$ $Z_0 = Z_1 = 0; \quad (i=2, 3, \dots, n)$</p> <p>c. $Z'_i = Z'_{i-1} + \sum_{k=2}^i c_k = \sum_{k=1}^{i-1} (i-k)c_{k+1}$ $Z_0 = Z_1 = 0; \quad (i=2, 3, \dots, n)$</p> <p>2. 通过平移和旋转，使 AB 测量线的 A 点初始值与对角线 AC 的 A 点初始值相等，AB 测量线的 B 点末值与对角线 BD 的 B 点初始值相等，对角线 BD 的中点值与对角线 AC 的中点值相等，构成平行或通过 A、B 点和对角线交点 H 三点的一个平面，同时算出 AB、AC、BD 测量线上其余各点的坐标值 Z_{ij}；</p> <p>注：若对角线上的测量布点与 $P_i P'_i$ 测量线上的测量布点不重合，也可略去对角线 AC、BD 测量线上其他测点的坐标值。</p> <p>3. 通过平移和旋转，使 AD、BC、DC 测量线上的首末点与转换后的 AB、AC、BD 测量线上的相应首末点等值，同时算出 AD、BC、DC 测量线上其余各点的坐标值 Z_{ij}；</p> <p>4. 通过平移和旋转，使 $P_i P'_i$ 测量线上的首末点与转换后的 AB、DC 测量线上的相应点等值，同时算出 $P_i P'_i$ 测量线上其余各点的坐标值 Z_{ij}。</p> <p>方法二：</p> <p>1. 先将各测量线上测得点的示值按下式换算成分别相对两端点连线的坐标值：</p> <p>a. $Z'_i = \sum_{k=1}^i a_k - \frac{i}{n} \sum_{k=1}^n a_k, Z_0 = 0, (i=1, 2, \dots, n)$</p> <p>b. $Z'_i = -2 \sum_{k=1}^{i-1} (i-k)b_k + \frac{2i}{n} \sum_{k=1}^{n-1} (n-k)b_k$ $Z_0 = 0, \quad Z'_1 = \frac{2}{n} \sum_{k=1}^{n-1} (n-k)b_k; \quad (i=2, 3, \dots, n)$</p> <p>c. $Z'_i = \sum_{k=1}^{i-1} (i-k)c_{k+1} - \frac{i}{n} \sum_{k=1}^{n-1} (n-k)c_{k+1}$ $Z_0 = 0, \quad Z'_1 = \frac{-1}{n} \sum_{k=1}^{n-1} (n-k)c_{k+1}; \quad (i=2, 3, \dots, n)$</p> <p>2. 以过对角线 AC 始末点，且平行于 BD 始末点的平面 S_{DL} 作为转换基面，即令： $Z_A = Z_C = 0, \quad Z_B = Z_D = \Delta H$</p> <p>求出对角线中点 H 的高度差 ΔH；</p> <p>(1) 当对角线分段数为偶数时：$\Delta H = Z'_{H(AC)} - Z'_{H(BD)}$</p> <p>(2) 当对角线分段数为奇数时： $\Delta H = \frac{1}{2} (Z'_{H+1} + Z'_{H-1})_{(AC)} - \frac{1}{2} (Z'_{H+1} + Z'_{H-1})_{(BD)}$</p>

续表 25-6

布点形式	转换方法
对 角 线 布 点	<p>式中: $Z'_{H(AC)}, Z'_{H+1(AC)}, Z'_{H-1(AC)}$——对角线 AC 上的中点 H 和中点两侧点相对两端点连线的坐标值; $Z'_{H(BD)}, Z'_{H+1(BD)}, Z'_{H-1(BD)}$——对角线 BD 上的中点 H 和中点两侧点相对两端点连线的坐标值。</p> <p>3. 转换 AC, BD 测量线上其他点的坐标值 $Z_{ij(AC)}, Z_{ij(BD)}$; $Z_{ij(AC)} = Z'_{ij(AC)}$ $Z_{ij(BD)} = Z'_{ij(BD)} + \Delta H$</p> <p>注: 若对角线上的测量布点与 $P_iP'_i$ 测量线上的测量布点不重合, 也可略去对角线 AC, BD 上的其他测点的坐标值。</p> <p>4. 令 AB, AD, BC, DC 测量线上的始末点坐标值与 AC, BD 对角线上相应始末点的坐标值相等, 并用下式转换 AB, AD, BC, DC 测量线上其余点的坐标值: $Z_{ij} = Z'_k + \frac{k}{Q}(Z_E - Z_B) + Z_B$</p> <p>式中: k——被转换测量线上与 Z_{ij} 对应的点号, k 从始点向末点计算, 始点 $k=0$; Z'_k——被转换测量线上与 Z_{ij} 对应的第 k 点两端点连线坐标值; Q——被转换测量线上的分段数; Z_B, Z_E——被转换测量线上始、末点的坐标值。</p> <p>5. 令 $P_iP'_i$ 测量线上的始、末点坐标值与转换后 AB, DC 测量线上相应点的坐标值相等, 并转换各条 $P_iP'_i$ 测量线上其余各点的坐标值 Z_{ij}。</p> <p>注: 当 $P_iP'_i$ (或 QQ') 测量线上的测量布点与对角线上的测量布点重合时, 同一点坐标值 Z'_{ij} 的不一致性 Δ' 一般不应超过总不确定度允许值</p> <hr/> <p>坐标值旋转变换方法与步骤</p> <p>1. 确定旋转轴 $0-0$ 后按下式算出旋转系数 K。</p> $K = \frac{ Z_a + Z_b }{L_a + L_b}$ <p>式中: Z_a——a 点变换前后的坐标差之绝对值; Z_b——b 点变换前后的坐标差之绝对值; L_a——a 点距转轴 $0-0$ 的距离; L_b——b 点距转轴 $0-0$ 的距离。</p> <div data-bbox="606 1400 1117 1624" style="text-align: center;"> </div> <p>2. 按下式求出各测点的旋转量, 升高者取正号, 降低者取负号: $Q_k = \pm K \times L_k$</p> <p>式中: L_k——各旋转点至转轴的距离。</p> <p>3. 按下式求出各点旋转变换后的坐标值: $Z'_{ij} = Z_{ij} + Q_k$</p> <p>式中: Z_{ij}——各测点旋转变换前的坐标值。</p> <p>注: 若旋转变换各点是等距分布的, 则 L_k, L_a, L_b 可以用距转轴的间距格数代替。</p>

超星阅读器提醒您:
 使用本复制品
 请尊重相关知识产权!

续表 25-6

布点形式	转换方法
对 角 线 布 点	<p>示例 1: 线旋转变换(图 a))</p> <p>a)</p>
	<p>示例 2: 面旋转变换(图 b))</p> <p>b)</p>

4.2 平面度误差值的评定 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,如表 25-7 所列。

表 25-7 评定平面度误差值的方法

评定方法	评 定 步 骤
变换作图法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 从各测得点坐标值 Z_i 中判断选出两个最高(或最低)点,并将它们旋转变换成等值; 2. 作两个最高(或最低)点连线的垂面,将各点加上相应的变换量,按适当的比例向垂面上投影; 3. 作投影点的外接多边形,当该多边形为凸多边形,且符合判别准则,则多边形内的 Z 方向最大距离即为平面度误差值 f_{MZ}; 否则重复 1、2 两步骤,直至符合判别准则为止
最小包容区域法	<p>根据各测得点的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包容区域判别准则之一,进而求出平面度误差值 f_{MZ} 的方法。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 根据测得点坐标值,判别被测面可能符合的判别准则,并将其中两个可能的高(或低)极点旋转变换成等值,同时变换其余各点的坐标值; 2. 若可能符合交叉准则,则以平行于上述等值点连线的线为轴,将轴两侧的低(或高)点旋转变换成等值,同时变换其余各点的坐标值; 3. 若可能符合三角形准则,则以平行于上述等值点的线为轴,将另一个高(或低)点旋转变换成等值,同时变换其余各点的坐标值; 4. 旋转变换后符合判别准则之一,则平面度误差值 $f_{MZ} = Z_{max} - Z_{min}$。 5. 旋转变换后不符合判别准则,则重复 1、2(或 1、3)步骤,直至符合最小包容区域判别准则 <p>注:坐标值旋转变换方法见表 25-6</p>
计算法	<p>方法一:变换计算法</p> <p>根据各测得点的坐标值,经过多次变换平面方程系数 q, p, 逐步求出平面度误差值 f_{MZ} 的计算方法。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 以各测得点的坐标值 Z_i, 按下述方法之一的相应公式计算出初始平面方程的初值 c, p, q: <p>(1) 以对角线平面作为初始平面[初始平面过一条对角线的两个角点 $M_1(X_1, Y_1, Z_1), M_2(X_2, Y_2, Z_2)$ 且平行于另一条对角线上的两个角点 $M_3(X_3, Y_3, Z_3), M_4(X_4, Y_4, Z_4)$];</p>

续表 25-7

评定方法	评 定 步 骤
最 小 包 容 区 域 法	$c = \frac{X_1 \begin{vmatrix} Y_2 - Y_1 & Z_2 - Z_1 \\ Y_4 - Y_3 & Z_4 - Z_3 \end{vmatrix} - Y_1 \begin{vmatrix} X_2 - X_1 & Z_2 - Z_1 \\ X_4 - X_3 & Z_4 - Z_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} X_2 - X_1 & Y_2 - Y_1 \\ X_4 - X_3 & Y_4 - Y_3 \end{vmatrix}}$ $\rho = \frac{\begin{vmatrix} Y_2 - Y_1 & Z_2 - Z_1 \\ Y_4 - Y_3 & Z_4 - Z_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} X_2 - X_1 & Y_2 - Y_1 \\ X_4 - X_3 & Y_4 - Y_3 \end{vmatrix}}$ $q = \frac{\begin{vmatrix} X_2 - X_1 & Z_2 - Z_1 \\ X_4 - X_3 & Z_4 - Z_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} X_2 - X_1 & Y_2 - Y_1 \\ X_4 - X_3 & Y_4 - Y_3 \end{vmatrix}}$ <p>(2) 以三远点平面作为初始平面(初始平面过三远点 $M_1(X_1, Y_1, Z_1)$, $M_2(X_2, Y_2, Z_2)$ 和 $M_3(X_3, Y_3, Z_3)$):</p> $c = \frac{X_1 \begin{vmatrix} Y_2 - Y_1 & Z_2 - Z_1 \\ Y_3 - Y_1 & Z_3 - Z_1 \end{vmatrix} - Y_1 \begin{vmatrix} X_2 - X_1 & Z_2 - Z_1 \\ X_3 - X_1 & Z_3 - Z_1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} X_2 - X_1 & Y_2 - Y_1 \\ X_3 - X_1 & Y_3 - Y_1 \end{vmatrix}} + Z_1$ $\rho = \frac{\begin{vmatrix} Y_2 - Y_1 & Z_2 - Z_1 \\ Y_3 - Y_1 & Z_3 - Z_1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} X_2 - X_1 & Y_2 - Y_1 \\ X_3 - X_1 & Y_3 - Y_1 \end{vmatrix}}$ $q = \frac{\begin{vmatrix} X_2 - X_1 & Z_2 - Z_1 \\ X_3 - X_1 & Z_3 - Z_1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} X_2 - X_1 & Y_2 - Y_1 \\ X_3 - X_1 & Y_3 - Y_1 \end{vmatrix}}$
	<p>2. 按下式计算各测得点相对初始平面的偏离量 D_{ij}:</p> $D_{ij} = Z_{ij} - Z_{i0} = Z_{ij} - \rho X_i - q Y_j - c$ <p>式中: X_i——各测得点的行坐标; Y_j——各测得点的列坐标。</p> <p>注: ① 若 X, Y 测量方向各测点间的间距相等, X_i, Y_j 的值可用各测点的序号 (i, j) 代替; ② 若 X 测量方向各测点间的间距相等, X_i 的值可用各测点的序号 (i) 代替; Y 测量方向各测点间的间距也相等, 但不等于 X 方向各测点的间距, 则 Y_j 可用 K 乘以测点序号 (j) 代替;</p> <p>其中: $K = \frac{L_y}{L_x}$.</p> <p>式中: L_x——X 方向各测点的间距; L_y——Y 方向各测点的间距。</p> <p>3. 求出 D_{ij} 中的最大、最小值之差 f_1:</p> $f_1 = D_{\max} - D_{\min}$ <p>4. 按如下方法之一求出平面度误差值 f_{M2}:</p> <p>(1) 按优化方法:</p> <ol style="list-style-type: none"> 按一定优化方法改变 ρ, q 值, 重复 2, 3 步骤的计算, 将计算结果作为 f_2; 将 f_2 与 f_1 进行比较, 令较小者为 f_1; 重复上述步骤, 使 f_1 最小; 求出的最小值即为平面度误差值 f_{M2}。 <p>(2) 按判别准则:</p> <ol style="list-style-type: none"> 判断第 3 步求出的 D_{ij} 中最大、最小值的分布是否符合最小包容区域判别准则; 若符合判别准则之一, 则 f_1 即为平面度误差值 f_{M2}; 若不符合判别准则, 则改变 ρ, q 值, 重复 2, 3 步骤的计算, 并按 a) 做出判断, 逐步找出平面度误差值 f_{M2}。

超星浏览器提醒您:
 请尊重相关知识产权!

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

续表 25 7

评定方法

评 定 步 骤

最
小
包
容
区
域
法

方法二：极点计算法：

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，进而求出平面度误差值的方法。

1. 按经验方法判断极点；

2. 根据极点的不同类型，用下式之一求出平面度误差值 f_{MZ} ：

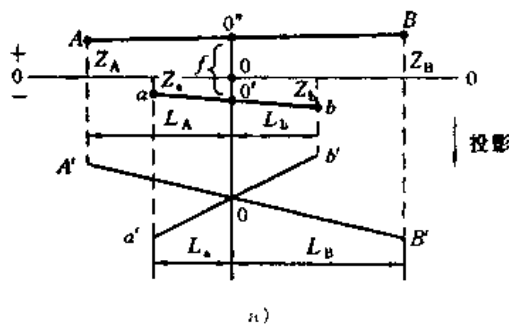
(1) 极点成交叉形式分布〔图 a〕

$$f_{MZ} = \frac{Z_A L_B + Z_B L_A}{L_A + L_B} - \frac{Z_a L_b + Z_b L_a}{L_a + L_b}$$

式中： Z_A, Z_B ——两个高极点的坐标值；

Z_a, Z_b ——两个低极点的坐标值；

L_i ——各极点到交点 O 的 X(或 Y)方向距离。



(2) 极点成三角形分布〔图 b〕

$$f_{MZ} = \left| \frac{Z_A L_D + Z_D L_A}{L_A + L_D} - Z_P \right|$$

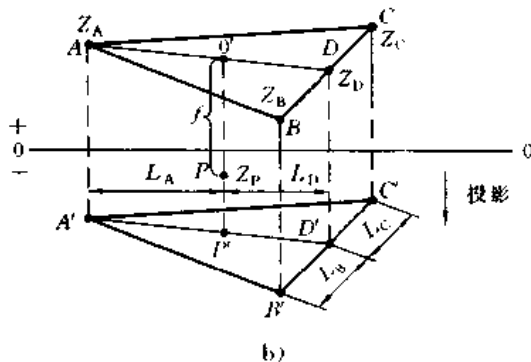
式中： $Z_D = \frac{Z_B L_C + Z_C L_B}{L_B + L_C}$ ；

Z_A, Z_B, Z_C ——三个高(或低)极点的坐标值；

Z_P ——低(或高)极点的坐标值；

L_A, L_D ——A, D 点到 P 点的 X(或 Y)方向的距离；

L_B, L_C ——B, C 点到 D 点的 X(或 Y)方向的距离。



1. 根据各测得点的坐标值，用下式计算出最小二乘中心平面的方程系数 p, q, c ：

$$p = \frac{\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n X_i Z_{ij} - \left(\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n Z_{ij} \right) \sum_{i=0}^m X_i / (n+1)}{(m+1) \sum_{i=0}^m X_i^2 - \left(\frac{m+1}{n+1} \right) \left(\sum_{i=0}^m X_i \right)^2}$$

$$q = \frac{\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n Y_j Z_{ij} - \left(\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n Z_{ij} \right) \sum_{j=0}^n Y_j / (m+1)}{(n+1) \sum_{j=0}^n Y_j^2 - \left(\frac{n+1}{m+1} \right) \left(\sum_{j=0}^n Y_j \right)^2}$$

最
小
二
乘
法

续表 25-7

评定方法

评定步骤

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

$$c = \frac{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m Z_{ij}}{(n+1)(m+1)} - p \frac{\sum_{i=0}^n X_i}{n+1} - q \frac{\sum_{j=0}^m Y_j}{m+1}$$

式中： n —— X 方向的分段数；
 m —— Y 方向的分段数。

2. 用下式求出最小二乘中心平面上各点坐标值 Z_{ij} ：

$$Z_{ij} = pX_i + qY_j + c$$

注：① 若 X, Y 测量方向各点间的间距相等， X_i, Y_j 的值可用各点序号 i, j 代替；

② 若 X 测量方向各测点间的间距相等， X_i 的值可用各测点的序号 (i) 代替； Y 测量方向各测点间的间距也相等，但不等于 X 方向各测点的间距，则 Y_j 可用 K 乘以测点序号 (j) 代替；

$$\text{其中：} K = \frac{L_y}{L_x}$$

式中： L_x —— X 方向各测点的间距；

L_y —— Y 方向各测点的间距。

3. 分别求出各测点相对最小二乘中心平面的偏离量 D_{ij} ：

$$D_{ij} = Z_{ij} - Z_i$$

4. 求出 D_{ij} 中的最大值和最小值；

5. 最大、最小值之差即为平面度误差值 f_{LS} ：

$$f_{LS} = D_{\max} - D_{\min}$$

说明：若 X, Y 测量方向各点间的间距相等，为了计算方便，可设最小二乘中心平面坐标系的原点位于被测面中心 (X, Y, Z) 处，并用 X, Y 方向的各点序号 i, j 代替 X_i, Y_j ，则上列各式可简化为：

$$c = 0$$

$$p = \frac{12 \sum_{i=-\frac{n}{2}}^{\frac{n}{2}} \left(i \sum_{j=-\frac{m}{2}}^{\frac{m}{2}} Z''_{ij} \right)}{n(m+1)(n+1)(n+2)}$$

$$q = \frac{12 \sum_{j=-\frac{m}{2}}^{\frac{m}{2}} \left(j \sum_{i=-\frac{n}{2}}^{\frac{n}{2}} Z''_{ij} \right)}{m(n+1)(m+1)(m+2)}$$

其中： $Z''_{ij} = Z_{ij} - \bar{Z}$

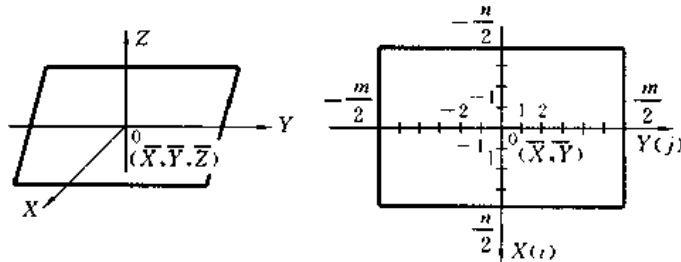
$$\bar{Z} = \frac{\sum_{i=-\frac{n}{2}}^{\frac{n}{2}} \sum_{j=-\frac{m}{2}}^{\frac{m}{2}} Z_{ij}}{(m+1)(n+1)}$$

式中： Z_{ij} ——测得点的坐标值；

m —— Y 方向的分段数；

n —— X 方向的分段数。

$$Z'_{ij} = p \cdot i + q \cdot j$$



最
小
二
乘
法

续表 25-7

评定方法	评 定 步 骤
	<p>测量时,若以对角线上四个角点调整测量基面,即一条对角线上两个角点的测量值相等。另一条对角线上两个角点的测量值也相等,则测得的各点坐标值 Z_{ij} 中的最大值和最小值之差即为平面度误差值 f_{DL}。</p>
<p>旋转变换法</p>	<p>通过适当的旋转、变换,使两对角线上两个角点的坐标值分别相等,进而求出平面度误差值 f_{DL} 的方法。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 以选定的某条线为转轴进行旋转,使一条对角线上两个角点的坐标值旋转变换为等值;同时变换其他各测得点的坐标值; 2. 以平行于上述等值对角线的某条线为转轴进行旋转,使另一条对角线上两个角点的坐标值旋转变换为等值,同时变换其他各测点的坐标值; 3. 找出旋转变换后各坐标值中的最大值和最小值; 4. 最大、最小坐标值之差即为平面度误差值 f_{DL}。
<p>对角线平面法 计 算 法</p>	<p>通过计算,求出过一条对角线上两个角点,且平行于另一条对角线上两个角点的评定基面上各点坐标值,进而求出平面度误差值 f_{DL}。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 用下式求出过一条对角线上两个角点 $M_1(X_1, Y_1, Z_1), M_2(X_2, Y_2, Z_2)$, 且平行于另一个对角线上两个角点 $M_3(X_3, Y_3, Z_3), M_4(X_4, Y_4, Z_4)$ 的评定基面上各点坐标值 Z'_{ij}: $Z'_{ij} = \frac{(Y_j - Y_1) \begin{vmatrix} X_2 - X_1 & Z_2 - Z_1 \\ X_4 - X_3 & Z_4 - Z_3 \end{vmatrix} - (X_i - X_1) \begin{vmatrix} Y_2 - Y_1 & Z_2 - Z_1 \\ Y_4 - Y_3 & Z_4 - Z_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} X_2 - X_1 & Y_2 - Y_1 \\ X_4 - X_3 & Y_4 - Y_3 \end{vmatrix}} + Z_1$ <p>注: ① 若 X, Y 测量方向各点间的间距相等, X_i, Y_j 的值可用各点序号 i, j 代替;</p> <p>② 若 X 测量方向各测点间的间距相等, X_i 的值可用各测点的序号 (i) 代替; Y 测量方向各测点间的间距也相等, 但不等于 X 方向各测点的间距, 则 Y_j 可用 K 乘以测点序号 (j) 代替;</p> <p>其中, $K = \frac{L_y}{L_x}$</p> <p>式中: L_x —— X 方向各测点的间距;</p> <p>L_y —— Y 方向各测点的间距。</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. 分别求出各测得点相对评定基面的偏离量 D_{ij}: $D_{ij} = Z_{ij} - Z'_{ij}$ <ol style="list-style-type: none"> 3. 找出 D_{ij} 中的最大值和最小值; 4. 最大、最小值之差即为平面度误差值 f_{DL}: $f_{DL} = D_{max} - D_{min}$
<p>三远点平面法</p>	<p>测量时,若以三远点调整测量基面,即将三远点的坐标值调成等值,则测得的各点坐标值 Z_{ij} 中的最大值和最小值之差即为平面度误差近似值 f_{TP}。</p> <p>通过适当的旋转、变换,使三远点的坐标值分别相等,进而求出平面度误差值 f_{TP}。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 以选定的某条线为旋转轴进行旋转,使两个远点的坐标值旋转变换为等值;同时,变换其他各测得点的坐标值; 2. 以平行于上述等值远点连线的某条线为旋转轴进行旋转,使另一个远点的坐标值旋转变换为等值,同时变换其他各测点的坐标值; 3. 找出旋转变换后各坐标值中的最大值和最小值; 4. 最大、最小坐标值之差即为平面度误差值 f_{TP}。

续表 25-7

评定方法	评 定 步 骤
三 远 点 平 面 法 计 算 法	<p>1. 用下式求出过三远点 $M_1(X_1, Y_1, Z_1)$、$M_2(X_2, Y_2, Z_2)$ 和 $M_3(X_3, Y_3, Z_3)$ 的评定基面上各点坐标值 Z'_{ij}：</p> $Z'_{ij} = \frac{(Y_j - Y_1) \begin{vmatrix} X_2 - X_1 & Z_2 - Z_1 \\ X_3 - X_1 & Z_3 - Z_1 \end{vmatrix} - (X_i - X_1) \begin{vmatrix} Y_2 - Y_1 & Z_2 - Z_1 \\ Y_3 - Y_1 & Z_3 - Z_1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} X_2 - X_1 & Y_2 - Y_1 \\ X_3 - X_1 & Y_3 - Y_1 \end{vmatrix}}$ <p>注：① 若 X, Y 测量方向各点间的间距相等, X, Y 的值可用各点序号 i, j 代替； ② 若 X 测量方向各测点间的间距相等, X_i 的值可用各测点的序号 (i) 代替；Y 测量方向各测点间的间距也相等, 但不等于 X 方向各测点的间距, 则 Y_j 可用 K 乘以测点序号 (j) 代替；</p> <p>2. 分别求出各测得点相对评定基面的偏离量 D_{ij}：</p> $D_{ij} = Z_{ij} - Z'_{ij}$ <p>3. 求出 D_{ij} 中的最大值和最小值；</p> <p>4. 最大、最小值之差即为平面度误差近似值 f_{TP}：</p> $f_{TP} = D_{\max} - D_{\min}$

5 仲裁

5.1 图样上未规定检测方案,而在测量时发生争议:

a. 如用相同的测量方法和数据处理方法时,则用不确定度更小的计量器具测量进行仲裁。

b. 如用不同的测量方法时,则按不确定度较小的

测量方法进行仲裁。

c. 如用相同的测量方法,而用不同的数据处理方法时,则按最小包容区域法评定的误差值进行仲裁。

5.2 图样上已给定检测方案,而在测量时发生争议,则按给定的检测方案进行仲裁。

第26章

圆度误差测量

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

目前已发布的圆度误差测量方面的标准有《确定圆度误差的方法—两点、三点法》(GB/T 4380—1984)、《圆度测量—术语、定义及参数》(GB/T 7234—1987)、《评定圆度误差的方法—半径变化量测量》(GB/T 7235—1987)及《圆度测量—三测点法及其仪器的精度评定》(JB/T 5996—1992)等四项。这四项标准各有不同的应用领域。GB/T 4380通过两点法和三点法的组合测量和与之相适应的反映系数 F ,近似地获得被测工件的圆度误差。此种方法测量装置比较简单、制作容易,适合于中低精度测量;GB/T 7234、GB/T 7235规定了用圆度仪测量圆度误差的方法及误差值的评定,适用于中、高精度测量;JB/T 5996中规

定的方法,由于能消除加工机床的主轴误差,特别适用于回转体零件的在线测量,按标准规定原理设计制作的仪器具有较高的测量精度,可用作中、高精度的测量。

1 两点、三点法

GB/T 4380—1984《确定圆度误差的方法—两点、三点法》简称“两点、三点法”适用于测量零件内、外圆形成要素的圆度误差,用这种方法测量所得到的数值与实际圆度误差值存在着差异,必须用反映系数 F 进行修正。

1.1 术语及定义(表 26-1)

表 26-1 两点、三点法测量圆度误差的术语及定义

序号	术语	定义	说明
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 注:测量圆度误差时,零件的被测截面为垂直于其轴线的假想平面;该平面应与测量平面重合	
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	参见图 26-1
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	参见图 26-2
5	顶式三点测量	测头位于固定测量支承夹角(α 或 $180^\circ-\alpha$)之外进行的三点测量	参见图 26-2 [a),b),c),d)]
6	鞍式三点测量	测头位于固定测量支承夹角(α 或 $180^\circ-\alpha$)之内进行的三点测量	参见图 26-2 [e),f)]
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	参见图 26-2 [a),b),e),f)]
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	参见图 26-2 [c),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,亦称棱数	
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	

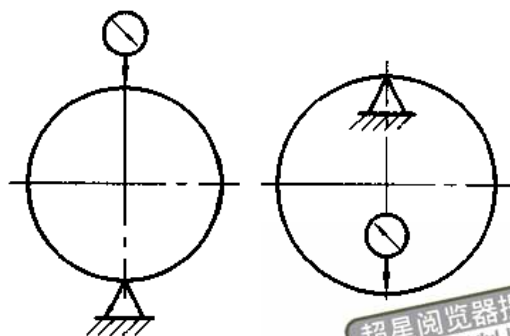
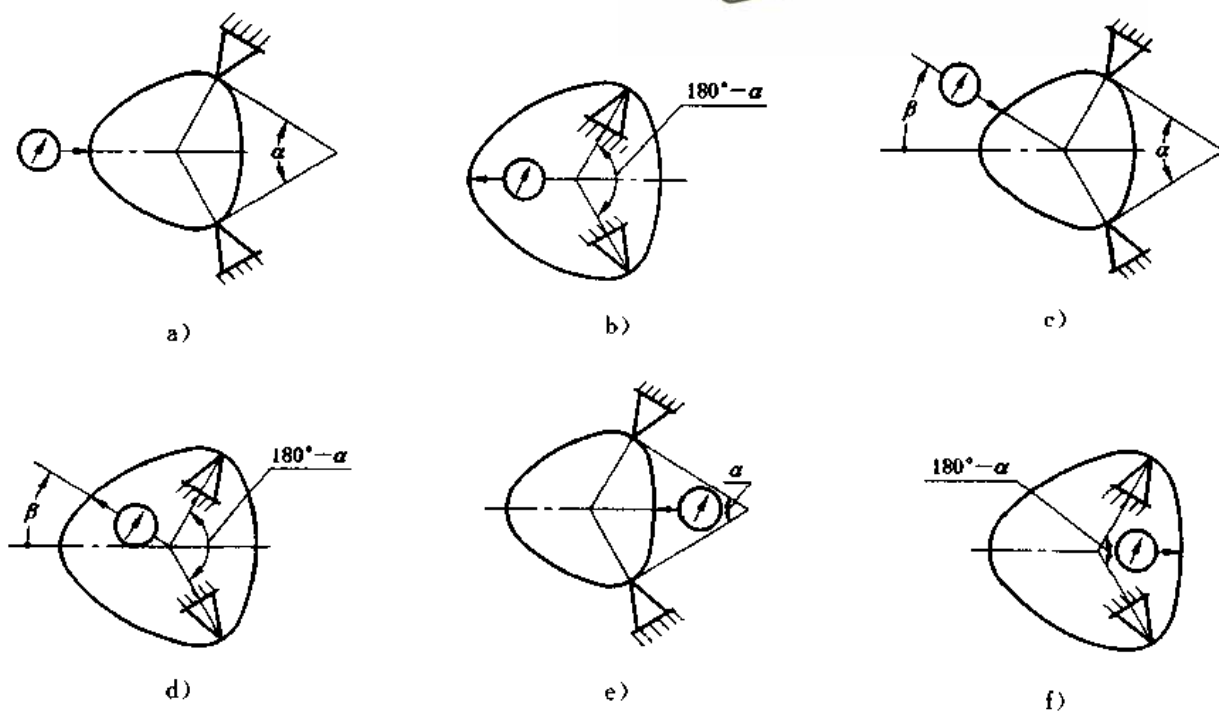


图 26-1 两点法



α ——固定测量支承夹角(一般即V型支承的角度)

β ——测量角。该角为测量方向与固定测量支承夹角平分线之间的角度。

图 26-2 三点法

1.2 测量方法的代号

1.2.1 标准采用下述代号:

- 2——两点法;
- 3——三点法;
- S——顶式测量;
- R——鞍式测量。

固定测量支承夹角 α 写在 S 或 R 之后, 测量角 β 写在 α 之后, 其间用一斜线分隔。

例如: 3S90° 表示对称顶式三点测量法, $\alpha = 90^\circ$; 3R120° 表示对称鞍式三点测量法, $\alpha = 120^\circ$; 3S60°/30° 表示非对称顶式三点测量法, $\alpha = 60^\circ$; $\beta = 30^\circ$ 。

1.2.2 标准规定的固定测量支承夹角 α 和测量角 β 如下:

α : 60°, 72°, 90°, 108° 和 120°

β : 30°, 60°

1.2.3 标准规定的三点测量方案如下:

- 对称顶式三点测量 3S α ;
3S60°, 3S72°, 3S90°, 3S108°, 3S120°
- 对称鞍式三点测量 3R α ;
3R60°, 3R72°, 3R90°, 3R108°, 3R120°
- 非对称顶式三点测量 3Sa/ β ;
3S60°/30°, 3S120°/60°

1.2.4 标准规定的组合测量方案如下:

组合测量是指对某一被测圆要素同时进行两点和三点的测量, 或同时用两个三点测量。具体测量方案有:

- 对称安置组合测量

2 + 3S90° + 3S120°, 2 + 3S72° + 3S108°, 2 + 3R90° + 3R120°, 2 + 3R72° + 3R108°, 3S90° + 3S120°, 3S72°

+ 3S108°, 3R90° + 3R120°, 3R72° + 3R108°

— 非对称安置组合测量

2 + 3S60°/30°, 2 + 3S90° + 3S60°/30°, 2 + 3S120°/60°, 2 + 3S90° + 3S120°/60°, 3S90° + 3S60°/30°, 3S90° + 3S120°/60°

1.3 测量方法

1.3.1 反映系数表

反映系数 F 是 α, β 和棱数 n 的函数, 不同的 α, β, n 对应不同的反映系数。因此可利用不同的 α, β 进行组合, 来得到各种测量装置。对于已知棱数 n 的工件, 可选择与大 F 相对应的 α, β 进行测量, 所选择的 F 越大, 测量精度越高。

表 26-2 给出了顶式测量的反映系数, 表 26-3 给出了鞍式测量的反映系数。当被测工件的棱数 n 已知

时, 可以在表中查到最大的 F 所对应的 α, β 角。

实际上, 大部分工件的棱数 n 是未知的, 而表 26-2、表 26-3 中所表示的所有测量方法在棱数 n 为 2~22 范围内均有反映系数 F 为零的情况, 且不同棱数的反映系数也不相同。为此, 标准规定了组合测量方案, 用平均反映系数 F_{av} 来修正测得值。

表 26-4 给出了对称安置组合测量的反映系数, 表 26-5 给出了非对称安置组合测量的反映系数。表 26-4 和表 26-5 是在表 26-2、表 26-3 的基础上求得的。对同一棱数, 选择组合测量方案中所对应的所有方法的反映系数最大值, 并对不同棱数所得到的最大值进行平均, 即得到平均反映系数 F_{av} 。

例如, 组合测量方案 2 + 3S90° + 3S120° 的最大、平均, 最小反映系数可按表 26-6 方法得到。

表 26-2 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
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

表 26-3 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	—	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	—
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 26-4 对称安置组合测量的反映系数

反映系数 F 棱数 n	组合方案 2+3S90° +3S120°	2+3R90° +3R120°	2	3S90° +3S120°	3R90° +3R120°	2+3S72° +3S108°	2+3R72° +3R108°	3S72° +3S108°	3R72° +3R108°
n 未知 $2 \leq n \leq 22$	最大 2.41 平均 (F_{av}) 1.95 最小 1.00	最大 2.41 平均 (F_{av}) 1.98 最小 1.00	—	—	—	最大 2.62 平均 (F_{av}) 2.09 最小 1.38	最大 2.70 平均 (F_{av}) 2.11 最小 1.38	—	—
n 为未知的偶数 $2 < n \leq 22$	—	—	2.00	—	—	—	—	—	—
n 为未知的奇数 $3 \leq n \leq 21$	—	—	—	最大 2.00 平均 (F_{av}) 1.80 最小 1.00	最大 2.00 平均 (F_{av}) 1.80 最小 1.00	—	—	最大 2.62 平均 (F_{av}) 2.06 最小 1.38	最大 2.62 平均 (F_{av}) 2.06 最小 1.38

表 26-5 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, $2 \leq n \leq 10$	2.00	—	最大 2.38 平均 (F_{av}) 2.08 最小 2.00	—	—	—	—	—	—
n 未知, $2 \leq n \leq 22$	—	最大 2.73 平均 (F_{av}) 2.07 最小 2.00	—	最大 2.41 平均 (F_{av}) 2.11 最小 2.00	—	—	—	—	—
n 为未知的偶数 $2 \leq n \leq 22$	—	—	—	—	2.00	—	—	—	—
n 为未知的奇数 $3 \leq n \leq 9$	—	—	—	—	—	2.00	2.00	—	—
n 为未知的奇数 $3 \leq n \leq 21$	—	—	—	—	—	—	—	2.00	2.00

表 26-6 组合测量 2+3S90°+3S120° F 值计算

棱数 n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
两点法	2	—	2	—	2	—	2	—	2	—	2	—	2	—	2	—	2	—	2	—	2
3S90°	1	2	0.41	2	1	—	2.41	—	1	2	0.41	2	1	—	2.41	—	1	2	0.41	2	1
3S120°	1.58	1	0.42	2	0.16	2	0.42	1	1.58	—	2.16	—	1.58	1	0.42	2	0.16	2	0.42	1	1.58
组合测量中 单独测量的 最大值	2	2	2	2	2	2	2.41	1	2	2	2.16	2	2	1	2.41	2	2	2	2	2	2
组合测量 反映系数	最大值 F_{max}				2.41																
	最小值 F_{min}				1																
	平均值 F_{av}				$(2.41 \times 2 + 2.16 \times 1 + 1 \times 2 + 2 \times 16) / 21 = 1.95$																

1.3.2 测量方法

测量方法与被测零件的棱数 n 是否已知有关。

由两点、三点法测量获得的指示器指示的最大值与最小值之差(即测得值)和实际的圆度误差值之间存在差异,需用下述方法进行修正后,才能求得实际圆度误差值。

a. 被测零件的棱数 n 已知时:

在表 26-2、表 26-3 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,用相应的反映系数按下式计算出圆

度误差值。

$$f = \Delta / F$$

式中: f ——圆度误差值;

Δ ——测得值,即指示器最大与最小示值之差;

F ——反映系数。

b. 被测零件的棱数 n 未知时:

由于一种单独的测量方法不能正确得出零件的圆度误差,所以应采用两点法和三点法进行组合测量。

用组合方案进行测量时,应取各单独测量方法中的测得值的最大值,例如用 2+3S90°+3S120°组合方

案进行测量时,应取两点法、3S90°和 3S120°三种方法中所得到的最大测得值,并用相应的平均反映系数按下式计算出圆度误差值。

$$f = \Delta_{\max} / F_{av}$$

式中: f ——圆度误差值;

Δ_{\max} ——各单独测量方法中的最大测得值;

F_{av} ——平均反映系数。

1.3.3 应用示例

示例 1 检测一棱数 $n=3$ 的圆柱孔,圆度公差 t 为 $7\mu\text{m}$,试选定测量方案,测量后确定圆度误差,并判断其合格性。

已知棱数 $n=3$,可选定一个三点测量方案,希望有较大的反映系数,故选定 3S60°方案, $F=3$ 。经测量,指示器最大与最小示值之差为 $\Delta=18\mu\text{m}$,故被测孔的圆度误差为

$$f = \frac{\Delta}{F} = \frac{18}{3} = 6\mu\text{m}$$

因 $f=6\mu\text{m} < t (t=7\mu\text{m})$,故被测孔的圆度合格。

合格条件也可按下式判断:

$$\Delta \leq tF$$

本例 $tF=7 \times 3=21\mu\text{m}$,且 $\Delta=18\mu\text{m} < tF=21\mu\text{m}$,故被测孔圆度合格。

示例 2 检测一无心磨磨削的零件,棱数为未知的奇数(无心磨削常出现奇数棱的轮廓),给定的圆度公差 $t=4\mu\text{m}$,试选定测量方案,确定圆度误差,并判断其合格性。

已知条件是被测零件的轮廓具有奇数棱,但具体棱数 n 未知,宜采用组合测量方案,由表 26-4 和表 26-5 可知,棱数 n 为未知奇数,相当于 $3 \leq n \leq 21$,可供选择的方案有六个,现选定 3S90°+3S60°/30°测量方案,其反映系数 $F=2$ 。经测量,测得值 Δ 分别为:

测头装置	3S90°	3S60°/30°
测得值 $\Delta/\mu\text{m}$	5.2	4.5

取其中单独测量的最大测得值 $\Delta_{\max}=5.2\mu\text{m}$,故被测零件的圆度误差为:

$$f = \frac{\Delta_{\max}}{F_{av}} = \frac{5.2}{2} = 2.6\mu\text{m}$$

因 $f=2.6\mu\text{m} < t (t=7\mu\text{m})$,或 $\Delta_{\max}=5.2\mu\text{m} < tF=4 \times 2=8\mu\text{m}$,故该工件的圆度合格。

示例 3 检测一经车削的圆柱体零件,棱数 n 未知,圆度公差 $t=20\mu\text{m}$,选定测量方案,确定圆度误差,并判断其合格性。

因被测零件的棱数 n 为未知,应选择组合测量方案。按表 26-4 和表 26-5,可供选择的方案较多,现选定 2+3S90°+3S120°测量方案,测得结果如下:

测量装置	2	3S90°	3S120°
测得值 $\Delta/\mu\text{m}$	2	30	27

由表 26-4 可知 $F_{av}=1.95$;测得值中最大值为 $\Delta_{\max}=30\mu\text{m}$,故被测工件的圆度误差为

$$f = \frac{\Delta_{\max}}{F_{av}} = \frac{30}{1.95} = 15.4\mu\text{m}$$

分析:由测得值可知,两点法测量的测得值远小于两个三点法测量(3S90°和 3S120°)的测得值,因此可以判断,该被测零件具有奇数棱轮廓。从表 26-2 可知,当被测零件的棱数 $n=5$ 或 19 时,两点法测量的反映系数 $F=0$,而两个三点法测量的反映系数相同 $F=2$,判断与三个单独测量所得的测得值相一致,若按此判断确定圆度误差为:

$$f' = \frac{\Delta_{\max}}{F} = \frac{30}{2} = 15\mu\text{m}$$

其结果与 F_{av} 所确定的十分接近。

该被测零件的圆度误差 f 小于给定公差 t ,故圆度合格。

1.4 测量条件

1.4.1 测头静压力

测头的静止测量力应小于 1N。在保证测头始终与被测表面连续接触的前提下,应尽量减少测量力,避免由此引起的测量误差。

1.4.2 测头

测头的尺寸和形状应根据被测表面的形状和尺寸按表 26-7 选取。

表 26-7 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	R2.5 球
外刃口边缘		R2.5 圆柱
孔类内表面	<20	R0.5 球
	≥20	R2.5 球
内刃口边缘	<20	R0.5 圆柱
	≥20	R2.5 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。

1.4.3 固定测量支承

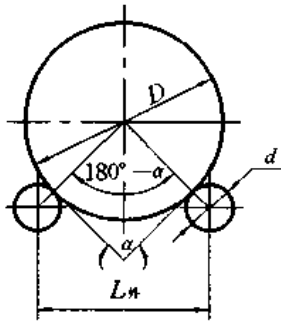
固定测量支承应采用点或线接触型式。对于轴类外表面的测量,用较小半径的球或短圆柱支承,也可用较窄的 V 型支承。对于孔类内表面的测量,用较小半径的球支承。

轴类外表面测量的固定支承中心距(见图 26-3a):

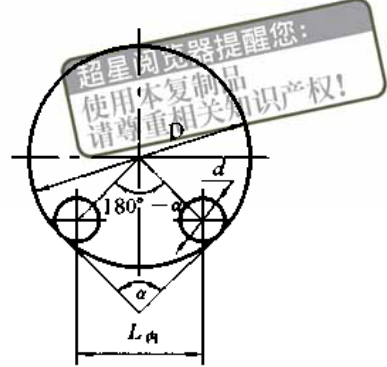
$$L_n = (D+d) \times \cos \frac{\alpha}{2}$$

孔类内表面测量的固定支承中心距(见图 26-3b)):

$$L_n = (D-d) \times \cos \frac{\alpha}{2}$$



a)



b)

图 26-3 固定测量支承的位置

2 半径变化量测量

用半径变化量测量圆度误差通常称作半径法。半径法是测量圆周上所选择的若干点对某一选定中心或轴线距离的变动量,以确定被测轮廓的圆度误差。选定中心或轴线一般是圆度仪的回转轴或仪器回转工作台的轴线,有时也可以用零件自身顶尖孔形成的轴线。用半径法测量圆度误差常需用专门的测量仪器,如圆度仪。

式中: D ——被测零件直径;
 d ——球(或圆柱)支承的直径;
 α ——固定测量支承夹角。

GB/T 7234《圆度测量 术语、定义及参数》、GB/T 7235《评定圆度误差的方法 半径变化量测量》均适用于半径法测量及圆度误差的评定。两个标准组成一个统一的整体,GB/T 7234 主要规定了半径法测量的术语、定义及参数;GB/T 7235 主要规定了半径法测量的测量仪器、圆度误差值的评定方法及测量方法,适用于中、高精度测量。

2.1 术语、定义及参数

2.1.1 一般术语(表 26-8)

表 26-8 半径法测量圆度误差的一般术语及定义

序号	术 语	定 义	序号	术 语	定 义
1	实际表面	物体与周围介质分界的表面	6	名义测量平面	垂直于仪器名义回转轴线的平面
2	名义回转轴线	仪器主轴回理论轴线	7	测量平面	垂直于仪器基准回转轴线且通过仪器触头与零件接触点的平面
3	瞬时回转轴线	在任意瞬间仪器主轴实际的回转轴线 注:瞬时回转轴线的位置可在轴承的界限内连续变化。	8	测量方向	确定零件轮廓变化量的方向,该方向与仪器回转轴线相交,且通常位于测量平面内
4	基准回转轴线	仪器主轴各瞬时回转轴线的平均轴线	9	瞬时回转误差	由于瞬时回转轴线和基准回转轴线位置间的差别而产生的误差
5	零件轴线	假定零件相应部分围绕其旋转的给定直线 注:零件轴线可以用以下几种方法给定: ①使零件上许多典型横截面的给定中心到该直线的最大距离为最小的一条直线。 ②使零件上若干典型横截面的给定中心到该直线的距离的平方和为最小的一条直线。 ③透过相离的两个给定横截面的给定中心的一条直线。 ④通过一个给定横截面的给定中心,且垂直于一给定轴肩的一条直线。 ⑤通过两支承中心的直线,该直线与零件表面无关。 ⑥包容零件不规则表面且半径差为最小的两同轴回转表面的轴线。	10	安装偏心	在测量平面内,零件轮廓给定中心相对于仪器基准回转轴线与该平面交点之间的距离
			11	仪器放大率	仪器输出量与测量方向上仪器触头的位移量之比

2.1.2 轮廓术语(表 26-9)

表 26-9 半径法测量圆度误差的轮廓术语及定义

序号	术 语	定 义	序号	术 语	定 义
1	实际轮廓	垂直于圆形零件给定轴线的平面与零件实际表面相交所形成的轮廓	3	轨迹轮廓	由触头曲率中心形成的轨迹所确定的轮廓 注:根据触头的不同尺寸和形状,轨迹轮廓可能包括或排除表面粗糙度。
2	轮廓变换	在任何情况下轮廓的变换过程,这种过程可以通过触头、滤波器、记录器来实现	4	修正轮廓	用具有一定特性的模拟或数字滤波器进行修正的轨迹轮廓
			5	显示轮廓	实际轮廓经仪器显示得出的轮廓,如轨迹图形、示波器显示的图像或数字描述

2.1.3 评定基准圆术语(表 26-10)

表 26-10 半径法测量圆度误差的评定基准圆术语及定义

序号	术 语	定 义	序号	术 语	定 义
1	评定基准圆	与零件的轨迹轮廓具有规定的相 关关系的圆,该圆是确定圆度的几何 参数和圆度误差的依据	1	最小二乘方圆 (LSC)	显示轮廓到该圆距离的平方和为 最小的一个圆 注:最小二乘方圆可用足够精确的 有限条间距适当的径向线来确 定。
2	显示评定基准 圆	与零件的显示轮廓具有规定的相 关关系的圆	5	最小外接圆 (MCC)	外接于轴的显示轮廓的可能最小 圆
3	最小区域圆 (MZC)	包容显示轮廓,且半径差为最小的 二同心圆	6	最大内接圆 (MIC)	内接于孔的显示轮廓的可能最大 圆

2.1.4 有关圆周的术语(表 26-11)

表 26-11 半径法测量圆度误差的有关圆周的术语及定义

序号	术 语	定 义	序号	术 语	定 义
1	每转波数(upr)	零件圆周上所包含的完整的周期 性波动的数目。 注:在 360° 或 2π 弧度内不得小于 1 整波。	3	正弦波频率	正弦波数与仪器主轴每秒转数的 乘积(以 Hz 计)。
			4	波长角(θ)	每转波数(upr)的倒数乘以 360° (以 度表示)或乘以 2π (以弧度表示)
2	正弦波数(ns)	零件旋转一周内所测得的周期性 正弦波动的数目。	5	圆周波长	零件圆周长除以每转波数(upr)。

2.1.5 有关仪器滤波器及功能的术语(表 26-12)

表 26-12 半径法测量圆度误差有关仪器滤波器及功能的术语及定义

序号	术 语	定 义	序号	术 语	定 义
1	滤波器	一种传输一定频率范围的信号的系统,滤 波器对所通过的频率范围(通带)的信号呈 现低于额定值的衰减;对于所阻止的频率范 围(阻带)的信号呈现显著衰减 注:电子滤波器的一个特性是输出对输入 的幅度比只与频率有关而与幅度无 关;对于机械滤波器(例如触头),该比 值则同时受幅度和频率的影响。	2	幅度传输 特性	在仪器工作范围内,以曲线表示的每个正 弦波信号的输出与输入的幅度比 注:该比值用百分比(%),或用分贝数 (dB)表示。
			3	滤波器衰 减率	幅度传输特性曲线的最大斜率 注:1 衰减率由滤波器的设计确定,以每 倍频程的分贝数表示。 2 应标出衰减率为 75% 的截止频率。

续表 26-12

序号	术语	定义	序号	术语	定义
4	相位移	相应频率的输入和输出信号波形在空间或时间上的位移。 注：由滤波器(如用两个 C-R 滤波器)引起的相位移，一般取决于滤波器传输频带范围内的各个频率处的衰减率。用移相滤波器或数字滤波器可使相位移为零或使频带内所有频率的相位移相同。	5	截止波数	最大幅度衰减到 75% 时，通带两端的每转波数 (1upr 除外)
			6	滤波器波数范围	位于上下截止波数之间的波数范围 注：波数范围可用以每转波数 (upr) 或频率 (Hz) 为单位的范围表示。

2.1.6 其他术语(表 26-13)

表 26-13 半径法测量圆度误差的其他术语及定义

序号	术语	定义
1	方法差异	两种均为标准化的或规定的但不完全相同的测量方法之间所存在的测量结果之差异
2	支承中心间的测精	以零件自身支承中心的公共轴线为测量轴的测量方法 注：使用这种方法会引起测量误差，原因是： ① 顶尖与顶尖孔及基准的形状、方向、垂直误差。 ② 测量截面可能存在的偏心。

2.1.7 圆度测量的坐标系统及记录图形

圆度测量坐标系统如图 26-4a) 所示。R 为实际轮廓的平均半径，ΔR 为半径变化量。S = f(α) 为在任何角度 α 方向实际轮廓距回转中心 P 的距离。

记录图形如图 26-4b) 所示，P' 是记录纸中心，Q' 表示零件轴线与测量平面的交点 Q，放大倍数 M 由下式得出：

$$P'Q' = M \cdot PQ = Me$$

$$\Delta R' = M\Delta R$$

$$S' \ll MS$$

$$R' \ll MR$$

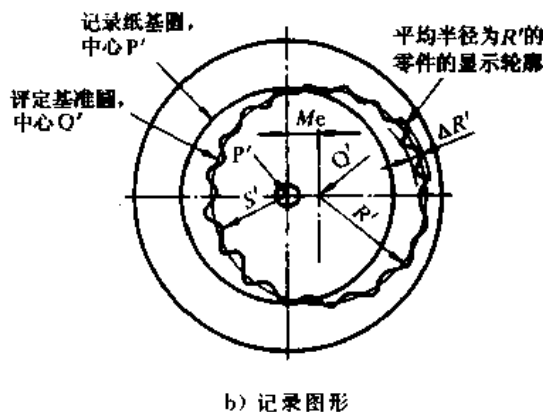
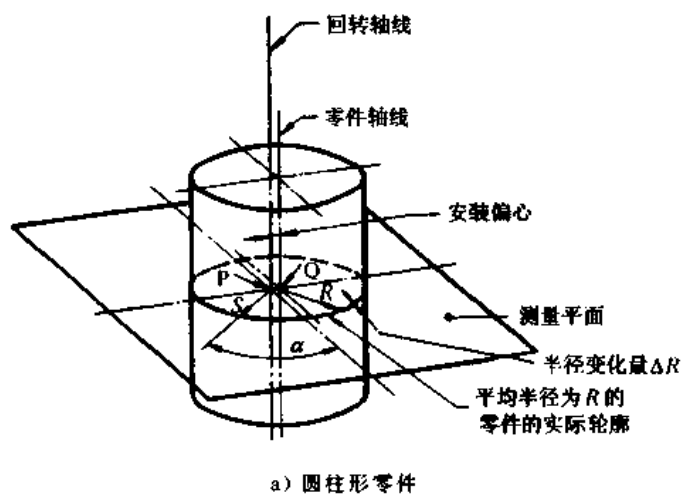


图 26-4 圆度测量的坐标系统及记录图形

在记录纸上，显示轮廓代表零件的实际轮廓，显示轮廓以 R' 为平均半径画在记录纸的适当区域。若 P'Q' < R'，则圆度误差及其几何参数可根据此图及其中心进行测量。

各种评定基准圆可从零件的轨迹轮廓得出。

2.1.8 测量过程

图 26-5 为半径法测量圆度差及用最小二乘方圆评定圆度误差的过程。图中 A、B 通道传输 1upr 信号，且表示出偏心量的影响；C、D 通道抑制 1upr 信号，记录图形除去偏心量 e 的影响，此时记录图形中心定在最小二乘圆中心上；E 通道表示出传输 1upr 信号，并抑制某一特定的频率。

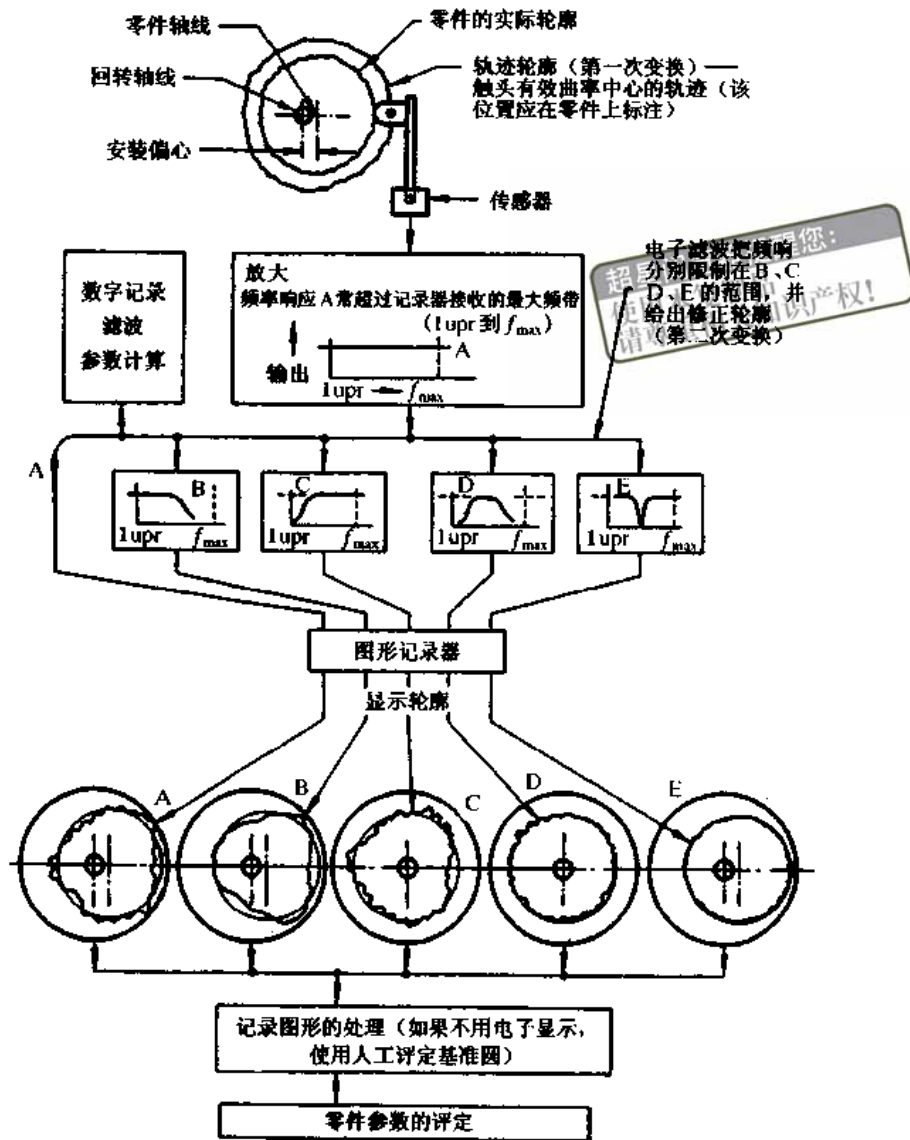


图 26-5 使用最小二乘方圆的测量过程图例

2.2 圆度误差的半径变化量测量

GB/T 7235 中对测量仪器的有关规定如表 26-

2.2.1 测量仪器

14。

表 26-14 对半径变化量测量仪器的有关规定

序号	项目	内容要点	序号	项目	内容要点
1	仪器类型	a. 传感器旋转式: 带有触头的传感器随主轴旋转, 放置在工作台上的被测零件固定不动; b. 工作台旋转式: 带有触头的传感器固定, 放置在工作台上的被测零件随工作台一起旋转	4	仪器的频率响应	仪器滤波器的通带范围规定如下: 1~15, 1~50, 1~150, 1~500, 1~1500 波数/转 (upr), 滤波器通带名义截止端的传输率为 75%。 滤波器的幅度传输特性等效于相同时间常数的两个独立 CR 网络
2	触头形式及其尺寸	触头分四种型式: 球形触头、柱形触头、斧形触头、卵形触头 触头尺寸 r 或 R 从下列数值中选取: 0.25, 0.8, 2.5, 8, 25mm	5	仪器总误差	仪器总误差是仪器所指示、显示或记录的参数值与该参数的真值间的差别。仪器总误差由引用误差, 即由仪器得出的绝对误差与测量范围的上限值之比值的百分数来表示。仪器总误差由主轴误差、噪声、震动和放大倍数等所产生的系统误差和随机误差分组成
3	触头静压力	触头静压力应能在 0~0.25N 范围内调整。测量时, 触头的测量力应调整到保证触头与被测表面连续接触的最低值			

2.2.1.1 仪器类型

传感器旋转式圆度仪外形如图 26-6a) 所示。在测量过程中,随着被测零件实际轮廓半径的变化,触头作径向位移,由传感器反映出实际轮廓的半径变化量,传感器信号经放大处理后,记录器记录下显示轮廓。或经模数转换后由计算机按规定的圆度评定中心,计算出圆度误差并将结果直接以数字量输出。该类仪器可以用来测量较大的工件。

工作台旋转式圆度仪外形(台式圆度仪)如图 26-6b) 所示。测量过程中实际轮廓半径的变化,使触头作径向位移,由传感器反映出实际轮廓的半径变化量,传感器信号经放大处理后,记录器记录下显示轮廓。或经模数转换后由计算机按规定的圆度评定中心,计算出圆度误差并将结果直接以数字量输出。该类仪器工作台荷载受一定的限制,适宜于小型工件的圆度测量。

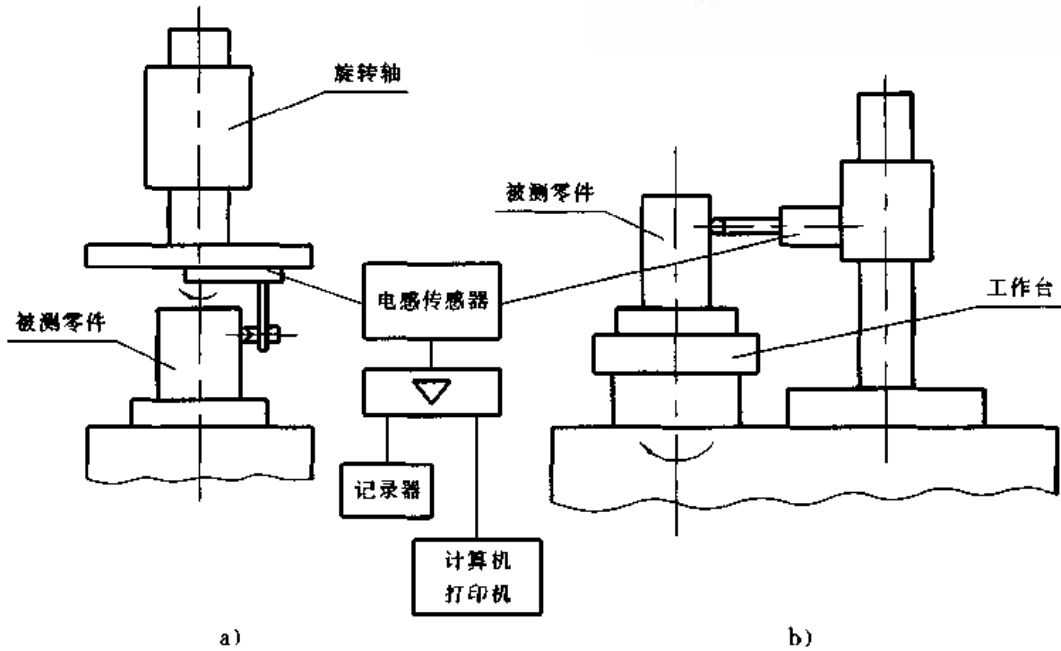


图 26-6 圆度仪外形图

2.2.1.2 仪器的触头形式及选择

四种触头形式如图 26-7 所示。各触头尺寸 r 或 R 应按表 26-14 所列数值选取。为满足特定要求,允许制造和使用其他适宜的形状和尺寸的触头。

状特征选择。目前生产的仪器,一般均带有 63.5、127、254mm 三种长度的测杆。使用不同长度的测杆时,要对仪器放大倍数的修正系数作相应的调整。如使用 63.5mm 的测杆,仪器放大倍数的修正系数为 1,使用 127mm 的测杆则为 2。

测杆的长度标准未加规定,可根据被测工件的形

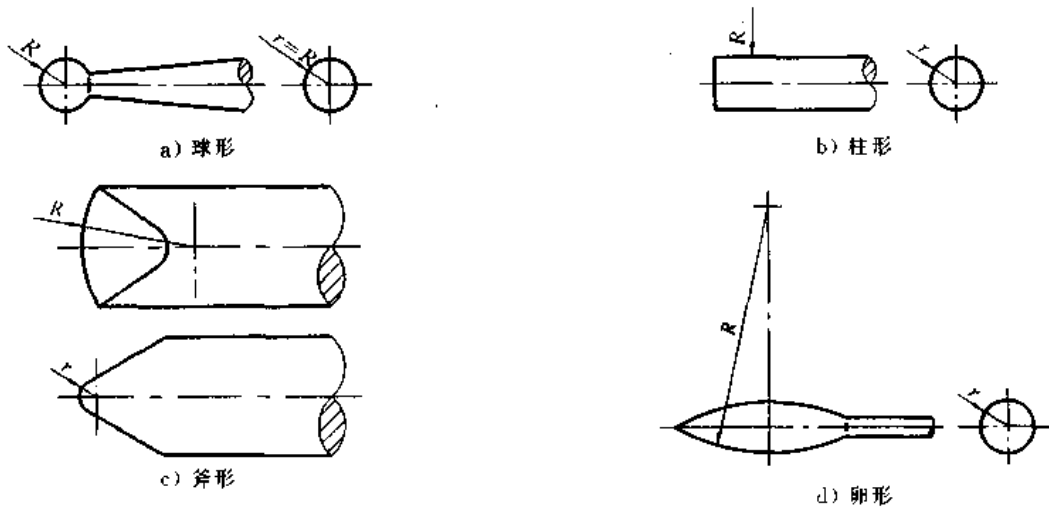


图 26-7 触头的形式

触头的选择,主要根据被测零件表面的几何特征。测量圆柱表面时常用斧形触头;测量环状曲面如滚动轴承图的滚道,可分别选用球形或斧形触头。选用斧形触头时,其轴向平面的半径 R_r 应小于被测零件的曲率半径 R ,如图 26-8 所示;对于具有锐边、窄边或带有腰部的零件,如钟表的钻石孔、拔丝模等,则应选用柱形或卵形触头。

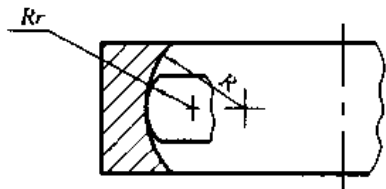


图 26-8 斧形触头的曲率半径

2.2.1.3 触头静压力

保证触头与试件接触的触头压力,应根据试件材料的硬度、挠性和最大抗压强度以及触头组件的质量、转速、触头半径等来确定,总的原则是,保证触头与被测轮廓连续接触的最低值。

美国标准 ANSI B89.3.119-72 规定的触头半径与最大接触压力的对应关系见表 23-15,可供测量调整时参考。各种圆度仪的触头静压力范围见表 23-16。

表 26-15 ANSI B89.3.119-72 规定的触头最大接触力

触头半径/in	0.001	0.003	0.010	0.030	0.100
最大接触压力/g	0.5	2.0	5.0	10.0	20.0

表 26-16 各种类型圆度仪的触头静压力范围

序号	仪器型号	产地(厂商)	触头静压力范围	序号	仪器型号	产地(厂商)	触头静压力范围
1	Talyroud 73	英国 RTH 公司	0~0.15N	9	HYQ 035	上海机床厂	0~0.24N
2	Federal 3000	美国 Federal 公司	0~0.025N	10	HYQ 014B		0~0.24N
3	FAG 产品	德国 FAG 公司	0~0.20N	11	HYQ 041		0~0.15N
4	EC-10	日本小坂研究所	0~0.10N	12	YD 200A	上海量具刃具厂	0.02N~0.08N
5	EC-25		0~0.15N	13	DQR-I	中原量仪厂	0~0.18N
6	EC-2		0~0.15N	14	DQR-II		0.12~0.18N
7	EC-20		0~0.10N	15	Y-9025	洛阳轴承所	<1.0N
8	HYQ014A	上海机床厂	0~0.24N			东风仪表厂	

2.2.1.4 仪器的频率响应及选择

图 26-9 是仪器滤波器的幅度衰减特性曲线。

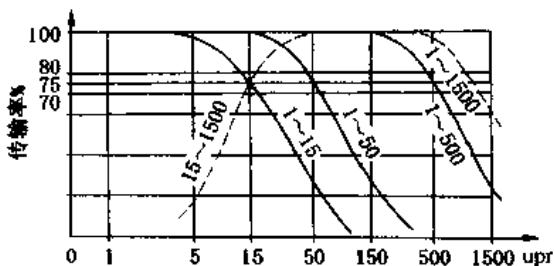


图 26-9 滤波器幅度自输特性曲线

- 注: 1 曲线仅表示出幅度衰减特性而未考虑相位移,可以使用具有相同衰减率(或较小)的已知特性的相位修正滤波器。
2 当用衰减高频的滤波器时(通常采用双 C-R 形式),由于高频相对于低频的相位移而造成的传输轮廓的畸变通常是不重要的。当用衰减低频的滤波器时,由于相位移而造成的畸变可能是重要的,并且不得不考虑其影响,或采用相位修正滤波器加以避免。

波器加以避免。

- 3 仪器频率(以 Hz 为单位)为主轴每秒钟的转数乘以工件每 360° 内的正弦波数。
- 4 偏心率按每转一次波动计算,当零件轮廓以最小二乘方圆心外的中心来评定时,可以找到每转一次波动的正弦分量。
- 5 当要求仪器电路的频响低于每转一次波动时,为避免相位畸变,常把电路频响做到零赫兹,并允许用静态方法校正。

测量时,选用不同的滤波器的通带范围,往往会得到不同的测量结果。当选用 1~500upr 进行测量,此时得到的轨迹轮廓较为细致,除了表面粗糙度波纹外(触头起了机械滤波器的作用),几乎所有轮廓表面的特征均被反映出来;当选用 1~150upr 进行测量时,此时由于滤波器滤去了被测表面较小的起伏变化,所得到的轨迹轮廓比用 1~500upr 测得的轨迹轮廓平滑。

正确选择所用的滤波器的通带范围决定于测量目的。对于一般非特殊测量要求,标准推荐使用滤波器的

通带范围为 $1 \sim 50\mu\text{r}$ 。对于特殊情况,如为了解被测要素的特征、是否产生多棱,可选用 $1 \sim 15\mu\text{r}$;如轴承滚道的测量,为了解滚道轮廓表面形状对轴承振动和噪声的影响,希望测得的轨迹轮廓能充分反映轮廓的高频部分,此时可选用 $1 \sim 500\mu\text{r}$ 等等。

触头具有机械滤波作用,触头曲率半径越大,对被测轮廓的加工痕迹抑制性越好。一般对经挤压或拉削的带有轴向纹理的轮廓应选用 r 较大的触头;对带有周向纹理的轮廓的测量则选用 R 较大的测头,以利于消除加工痕迹对圆度测量的影响。

2.2.1.5 仪器误差

a. 仪器回转误差

仪器回转误差应在给定条件下确定。

—— 仪器径向误差

在与基准回转轴线相垂直的方向测量一个具有理想圆度和理想同心的零件截面时,由仪器测得的圆度值。

—— 仪器轴向误差

测量一个与基准回转轴线理想垂直的理想平面时,仪器测得的区域值。

b. 回转误差

仪器回转误差通常由下述成分组成:

- 与回转轴平行的径向位移;
- 与回转轴平行的轴向位移;
- 倾斜。

仪器径向误差的大小取决于触头的轴向位置,仪器轴向误差的大小取决于触头在测量平面上的径向位置。因此必须说明评定时所选择的轴向和径向位置。

仪器径向误差应用沿轴向二个充分分隔的位置上的径向误差表示,或用某一位置的径向误差及其沿轴向的变化率来表示。

仪器轴向误差应该在轴向,并且以一个规定半径上的轴向误差来表示。

2.2.2 圆度误差值的评定及测量要求

2.2.2.1 圆度误差值的评定

标准规定以下列任一圆心(评定基准圆的中心,简称评定中心)得出的被测零件轮廓的最大半径和最小半径之差来确定被测截面的圆度误差值。评定中心、评定中心代号及圆度误差评定代号见表 26-17。

表 26-17 圆度误差的评定中心

序号	评定中心名称	评定中心代号	(圆度误差)评定代号	说明
1	最小区域圆圆心	MZC	ΔZ_z	参见图 26-10
2	最小二乘圆圆心	LSC	ΔZ_q	参见图 26-11
3	最小外接圆圆心	MCC	ΔZ_l	参见图 26-12
4	最大内接圆圆心	MIC	ΔZ_i	参见图 26-13

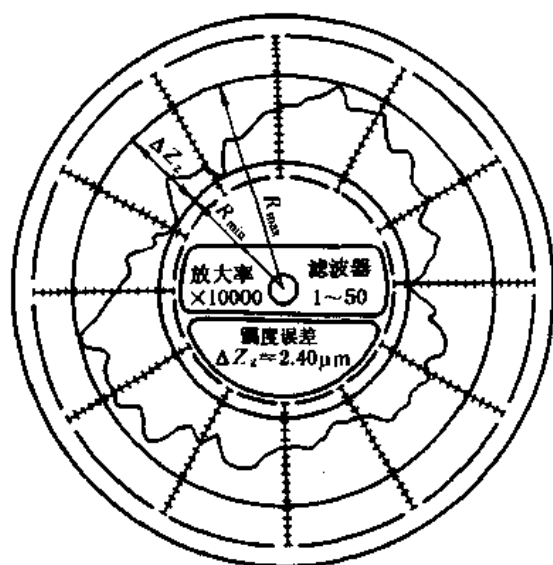


图 26-10 最小区域圆

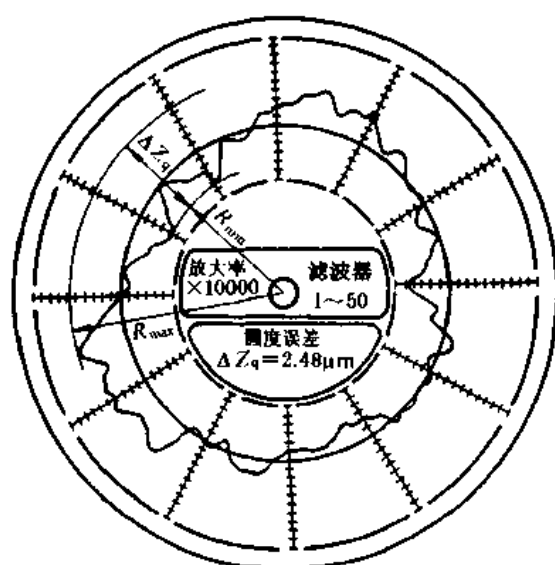


图 26-11 最小二乘圆

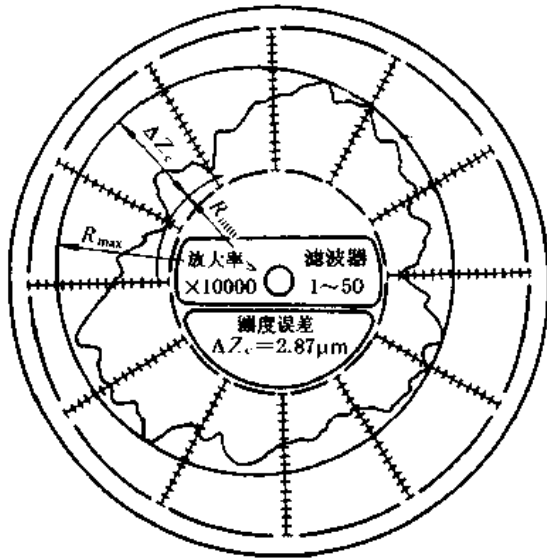


图 26-12 最小外接圆

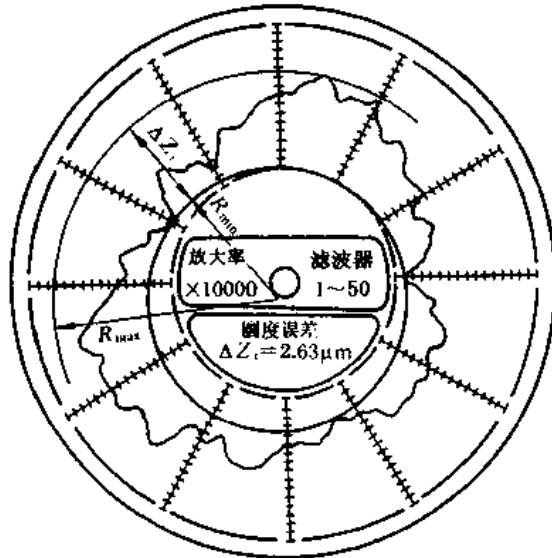


图 26-13 最大内接圆

关于求解四个评定中心的说明:

四种评定中心分别相当于通常所称的最小包容区域法,最小二乘圆法,最小外接圆法和最大内接圆法。

a. 最小包容区域及其判断

由两同心圆包容显示轮廓,至少应有内外交替四点接触,这时,两同心圆半径差为最小,见图 26-14a),该两同心圆构成了最小包容区域,其半径差即为圆度误差 ΔZ_c 。

获得显示轮廓后,可以应用透明的同心圆模板上的同心圆试凑包容轮廓图形,达到内外交替四点接触为止,两个与轮廓图形接触的同圆心间径向距离,即为圆度误差值。如果测量仪器由直接显示圆度误差值的功能,则将用数字显示出 ΔZ_c 之值。

最小包容区域圆的圆心,可按下列步骤求得:

① 在轮廓包围的中间任意取一点 O_1 ,以 O_1 为圆心的圆与轮廓上 A 点接触,轮廓的其余部分均在该圆之内,见图 26-14b)。

② 在 O_1 与 A 的连线上找一点 O_2 ,以 O_2 为圆心的圆应与轮廓上 A 点和另一点 B 接触,轮廓其余部分均在该圆之内。

③ A, B 两点连线将轮廓分成两个部分,找出该两部分轮廓上至该圆的距离为最大的两点,如图 26-14b)中的 C, D 两点,最大距离为 ΔC 和 ΔD 。

④ 在 A, B 连线的垂直平分线上找一点 O ,以 O 点为圆心作圆过 A 点,且使 ΔC 和 ΔD 变成 $\Delta C' = \Delta D'$,则 O 点即为最小区域圆圆心。

也可采用逐步逼近法寻找最小区域圆圆心,如在轮廓中心先取一点 O_1 ,计算轮廓上各点的半径差,再在 O_1 点附近周围取若干点,分别计算半径差,以具有较小半径差的点为准在其附近周围取若干点分别求出半径差,取其更小者,如此逐步寻找逐步逼近,直到半径差最小为止,或按预定要求为止。

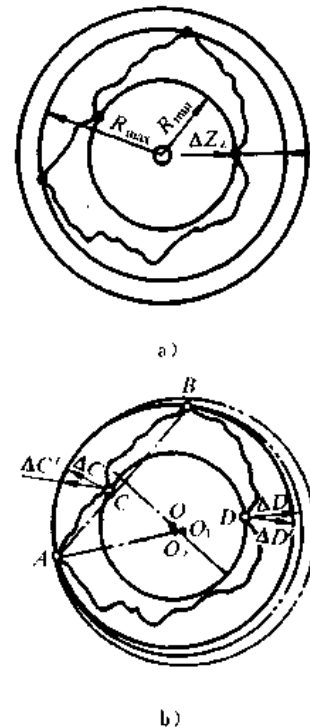


图 26-14 最小包容区域的判断及确定步骤

b. 最小二乘方圆及其圆心的求法

显示轮廓上的各点至某一圆的距离平方和为最小时,该圆即为最小二乘方圆。以该圆的圆心为轮廓中心,则其最大半径与最小半径之差即为圆度误差 ΔZ_c ,见图 26-15a)。

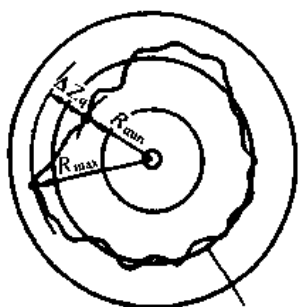
最小二乘方圆圆心和半径的求法:

从记录中心画足够数量的偶数个等间距径向线,见图 26-15b),确定直角坐标系,其原点为记录中心,

径向线与截面轮廓图形的交点为 $P_i(x_i, y_i)$ 。于是, 最小二乘方圆圆心的坐标 (a, b) 用下式计算:

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n x_i \\ b &= \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n y_i \end{aligned} \right\} (i=1, 2, \dots, n)$$

最小二乘方圆半径: $R = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i$



a) 最小二乘方圆

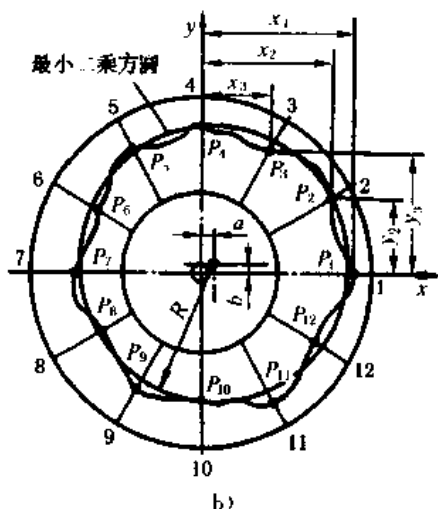


图 26-15 最小二乘方圆的计算

轮廓相对于最小二乘方圆圆心的半径变化量 ΔR

由下式求得:

$$\begin{aligned} a &= \frac{(x_1^2 + y_1^2)(y_2 - y_3) + (x_2^2 + y_2^2)(y_3 - y_1) + (x_3^2 + y_3^2)(y_1 - y_2)}{2[x_1(y_2 - y_3) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_1 - y_2)]} \\ b &= \frac{(y_1^2 + x_1^2)(x_2 - x_3) + (y_2^2 + x_2^2)(x_3 - x_1) + (y_3^2 + x_3^2)(x_1 - x_2)}{2[y_1(x_2 - x_3) + y_2(x_3 - x_1) + y_3(x_1 - x_2)]} \end{aligned}$$

设最小外接圆由两点 $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ 决定, 则其圆心坐标 (a, b) 为

$$\begin{aligned} a &= \frac{1}{2}(x_1 + x_2) \\ b &= \frac{1}{2}(y_1 + y_2) \end{aligned}$$

d. 最大内接圆及其判断

最大内接圆是指内接于轮廓且半径为最大的圆。满足最大内接圆的必要条件是成三点或两点接触, 且三点能连成一锐角或直角三角形, 两点连线的中点即为圆心, 见图 26-17

$$\Delta R_i = r_i - (R + a \cos \theta_i + b \sin \theta_i)$$

式中 r_i ——轮廓上各点相对于记录中心的径向距离;

R ——最小二乘方圆半径;

a, b ——最小二乘方圆圆心坐标;

θ_i ——各径向线与 x 坐标轴间的夹角。

在 ΔR_i 中的最大值 ΔR_{max} 与最小值 ΔR_{min} 之差即为圆度误差 ΔZ_q , 用式表示为

$$\Delta Z_q = \Delta R_{max} - \Delta R_{min}$$

c. 最小外接圆及其判断

最小外接圆是至少过显示轮廓上最凸出的三点或两点的圆, 且三点连成的三角形必须是锐角或直角三角形或两点连线的中点即为圆心, 见图 26-16。轮廓至最小外接圆圆心的最大距离与最小距离之差即为圆度误差 ΔZ_e 。

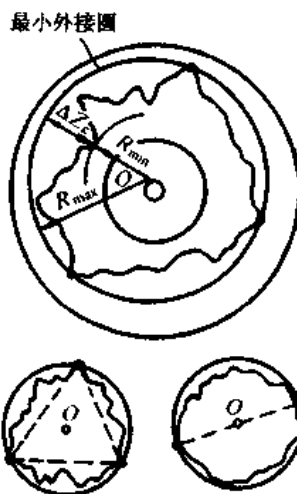


图 26-16 最小外接圆的判断

最小外接圆圆心可按下列公式求得:

设最小外接圆过轮廓上三点, 其坐标值分别为 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3)$, 则圆心坐标 (a, b) 为:

轮廓至最大内接圆的最大距离与最小距离之差即为圆度误差 ΔZ_e 。

由三点及两点决定的最大内接圆圆心坐标值的求法仍与最小外接圆的计算公式相同。

必须注意, 符合三点或两点决定最大内接圆的条件有时还未必充分。图 26-18a) 所示, 符合三点接触的内接圆有两个, 但其内接圆的直径却不同; 图 26-18b) 中符合两点接触的内接圆却未必是最大内接圆。当放大倍率过大, 显示轮廓发生过大的畸变时会产生上列情况。

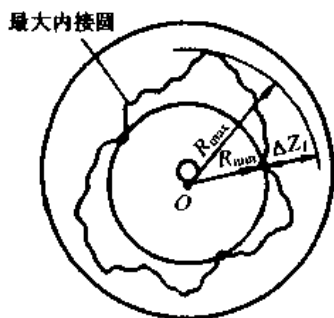


图 26-17 最大内接圆的判断

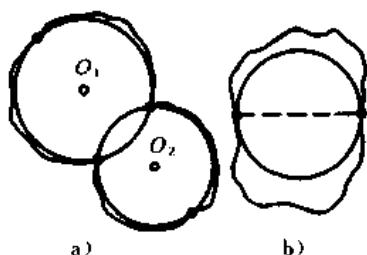


图 26-18 不唯一的最大内接圆

2.2.2.2 测量要求

a. 一般测量要求

标准规定,当采用 GB/T 1182 的方法标注圆度公差时,如图 26-19 规定:圆度误差一般按 ΔZ_1 评定,测量时,仪器的频率响应范围为 1~50upr。

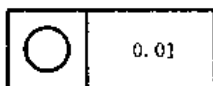
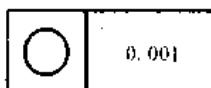


图 26-19 圆度公差的一般标注

b. 特定测量条件

标准规定对有特定要求的测量条件,应在按 GB/T 1182 规定注法的公差框格下方按顺序分别标注(或部分标注)以下内容(如图 26-20 所示):

评定代号/测量时仪器的频率响应范围/触头形状及半径



$\Delta Z_0/150/\text{柱形 } r2.5$

图 26-20 圆度公差的特定测量条件标注

2.2.3 圆度测量

GB/T 7235 的附录对圆度测量仪器的调整和测量方面给出了一般性的指导。

2.2.3.1 工件的安装

a. 安装偏心的影响

被测工件必须进行调整,要求工件的回转中心与仪器回转轴的偏心量控制在规定的范围内。标准推荐对于一般精度的测量,偏心 E 应大约限制在轮廓图形平均半径的 15% 以内,高精度测量应限制在 7% 以内。过量的偏心将造成记录图形的畸变,偏心后的记录图形在与偏心量为 E 的垂直方向,畸变有极大值,其误差为:

$$F = \frac{E^2}{2R}$$

式中: E ——偏心量;

R ——记录图形平均半径。

记录图形的畸变如图 26-21 所示。

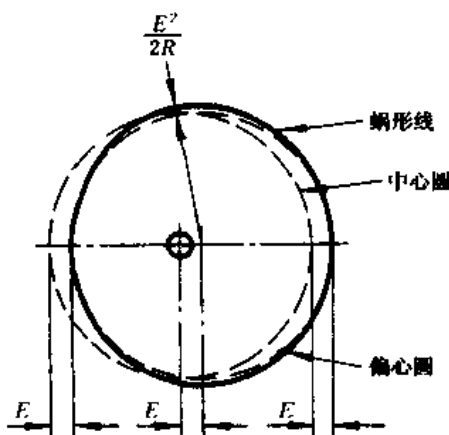


图 26-21 记录图形的畸变

例:实测某一标准半球的误差曲线(记录图形),第一次测量时将试件与仪器的回转轴调成严格同心,从记录图上得到第一次测量的圆度误差为 $0.06\mu\text{m}$;第二次测量时,故意将试件与回转轴调成 $0.7\mu\text{m}$ 的偏心量,从记录图上得到第二次测量的圆度误差为 $0.15\mu\text{m}$,记录图形的平均半径 $R = 50\text{mm}$,图形偏心量 $E = 13\text{mm}$,记录放大倍率 $M = 20000$ 。

此例中两次测量的圆度误差之差作为由于偏心造成的误差:

$$F = F_2 - F_1 = 0.15 - 0.06 = 0.09\mu\text{m}$$

按公式计算的最大偏心畸变为:

$$F' = \frac{E^2}{2R \cdot M} = \frac{13^2}{2 \times 50 \times 20000} = 0.085\mu\text{m}$$

从上述试验例子可以看出公式所估计的偏心畸变具有足够的精度。

b. 安装倾斜的影响

被测零件轴线对回转轴线的倾斜将使理想圆柱体出现椭圆。图形上直径的变化由下式给出(图 26-22):

$$MD(1 - \text{secc}\theta)$$

式中: D ——零件直径;

θ —— 倾斜角;
 M —— 放大倍数。

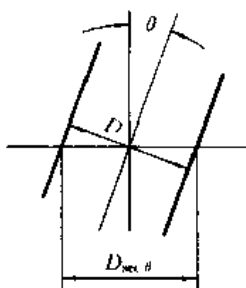


图 26-22 安装倾斜

c. 测量方向

测量圆柱面时,其圆度在垂直于仪器的回转轴线的横截面中测量,测量方向垂直于该轴线,被测量和描绘的轨迹轮廓即为该被测表面横截面的轮廓。

测量圆锥面和环形曲面时,应根据零件的功用来确定测量方向。图 26-23 表示被测面为一圆锥面,如果要求测量方向垂直于被测表面,则被测轮廓为由假想圆锥面(与被测圆锥面共轴,且该假想圆锥面的母线与被测圆锥面的母线垂直,由该母线所形成的轨迹即为假想圆锥面)与被测圆锥面相截交而形成,测量方向为沿着该假想圆锥面母线的方向,测得值也是该方向上轮廓的变化量。当需要用径向值表达时,其误差区域宽度必须乘以零件圆锥半角的正割(见图 26-23)。

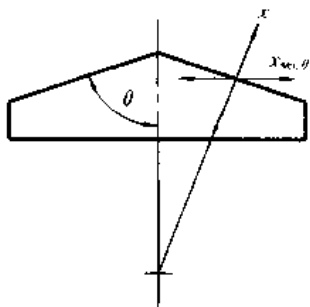


图 26-23 圆锥面的圆度测量方向

对于环形曲面(如轴承滚道)的测量方向应按接触头接触部位的切线所形成的圆锥来处理,见图 26-24。

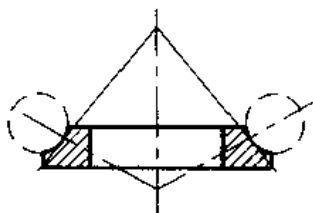


图 26-24 环形曲面的圆度测量方向

d. 触头位置的影响

触头与被测表面的接触位置不正确,会带来测量误差,如图 26-25 所示。要求测量方向为 $x-x$,由于触头位置的偏移所形成的测量误差,由图 26-25b)可知,若触头偏移量为 y , θ 为触头初始偏置角,当被测面半径存在增量 ΔR 时,触头位置将由 a 移至 b ,位移量 \overline{ab} 与 ΔR 之间的关系为:

$$\overline{ab} = \Delta R \frac{1}{\cos \theta}$$

$$\theta = \arcsin \frac{y}{R-r}$$

从以上关系式可知,若 y 不变, $(R-r)$ 减小,则 θ 增大。因此,随着被测面与触头的半径差减小而测量误差增大。

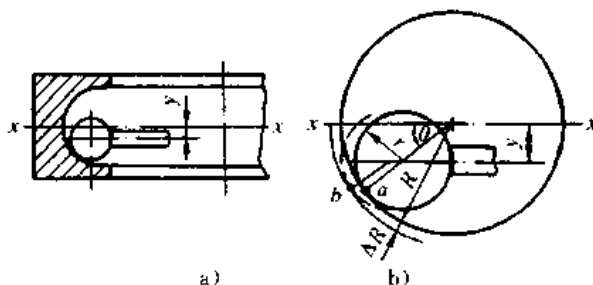


图 26-25 触头位置的偏移

2.2.3.2 关于粗糙度特征的考虑

加工遗留的痕迹(通常是表面粗糙度特征的周向成分)是否应计入圆度的评定区域取决于零件的用途。例如与相同形状的零件表面作滑动接触应区别于作滚动接触。除去或计入粗糙度特征,将极大地影响圆度值。图 26-26 所表示的两种轮廓,虽然它们有相同的最小包容区域宽度,但其影响效果却不一样。如果两者所代表的截面都是滚珠轴承滚道,则图 26-26a)会产生高频振动并且造成噪声,而图 26-26b)则较平稳。如果是轴、心轴、活塞等的轮廓时,则图 26-26a)反而较好。

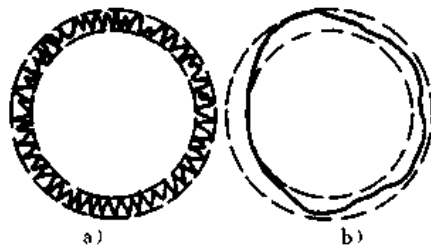


图 26-26 表面粗糙度与圆度误差的不同

对于零件的几何形状、机床的几何精度,则有效地评定应不包含粗糙度。当粗糙度足以使圆度失真时,则粗糙度必须分离。

粗糙度特征的周向成分的影响程度取决于表面特征的特点(方向、高度、间距)、触头尺寸及仪器频率响应的综合结果。

用 10mm 半径的触头测量圆柱形零件将抑制大部

分通常遇到的磨削和车削痕迹的轴向成分,但抑制残余周向成分或轴向纹理(挤压、拉削)的表面粗糙度的效率很低,其原因是难以获得周向曲率的较好一致性。

图 26-27 表示出半径大小不同的触头如何影响带有加工痕迹的圆柱体的测量。小半径尖触头由截面一侧波峰处移到截面另一侧波谷处,再回到原波峰处。如果加工痕迹的形状恰为规则正弦波,则触头的规迹为一理想圆。如用大半径斧形触头,则不论加工痕迹如何,记录图形反映被测截面的宏观几何形状。

图 26-28 是由普通车床切削零件的轨迹轮廓,局部放大部分表示出刀具产生的切削痕迹。图中 A 为用斧形触头所描绘的轨迹, B 为用针状触头所描绘的轨迹,触头调整成与圆柱体同一截面的光滑部分接触。这样,除在两曲线相重的最高波峰处外,由针状触头描绘的曲线应位于由斧形触头所描绘的曲线的内侧。由斧形触头描绘的外轮廓轨迹,在低放大倍率下,可用作圆度的评定,而针状触头得到的被测截面的轨迹,造成了圆度的明显失真。

半径小于 0.8mm 的球形触头,例如 0.25mm,会整个进入常用 0.8mm 半径的刀具所产生的切削痕迹中,并很可能进入磨削造成的痕迹中,但仍能抑制由研磨、珩磨和超精加工产生的超精细表面特征。

使用具有大轴向半径,小周向半径的触头是有好处的,因此,常使用斧形触头。

无论是采用尖触头还是钝触头,使用滤波器来抑制高频周向分量是有效的。

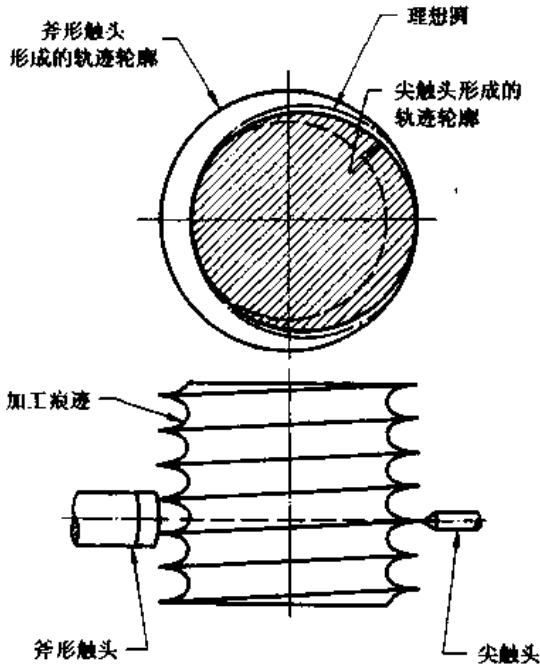


图 26-27 触头曲率半径的影响

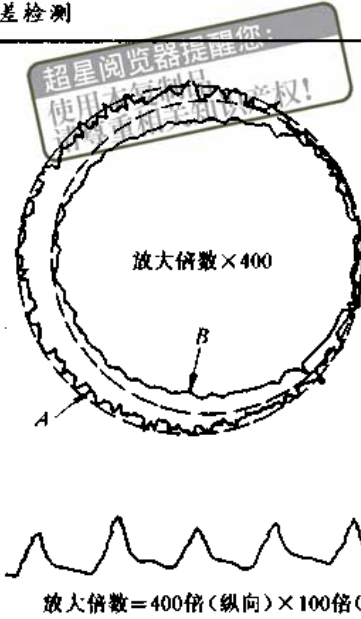


图 26-28 不同形式的触头测量车削表面的轮廓图形
2.2.3.3 校准

圆度仪径向放大倍数的校准可用静态和动态两种方法。静态校准可以用任何一种方便并能使仪器精确地位移的方法实现,例如用螺旋微动杠杆或量块。动态校准可以用圆周上有一个或数个小平面的圆柱体(即通常所称定标块)进行,如图 26-29a)所示。定标块尺寸 x 已经精确测定。当圆度仪用放大倍数 M (即需要校准的仪器放大倍数)对定标块进行测量时,记录图形得到高度为 Mx ,见图 26-29b),由此可校准仪器放大倍数 M 。

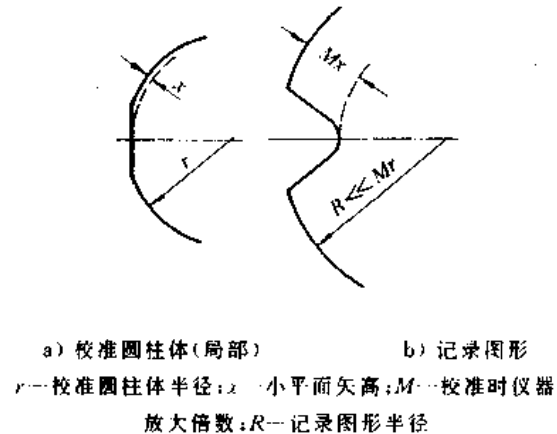


图 26-29 仪器放大倍数的动态校准

因为小平面对应的圆周角很小,已接近仪器的高频响应,所以当用它来进行动态校准时,要注意将仪器的滤波器设置在适当的通带范围。

圆度仪轴向放大倍数的校准通常用静态方法,与径向放大倍数的静态校准方法相同。

2.2.3.4 主轴系统误差的确定

圆度仪的主轴误差即仪器的回转误差是圆度测量误差的重要组成部分,因此在测量过程中消除回转误

差的影响,对提高圆度测量精度具有重要意义。

如果仪器主轴回转时,主轴回转误差充分重复或具有足够的重复性,则表示存在系统误差,只有属于系统误差性质的回转误差才能被确定。在圆度测量中,主轴的回转误差与试件的形状误差是综合在一起的。把主轴的回转误差从主轴和试件的合成误差中分离出来的方法叫误差分离法。标准推荐两种误差分离法:多步法和反向法。

a. 多步法

多步法可应用于径向、轴向误差及其综合误差的测量。在多步法测量中,被测零件放置在分度指示台上,当有效测量开始时,分度指示台保持静止状态,因此分度指示台的旋转精度是不重要的。记录并存储多步测量数据,例如 4 转,取平均,以尽可能减少随机误

差的影响。然后,零件转过一定的角度,例如 30° ,并再次记录和存储测量数据,接着零件又进入下一个定位位置。这一过程是连续的,直至分度指示台指示出零件旋转 12 步(即转过 360° ,回到起始位置)。如再增加测量数据,则可以用来判别仪器的系统漂移。

在每个定位位置测量时,其测量数据将是主轴误差和零件圆度的合成。图 26-30 表示出在不同的定位位置,误差以不同的相位合成。分度指示台相对于仪器主轴旋转 360° 后,将得到一系列完整的矩阵方程,用计算机求解该矩阵,并且打印出所分离的仪器主轴误差和零件误差或通过数模转换后将误差记录在图上。图 26-31 表示出从合成误差中分离出来的主轴误差和零件的圆度误差。

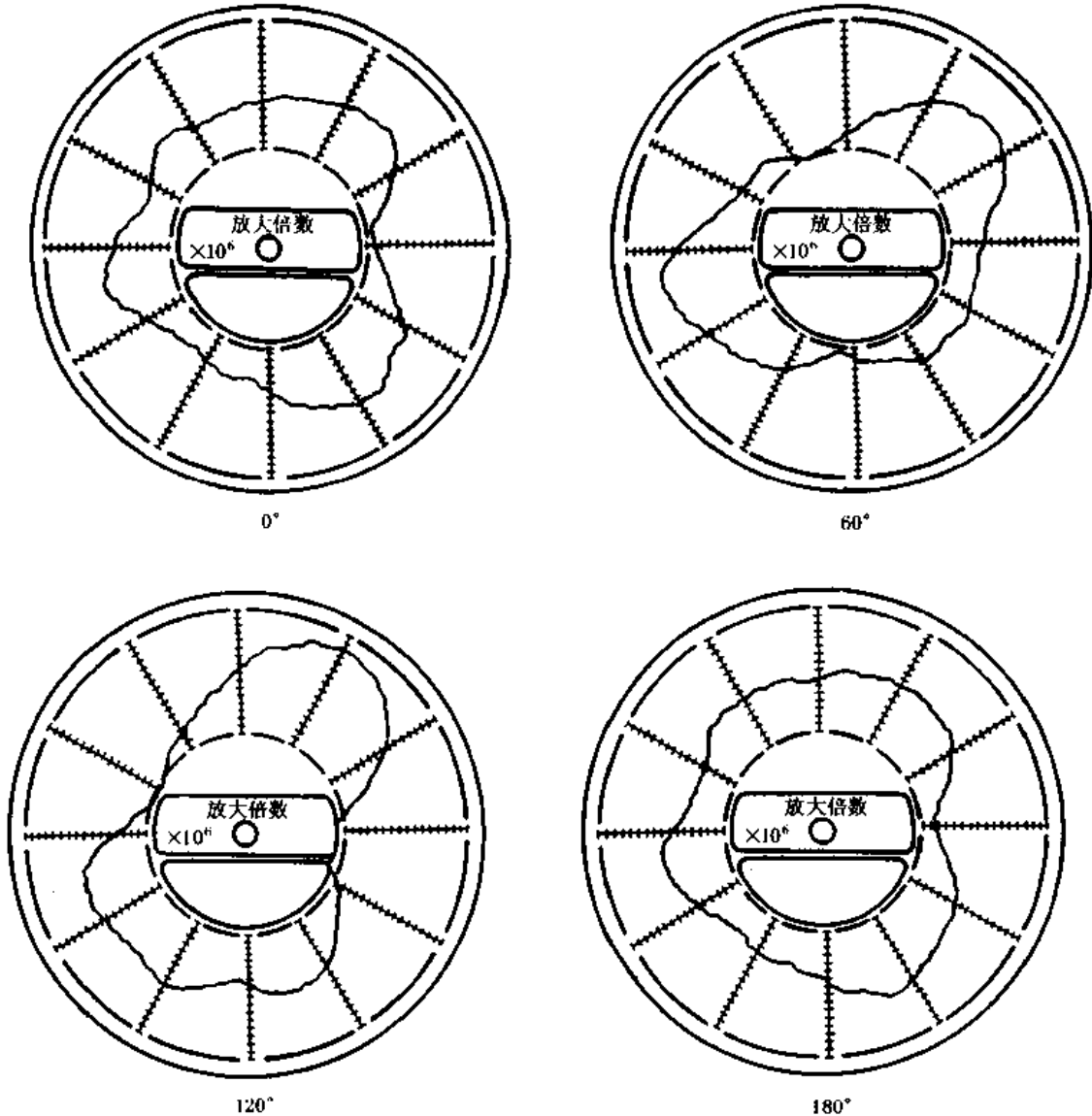
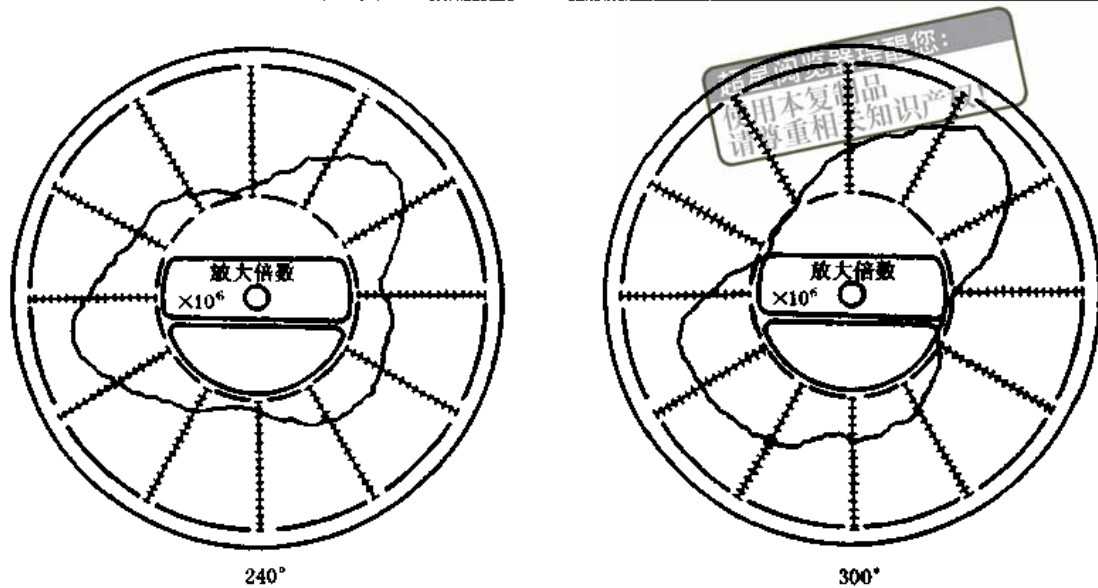


图 26-30 多步法分离主轴系统误差



续图 26-30

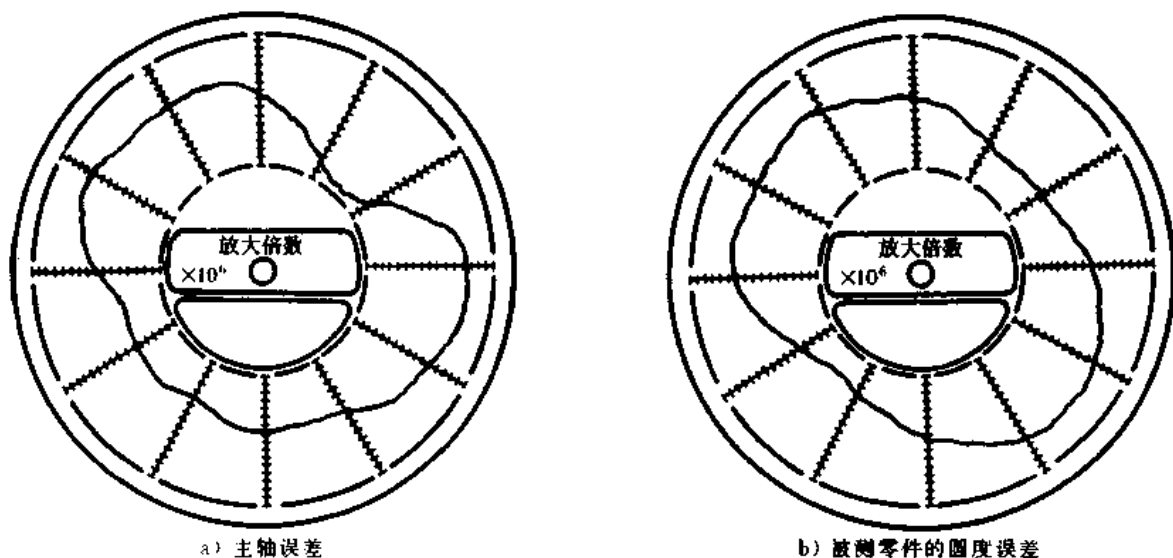


图 26-31 误差分离结果

b. 反向法

反向法只能用来分离径向误差。测量时,以尽可能高的仪器放大倍数记录试件的轮廓图形。触头位置作两次安装,如图 26-32 所示。测量前可在主轴和轴套上作出表示相对位置的记号,同时也在被测零件的同一方向上也作记号(图 26-32a),触头按该方向安装。当试件回转一周后,记录纸上记录误差图形,在各个回转角 θ 的位置记录的示值为 $F_1(\theta)$,其中含有零件轮廓形状误差 $P(\theta)$ 和主轴径向误差 $S(\theta)$ 的成分,其表示为:

$$F_1(\theta) = P(\theta) + S(\theta)$$

接着在主轴和轴套间相对位置不变的条件下,将零件和触头易位 180° ,而触头相对于零件的相对位置不变与初始位置相同[见图 26-32b]。当零件再回转一周时,在同一记录纸上再次记下误差图形。同样,在一定的回转角 θ 的位置,记录示值为 $F_2(\theta)$,零件形状误差 $P(\theta)$ 和主轴径向误差 $S(\theta)$ 的合成结果为:

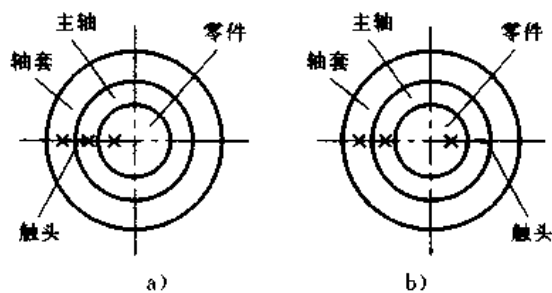


图 26-32 反向法分离主轴系统误差

$$F_2(\theta) = P(\theta) - S(\theta)$$

将上述两次记录值相加,得到零件形状误差 $P(\theta)$,有:

$$P(\theta) = \frac{F_1(\theta) + F_2(\theta)}{2}$$

两次记录示值相减,消去 $P(\theta)$,得到主轴径误差 $S(\theta)$,有:

$$S(\theta) = \frac{F_1(\theta) - F_2(\theta)}{2}$$

这样,通过反向法作两次测量后,可将主轴径向误

差与零件的圆度误差分离。

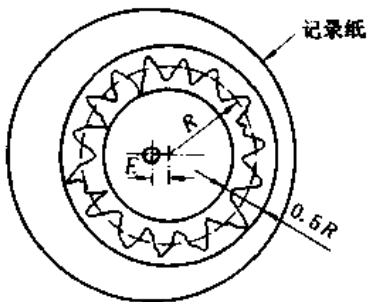
2.2.3.5 图形记录和读图规则

a. 图形记录

为了避免记录的极坐标图形的过分畸变,标准规定:

——一般显示轮廓的轨迹应分布在轮廓图形平均半径的 1/2 范围内,见图 26-33。

——偏心 E 应按前述要求加以限制。

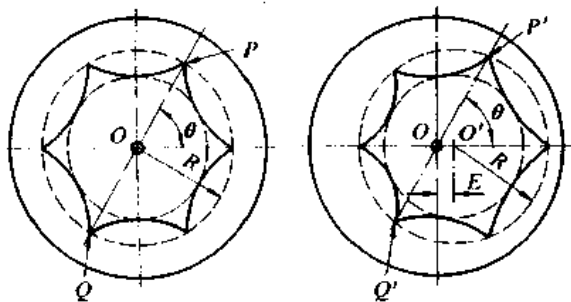


E —安装偏心; R —平均半径

图 26-33 对显示轮廓分布位置的要求

b. 读图规则

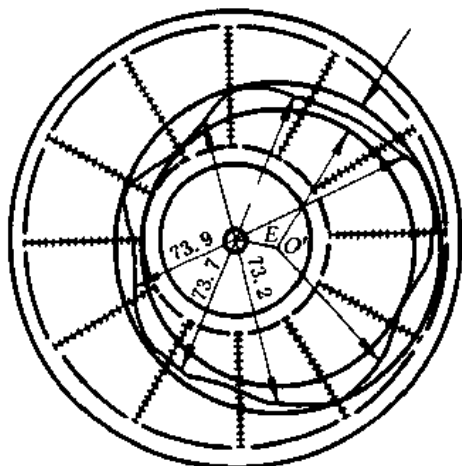
——角度关系应从记录中心读取。例如试件上成 180° 的点与通过记录中心相隔 180° 的点相对应,如图 26-34 所示。



O —记录中心; O' —图形中心

图 26-34 角度的读取方法

——直径的变化要通过记录中心来评定,如图 26-35 所示。

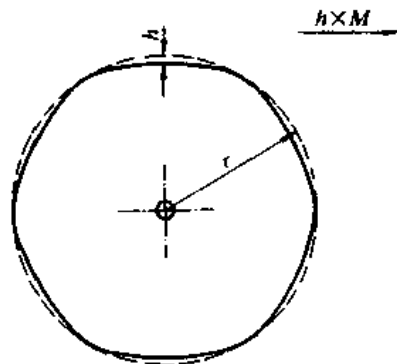


O' —图形中心; E —偏心量

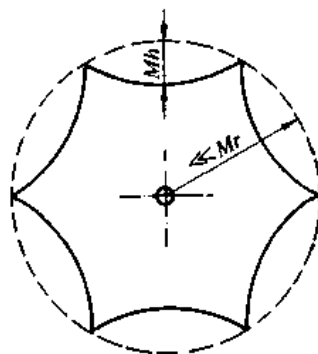
图 26-35 直径的读取方法

——半径的变化从轮廓图形中心来评定。

——应该注意,在记录图上径向变化被高倍率放大而试件的实际半径没有作相应放大,记录图形(显示轮廓)会产生畸变,表面凸起部分在显示轮廓的圆周与可能出现凹形,见图 26-36 所示。



a) 零件



b) 显示轮廓

M —放大倍数; h —零件半径变化量; r —零件理想圆半径

图 26-36 因畸变而使零件凸起部分显示为凹形

3 三测点法及其仪器的精度评定

JB/T 5996—92 规定了使用测量传感器用三测点布置的方法测量圆度及测量仪器的精度评定。它与 GB/T 7235 同是用半径变化量来确定圆度误差,因此在 GB/T 7235 中规定的圆度误差值的评定方法同样适用于三测点法。

三测点法能自动消除仪器的主轴回转误差(或在线测量中加工机床的主轴回转误差)的影响,从而提高圆度误差的测量精度。按三测点法原理设计的测量仪器(装置)具有结构简单、测量精度高的特点,适合于高精度的测量,也适合于高精度、大型回转体零件的在线测量。

3.1 术语、代号

3.1.1 术语及定义(表 26-18)

表 26-18 三测点法的术语及定义

序号	术语	定义	序号	术语	定义
1	测量平面	过测量点的假想平面,该假想平面与零件的被测截面重合 注:测量圆度误差时,零件的被测截面为垂直于零件轴线的假想平面。	5	最小区域圆	包容显示轮廓且半径差为最小的两同心圆
2	测量方向	在测量平面上反映半径变动的方向	6	最小二乘方圆	显示轮廓到该圆距离的平方和为最小的一个圆
3	三测点法圆度测量	用三个安置在同一测量平面上,且互成一定角度的测量传感器或其他测量器具,在测量方向上进行的圆度测量(图 26-37)	7	最小外接圆	外接于轴的显示轮廓的可能最小圆
4	基准点(N_0)	三测点法圆度测量中,被测轮廓无形状失真的测量点	8	最大内接圆	内接于孔的显示轮廓的可能最大圆

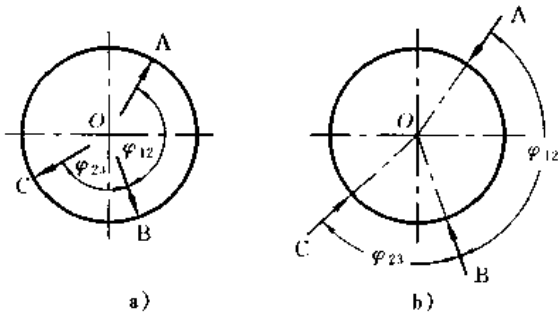


图 26-37 三测点法测量圆度

3.1.2 评定代号

评定代号由 ΔZ 加上表示相应评定中心的一个角标字母构成,见表 26-19。

表 26-19 评定代号

代号	评定中心	角标字母
ΔZ_z	最小区域圆圆心	z
ΔZ_q	最小二乘方圆圆心	q
ΔZ_c	最小外接圆圆心	c
ΔZ_i	最小内接圆圆心	i

3.2 三测点圆度测量的原理及测量方程

3.2.1 测量原理

三测点法圆度测量的原理是以三测点法圆度测量方程所蕴含的理想基准点来比较被测零件轮廓上对应点的径向偏离。三测点法一般以离散采样方式,通过数据处理确定圆度误差。

本测量方法可消除测量仪器(装置)的回转误差对测量的影响,或通过误差分离计算,同时得到零件的圆度误差和测量仪器(装置)本身的回转误差。

3.2.2 测量方程

在被测截面轮廓的周围,放置三个测微仪的触头,组成三个测点,如图 26-38 所示 A、B、C 为三个测微仪的触头(测量传感器测头),三触头间的夹角分别为 ϕ_{12} 、 ϕ_{23} 。在测量圆度误差时,被测零件不可能完全以几何圆心 O 点为中心旋转,设其回转中心为 O' , $\delta(\theta)$ 为回转中心 O' 随转角 θ 的变化量。

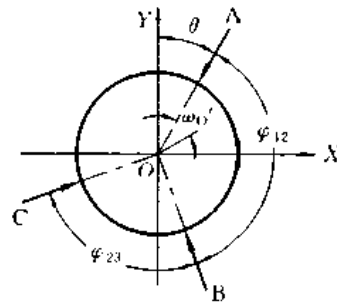


图 26-38 三测点法测量原理与测量方程的建立

设三个测量传感器的输出信号分别为: $A(\theta)$ 、 $B(\theta)$ 、 $C(\theta)$ 则:

$$A(\theta) = r(\theta) + \delta(\theta)\cos\omega$$

$$B(\theta) = r(\theta + \phi_{12}) + \delta(\theta)\cos(\phi_{12} - \omega)$$

$$C(\theta) = r(\theta + \phi_{12} + \phi_{23}) + \delta(\theta)\cos(\phi_{12} + \phi_{23} - \omega)$$

式中: $r(\theta)$ ——被测截面轮廓;

$\delta(\theta)$ ——回转中心 O' 随转角 θ 的变化量;

θ ——起始位置角;

ω ——回转中心初始位置角。

将上式中的 $A(\theta)$ 、 $B(\theta)$ 、 $C(\theta)$ 分别乘以设定的影响系数 $C_1=1$ 、 C_2 、 C_3 , 然后相加得到:

$$S(\theta) = C_1A(\theta) + C_2B(\theta) + C_3C(\theta)$$

将 $A(\theta)$ 、 $B(\theta)$ 和 $C(\theta)$ 代入上式整理后得到:

$$S(\theta) = C_1r(\theta) + C_2r(\theta + \phi_{12}) + C_3r(\theta + \phi_{12} + \phi_{23})$$

$$+ \delta(\theta) \{ \cos \omega [1 - C_2 \cos \phi_{12} + C_3 \cos(\phi_{12} + \phi_{23})] - \sin \omega [C_2 \sin \phi_{12} + C_3 \sin(\phi_{12} + \phi_{23})] \}$$

为消除 $\delta(\theta)$ 的影响, 必须使上式末两项为零, 即:

$$1 + C_2 \cos \phi_{12} - C_3 \cos(\phi_{12} + \phi_{23}) = 0$$

且 $C_2 \sin \phi_{12} + C_3 \sin(\phi_{12} + \phi_{23}) = 0$

此两式可得系数 C_1, C_2, C_3 为:

$$C_1 = 1$$

$$C_2 = \frac{-\sin(\phi_{12} + \phi_{23})}{\sin \phi_{23}}$$

$$C_3 = \frac{\sin \phi_{12}}{\sin \phi_{23}}$$

由此得到三测点法测量圆度的测量方程为:

$$S(\theta) = C_1 r(\theta) + C_2 r(\theta + \phi_{12}) + C_3 r(\theta + \phi_{12} + \phi_{23})$$

式中 $S(\theta)$ 为三个测量传感器的组合信号, 可以表示为:

$$S(\theta) = C_1 A(\theta) + C_2 B(\theta) + C_3 C(\theta)$$

式中 $C_1 = 1$

$$C_2 = \frac{-\sin(\phi_{12} + \phi_{23})}{\sin \phi_{23}}$$

$$C_3 = \frac{\sin \phi_{12}}{\sin \phi_{23}}$$

已知测量传感器的安装角 ϕ_{12}, ϕ_{23} 即可得到影响系数 C_2, C_3 及 $S(\theta)$ 。

此测量方程可以用离散富里叶变换、泛函分析等方法求解。

3.3 测量传感器位置角的选择原则

三个测量传感器应位于同一测量平面, 为避免失真, 采样点数一般应等于基准点数。三个测量传感器的相互位置角 ϕ_{12}, ϕ_{23} 及基准点数 N_0 一般应满足以下关系:

设: $\Delta\phi$ 为 $\phi_{12}, \phi_{23}, 2\pi$ 三个角度间的最大公因数, 并记作: $\Delta\phi = (\phi_{12}, \phi_{23}, 2\pi)$, 则基准点数 N_0 为:

$$N_0 = \frac{2\pi}{\Delta\phi} = \frac{2\pi}{(\phi_{12}, \phi_{23}, 2\pi)}$$

此外, 选择相互位置角 ϕ_{12}, ϕ_{23} 时除尽量减小运算误差外, 还应考虑到测量方程中影响系数 C_2, C_3 的大小及满足仪器结构设计的要求。

3.4 三测点法仪器精度评定用标准件

检验三测点法圆度测量仪器的精度时, 为充分反映出仪器(装置)可能产生的方法失真, 应采用图 26-39、26-40、26-41 所示任一形式的标准件, 标准件凸台一般由镀膜方法获得, 其高度一般为仪器分辨率的 50~100 倍。凸台尺寸 $a < b$, 可按具体要求确定。标准件的直径(球形标准件为球的直径)分为 25mm 和 50mm 两种, 具体数值可根据需要选择; 圆柱形标准件的长度 L 及材料类型可根据要求确定。

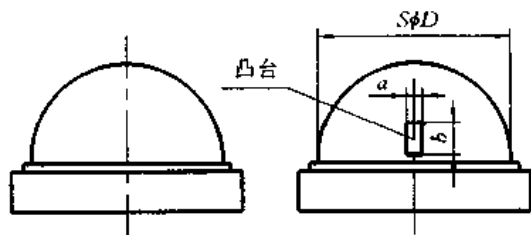


图 26-39 半球形标准件

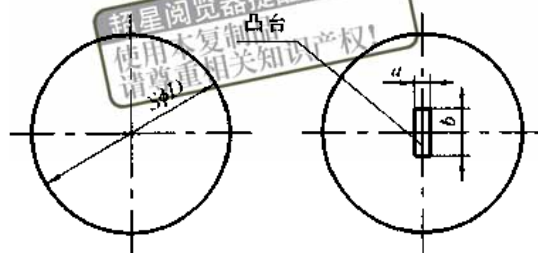


图 26-40 球形标准件

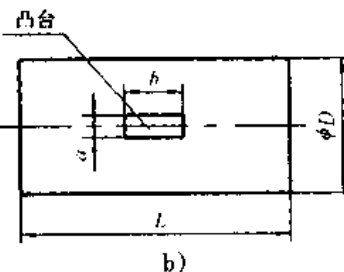
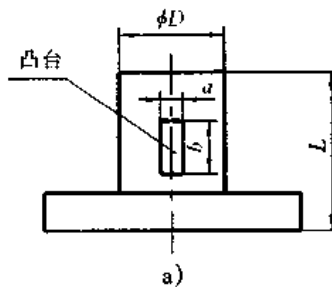


图 26-41 圆柱形标准件

3.5 计算示例

本示例仅作为示例性说明。在实际测量中, 无论用哪种方法解算测量方程的计算量都很大, 需要专门的计算程序使用计算机进行计算。

(1) 三个测量传感器相互位置角的选择
令测量基准点 $N_0 = 12$, 则由公式

$$N_0 = \frac{2\pi}{\Delta\phi} = \frac{2\pi}{(\phi_{12}, \phi_{23}, 2\pi)}$$

得到 $N_0 = 12, \Delta\phi = 30^\circ$

为满足 $\phi_{12}, \phi_{23}, 2\pi$ 的最大公因数 $\Delta\phi = 30^\circ$ 的选择有: $\phi_{12} = 90^\circ; \phi_{23} = 120^\circ$

(2) 计算影响系数 C_2, C_3

由 $\phi_{12} = 90^\circ, \phi_{23} = 120^\circ$ 得:

$$C_2 = \frac{-\sin(\phi_{12} + \phi_{23})}{\sin \phi_{23}} = -0.577$$

$$C_3 = \frac{\sin\phi_{12}}{\sin\phi_{23}} = 1.155$$

(3) 三个测量传感器测得值的合成

$S(\theta)$ 的合成结果设定为表 26-20 所列数据:

(4) 计算半径变化量

测量方程满足 N_0 上的 Δr 的全部解为:

$$\Delta r = A^+ \Delta S$$

式中: ΔS ——常数项矩阵;

Δr —— n 元未知量 $n = N_0$;

A^+ ——广义逆矩阵。

计算结果见表 26-21

表 26-20 设定的 $S(\theta)$ 值

序号	1	2	3	4	5	6	7	序号	8	9	10	11	12
$S(\theta)$	-102	-0.33	0.17	2	1	-115.5	-0.33	$S(\theta)$	-0.33	0	-55.63	-0.5	0

表 26-21 矩阵 A^+ 的数值及 $\Delta r = A^+ \Delta S$ 的计算

$i \backslash j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
a_{ij}	-102	0.33	0.17	2	1	-115.5	-0.33	-0.33	0	-55.63	-0.5	0	
ΔS_i	-102	0.33	0.17	2	1	-115.5	-0.33	-0.33	0	-55.63	-0.5	0	
Δr_i	-83.261	5/24 0.20833	0	-1/6 -0.16667	$\sqrt{3}/24$ 0.07217	-1/6 -0.16667	$\sqrt{3}/4$ 0.43301	-1/24 -0.04167	0	-1/6 -0.16667	$\sqrt{3}/8$ 0.21651	1/6 -0.16667	$\sqrt{3}/12$ 0.14434
2	13.232	0.14434	0.20833	0	-0.16667	0.07217	-0.16667	0.43301	-0.04167	0	-0.16667	0.21651	-0.16667
3	8.481	-0.16667	0.14434	0.20833	0	-0.16667	0.07217	-0.16667	0.43301	-0.04167	0	-0.16667	0.21651
4	0.012	0.21651	-0.16667	0.14434	0.20833	0	-0.16667	0.07217	-0.16667	0.43301	-0.04167	0	-0.16667
5	-6.639	-0.16667	0.21651	-0.16667	0.14434	0.20833	0	-0.16667	0.07217	-0.16667	0.43301	-0.04167	0
6	-15.050	0	-0.16667	0.21651	-0.16667	0.14434	0.20833	0	-0.16667	0.07217	-0.16667	0.43301	-0.04167
7	-16.183	-0.04167	0	-0.16667	0.21651	-0.16667	0.14434	0.20833	0	-0.16667	0.07217	-0.16667	0.43301
8	-15.901	0.43301	-0.04167	0	-0.16667	0.21651	-0.16667	0.14434	0.20833	0	-0.16667	0.07217	-0.16667
9	-8.232	-0.16667	0.43301	-0.04167	0	-0.16667	0.21651	-0.16667	0.14434	0.20833	0	-0.16667	0.07217
10	0.328	0.07217	-0.16667	0.43301	-0.04167	0	-0.16667	0.21651	-0.16667	0.14434	0.20833	0	-0.16667
11	9.622	-0.16667	0.07217	-0.16667	0.43301	-0.04167	0	-0.16667	0.21651	-0.16667	0.14434	0.20833	0
12	14.234	0	-0.16667	0.07217	-0.16667	0.43301	-0.04167	0	-0.16667	0.21651	-0.16667	0.14434	0.20833

注: 1 表中 a_{ij} 为广义逆矩阵 A^+ 中的元素。

2 A^+ 的计算繁复耗时, 一般应由计算机编程计算。

第 27 章

同轴度误差检测

《同轴度误差检测》JB/T 7557—1994 规定了同轴度误差检测的术语、最小包容区域判别法、检测方法和数据处理方法,适用于机械工业产品中零件要素的同轴度误差检测,它是对 GB/T 1958 中同轴度误差检测

的补充和具体规定。

1 术语及定义(表 27-1)

星浏览器提醒您:
使用本复制品
请尊重相关知识产权!

表 27-1 同轴度误差检测的术语及定义

序号	术语	定义	说明
1	理想轴线	可以是最小区域回转面轴线、最小二乘回转面轴线、最小外接回转面轴线和最大内接回转面轴线等	
2	基准轴线	实际基准要素的回转面的理想轴线	
3	公共基准轴线	两个或两个以上实际基准要素的回转面的理想轴线	
4	正截面	垂直于理想轴线的截面	
5	实际被测轴线	实际被测要素各正截面轮廓的中心点的连线。轮廓中心点是该轮廓的理想圆的圆心。理想圆可由最小区域圆法、最小二乘圆法、最小外接圆法和最大内接圆法四种方法确定	评定同轴度误差时,用测量得到的轴线代替实际被测轴线
6	同轴度最小包容区域	以基准轴线为轴线包容实际被测轴线且具有最小直径 ϕf 的圆柱面内的区域	同轴度最小包容区域按单点准则判别,即用以基准轴线为轴线的圆柱面包容实际被测轴线,实际被测轴线与该圆柱面至少有一点接触时,则该圆柱面内的区域即为同轴度最小包容区域。参见图 27-1
7	同轴度误差值	同轴度最小包容区域的直径	例如图 27-1 中的 ϕf
8	测量参考线	在测量过程中获得测量值的参考线	参考线与检测方法有关,由检测方法决定

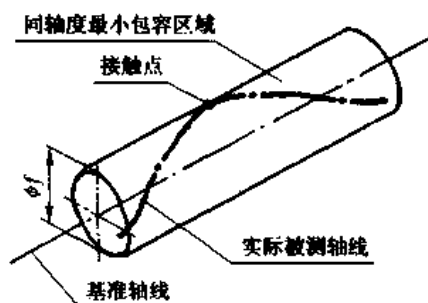


图 27-1

2 检测方法

常用的同轴度误差检测方法有下述几种:回转轴线法,准直法(瞄准法),坐标法,顶尖法,V型架法,模拟法以及量规检验法。各种检测方法的测量准确度取决于所用测量仪器的准确度、基准轴线的确定方法及数据处理方法,具体说明见表 27-2。

表 27-2 同轴度误差的检测方法

序号	方法	特点	适用场合	测量步骤
1	回转轴线法	采用较高回转精度的检测仪器(如圆度仪、圆柱度仪等)进行测量,其测量参考线为仪器的回转轴线,参见图 27-2	主要适用于对中、小规格的轴或孔类零件进行同轴度误差测量。对于大型孔组的同轴度,可用回转轴线分段测量误差连系法进行测量	a. 调整被测零件,使其轴线与仪器主轴的回转轴线同轴。 b. 在被测零件的实际基准要素和实际被测要素上测量,记录数据或(和)记录轮廓图形。 c. 根据测得数据或记录的轮廓图形,按同轴度误差判别准则及数据处理方法确定该被测要素的同轴度误差
2	准直法(瞄准法)	采用准直望远镜或激光准直仪等检测仪器进行测量,其测量参考线为仪器的准直光轴,参见图 27-3	适用于对大、中规格孔类零件进行同轴度误差测量	a. 根据被测孔的直径,应用不同的支撑器具,使靶的中心与被测孔的圆心重合。如应用图 27-3 所示的整体靶、图 27-4 所示的中心可调的目标靶及图 27-5 所示的可根据孔径大小修正目标中心位置的三环靶。 b. 以仪器准直光轴为测量参考线来调整测量仪器的位置,使被测件两端靶心连线与光轴同轴。 c. 在基准孔中进行步骤 a,并通过光学准直系统测量实际基准轴线上各点的 X、Y 坐标值。 d. 在被测孔中进行步骤 a,并通过光学准直系统测量实际被测轴线上各点的 X、Y 坐标值。 e. 根据测得的实际基准轴线及实际被测轴线上各点的 X、Y 坐标值,通过数据处理确定被测要素的同轴度误差
3	坐标法	采用具有确定坐标系的检测仪器(如各类三坐标测量机、万能测量显微镜等)进行测量,其测量参考线为仪器的坐标轴,参见图 27-6	适用于对各种规格的零件进行同轴度误差测量	a. 将被测零件放置在工作台上。 b. 对被测零件的基准要素和被测要素进行测量。 c. 根据测得数据计算出基准轴线的位置及被测要素各正截面轮廓中心点的坐标,再通过数据处理确定被测件的同轴度误差
4	顶尖法	用被测零件或测量心轴由两顶尖支承定位的各种测量仪器、装置进行测量。其测量参考线为两顶尖确定的轴线,参见图 27-7、图 27-8	要适用于各种类型的轴类零件及盘套类零件(加配带中心孔的心轴)的同轴度误差测量,也适用于中等尺寸的孔组的同轴度误差测量	a. 将被测零件或测量心轴装卡在测量设备的两顶尖上。 b. 按选定的基准轴线体现方法测量基准要素,并确定基准轴线的位置。 c. 测量实际被测要素各正截面轮廓的半径差值,计算轮廓中心点的坐标。 d. 根据基准轴线的位置及实际被测轴线上各点的测量值,确定被测要素的同轴度误差
5	V型架法	用被测零件或测量心轴由 V 型架支承定位的测量装置进行测量,其测量参考线为由 V 型架确定的被测零件或测量心轴的轴线,参见图 27-9、图 27-10	适用于各种轴类零件的同轴度误差测量,也适用于中等尺寸的孔组的同轴度误差测量	a. 将被测零件或测量心轴放在 V 型架上,并在轴向定位。 b. 按选定的基准轴线体现方法测量基准要素,并确定基准轴线的位置。 c. 测量实际被测要素各正截面轮廓的半径差值,计算轮廓中心点的坐标。 d. 根据基准轴线的位置及实际被测轴线上各点的测得值,确定被测要素的同轴度误差
6	模拟法	用具有足够精确形状的回转表面来体现基准孔或轴的基准轴线及被测孔的轴线	适用于对中、小尺寸的零件进行同轴度误差测量	1. 用具有足够形状精度的圆柱形心轴来体现孔的基准轴线和被测轴线,其测量参考面为平板,参见图 27-11。 a. 将被测零件放置在一平板上。 b. 将心轴与孔成无间隙配合地插入孔内,并调整被测零件使其基准轴线与平板平行。 c. 在被测孔两端 A、B 两点测量,并求出该两点分别与高度 $(L+d_2/2)$ 的差值 f_{AX} 和 f_{BX} 。 d. 将被测零件翻转 90° ,按上述方法测取 f_{AY} 和 f_{BY} : 则 A 点处的同轴度误差为 $f_A = 2[(f_{AX})^2 + (f_{AY})^2]^{1/2}$ B 点处的同轴度误差为 $f_B = 2[(f_{BX})^2 + (f_{BY})^2]^{1/2}$

续表 27-2

序号	方法	特 点	适用场合	测 量 步 骤
6	模拟法	用具有足够精确形状的回转表面来体现基准孔或轴的基准轴线及被测孔的轴线	适用于对中、小尺寸的零件进行同轴度误差测量	<p>取其中的较大值作为该被测要素的同轴度误差值。测量时若测点不能取在孔端处,则同轴度误差可按比例折算。</p> <p>2. 用具有足够形状精度的圆柱形套筒来体现轴的基准轴线,其测量参考线为轴的基准轴线,参见图 27-12。</p> <p>a. 将带有圆柱形套筒的检测装置套装在零件的基准要素上,并使该装置与基准要素形成最小外接状态且可灵活转动。</p> <p>b. 调整检测装置上的指示器,使之处于正截面的位置并与被测要素相接触。</p> <p>c. 转动套筒,测量实际被测要素各正截面轮廓的半径差值,计算轮廓中心点的坐标。</p> <p>d. 根据实际被测轴线上各点的测得值,确定被测要素的同轴度误差。</p> <p>当被测要素的圆度误差为同轴度公差 $1/5$ 以下时,可测取被测要素各正截面的径向圆跳动值,将其中的最大者作为同轴度误差的近似值。</p>
7	量规检验法	当同轴度公差采用最大实体要求时,宜用量规检验法检验同轴度误差。同轴度量规的设计方法参见第 28 章《功能量规》		

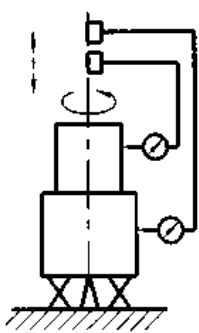
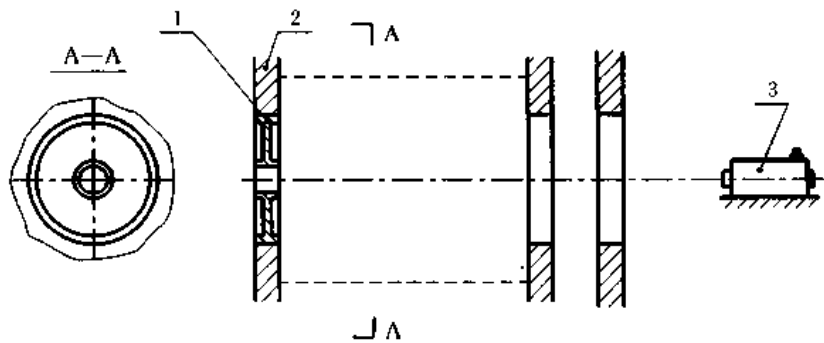


图 27-2 回转轴线法



1—靶; 2—被测零件; 3—准直望远镜

图 27-3 准直法(整体靶)

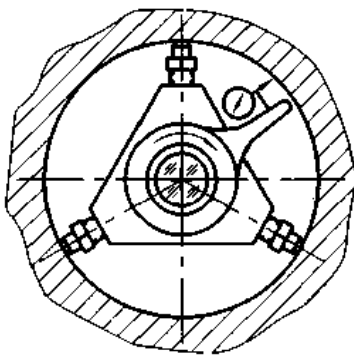


图 27-4 中心可调靶

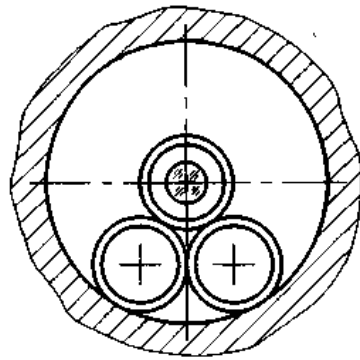


图 27-5 三环靶

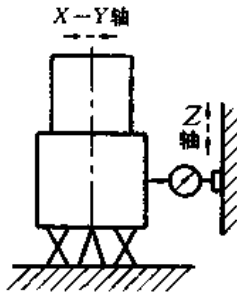
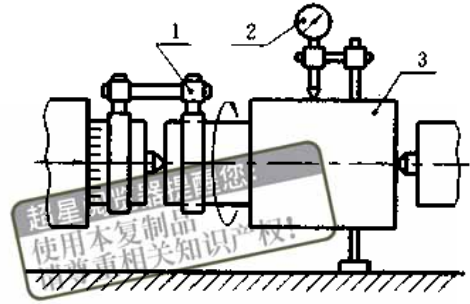


图 27-6 坐标法



1—分度拨盘; 2—指示器; 3—被测零件

图 27-7 顶尖法(测外表面)

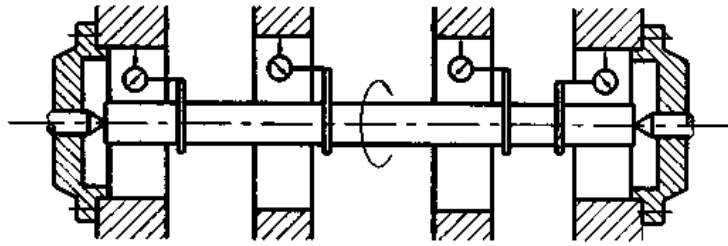
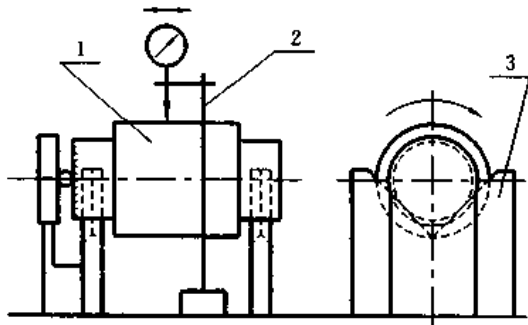


图 27-8 顶尖法(测内表面)



1—被测零件; 2—指示器; 3—V型架
图 27-9 V型架法(测外表面)

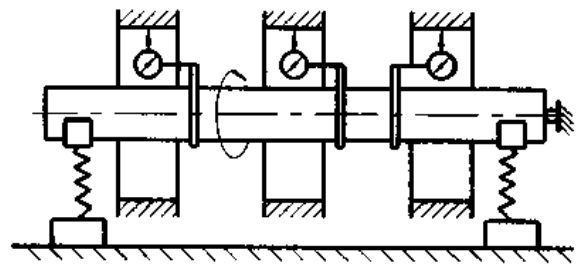
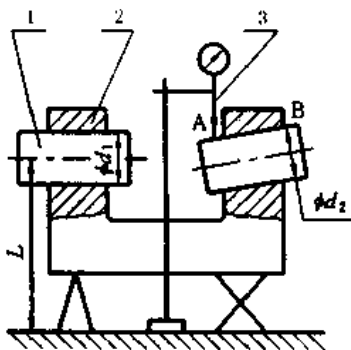
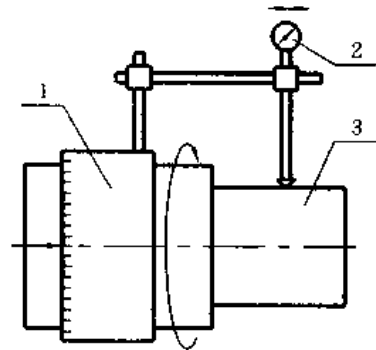


图 27-10 V型架法(测内表面)



1—心轴; 2—被测零件; 3—指示器
图 27-11 模拟法(用心轴模拟)



1—套筒; 2—指示器; 3—被测零件
图 27-12 模拟法(用套筒模拟)

3 基准轴线的体现方法

在对实际基准要素进行测量后,须按一定的方法

体现基准,方可在此基础上测量确定同轴度误差。

基准轴线可按下列方法之一来体现:

- a. 实际基准要素的回转面的最小区域回转面轴

线;

- b. 最小二乘回转面轴线;
- c. 最小外接回转面轴线;
- d. 最大内接回转面轴线。

在满足零件功能要求的前提下,也可以采用下列近似方法来体现基准:

——以基准要素各正截面轮廓中心点的连线为实际基准轴线,将包容实际基准轴线的最小包容圆柱轴线或实际基准轴线的最小二乘中线作为基准轴线;

——以基准要素两端正截面轮廓中心点的连线作为基准轴线;

——以测量参考线为模拟基准轴线,如以顶尖支承回转轴线或 V 型架支承回转轴线模拟基准轴线;

——采用具有足够精确形状的回转表面来体现基准轴线,如可胀式或与孔(或轴)形成无间隙配合的圆柱形心轴(或套筒)的轴线。

4 数据处理

测量同轴度误差,在测得基准要素和被测要素的有关数据后,须通过数据处理来确定基准轴线的位置及实际被测轴线,进而计算确定同轴度误差值。

以下所述为确定基准轴线、实际被测轴线及同轴度误差值的数据处理的要求及基本计算步骤。

4.1 基准轴线的确定

基准轴线的确定可以采用准确确定的方法,也可以采用各种近似的方法来体现,如表 27-3 所示。

表 27-3 基准轴线的确定方法

方 法	要 求	计 算 步 骤
准确确定	在测得基准要素回转面上各测点的测值后,以选定的基准要素的最小区域回转面轴线、最小二乘回转面轴线、最小外接回转面轴线或最大内接回转面轴线体现基准,经计算确定基准轴线的位置	a. 按一定的优化方法对测得的基准要素回转面上各测点数据进行计算,确定基准轴线的位置。当基准要素为圆柱面时,计算确定的基准轴线为基准要素的最小区域圆柱面轴线、最小二乘圆柱面轴线、最小外接圆柱面轴线或最大内接圆柱面轴线,其具体的计算处理方法与圆柱度误差评定相同。 b. 基准轴线的参数方程如 $x = X_0 + pz$ $y = Y_0 + qz$ 式中: x, y, z ——基准轴线上各点的坐标; X_0, Y_0, p, q ——基准轴线的方程系数。
近似体现	以最小包容圆柱的轴线体现	a. 由测得的实际基准轴线上两个端点的坐标值 (X_1, Y_1, Z_1) 和 (X_n, Y_n, Z_n) ,按下式求出两端点连线的直线方程系数 X_0, Y_0, p, q 作为初始值: $X_0 = X_1 - [(X_n - X_1)/(Z_n - Z_1)]Z_1$ $Y_0 = Y_1 - [(Y_n - Y_1)/(Z_n - Z_1)]Z_1$ $p = (X_n - X_1)/(Z_n - Z_1)$ $q = (Y_n - Y_1)/(Z_n - Z_1)$ b. 将实际基准轴线上各点的坐标值 $X_i, Y_i, Z_i (i=1, 2, \dots, n)$ 代入下式求出各点距该直线的径向距离 R_i : $R_i = [(X_i - X_0 - pZ_i)^2 + (Y_i - Y_0 - qZ_i)^2]^{1/2}$ c. 找出 R_i 中的最大值 R_{max} ,以 R_{max} 为 f_1 ; d. 按一定的优化方法改变 X_0, Y_0, p, q 的值; e. 计算变换后的 R_i 值,找出 R_i 中的最大值 R_{max} ,以 R_{max} 为 f_2 ; f. 将 f_2 与 f_1 进行比较,并令较小者为 f_1 ; g. 反复进行步骤 d~f,使 f_1 为最小。 f_1 是否为最小,可根据测量精度的要求按任意方向直线度最小区域判别法(见第 24 章《直线度误差检测》)判别; h. 根据 f_1 为最小时的 X_0, Y_0, p, q ,即可确定基准轴线的参数方程: $x = X_0 + pZ$ $y = Y_0 + qZ$

续表 27-3

方 法	要 求	计 算 步 骤
近似 以最小二乘中 线体现	以基准要素各正截面轮廓中心点的 连线为实际基准轴线,将实际基准轴线的 最小二乘中线作为基准轴线	a. 根据测得的实际基准轴线上的各点坐标值,按下式计算 求出最小二乘中线的方程系数 X_0, Y_0, p, q : $X_0 = [\sum Z_i^2 \sum X_i - \sum (X_i Z_i) \sum Z_i] / [n \sum Z_i^2 - (\sum Z_i)^2]$ $Y_0 = [\sum Z_i^2 \sum Y_i - \sum (Y_i Z_i) \sum Z_i] / [n \sum Z_i^2 - (\sum Z_i)^2]$ $p = [n \sum (X_i Z_i) - \sum X_i \sum Z_i] / [n \sum Z_i^2 - (\sum Z_i)^2]$ $q = [n \sum (Y_i Z_i) - \sum Y_i \sum Z_i] / [n \sum Z_i^2 - (\sum Z_i)^2]$ 式中: n ——实际基准轴线上的测点数; X_i, Y_i, Z_i ——实际基准轴线上各点的坐标($i=1, 2, \dots, n$)。 b. 以最小二乘中线来体现基准轴线,基准轴线的参数方程 如下: $x = X_0 + pz$ $y = Y_0 + qz$
现 以两端正截面 轮廓中心的连 线体现	将基准要素两端正截面轮廓中心点 的连线作为基准轴线	a. 由测得的基准要素两端正截面轮廓中心点的坐标(X_1, Y_1, Z_1), (X_n, Y_n, Z_n),按最小包容圆柱法求出两端点连线的方 程系数 X_0, Y_0, p, q : b. 以两端点连线来体现基准轴线,其基准轴线的参数方程 如下: $x = X_0 + pZ$ $y = Y_0 + qZ$
以测量参考线 模拟体现	当以测量参考线(如顶尖支承回转轴线、V型架支承回转轴线或测量仪器的回转轴线等)模拟基准轴 线时,无需再对基准要素进行测量,仅需测量实际被测要素,经过计算求得同轴度误差。	

4.2 实际被测轴线的确定

在测得被测要素各正截面轮廓上所布各测点的半径差值后,可按最小区域圆等四种方法计算确定其轮廓中心点,各正截面轮廓中心点的连线即为实际被测轴线。

4.2.1 测量各正截面轮廓的布点数

各被测截面轮廓的中心点应是在测量整个轮廓后计算得出的该轮廓理想圆的圆心。显然,测量时正截面上布点数越多,测量得出的圆心位置越准确。

在测量同轴度时,在可能的条件下,应采用较多的布点数。但在某些测量条件下,如用顶尖法、V型架法以及用坐标法测量同轴度时,为了提高检测效率,希望

布点数不要太多。根据不同的布点数对同轴度测量精度影响的统计分析,四种确定理想圆的方法中,用最小二乘圆法和最小区域圆法确定轮廓中心所引起的测量误差较小。当被测要素的圆度公差小于同轴度公差的一半时,现场测量最少布点数对最小二乘圆法是12点,对最小区域圆法是18点。若圆度公差大于同轴度公差的一半,布点数还应相应增多。在任何情况下布点数都应大于4,否则布点数引起的测量误差极大将难以保证应有的测量精度。

4.2.2 轮廓中心的确定方法

被测截面轮廓中心的确定方法如表 27-4 所列。

表 27-4 被测截面轮廓中心的确定方法

方 法	要 求	计 算 步 骤
最小区域 圆法	计算确定包容被测截面实际轮廓且 半径差为最小的两同心圆的圆心	a. 以测得的数据 $\Delta r_i (i=1, 2, \dots, n, n$ 为测点数)为初值,以测量中心 o 为初始中心,找出 Δr_i 中的最大、最小值 $\Delta r_{max}, \Delta r_{min}$ 及其差值 f_1 (参见图 27-13); b. 按一定优化方法移动中心 o 至 o_1 ; c. 按下式计算移动中心后各点的半径差值 ΔR_i : $\Delta R_i = \Delta r_i - e \cos \alpha_i$ 式中: ΔR_i ——中心移动后的半径差值; Δr_i ——中心移动前的半径差值;

续表 27-4

方 法	要 求	计 算 步 骤
最小区域圆法	计算确定包容被测截面实际轮廓且半径差为最小的两同心圆的圆心	<p>e——中心移动量；</p> <p>α_i——测点径向线 r_i 与中心移动方向线 OO_1 之间的夹角。</p> <p>d. 找出移动中心坐标后 ΔR_i 中的最大、最小值 ΔR_{\max} 和 ΔR_{\min}，计算其差值 f_2；</p> <p>e. 将 f_1 与 f_2 相比较，令较小者为 f_1，中心为 o，$\Delta r_i = \Delta R_i$；</p> <p>f. 反复进行步骤 b~e，使 f_1 为最小；</p> <p>g. f_1 为最小时的中心 o_1 即为最小包容区域中心 $O_{(MZ)}$，其中心坐标值为 $X_{(MZ)}$、$Y_{(MZ)}$；</p> <p>注：步骤 a 也可改为以测得值经计算得出的最小二乘圆心坐标 $O_{(LS)}$ 及各点半径差 ΔR_i 为初值，找出 ΔR_i 中的最大、最小值 ΔR_{\max}、ΔR_{\min} 及其差值 f_1，并令 $\Delta r_i = \Delta R_i$。</p>
最小二乘法	计算确定被测截面实际轮廓的最小二乘圆的圆心	<p>按下式计算最小二乘圆心 $O_{(LS)}$：</p> $X_{(LS)} = \frac{2}{n} \sum \Delta r_i \cos \theta_i$ $Y_{(LS)} = \frac{2}{n} \sum \Delta r_i \sin \theta_i$ <p>式中：$X_{(LS)}$——最小二乘圆心的横坐标；</p> <p>$Y_{(LS)}$——最小二乘圆心的纵坐标；</p> <p>n——测点数；</p> <p>Δr_i——测得各点的半径差值；</p> <p>θ_i——各测点所处位置的角度。</p>
最小外接圆法	计算确定被测截面实际轮廓的最小外接圆的圆心	与最小区域圆法基本相同，只需将其中的 f_1 值取为 Δr_{\max} ， f_2 取为 ΔR_{\max} 。比较 f_1 与 f_2 时，取较小者为 f_1 ，反复计算使 f_1 为最小，最后即可确定最小外接圆中心 $O_{(mc)}$ 及其坐标 $X_{(mc)}$ 、 $Y_{(mc)}$ 。
最大内接圆法	计算确定被测截面实际轮廓的最大内接圆的圆心	与最小区域圆法基本相同，只需将其中的 f_1 值取为 Δr_{\min} ， f_2 取为 ΔR_{\min} 。比较 f_2 与 f_1 时，取较大者为 f_2 ，反复计算使 f_2 为最大，最后即可确定最大内切圆中心 $O_{(mi)}$ 及其坐标 $X_{(mi)}$ 、 $Y_{(mi)}$ 。

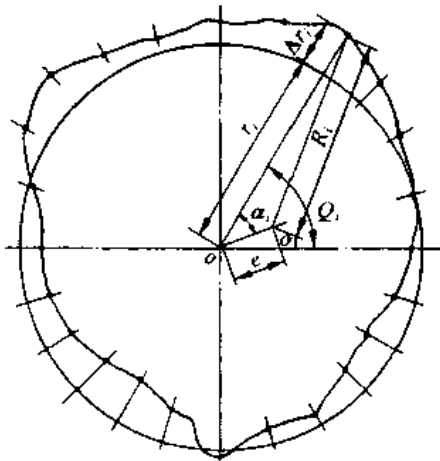


图 27-13 轮廓中心的确定

4.3 同轴度误差值的计算

按照同轴度最小包容区域的单点判别准则，可计算出同轴度最小包容区域的直径，即同轴度误差值：

a. 按下式计算实际被测轴线上各点到基准轴线的径向距离 d_i ($i=1, 2, \dots, m$ ， m 为被测实际轴线上的测量点数)：

$$d_i = [(X_i - x_i)^2 + (Y_i - y_i)^2]^{1/2}$$

式中： X_i 、 Y_i ——被测实际轴线上各点的横坐标、纵坐标；

x_i 、 y_i ——按一定方法确定的基准轴线上各相应点 ($z_i = Z_i$ 时) 的坐标。

b. d_i 中的最大值的两倍 $2d_{\max}$ ，即为同轴度误差值 ϕf 。

5 仲裁

由于采用了不同的数据处理方法而引起争议时，基准按最小区域回转面轴线、同轴度误差按同轴度最小包容区域法进行仲裁；当图样上或事先约定的验收方法中已给定检测方案，则按该方案进行仲裁。

第28章

功能量规

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

《功能量规》(GB/T 8069—1998)规定了功能量规的尺寸公差、形位公差和允许磨损量。它适用于检验采用最大实体要求的被测要素和(或)基准要素的功能量规。

当最大实体要求按 GB/T 1182、GB/T 4249 和 GB/T 16671 的规定应用于被测要素和(或)基准要素时,功能量规用来确定它们的实际轮廓是否超出相应

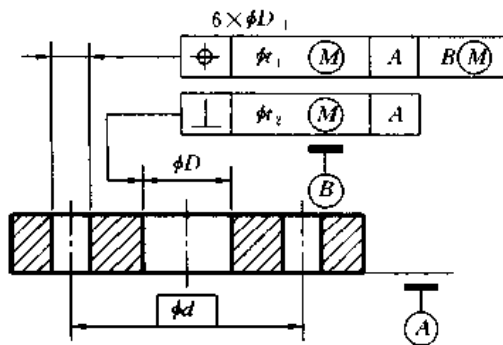
的边界。

1 术语及定义

与功能量规有关的术语及其定义除 GB/T 1182、GB/T 4249 和 GB/T 16671 已作规定的以外,如表 28-1 所列。

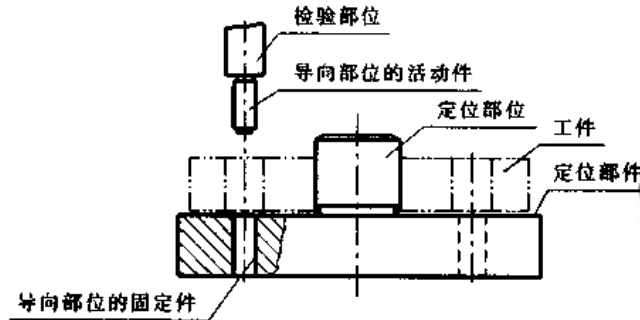
表 28-1 与功能量规有关的术语及定义

序号	术 语	定 义
1	功能量规	当最大实体要求应用于被测要素和(或)基准要素时,用来确定它们的实际轮廓是否超出边界(最大实体实效边界或最大实体边界)的全形通规
2	功能量规的工作部位 检验部位 定位部位 导向部位 (参见图 28-1)	功能量规的工作部位包括:检验部位、定位部位和导向部位 功能量规上用于模拟被测要素的边界的部位 功能量规上用于模拟基准要素的边界或基准、基准体系的部位 功能量规上便于检验部位和(或)定位部位进入被测要素和(或)基准要素的部位
3	功能量规的基准	当最大实体要求应用于工件的基准要素时,由根据基准要素的边界(最大实体边界或最大实体实效边界)确定的定位部位建立功能量规的基准。 当最大实体要求不应用于工件的基准要素时,由根据实际基准要素确定的定位部位建立基准



a) 工件的图样标注

图 28-1 工件的图样标注及功能量规各工作部位的示例



b) 功能量规示例
续图 28-1

动型等四种, 如表 28-2 所示列。

2 功能量规的型式

功能量规可以分为: 整体型、组合型、插入型和活

表 28-2 功能量规的型式示例

型 式	示 例	型 式	示 例	
整体型	 同轴度量规	插入型	 台阶式同轴度量规	 无台阶式垂直度量规
	 同轴度量规		活动型	 平行度量规
组合型	 同轴度量规			

3 所列。

3 代号

功能量规工作部位尺寸计算中所用代号如表 28-

表 28-3 功能量规尺寸计算所用代号及其含义

代号	含 义	代号	含 义
T_D	被测或基准内要素的尺寸公差	W_1	功能量规检验部位的允许磨损量
T_a	被测或基准外要素的尺寸公差	T_L	功能量规定位部位的尺寸公差
f	被测要素或基准要素的形位公差	W_L	功能量规定位部位的允许磨损量
T_f	被测要素或基准要素的综合公差	T_G	功能量规导向部位的尺寸公差
T_T	功能量规检验部位的尺寸公差	W_G	功能量规导向部位的允许磨损量

续表 28-3

代号	含 义	代号	含 义
S_{\min}	插入型功能量规导向部位的最小间隙	D_1, d_1	功能量规检验部位内、外要素的尺寸
t_1	功能量规检验部位的定向或定位公差	D_{1w}, d_{1w}	功能量规检验部位内、外要素的磨损极限尺寸
t_2	功能量规定位部位的定向或定位公差	D_{2B}, d_{2B}	功能量规定位部位内、外要素的基本尺寸
t_3	插入型或活动型功能量规导向部位固定件的定向或定位公差	D_3, d_3	功能量规定位部位内、外要素的尺寸
t'_1	插入型或活动型功能量规导向部位的台阶形插入件的同轴度或对称度公差	D_{1w}, d_{1w}	功能量规定位部位内、外要素的磨损极限尺寸
		D_{2B}, d_{2B}	功能量规导向部位的基本尺寸
F_1	功能量规检验部位的基本偏差	D_G, d_G	功能量规导向部位的尺寸
D_{2B}, d_{2B}	功能量规检验部位内、外要素的基本尺寸	D_{Gw}, d_{Gw}	功能量规导向部位的磨损极限尺寸

4 一般规定

a. 当最大实体要求应用于被测要素时,功能量规的检验部位用于检验被测要素的实际轮廓是否超出最大实体实效边界。

b. 当最大实体要求的零形位公差应用于被测要素时,功能量规的检验部位用于检验被测要素的实际轮廓是否超出最大实体边界。此时,可用功能量规代替光滑极限量规。

c. 当被测要素不采用可逆的最大实体要求时,应先检验尺寸的合格性,再用功能量规检验。

d. 检验工件时,操作者应使用新制的或磨损较少的功能量规;检验者应使用与操作者使用的相同型式但磨损较多的功能量规;用户代表应使用与操作者使用的相同型式但接近磨损极限的功能量规。

e. 当使用符合本标准的相同型式的不同功能量规检验结果有争议时,只要工件被其中任一功能量规检验合格,即认为工件合格。

5 检验方式

功能量规的检验方式可以分为依次检验和共同检验两种。这两种检验方式的含义及其主要应用场合如表 28-4 所列。

表 28-4 功能量规的检验方式

检验方式	含 义	应 用
依次检验	用不同的功能量规依次检验基准要素的形位误差和(或)尺寸及被测要素的定向或定位误差的方式	主要用于工序检验
共同检验	用同一功能量规检验被测要素的定向或定位误差及其基准要素的本身的形位误差和(或)尺寸的方式	主要用于终结检验

6 功能量规工作部位的尺寸、形状、方向和位置

对功能量规各工作部位的尺寸、形状、方向和位置要求如表 28-5 所列。

表 28-5 对功能量规各工作部位的尺寸、形状、方向和位置要求

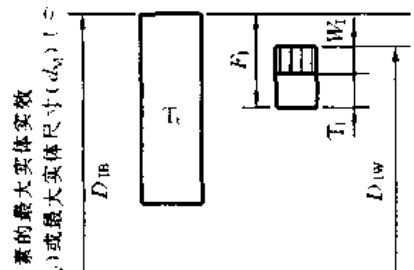
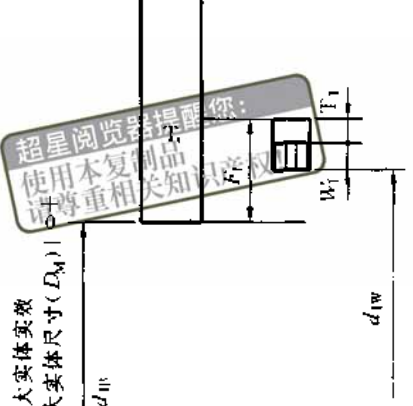
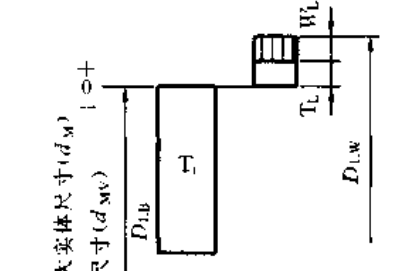
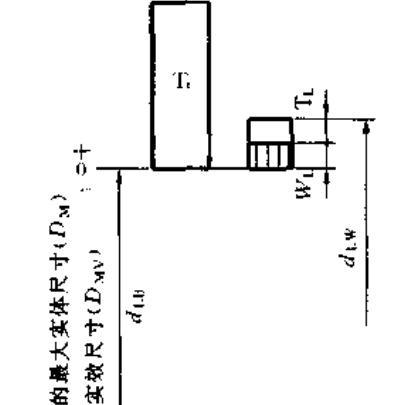
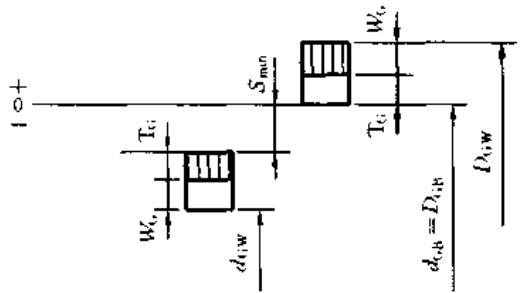
工作部位	尺寸、形状、方向和位置要求
检验部位	检验部位的尺寸、形状、方向和位置应与被测要素的边界(最大实体实效边界或最大实体边界)的尺寸、形状、方向和位置相同
定位部位	<p>若基准要素为中心要素,且最大实体要求应用于基准要素,则定位部位的尺寸、形状、方向和位置应与基准要素的边界(最大实体边界或最大实体实效边界)的尺寸、形状、方向和位置相同。</p> <p>若基准要素为中心要素,但最大实体要求不应用于基准要素,则定位部位的尺寸、形状、方向和位置应由基准要素的实际轮廓确定,并保证定位部位相对于实际基准要素不能浮动。</p> <p>若基准要素为轮廓要素,则定位部位的尺寸、形状、方向和位置应与实际基准要素的理想要素相同。</p>
导向部位	<p>导向部位的形状、方向和位置应与检验部位或定位部位的形状、方向和位置相同。</p> <p>由检验部位或定位部位兼作导向部位时(无台阶式),导向部位的尺寸由检验部位或定位部位确定。</p> <p>台阶式导向部位的尺寸由设计者确定,但应标准化</p>

7 功能量规的公差

7.1 尺寸公差带位置

7.1.1 功能量规工作部位的尺寸公差带位置如表 28-6 所列。

表 28-6 功能量规工作部位的尺寸公差带位置

工作部位	尺寸公差带位置	
检测部位 被测外要素的最大实体实效尺寸(d_{MVF})或最大实体尺寸(d_M) \leq 被测内要素的最大实体实效尺寸(D_{MV})或最大实体尺寸(D_M) \geq	 <p>检验部位为内要素</p>	 <p>检验部位为外要素</p>
定位部位 (依次检验)	 <p>定位部位为内要素</p>	 <p>定位部位为外要素</p>
导向部位 插入型功能量规的台阶式导向部位	 <p>注:共同检验时,基准要素视同被测要素,功能量规定位部位的尺寸公差带位置与检验部位相同。</p>	

续表 28-6

工作部位	尺寸公差带位置	
导向部位	<p>插入型功能量规的无台阶式导向部位</p> <p>定向部位或检验部位的 最大实体尺寸 d_{LM}, d_{IM}</p> <p>定向部位或检验部位的 最大实体尺寸 D_{LB}, D_{IB}</p> <p>定向部位为内要素</p>	<p>定向部位或检验部位的 最大实体尺寸 D_{LM}, D_{IM}</p> <p>定向部位或检验部位的 最大实体尺寸 d_{LB}, d_{IB}</p> <p>定向部位为外要素</p>

7.1.2 功能量规工作部位尺寸的计算公式 列。

功能量规工作部位尺寸的计算公式如表 28-7 所

表 28-7 功能量规工作部位尺寸的计算公式

工作部位	工作部位为外要素	工作部位为内要素	
检验部位(或共同检验时的定位部位)	$d_{IB} = D_{MV} \text{ (或 } D_M)$ $d_I = (d_{IB} + F_I) - \frac{0}{T_I}$ $d_{IW} = (d_{IB} + F_I) - (T_I + W_I)$	$D_{IB} = d_{MV} \text{ (或 } d_M)$ $D_I = (D_{IB} - F_I) + \frac{0}{T_I}$ $D_{IW} = (D_{IB} - F_I) + (T_I + W_I)$	
定位部位(依次检验)	$d_{LB} = D_M \text{ (或 } D_{MV})$ $d_L = d_{LB} - \frac{0}{T_L}$ $d_{LW} = d_{LB} - (T_L + W_L)$	$D_{LB} = d_M \text{ (或 } d_{MV})$ $D_L = D_{LB} + \frac{0}{T_L}$ $D_{LW} = D_{LB} + (T_L + W_L)$	
导向部位	台阶式	$d_{GB} = D_{GB}$ $d_G = (d_{GB} - S_{min}) - \frac{0}{T_G}$ $d_{GW} = (d_{GB} - S_{min}) - (T_G + W_G)$	D_{GB} 由设计者确定 $D_G = D_{GB} + \frac{0}{T_G}$ $D_{GW} = D_{GB} + (T_G + W_G)$
	无台阶式	$d_{GB} = D_{LM} \text{ (或 } D_{IM})$ $d_G = (d_{GB} - S_{min}) - \frac{0}{T_G}$ $d_{GW} = (d_{GB} - S_{min}) - (T_G + W_G)$	$D_{GB} = d_{LM} \text{ (或 } d_{IM})$ $D_G = (D_{GB} + S_{min}) + \frac{0}{T_G}$ $D_{GW} = (D_{GB} + S_{min}) + (T_G + W_G)$

7.2 公差值

7.2.1 功能量规各工作部位的公差值列于表 28-8。

表 28-8 功能量规各工作部位的尺寸公差、形位公差、允许磨损量及最小间隙的数值

综合公差 T_i	检验部位			定位部位			导向部位			t_G	t'_G	综合公差 T_i	检验部位			定位部位			导向部位			t_G	t'_G
	T_I	W_I	T_L	W_L	T_G	W_G	S_{min}	T_I	W_I				T_L	W_L	T_G	W_G	S_{min}	T_I	W_I	T_L	W_L		
≤16	1.5									2		>160~250	6			4			4			10	3
>16~25	2									3		>250~400	8			5			5			12	4
>25~40	2.5									4		>400~630	10			6			6			16	5
>40~63	3									5		>630~1000	12			8			6			20	6
>63~100	4						2.5			6	2	>1000~1600	16			10			6			25	8
>100~160	5						3			8	2.5	>1600~2500	20			12			6			32	10

注：综合公差 T_i 等于被测要素或基准要素的尺寸公差 (T_D, T_d) 及其形位公差 (t 或 t') 之和，即 $T_i = T_D \text{ (或 } T_d) + t$ (或 t')。

7.2.2 功能量规检验部位的基本偏差数值列于表 28-9。

表 28-9 功能量规检验部位的基本偏差数值

μm

序 号	0		1		2		3		4		5		
	无基准		无基准 (成组被测要素)		一个中心要素		一个平表面和 一个中心要素		两个平表面和 一个中心要素		一个平表面和两 个成组中心要素		
基准类型	无基准		一个平表面		两个平表面		三个平表面		两个中心要素		两个平表面和 一个成组中心要素		
	无基准		一个平表面		两个平表面		一个成组 中心要素		一个平表面和 一个成组中心要素		一个中心要素和 一个成组中心要素		
综合公差 T _i	整体型	整体型	插入型	整体型	插入型	整体型	插入型	整体型	插入型	整体型	插入型	整体型	插入型
	或组合型	或组合型	或活动型	或组合型	或活动型	或组合型	或活动型	或组合型	或活动型	或组合型	或活动型	或组合型	或活动型
≤ 16	3	4	—	5	—	5	—	6	—	7	—	—	—
$> 16 \sim 25$	4	5	—	6	—	7	—	8	—	9	—	—	—
$> 25 \sim 40$	5	6	—	8	—	9	—	10	—	11	—	—	—
$> 40 \sim 63$	6	8	—	10	—	11	—	12	—	14	—	—	—
$> 63 \sim 100$	8	10	16	12	18	14	20	16	20	18	22	—	—
$> 100 \sim 160$	10	12	20	16	22	18	25	20	25	22	28	—	—
$> 160 \sim 250$	12	16	25	20	28	22	32	25	32	28	36	—	—
$> 250 \sim 400$	16	20	32	25	36	28	40	32	40	36	45	—	—
$> 400 \sim 630$	20	25	40	32	45	36	50	40	50	45	56	—	—
$> 630 \sim 1000$	25	32	50	40	56	45	63	50	63	56	71	—	—
$> 1000 \sim 1600$	32	40	63	50	71	56	80	63	80	71	90	—	—
$> 1600 \sim 2500$	40	50	80	63	90	71	100	80	100	90	110	—	—

7.2.3 功能量规的基准类型示例

功能量规的基准类型示例如表 28-10 所列。

表 28-10 功能量规的基准类型示例

序号	基准类型	量规型式	简 图	
			工 件	功 能 量 规
0	无基准	直线度量规		
1	无基准 (成组 被测要 素)	整体型或 组合型		
		插入型或 活动型		

续表 28-10

序号	基准类型	量规型式	简 图	
			工 件	功能量规
1	一个平表面	组合型		
		活动型 (无台阶)		
2	一个中心要素	整体型或组合型		
		插入型或活动型		
	两个平表面	整体型或组合型		
		插入型或活动型		
3	一个平表面或一个中心要素	整体型或组合型		
		插入型或活动型		

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识

续表 28-10

序号	基准类型	量规型式	简 图	
			工 件	功能量规
3	三个平表面	整体型或组合型		
		插入型或活动型		
4	一个成组中心要素	整体型或组合型		
		插入型或活动型		
4	两个平表面和一个中心要素	整体型或组合型		
		插入型(无台阶式)或活动型		

续表 28-10

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

序号	基准类型	轴规型式	筒	
			工件	功能量规
4	两个中心要素	整体型或组合型		
		插入型(无台阶式)或活动型		
4	一个平表面和一个成组中心要素	整体型或组合型		
		插入型(台阶式)或活动型		
5	一个平表面和两个中心要素	整体型或组合型		
		插入型(无台阶式)或活动型		

续表 28-10

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

序号	基准类型	量规型式	简图	功能量规
	两个平表面和一个成组中心要素	整体型或组合型		
		插入型(台阶式)或活动型		
5	一个中心要素和一个成组中心要素	整体型或组合型		
		插入型(无台阶式)或活动型		

7.2.4 功能量规工作部位为尺寸要素时,尺寸公差应采用包容要求。

7.2.5 功能量规工作部位的定向或定位公差一般应遵循独立原则。如有必要和可能,校对规工作部位的定向或定位公差可采用最大实体要求。

7.2.6 功能量规的线性尺寸的未注公差一般取为 m 级,未注形位公差一般取为 H 级。

7.2.7 标准规定的数值均以标准测量条件为准,即:测量温度为 +20℃,测量力为零。

8 功能量规的技术要求

a. 功能量规的各工作表面不应有锈迹、毛刺、黑

斑、划痕、裂纹等明显影响外观和使用质量的缺陷,非工作表面不应有锈蚀和裂纹。

b. 功能量规各零件的装配应正确,联接应牢固可靠,在使用过程中不松动。

c. 功能量规的材料应具有长期的尺寸稳定性。

d. 钢制功能量规工作表面的硬度应不低于 700HV(60HRC)。

e. 功能量规应经稳定性处理。

f. 功能量规工作表面的表面粗糙度 Ra 值应不大于 0.2μm,非工作表面的 Ra 值应不大于 3.2μm(用不去除材料获得的表面除外)。

g. 功能量规上应有代号及其他有关标志。

- h. 功能量规应经防锈处理后妥善包装。
- i. 在功能量规的包装盒上应标志：
 - 制造厂名及商标；
 - 代号；
 - 制造年月。
- j. 功能量规应附有检验合格证。

9 功能量规工作部位尺寸的计算示例

9.1 直线度量规

图 28-2a) 表示最大实体要求应用于 $\phi 25_{-0.033}^0$ 轴的轴线直线度公差 ($\phi 0.04$)。

采用整体型功能量规。

$$d_{MV} = d_M + t_1 = 25 + 0.04 = 25.04\text{mm}$$

$$T_1 = T_d + t_1 = 0.033 + 0.04 = 0.073\text{mm}$$

由表 28-8 可得：

$$T_1 = W_1 = 0.004\text{mm}$$

由表 28-9 可得：

$$F_1 = 0.008\text{mm}$$

$$\text{则 } D_{IB} = d_{MV} = 25.04\text{mm}$$

$$D_1 = (D_{IB} - F_1) - T_1 = (25.04 - 0.008) - 0.004 = 25.032^{+0.004}_0 \text{mm}$$

$$D_{IW} = (D_{IB} - F_1) + (T_1 + W_1) = (25.04 - 0.008) + (0.004 + 0.004) = 25.04\text{mm}$$

被测轴及其直线度量规的尺寸公差带图如图 28-2b) 所示。图 28-2c) 是直线度量规的简图。

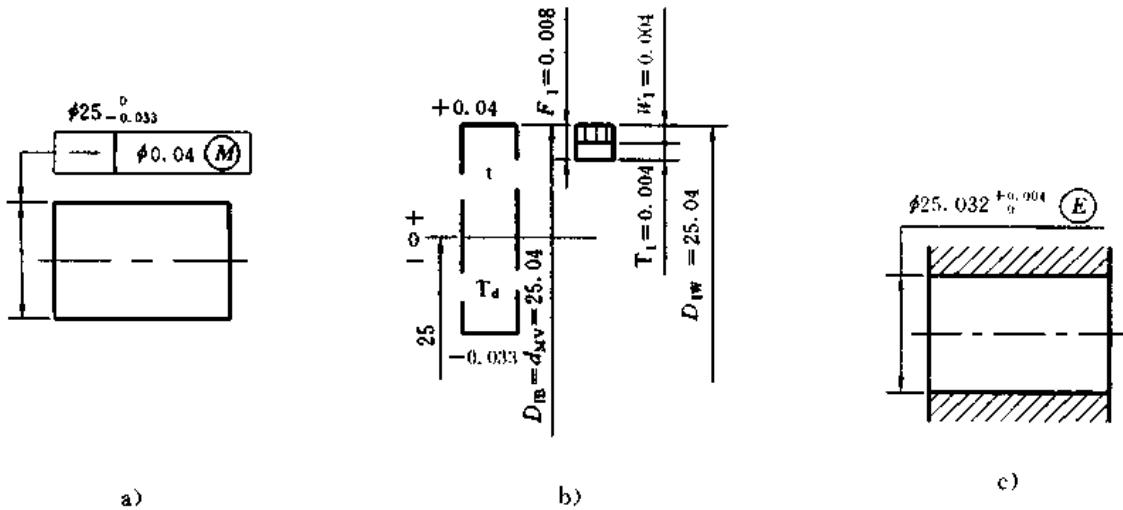


图 28-2 直线度量规

9.2 垂直度量规

图 28-3a) 表示最大实体要求应用于 $\phi 35_{+0.1}^0$ 孔的轴线对基准平面 A 的垂直度公差 ($\phi 0.05$)。

采用组合型功能量规。

$$D_{MV} = D_M - t_1 = 35 - 0.05 = 34.95\text{mm}$$

$$T_1 = T_D + t_1 = 0.1 + 0.05 = 0.15\text{mm}$$

由表 28-8 可得：

$$T_1 = W_1 = 0.005\text{mm}$$

$$t_1 = 0.008\text{mm}$$

由表 28-9 可得：

$$F_1 = 0.012\text{mm}$$

$$\text{则 } d_{IB} = D_{MV} = 34.95\text{mm}$$

$$d_1 = (d_{IB} + F_1) - T_1 = (34.95 + 0.012) - 0.005 = 34.962_{-0.005}^0 \text{mm}$$

$$d_{IW} = (d_{IB} - F_1) + (T_1 + W_1) = (34.95 - 0.012) + (0.005 + 0.005) = 34.952\text{mm}$$

被测孔及其垂直度量规的尺寸公差带图如图 28-3b) 所示。图 28-3c) 是垂直度量规的简图。

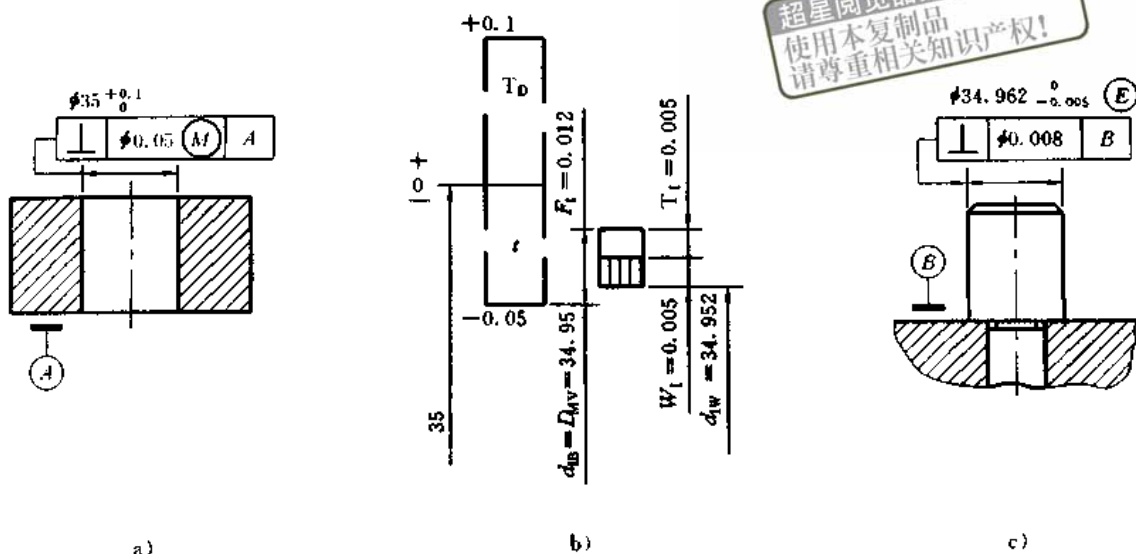


图 28-3 垂直度量规

9.3 同轴度量规

图 28-4a) 表示最大实体要求应用于 $\phi 12^{+0.07}$ 孔的轴线对 $\phi 15^{+0.05}$ 孔的基准轴线的同轴度公差 ($\phi 0.04$), 同时应用于基准要素 (A), 基准要素本身不采用最大实体要求 (采用包容要求)。

采用整体型功能量规。

$$D_{MV} = D_M - t_M = 12 - 0.04 = 11.96 \text{ mm}$$

$$T_1 = T_D + t_M = 0.07 + 0.04 = 0.11 \text{ mm}$$

$$D_{M1} = 15 \text{ mm}$$

$$T_{11} = T_{D1} = 0.05 \text{ mm}$$

a. 依次检验

基准要素 $\phi 15^{+0.05}$ 用光滑极限量规检验合格后, 用同轴度量规检验被测要素的同轴度误差。

由表 28-8 可得:

$$T_1 = W_1 = 0.005 \text{ mm}$$

$$T_{11} = W_{11} = 0.003 \text{ mm}$$

$$t_1 = 0.008 \text{ mm}$$

由表 28-9 可得:

$$F_1 = 0.016 \text{ mm}$$

则对于检验部位:

$$d_{1B} = D_{MV} = 11.96 \text{ mm}$$

$$d_1 = (d_{1B} + F_1)_{-T_1} = (11.96 + 0.016)_{-0.005} =$$

$$11.976_{-0.005} \text{ mm}$$

$$d_{1W} = (d_{1B} + F_1) - (T_1 + W_1) = (11.96 + 0.016) -$$

$$(0.005 + 0.005) = 11.966 \text{ mm}$$

对于定位部位:

$$d_{1B1} = D_{M1} = 15 \text{ mm}$$

$$d_{11} = d_{1B1} - T_{11} = 15 - 0.003 =$$

$$14.997 \text{ mm}$$

14.994 mm

被测孔及同轴度量规检验部位的尺寸公差带如图 28-4b) 所示; 基准孔及同轴度量规定位部位的尺寸公差带如图 28-4c) 所示。图 28-4d) 是依次检验的同轴度量规的简图。

b. 共同检验

由表 28-8 可得:

$$T_1 = W_1 = 0.005 \text{ mm}$$

$$t_1 = 0.008 \text{ mm}$$

基准要素视同被测要素, 故

$$T_{11} = W_{11} = 0.003 \text{ mm}$$

由表 28-9 可得:

$$F_1 = 0.010 \text{ mm}$$

$$F_{11} = 0.006 \text{ mm}$$

$$\text{则 } d_{1B} = D_{MV} = D_M - t_M = 12 - 0.04 = 11.96 \text{ mm}$$

$$d_1 = (d_{1B} + F_1)_{-T_1} = (11.96 + 0.010)_{-0.005} =$$

$$11.97_{-0.005} \text{ mm}$$

$$d_{1W} = (d_{1B} + F_1) - (T_1 + W_1) = (11.96 + 0.010) -$$

$$(0.005 + 0.005) = 11.96 \text{ mm}$$

$$d_{1B1} = D_{M1} = 15 \text{ mm}$$

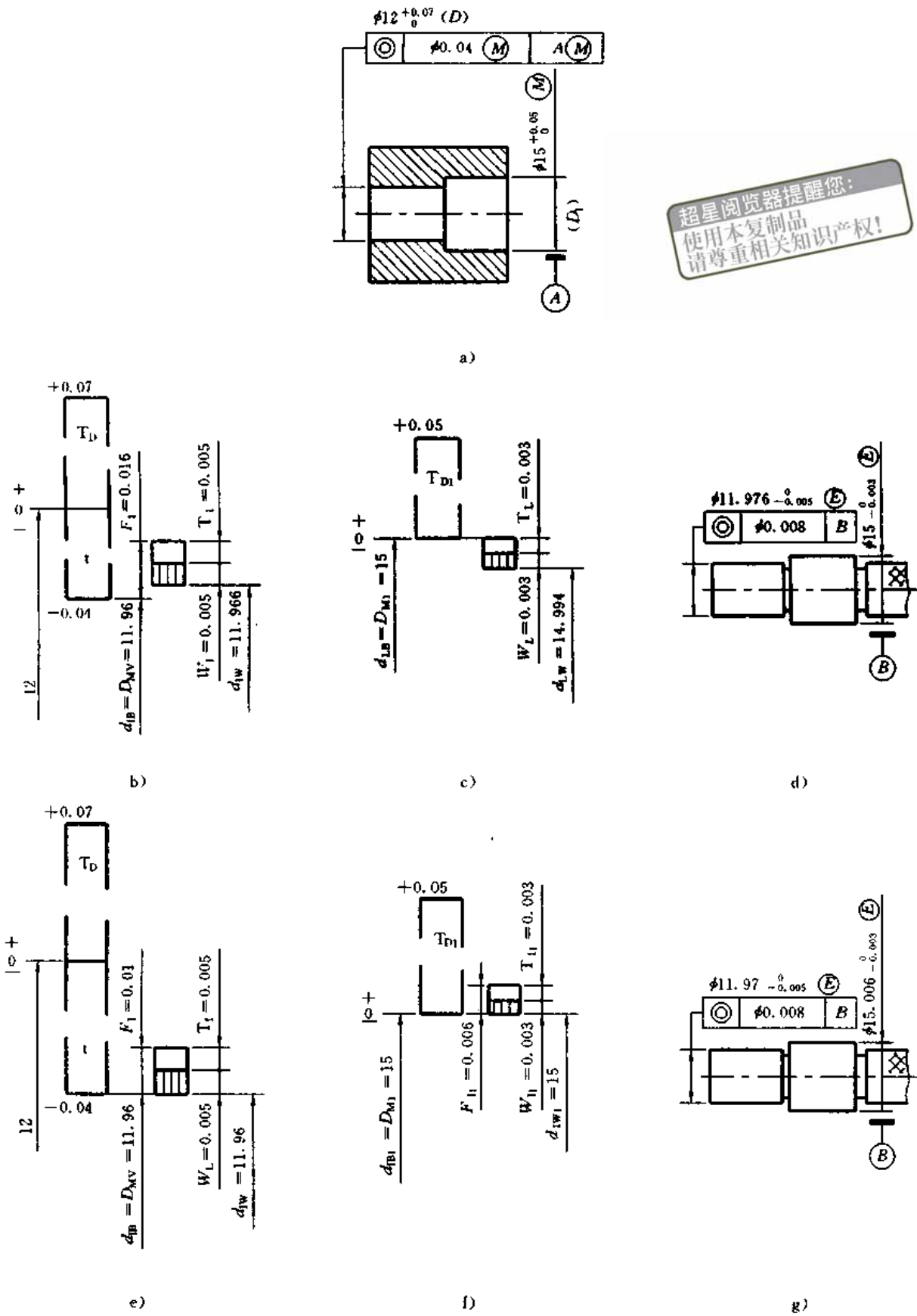
$$d_{11} = (d_{1B1} + F_{11})_{-T_{11}} = (15 + 0.006)_{-0.003} =$$

$$15.006_{-0.003} \text{ mm}$$

$$d_{1W1} = (d_{1B1} + F_{11}) - (T_{11} + W_{11}) = (15 + 0.006) -$$

$$(0.003 + 0.003) = 15 \text{ mm}$$

被测孔及同轴度量规检验部位的尺寸公差带图如图 28-4e) 所示; 基准孔及同轴度量规的定位部位 (已视同检验部位) 的尺寸公差带图如图 28-4f) 所示。图 28-4g) 是共同检验的同轴度量规的简图。



超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

图 28-4 同轴度量规

9.4 位置度量规

图 28-5a) 表示最大实体要求应用于 $\phi 20^{+0.1}$ 孔的轴线对基准平面 A、B 的位置度公差 ($\phi 0.1 \text{ M}$)。

采用台阶式插入型功能量规。

$$D_{MV} = D_M - t \text{ M} = 20 - 0.1 = 19.9 \text{ mm}$$

$$T_i = T_D + t \text{ M} = 0.1 + 0.1 = 0.2 \text{ mm}$$

由表 28-8 可得:

$$T_i = W_i = 0.006 \text{ mm}$$

$$T_G = W_G = 0.004 \text{ mm}$$

$$S_{\min} = 0.004 \text{ mm}$$

$$t_i = 0.010 \text{ mm}$$

$$t'_G = 0.003 \text{ mm}$$

由表 28-9 可得:

$$F_1 = 0.028 \text{ mm}$$

则对于检验部位

$$d_{iB} = D_{MV} = 19.9 \text{ mm}$$

$$d_1 = (d_{iB} + F_1)_{-T_i}^0 = (19.9 + 0.028)_{-0.006}^0 = 19.928_{-0.006}^0 \text{ mm}$$

$$d_{iW} = (d_{iB} + F_1) - (T_i + W_i) = (19.9 + 0.028) - (0.006 + 0.006) = 19.916 \text{ mm}$$

对于导向部位

$$\text{取 } d_{GB} = D_{GB} = 18 \text{ mm}$$

$$D_G = D_{GB} + T_G = 18 + 0.004 \text{ mm}$$

$$D_{GW} = D_{GB} + (T_G + W_G) = 18 + (0.004 + 0.004) = 18.008 \text{ mm}$$

$$d_G = (d_{GB} - S_{\min})_{-T'_G}^0 = (18 - 0.004)_{-0.004}^0 = 17.996_{-0.004}^0 \text{ mm}$$

$$d_{GW} = (d_{GB} - S_{\min}) - (T_G + W_G) = (18 - 0.004) - (0.004 + 0.004) = 17.988 \text{ mm}$$

被测孔及位置度量规检验部位的尺寸公差带图如图 28-5 b) 所示; 导向部位的尺寸公差带图如图 28-5 c) 所示。图 28-5 d) 是位置度量规的简图。

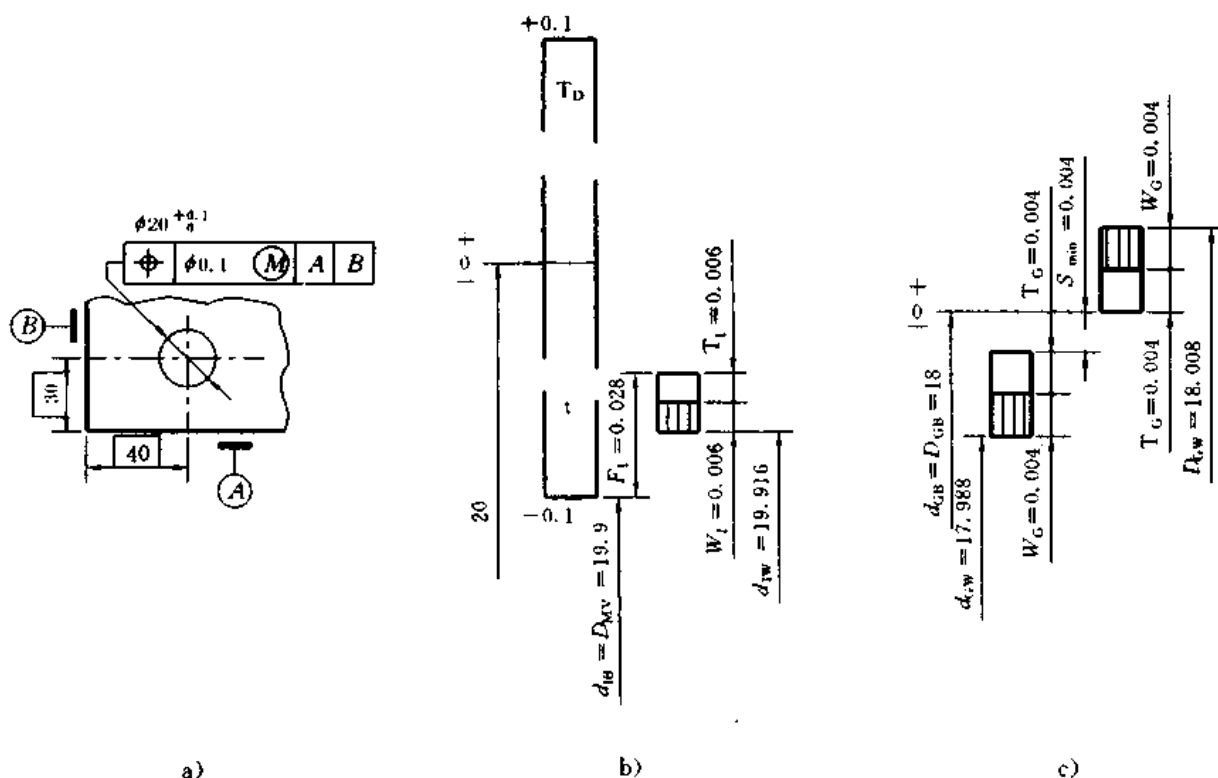
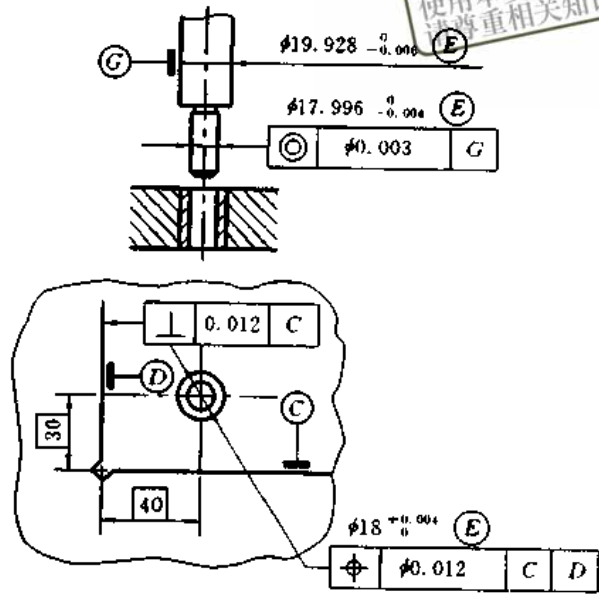


图 28-5 位置度量规

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！



d)

续图 28-5 位置度量规

○刘巽尔

○汪 恺

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

第六篇

表 面 结 构

零件的表面结构精度是其几何精度的重要组成部分。表面结构精度的高低对零件的功能具有重要的影响。正确、合理地选择表面结构精度的评定参数及其允许值,并在图样上进行标注,是零件精度设计的重要内容。

表面结构包括表面粗糙度、表面波纹度和表面缺陷。宏观的表面结构精度称为形状精度,它是由形状公差来表达的。有关形状公差的概念、公差数值和表达方法,以及形状误差检测的标准,已分别在第三篇和第五篇中论述。

本篇主要介绍用轮廓法评定表面结构的术语、定义及参数,和有关表面粗糙度的国家标准,包括:《产品几何技术规范 表面结构 轮廓法 表面结构的术语、定义及参数》(GB/T 3505—2000)、《表面粗糙度 参数及其数值》(GB/T 1031—1995)、《机械制图 表面粗糙度符号、代号及其注法》(GB/T 131—1993)、《木制件 表面粗糙度参数及其数值》(GB/T 12472—1990)和《产品几何技术规范 表面结构 轮廓法 评定表面结构的规则和程序》(GB/T 10610—1998),以及用视觉和触觉评定表面粗糙度的比较样块的若干国家标准。

关于表面波纹度和表面缺陷,本篇只介绍现行的《表面波纹度 词汇》(GB/T 16747—1997)和《表面缺陷 术语》(GB/T 15757—1995)两项国家标准。有关评定参数及其数值和标注方法均在讨论和研究过程中。

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

第 29 章

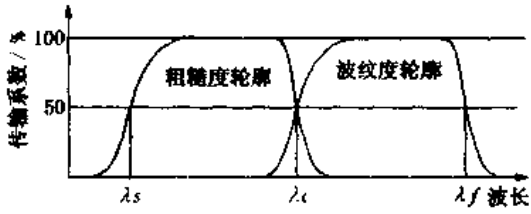
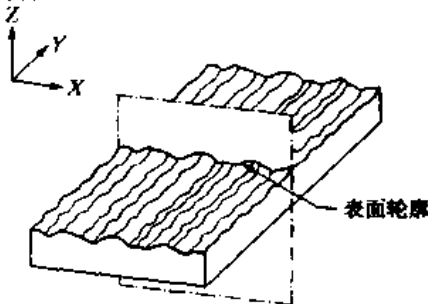
表面结构的术语、
定义及其参数

《产品几何技术规范 表面结构 轮廓法 表面结构的术语、定义及参数》(GB/T 3505—2000)规定了用轮廓法确定表面结构(粗糙度、波纹度和原始轮廓)的术语、定义和参数。

1 一般术语

有关表面结构的一般术语及其定义如表 29-1 所列。

表 29-1 表面结构的一般术语及定义

序号	术 语	定 义
1	轮廓滤波器 λ_s 滤波器 λ_c 滤波器 λ_f 滤波器	<p>把轮廓分成长波和短波成分的滤波器。</p> <p>注:在测量粗糙度、波纹度和原始轮廓的仪器中使用三种滤波器。它们的传输特性相同,截止波长不同。</p> <p>确定存在于表面上的粗糙度与比它更短的波的成分之间相交界限的滤波器。</p> <p>确定粗糙度与波纹度成分之间相交界限的滤波器</p> <p>确定存在于表面上的波纹度与比它更长的波的成分之间相交界限的滤波器</p> 
2	坐标系	<p>确定表面结构参数的坐标体系</p> <p>注:通常采用一个直角坐标体系,其轴线形成一右旋笛卡尔坐标系,X轴与中线方向一致,Y轴也处于实际表面上,而Z轴则在从材料到周围介质的外延方向上。</p>
3	实际表面	物体与周围介质分离的表面
4	表面轮廓	<p>平面与实际表面相交所得的轮廓</p> <p>注:实际上,通常采用一条名义上与实际表面平行和在一个适当方向的法线来选择平面。</p> 
5	原始轮廓	<p>在应用短波长滤波器λ_s之后的总的轮廓</p> <p>注:原始轮廓是评定原始轮廓参数的基础</p>

续表 29-1

序号	术 语	定 义
6	粗糙度轮廓	粗糙度轮廓是对原始轮廓采用 λ_c 滤波器抑制长波成分以后形成的轮廓。这是故意修正的轮廓 注:1 粗糙度轮廓的传输频带是由 λ_s 和 λ_c 轮廓滤波器来限定的。 2 粗糙度轮廓是评定粗糙度轮廓参数的基础。 3 λ_c 和 λ_s 之间的关系标准不做规定。
7	波纹度轮廓	波纹度轮廓是对原始轮廓连续应用 λ_f 和 λ_c 两个滤波器以后形成的轮廓。有采用 λ_f 滤波器抑制长波成分,而采用 λ_c 滤波器抑制短波成分。这是故意修正的轮廓 注 1 在运用分离波纹度轮廓的 λ_f 滤波器以前,应首先通过最小二乘法的最佳拟合从总轮廓中提取标称的形状。对于圆的标称形式,建议将半径也包含在最小二乘的优化计算中,而不是保持固定的标称值。这个分离波纹度轮廓的过程限定了理想的波纹度运算操作。 2 波纹度轮廓的传输频带是由 λ_f 和 λ_c 轮廓滤波器来限定的。 3 波纹度轮廓是评定波纹度轮廓参数的基础。
8	中线 粗糙度轮廓中线 波纹度轮廓中线 原始轮廓中线	具有几何轮廓形状并划分轮廓的基准线 用轮廓滤波器 λ_c 抑制了长波轮廓成分相对应的中线 用轮廓滤波器 λ_f 抑制了长波轮廓成分相对应的中线 用标称形式的线穿过原始轮廓,按最小二乘法拟合所确定的中线
9	取样长度 l_p, l_r, l_w	用于判别被评定轮廓的不规则特征的 X 轴向上的长度 注:粗糙度和波纹度轮廓的取样长度 l_r 和 l_w 在数值上分别与轮廓滤波器 λ_c 和 λ_f 的标志波长相等。原始轮廓的取样长度 l_p 则与评定长度相等。
10	评定长度 l_n	用于判别被评定轮廓的 X 轴方向上的长度。 注:评定长度包含一个或几个取样长度。

29-2 所列。

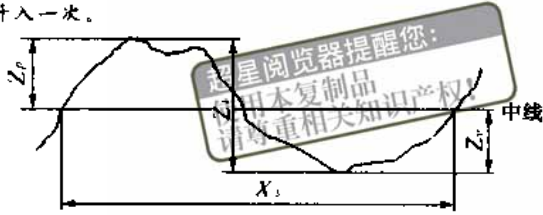
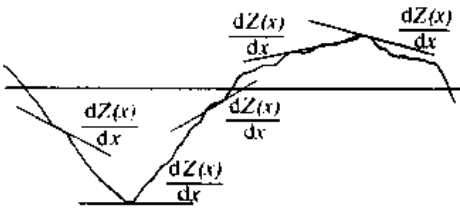
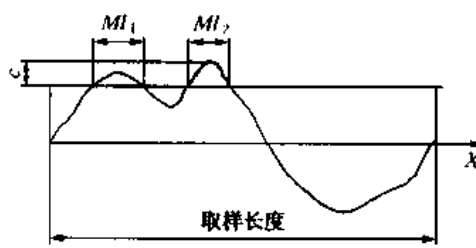
2 几何参数的术语

有关表面结构的几何参数的术语及其定义如表

表 29-2 表面结构几何参数的术语及定义

序号	术 语	定 义
1	P-参数	从原始轮廓上计算所得的参数
2	R-参数	从粗糙度轮廓上计算所得的参数
3	W-参数	从波纹度轮廓上计算所得的参数 注:在第3节中定义的参数可从任何轮廓中算得,参数符号中的第一个大写字母表示被评定轮廓的类型。例如: R_u 是从粗糙度轮廓中算得,而 p_t 是从原始轮廓中算得。
4	轮廓峰	连接(轮廓和 X-轴)两相邻交点向外(从材料到周围介质)的轮廓部分
5	轮廓谷	连接两相邻交点向内(从周围介质到材料)的轮廓部分
6	高度和间距辨别力	应计入被评定轮廓的轮廓峰和轮廓谷的最小高度和最小间距 注:轮廓峰和轮廓谷的最小高度通常用 P_z, R_z, W_z 或任一振幅参数的百分率给出。

续表 29-2

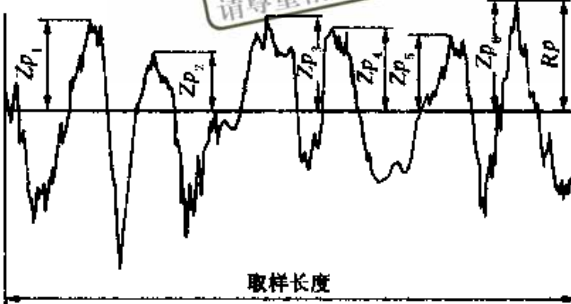
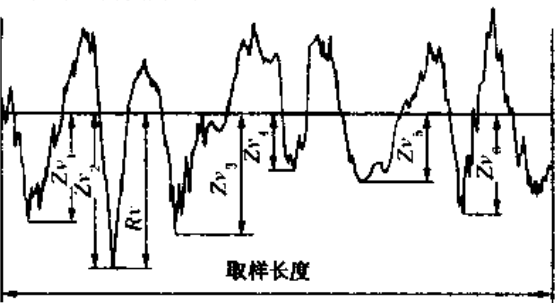
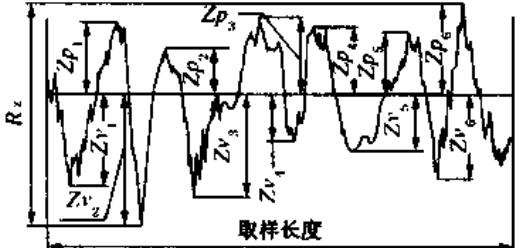
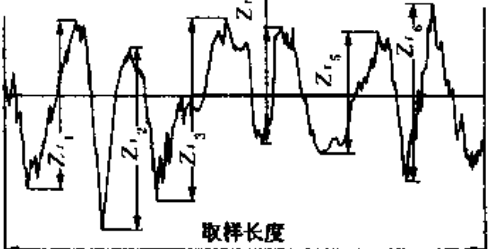
序号	术 语	定 义
7	轮廓单元	<p>轮廓峰和轮廓谷的组合</p> <p>注：在取样长度始端或末端的评定轮廓的向外部分和向内部分看做是一个轮廓峰或一个轮廓谷。当在若干个连续的取样长度上确定若干个轮廓单元时，在每一个取样长度的始端或末端评定的峰和谷仅在每个取样长度的始端计入一次。</p> 
8	纵坐标值	<p>被评定轮廓在任一位置距 X 轴的高度。</p> <p>注：若纵坐标位于 X 轴下方，该高度被视作负值，反之则为正值。</p>
9	局部斜率 $\frac{Zp}{Xp}$	<p>评定轮廓在某一位置 x_i 的斜率</p> <p>注：1 局部斜率和这些参数 $P\Delta q, R\Delta q, W\Delta q$ 的数值主要视纵坐标间距 ΔX 而定。 2 计算局部斜率的公式之一</p> $\frac{dZ_i}{dx} = \frac{1}{60\Delta X} (Z_{i+3} - 9Z_{i+2} + 45Z_{i+1} - 45Z_{i-1} + 9Z_{i-2} - Z_{i-3})$ <p>式中 Z_i 为第 i 个轮廓点的高度，ΔX 为相邻两轮廓点之间距。</p> 
10	轮廓峰高 Zp	轮廓最高点距 X 轴线的距离(参见序号 7 附图)
11	轮廓谷深 Zv	X 轴线与轮廓谷最低点之间的距离(参见序号 7 附图)
12	轮廓单元的高度 Zt	一个轮廓单元的峰高和谷深之和(参见序号 7 附图)
13	轮廓单元的宽度 Xs	X 轴线与轮廓单元相交线段的长度(参见序号 7 附图)
14	在水平位置 c 上轮廓的实体材料长度 $Ml(c)$	<p>在一个给定水平位置 c 上用一条平行于 X 轴的线与轮廓单元相截所获得的各段截线长度之和</p>  <p>$Ml(c) = Ml_1 + Ml_2$</p>

3 表面轮廓参数

表面轮廓的幅度参数(峰和谷)及其定义如表 29-3 所列。

3.1 幅度参数(峰和谷)

表 29-3 幅度参数(峰和谷)及定义

序号	参 数	定 义
1	最大轮廓峰高 P_p, R_p, W_p	<p>在取样长度内,最大的轮廓峰高 Z_p</p>  <p>最大轮廓峰高 R_p(以粗糙度轮廓为例)</p>
2	最大轮廓谷深 P_v, R_v, W_v	<p>在取样长度内最大的轮廓谷深 Z_v</p>  <p>最大轮廓谷深 R_v(以粗糙度轮廓为例)</p>
3	轮廓的最大高度 P_z, R_z, W_z	<p>在取样长度内,最大轮廓峰高 Z_p 和最大轮廓谷深 Z_v 之和的高度 注:在 GB/T 3505-1983 中, R_z 符号曾用于表示“不平度的十点高度”。</p>  <p>轮廓的最大高度 R_z(以粗糙度轮廓为例)</p>
4	轮廓单元的平均线高度 P_c, R_c, W_c	<p>在取样长度内轮廓单元高度 Z_t 的平均值</p> $P_c, R_c, W_c = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Z_t$ <p>注:对参数 P_c, R_c, W_c 需要辨别高度和间距。除非另有要求,省略标注的高度分辨率应分别按 P_z, R_z, W_z 的 10% 选取。省略标注的间距分辨率应按取样长度的 1% 选取。上述两个条件都应满足。</p>  <p>轮廓单元的平均高度 R_c(以粗糙度轮廓为例)</p>

续表 29-3

序号	参 数	定 义
5	轮廓的总高度 Pt, Rt, Wt	在评定长度内最大轮廓峰高 Zp 和最大轮廓谷深 Zv 之和 注: 1 由于 Pt, Rt, Wt 是根据评定长度而不是在取样长度上定义的, 以下关系对任何轮廓来讲都成立: $Pt \geq Pz, Rt \geq Rz, Wt \geq Wz$ 2 在未规定的情况下, Pz 和 Pt 是相等的, 此时建议采用 Pt .

3.2 幅度参数(纵坐标平均值)

表 29-4 所列。

表面轮廓的幅度参数(纵坐标平均值)及其定义如

表 29-4 幅度参数(纵坐标平均值)及定义

序号	参 数	定 义
1	评定轮廓的算术平均偏差 Pa, Ra, Wa	在取样长度内纵坐标值 $Z(x)$ 绝对值的算术平均值 $Pa, Ra, Wa = \frac{1}{l} \int_0^l Z(x) dx$ 依据不同的情况, 式中 $l = lp, lr$ 或 lw
2	评定轮廓的均方根偏差 Pq, Rq, Wq	在取样长度内纵坐标值 $Z(x)$ 的均方根值 $Pq, Rq, Wq = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l Z^2(x) dx}$ 依据不同的情况, 式中 $l = lp, lr$ 或 lw
3	评定轮廓的偏斜度 Psk, Rsk, Wsk	在取样长度内纵坐标值 $Z(x)$ 三次方的平均值分别与 Pq, Rq 和 Wq 的三次方的比值 $Rsk = \frac{1}{Rq^3} \left[\frac{1}{lr} \int_0^{lr} Z^3(x) dx \right]$ 注: 1 上式定义了 Rsk , 可用类似的方式定义 Psk 和 Wsk 。 2 Psk, Rsk 和 Wsk 是纵坐标值概率密度函数的不对称性的测定。 3 这些参数受离散的峰或离散的谷的影响很大。
4	评定轮廓的陡度 Pku, Rku, Wku	在取样长度内纵坐标值 $Z(x)$ 四次方的平均值分别与 Pq, Rq 或 Wq 四次方的比值。 $Rku = \frac{1}{Rq^4} \left[\frac{1}{lr} \int_0^{lr} Z^4(x) dx \right]$ 注: 1 上式定义了 Rku , 可用类似的方式定义 Pku 和 Wku 。 2 Pku, Rku 和 Wku 是纵坐标值概率密度函数陡度的测定。

3.3 间距参数

表面轮廓的间距参数——轮廓单元的平均宽度 PSm, RSm, WSm 是在取样长度内轮廓单元宽度 Xs 的平均值(图 29-1)。

$$PSm, RSm, WSm = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Xs_i$$

注: 对参数 PSm, RSm, WSm 需要辨别高度和间距。若未另外规定, 省略标注的高度分辨力分别为 Pz, Rz, Wz 的 10%, 省略标注的间距分辨力为取样长度的 1%。上述两个条件都应满足。

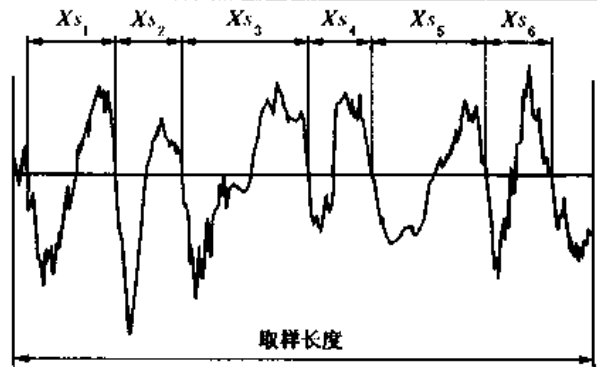


图 29-1 轮廓单元的宽度 Xs

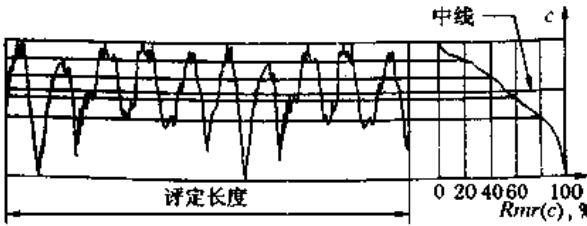
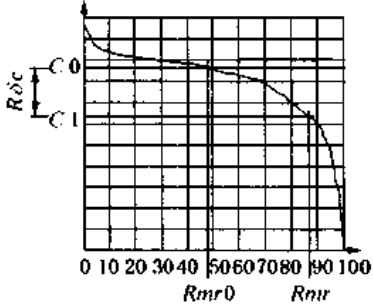
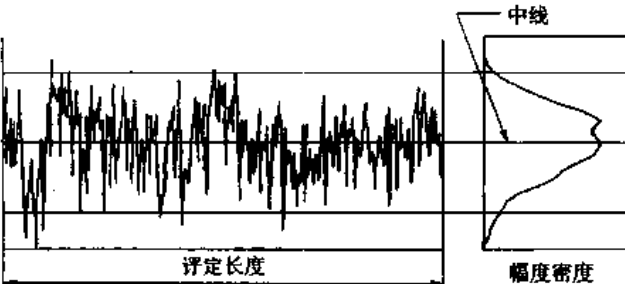
3.4 混合参数

表面轮廓的混合参数——评定轮廓的均方根斜率 $P\Delta q, R\Delta q, W\Delta q$ 是在取样长度内纵坐标斜率 dZ/dX 的均方根值。

表面轮廓的曲线和相关参数及其定义如表 29-5 所列。由表可见,所有曲线和相关参数均依据评定长度而不是在取样长度上定义的,因为这样可提供更稳定的曲线和相关参数。

3.5 曲线和相关参数

表 29-5 曲线和相关参数及定义

序号	曲线或参数	定义
1	轮廓的支承长度率 $Pmr(c), Rmr(c), Wmr(c)$	在给定水平位置 C 上轮廓的实体材料长度 $Ml(c)$ 与评定长度之比 $Pmr(c), Rmr(c), Wmr(c) = \frac{Ml(c)}{ln}$
2	轮廓的支承长度率曲线	表示轮廓支承率随水平位置而变的关系曲线 注:这个曲线可理解为在评定长度内,各个坐标值 $Z(x)$ 采样累积的分布概率函数。 
3	轮廓截面高度差 $P\delta c, R\delta c, W\delta c$	给定支承比率的两个水平截面之间的垂直距离 $R\delta c = C(Rmr1) - C(Rmr2) \quad (Rmr1 < Rmr2)$ 注:以上公式定义了 $R\delta c$, 可用类似方式定义 $P\delta c$ 和 $W\delta c$ 。
4	相对支承比率 Pmr, Rmr, Wmr	在一个轮廓水平截面 $R\delta c$ 确定的,与起始零位 $C0$ 相关的支承比率 $Pmr, Rmr, Wmr = Pmr, Rmr, Wmr(C1)$ 式中: $C1 = C0 - R\delta c$ (或 $P\delta c$ 或 $W\delta c$) $C0 = C(Pmr0, Rmr0, Wmr0)$ 
5	轮廓幅度分布曲线	在评定长度内纵坐标值 $Z(x)$ 采样的概率密度函数 注:有关轮廓幅度分布曲线的各个参数见表 29-4。 



4 计算机上字母符号的应用

列与标准正文等效的字母符号。

为便于计算机上字母符号的应用,推荐表 29-6 所

表 29-6 与标准正文等效的计算机字母符号

参数	与标准正文等效的计算机字母符号	参数	与标准正文等效的计算机字母符号	参数	与标准正文等效的计算机字母符号
$P\Delta q$	Pdq	$P\delta c$	Pdc	λ_s	l _s
$R\Delta q$	Rdq	$R\delta c$	Rdc	λ_c	l _c
$W\Delta q$	Wdq	$W\delta c$	Wdc	λ_f	l _f

5 GB/T 3505—2000 与 GB/T 3505—1983 基本术语和参数符号的比较

仅将适用范围扩大至粗糙度轮廓、波纹度轮廓和原始轮廓,而且符号也有很大变化。两者基本术语符号的比较列于表 29-7,参数符号的比较列于表 29-8。

GB/T 3505—2000 与 GB/T 3505—1983 相比,不

表 29-7 基本术语符号的比较

基本术语	GB/T 3505—1983	GB/T 3505—2000	基本术语	GB/T 3505—1983	GB/T 3505—2000
取样长度	l	$l_p, l_w, l_r^{1)}$	轮廓谷深	y_v	Z_v
评定长度	l_n	l_n	轮廓单元的高度	—	Z_t
纵坐标值	y	$Z(x)$	轮廓单元的宽度	—	X_s
局部斜率	—	$\frac{dZ}{dX}$	在水平位置 c 上轮廓的实体材料长度	η_c	$MI(c)$
轮廓峰高	y_p	Z_p			

1) 给定的三种不同的轮廓的取样长度。

表 29-8 参数符号的比较

参 数	GB/T 3505—1983	GB/T 3505—2000	测量范围	
			评定长度 l_n	取样长度 ¹⁾
最大轮廓峰高	R_p	$Rp^{2)}$		✓
最大轮廓谷深	R_m	$Rv^{2)}$		✓
轮廓的最大高度	R_z	$Rz^{2)}$		✓
轮廓单元的平均线高度	R_c	$Rc^{2)}$		✓
轮廓的总高度	—	$Rt^{2)}$	✓	
评定轮廓的算术平均偏差	R_a	$Ra^{2)}$		✓
评定轮廓的均方根偏差	R_q	$Rq^{2)}$		✓
评定轮廓的偏斜度	S_k	$Rsk^{2)}$		✓
评定轮廓的陡度	—	$Rku^{2)}$		✓
轮廓单元的平均宽度	S_m	$RSm^{2)}$		✓
评定轮廓的均方根斜率	Δ_q	$R\Delta q^{2)}$		✓
轮廓的支承长度率	—	$Rmr(c)^{2)}$	✓	
轮廓截面高度	—	$R\delta_c^{2)}$	✓	
相对支承比率	t_p	$Rmr^{2)}$	✓	
十点高度	R_z	—		

1) 表中取样长度是 l_r, l_w 和 l_p , 分别对应于 R, W 和 P 参数。

2) 在规定的三个轮廓参数中,表中只列出了粗糙度轮廓参数。例如,三个参数为 Pa (原始轮廓)、 Ra (粗糙度轮廓)、 Wa (波纹度轮廓)。

3) 表中 ✓ 符号,表示用评定长度或取样长度作为测量范围。

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

第30章

表面粗糙度的评定参数及其数值

《表面粗糙度 参数及其数值》(GB/T 1031—1995)规定了评定的参数及其数值和一般规则。它适用于对工业制品的表面粗糙度的评定。

1 评定表面粗糙度的参数

a. 标准规定采用中线制评定表面粗糙度。

b. 表面粗糙度参数从下列三项中选取：

轮廓算术平均偏差—— R_a

微观不平度十点高度—— R_z

轮廓最大高度—— R_y

注1：微观不平度十点高度 R_z 是在取样长度内 5 个最大轮廓峰高的平均值与 5 个最大轮廓谷深的平均值之和。

c. 在高度特性参数常用的参数值范围内 (R_a 为 0.025~6.3 μm , R_z 为 0.1~25 μm) 推荐优先选用 R_a 。

d. 根据表面功能的需要,除表面粗糙度高度参数 (R_a, R_z, R_y) 外可选用下列的附加评定参数：

轮廓微观不平度的平均间距—— S_m

轮廓的单峰平均间距—— S

轮廓支承长度率—— t_p

注2：轮廓的单峰平均间距 S 是在取样长度内轮廓的单峰间距的平均值。轮廓的单峰间距是两相邻单峰的最高点之间的距离投影在中线上的长度。两相邻轮廓最低点(极小值)之间的轮廓部分称为轮廓的单峰。

2 表面粗糙度评定参数的数值系列

2.1 表面粗糙度评定参数 R_a, R_z, R_y, S_m, S 和 t_p 的数值系列如表 30-1 至表 30-4 所列。

表 30-1 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	

表 30-2 微观不平度十点高度 (R_z)

和轮廓最大高度 (R_y) 的数值 μm

R_z, R_y	0.025	0.4	6.3	100	1 600
	0.05	0.8	12.5	200	
	0.1	1.6	25	400	
	0.2	3.2	50	800	

表 30-3 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 mm

S_m, S	0.006	0.1	1.6
	0.012 5	0.2	3.2
	0.025	0.4	6.3
	0.05	0.8	12.5

表 30-4 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
---------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

2.2 选用轮廓支承长度率参数时必须同时给出轮廓水平截距 C 值。它可用微米或 R_y 的百分数表示。百分数系列如下： R_y 的 5、10、15、20、25、30、40、50、60、70、80、90%。

2.3 轮廓的单峰(谷) S 的最小间距规定为取样长度 l 的 1%。轮廓峰(谷, 单峰, 单谷)的最小高度规定为轮廓最大高度 R_y 的 10%。对 R_a, R_z 和 R_y 参数亦适用。

2.4 根据表面功能和生产的经济合理性,当选用表 30-1、表 30-2 和表 30-3 的系列值不能满足要求时,可选取补充系列值,见表 30-5。

表 30-5 评定表面粗糙度参数的补充系列值 μm

评定参数	数值系列			
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	

续表 30-5 μm

评定参数	数值系列			
Rz, Ry	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	1 000
	0.32	5.0	80	1 250
Sm, 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	

3 取样长度的数值和选用

3.1 取样长度(l)的数值从表 30-6 给出的系列中选取。

表 30-6 取样长度值 mm

l	0.08	0.25	0.8	2.5	8	25
-----	------	------	-----	-----	---	----

3.2 一般情况下,在测量 Ra, Rz 和 Ry 时推荐按表 30-7 和表 30-8 选用对应的取样长度值,此时取样长度值的标注在图样上或技术文件中可省略。当有特殊要求时应给出相应的取样长度值,并在图样上或技术文件中注出。

表 30-7 与 Ra 值对应的取样长度值

Ra μm	l mm	l_n ($l_n=5 \cdot l$) mm
$\geq 0.008 \sim 0.02$	0.08	0.4
$> 0.02 \sim 0.1$	0.25	1.25
$> 0.1 \sim 2.0$	0.8	4.0
$> 2.0 \sim 10.0$	2.5	12.5
$> 10.0 \sim 80.0$	8.0	40.0

表 30-8 与 Rz 和 Ry 值对应的取样长度值

Rz, Ry μm	l mm	l_n ($l_n=5 \cdot l$) mm
$\geq 0.025 \sim 0.10$	0.08	0.4
$> 0.10 \sim 0.50$	0.25	1.25
$> 0.50 \sim 10.0$	0.8	4.0
$> 10.0 \sim 50.0$	2.5	12.5
$> 50 \sim 320$	8.0	40.0

3.3 对于微观不平度间距较大的端铣、滚铣及其他大进给走刀量的加工表面,应按标准中规定的取样长度系列选取较大的取样长度值。

3.4 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。一般情况下,当测量 Ra, Rz 和 Ry 时推荐按表 30-7 和表 30-8 选取相应的评定长度值。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。

4 规定表面粗糙度要求的一般规则

a. 在规定表面粗糙度要求时,必须给出表面粗糙度值和测定时的取样长度值两项基本要求,必要时也可规定表面加工纹理、加工方法或加工顺序和不同区域的粗糙度等附加要求。

b. 表面粗糙度的注法应符合 GB/T 131 的规定(参见第 31 章)。

c. 为保证制品表面质量,可按功能需要规定表面粗糙度参数值。否则,可不规定其参数值,也不需检查。

d. 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。对给定的表面如截面方向与高度参数(Ra, Rz, Ry)最大值的方向一致时,则可不规定测量截面的方向,否则应在图样上标出。

e. 对表面粗糙度的要求不适用于表面缺陷。在评定过程中不应把表面缺陷(如沟槽、气孔、划痕等)包含进去。必要时,应单独规定对表面缺陷的要求。

第 31 章

表面粗糙度的表示方法

《机械制图 表面粗糙度的符号、代号及其注法》(GB/T 131—1993)规定了零件表面粗糙度的符号、代号及图样上的常规表示方法和简化表示方法。这些规定均与国际标准《技术制图 标注表面特征的方法》(ISO 1302—1992)一致。

表面粗糙度的基本符号由两条长度不等且与被注表面投影轮廓成 60° 的、宽度为 $b/10$ 的细实线组成。各种符号的含义见表 31-1。

1 表面粗糙度符号、代号

1.1 符号

表 31-1 表面粗糙度符号

符 号	意义及说明
	基本符号,表示表面可用任何方法获得。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,仅适用于简化代号标注
	基本符号加一短划,表示表面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、气割等
	基本符号加一小圆,表示表面是用不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。 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)
	在上述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
	在上述三个符号上均可加一小圆,表示所有表面具有相同的表面粗糙度要求

仅在表明表面需加工(去除材料或不去除材料)或不加工(保持原供应状态),而对其他方面均无要求时,允许只注出表面粗糙度符号,而不加注任何其他内容。

符号的比例见图 31-1,其宽度和高度与轮廓线的线宽 b 有关,见表 31-2。

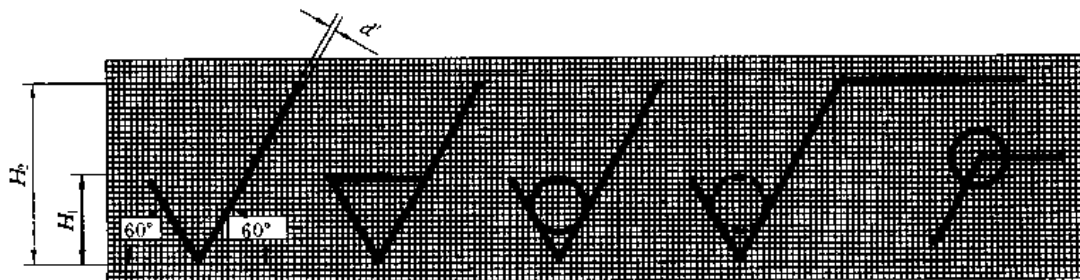


图 31-1 表面粗糙度符号的比例

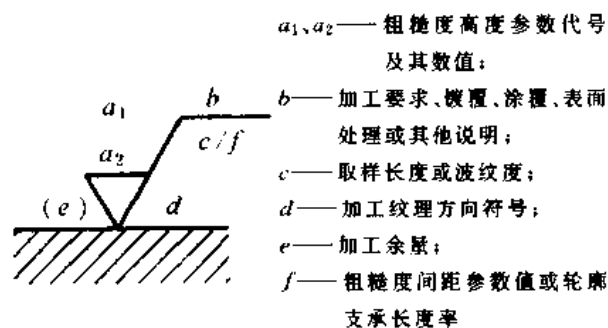
表 31-2 表面粗糙度符号的尺寸

mm

轮廓线的线宽 b	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2	2.8
数字与大写字母(或/和小写字母)的高度 h	2.5	3.5	5	7	10	14	20
符号的线宽 d' 数字与字母的笔画宽度 d	0.25	0.35	0.5	0.7	1	2	2.8
高度 H_1	3.5	5	7	10	14	20	28
高度 H_2	8	11	15	21	30	42	60

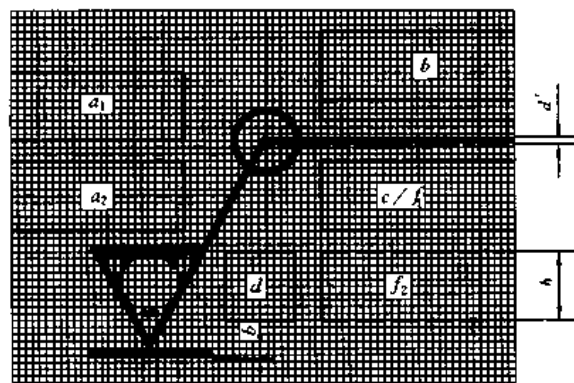
1.2 代号

表面粗糙度代号是以表面粗糙度符号、参数、参数值以及其他有关要求的标注组合而成。符号各部位标注的位置见图 31-2a)。各参数及有关要求在符号上标注的尺寸与比例见图 31-2b)线宽及有关尺寸见表 31-2。



a_1, a_2 ——粗糙度高度参数代号及其数值;
 b ——加工要求、镀覆、涂覆、表面处理或其他说明;
 c ——取样长度或波长度;
 d ——加工纹理方向符号;
 e ——加工余量;
 f ——粗糙度间距参数值或轮廓支承长度率

a)



b)

图 31-2 表面粗糙度代号

2 参数及有关内容的标注方法

表面粗糙度参数系包括高度参数,间距参数及形状参数,其他有关内容主要指达到该粗糙度要求所应采用的工艺方法,涂镀要求以及纹理要求等。

图样上所表示的表面粗糙度是指完工后的要求。一般不涉及工艺、加工及检测方法。只有在特殊情况下才限制其工艺及检测,此时,应按标准规定加以标注。

2.1 高度参数的标注方法

高度参数包括轮廓算术平均偏差 Ra 、轮廓微观不平度十点高度 Rz 及轮廓最大高度 Ry ,其代号和数值应在表面粗糙度符号的上方表示。由于 Ra 是最常用的参数,因此在 Ra 参数值前省略标注参数代号 Ra ,但 Rz 和 Ry 必须在参数值前标出。高度参数值均以 μm 为单位。

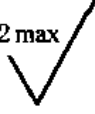
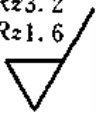
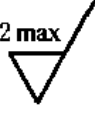
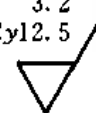

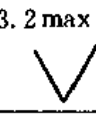
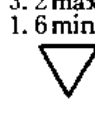
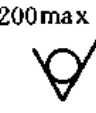
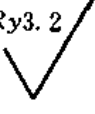
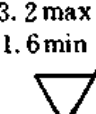

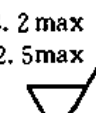
表面粗糙度参数值应根据零件功能要求,标注参数的上限值、上限值与下限值、最大值或最大值与最小值。

标准规定:“当允许在表面粗糙度参数的所有实测值中超过规定值的个数少于总数的 16% 时,应在图样上标注表面粗糙度参数的上限值或上限值与下限值”。仅规定一个参数值时称为上限值,同时规定两个数值时称为“上限值与下限值”。标准中没有规定允许超差的具体数值,但应理解为以表面加工工艺一般能控制的数值为限。当不允许任一实测值超差时,应在参数值右侧加注 max(最大值),如实测值应在最大值和最小值之间则应在参数值右侧同时加注 max 和 min(最小值),见表 31-3。取样长度一般应采用标准值,此时,不需标注。否则应在符号的横线下注明,见表 31-4。

表 31-3 高度参数的标注

代号	意义	代号	意义
	用任何方法获得的表面粗糙度, Ra 的上限值为 $3.2\mu m$		用不去除材料方法获得的表面粗糙度, Ra 的上限值为 $3.2\mu m$
	用去除材料方法获得的表面粗糙度, Ra 的上限值为 $3.2\mu m$		用去除材料方法获得的表面粗糙度, Ra 的上限值为 $3.2\mu m$, Ra 的下限值为 $1.6\mu m$

续表 31-3

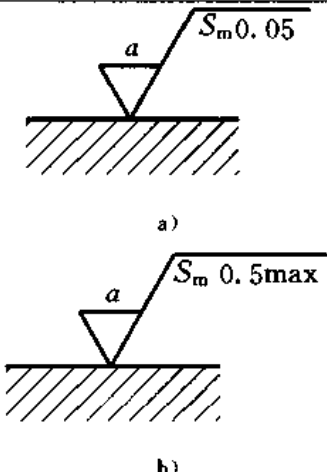
代 号	意 义	代 号	意 义
3.2 max 	用任何方法获得的表面粗糙度, R_a 的最大值为 $3.2\mu\text{m}$	$Rz3.2$ $Rz1.6$ 	用去除材料方法获得的表面粗糙度, Rz 的上限值为 $3.2\mu\text{m}$, 下限值为 $1.6\mu\text{m}$
3.2 max 	用去除材料方法获得的表面粗糙度, R_a 的最大值为 $3.2\mu\text{m}$	3.2 $Ry12.5$ 	用去除材料方法获得的表面粗糙度, R_a 的上限值为 $3.2\mu\text{m}$, R_y 的上限值为 $12.5\mu\text{m}$
3.2 max 	用不去除材料方法获得的表面粗糙度, R_a 的最大值为 $3.2\mu\text{m}$	$Ry3.2$ max 	用任何方法获得的表面粗糙度, R_y 的最大值为 $3.2\mu\text{m}$
3.2 max 1.6 min 	用去除材料方法获得的表面粗糙度, R_a 的最大值为 $3.2\mu\text{m}$, R_a 的最小值为 $1.6\mu\text{m}$	$Rz200$ max 	用不去除材料方法获得的表面粗糙度, Rz 的最大值为 $200\mu\text{m}$
$Ry3.2$ 	用任何方法获得的表面粗糙度, R_y 的上限值为 $3.2\mu\text{m}$	$Rz3.2$ max $Rz1.6$ min 	用去除材料方法获得的表面粗糙度, Rz 的最大值为 $3.2\mu\text{m}$, 最小值为 $1.6\mu\text{m}$
$Rz200$ 	用不去除材料方法获得的表面粗糙度, Rz 的上限值为 $200\mu\text{m}$	3.2 max $Ry12.5$ max 	用去除材料方法获得的表面粗糙度, R_a 的最大值为 $3.2\mu\text{m}$, R_y 的最大值为 $12.5\mu\text{m}$

2.2 间距参数、形状参数及取样长度的标注方法

间距参数包括轮廓的单峰平均间距 S 和轮廓微观不平度的平均间距 S_m , 均以 mm 为单位。形状参数

即轮廓支承长度率 t_p , 给出的是比例值。现将上述参数及取样长度(以 mm 为单位)的标注方法列于表 31-4。

表 31-4 间距参数、形状参数和取样长度的标注

参 数	图 例	说 明
轮廓的单峰平均间距 S 及轮廓微观不平度的平均间距 S_m	 <p>a)</p> <p>b)</p>	<p>需要标注 S 或 S_m 值时, 应在符号长边的横线下面。数值写在参数符号的后面</p> <p>图 a 为 S_m 上限值的标注示例</p> <p>图 b 为 S_m 最大值的标注示例</p>

续表 31-4

参数	图例	说明
轮廓支承长度率 t_p		<p>图 a) 表示水平截距 C 在轮廓最大高度 R_y 的 50% 位置上, 支承长度率为 70%, 给出的 t_p 为下限值</p> <p>图 b) 为 t_p 的最小允许值</p>
取样长度		<p>取样长度应标注在符号长边的横线下面, 若按标准规定选用对应的取样长度时, 在图样上可省略标注</p>

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

2.3 加工纹理方向标注方法

需要控制加工纹理方向或纹理形状时, 应在表面粗糙度代号的右下角注出纹理方向符号(见图 31-3)常用的加工纹理方向符号见表 31-5。如表中所列符号不能准确地表达所要求的纹理方向时, 应在图样中用文字说明。

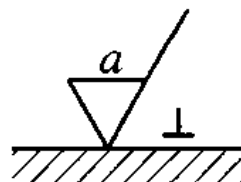


图 31-3 加工纹理方向符号的标注
表 31-5 常用的加工纹理方向符号

符号	说明	示意图
=	纹理平行于标注代号的视图的投影面	
⊥	纹理垂直于标注代号的视图的投影面	
X	纹理呈两相交的方向	

续表 31-5

符 号	说 明	示 意 图
M	纹理呈多方向	
C	纹理呈近似同心圆	
R	纹理呈近似放射形	
P	纹理无方向或呈凸起的细粒状	

加工纹理符号的比例见图 31-4, 尺寸 d' 及 h 见表 31-2。



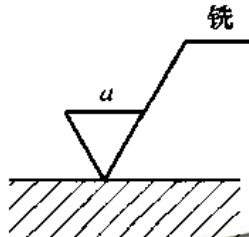
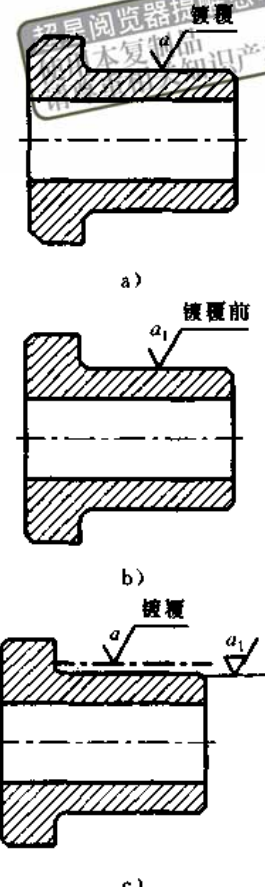
图 31-4 加工纹理符号的比例

2.4 加工余量、加工方法及表面处理的标注方法 工余量以 mm 为单位, 标注在符号的左下方, 加工纹理当需要限制零件表面的加工余量、指定加工方法 方向及表面处理要求应标注在符号的横线上, 见表以及表面处理要求时, 应在粗糙度符号上加以标注。加 31-6。

表 31-6 加工纹理、加工方法及表面处理的标注方法

设计要求	标注说明	图 例
加工余量	加工余量数值标注在表面粗糙度符号的左边	

续表 31-6

设计要求	标注说明	图 例
加工方法	把加工方法用文字标注在表面粗糙度的长边的横线上面	
镀(涂)覆表面处理	把镀(涂)覆的表示方法或标记标注在表面粗糙度的长边的横线上面 图 a) 表示镀覆后表面粗糙度参数值的标注方法 图 b) 表示镀覆前应达到的参数值 图 c) 表示镀覆前后分别要求达到的参数值	

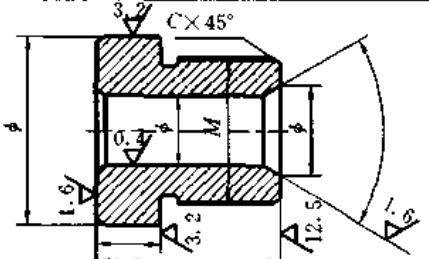
3 表面粗糙度代号在图样上的标注方法

3.1 标注的规定

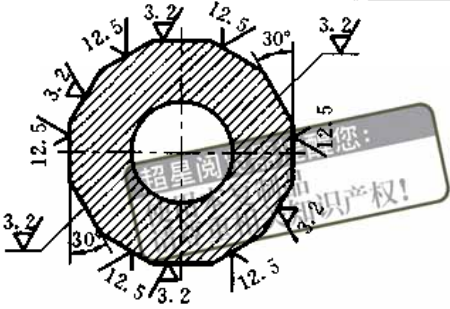
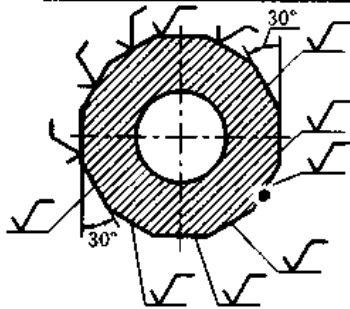
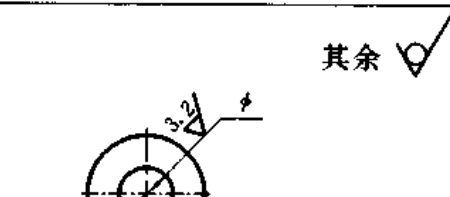
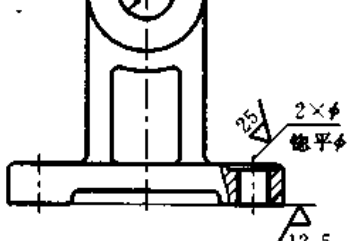
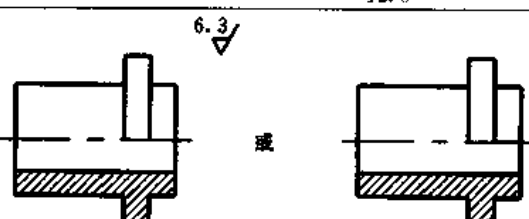
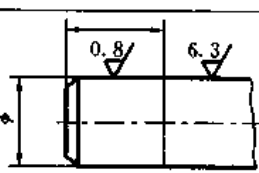
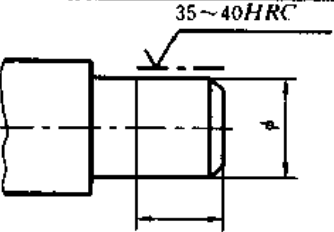
表面粗糙度代号一般直接标注在零件各要素上。当零件上所有要素的表面粗糙度要求相同时,可在图

样的右上角统一注出。当零件上大多数要素的表面粗糙度要求相同时,也可在图样右上角统一注出,但需加注“其余”两字。统一注出时,其代号和说明文字的高度均应是图样中其他表面所注代号和文字的 1.4 倍,详见表 31-7。

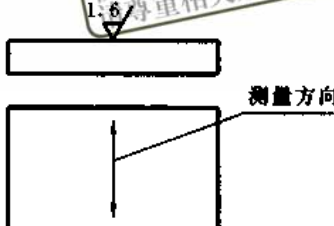
表 31-7 表面粗糙度代号的标注方法

规 定	图 例
符号、代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,并尽可能靠近有关尺寸线	
符号的尖端必须从材料外指向表面	
代号中数字方向应与尺寸数字的方向一致	

续表 31-7

规 定	图 例
<p>在倾斜轮廓线上标注代号时,应注意代号方向(无论任何角度的符号,在它旋转到水平位置时,应与基本符号一致)</p>	
<p>在指引线上的横线上标注有关参数,应与尺寸数字方向一致。符号可以引出标注</p>	
<p>图样上位置狭小或不便标注时,代号可以引出标注</p>	
<p>当零件的大部分表面具有相同的表面粗糙度要求时,对其中使用最多的一种符号、代号可以统一注在图样的右上角,并加注“其余”两字</p>	
<p>当零件所有表面具有相同的表面粗糙度要求时,其符号、代号可在图样的右上角统一标注</p>	
<p>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</p>	
<p>零件需要局部热处理或局部镀(涂)覆时,应用粗点划线画出其范围,标注相应的尺寸,并将要求写在符号长边的横线上</p>	

续表 31-7

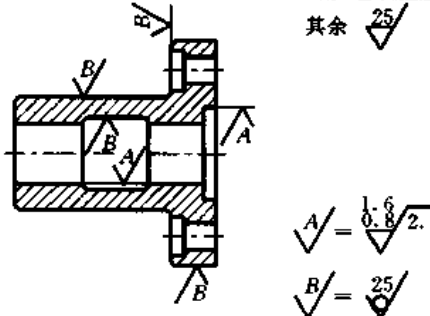
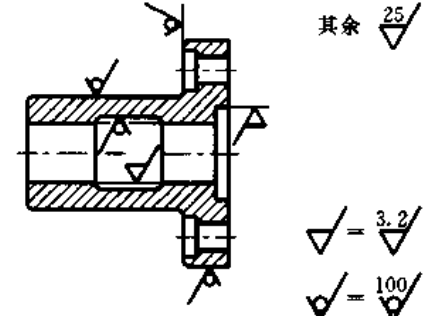
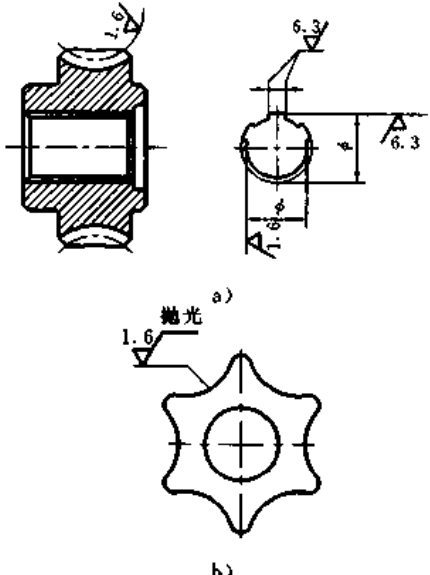
规 定	图 例
需要规定表面粗糙度测量截面的方向时,应在该表面上标出测量方向	

3.2 简化表示法

为了提高绘图效率或标注位置受到限制时,可采用标准中规定的几种简化表示方法,见表 31-8。用简

化方法标注表面粗糙度要求时,其符号和文字的高度应是图样中符号和文字的 1.4 倍。

表 31-8 表面粗糙度的简化表示方法

简化内容	图 例
采用简化代号,并在标题栏附近说明简化代号的含义	
采用简化代号,并在标题栏附近说明简化代号的含义	
连续表面和重复要素的表面,其表面粗糙度代号只标注一次	

续表 31-8

简化内容	图 例
<p>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按图例简化标注</p>	
<p>齿轮、渐开线花键、螺纹等工作表面在没有画出齿(牙)形时,表面粗糙度代号可按图例简化标注</p>	

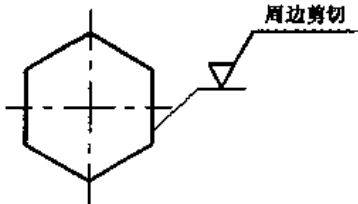
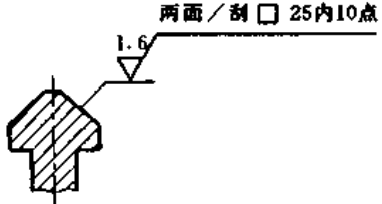
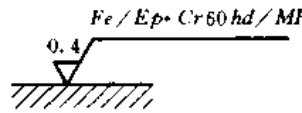
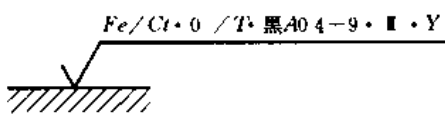
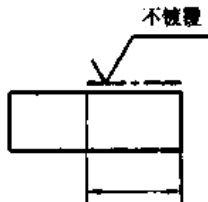
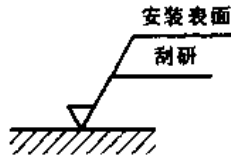
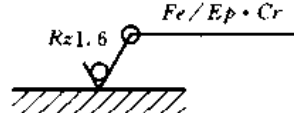
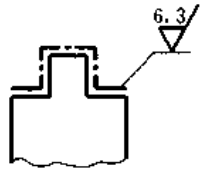
3.3 标注示例

表面粗糙度标注示例及说明见表 31-9。

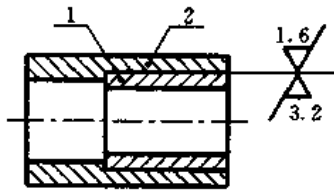
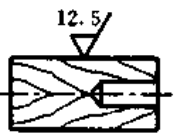
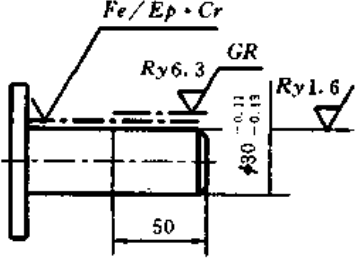
表 31-9 表面粗糙度标注示例

序号	标注示例	说 明
1		<p>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</p>
2		<p>R_a 与 R_y 的取样长度均为 2.5mm</p>
3		<p>R_a 的取样长度为 0.8mm; R_y 的取样长度为 2.5mm</p>
4		<p>在符号长边的横线上而,可注写注释性说明。图例表示前、后两面的 R_a 的上限值均为 12.5μm</p>

续表 31-7

序号	标注示例	说 明
5		<p>在横线上面可同时注写加工方法与注释性说明</p>
6		<p>在横线上面可注写加工要求。图例表示导轨工作面经刮削后,在 25mm×25mm 面积内接触点不小于 10 点, Ra 的上限值为 1.6μm</p>
7		<p>在横线上面同时注写镀层要求与独立加工方法时,按工艺顺序用斜线隔开。图例表示表面镀硬铬,镀层厚度为 60±5μm,镀后经机械抛光, Ra 的上限值为 0.4μm</p>
8		<p>在横线上面同时注写化学处理与涂覆要求时,按工艺顺序用斜线隔开。图例表示表面化学氧化后,涂黑色 A04-9 氨基烘干磁漆,使用于一般环境条件下,并按 Ⅱ 级外观等级加工</p>
9		<p>部分不镀(涂)覆表面,可用粗点划线画出,同时在横线上加以注明</p>
10		<p>当横线上没有足够的位置标注所有内容时,可采用图例的方法标注</p>
11		<p>镀(涂)覆表面不再进行加工时,应按图例的方法标注。当所有表面具有相同的表面粗糙度要求时,可在符号上加画一小圆表示</p>
12		<p>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符号、代号</p>

续表 31-7

序号	标注示例	说明
13		<p>结合件的配合表面可按图标注表面粗糙度代号。件 1 外圆柱面 R_a 的上限值为 $1.6\mu\text{m}$，件 2 内圆柱面 R_a 的上限值为 $2.5\mu\text{m}$</p>
14		<p>木材表面可按图标注表面粗糙度代号。该件外圆柱面 R_a 的上限值为 $12.5\mu\text{m}$，R_a 的数值按 GB 12472 表 1 选取</p>
15		<p>表面粗糙度、表面镀覆及尺寸标注综合示例。其中 GR 表示磨光</p>

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

第 32 章 木制件的表面粗糙度参数及其数值

《木制件 表面粗糙度参数及其数值》(GB/T 12472—1990)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、木质刨花板、木质层压板、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

a. 木制件表面粗糙度涉及的术语如表面粗糙度、取样长度、评定长度、中线制、轮廓算术平均偏差、轮廓最大高度、微观不平度十点高度、单个微观不平度、轮廓微观不平度的平均间距等,其定义见第 29 章。

b. 木制件的表面粗糙度采用中线制评定。

c. 木制件表面粗糙度参数从下列三项中选取:

轮廓算术平均偏差—— R_a

微观不平度十点高度—— R_z

轮廓最大高度—— R_y

根据表面功能的需要,除表面粗糙度高度参数(R_a 、 R_z 、 R_y)外,可再用轮廓微观不平度的平均间距(S_m)作为附加的评定参数。

2 木制件表面粗糙度评定参数的数值系列

轮廓算术平均偏差(R_a)、微观不平度十点高度(R_z)、轮廓最大高度(R_y)和轮廓微观不平度的平均间距(S_m)的数值分别如表 32-1、表 32-2 和表 32-3 所列。

表 32-1 轮廓算术平均偏差 R_a 的数值 μm

R_a	0.8	1.6	3.2	6.3	12.5	25	50	100
-------	-----	-----	-----	-----	------	----	----	-----

表 32-2 微观不平度的十点高度 R_z 和轮廓最大高度 R_y 的数值 μm

R_z, R_y	3.2	6.3	12.5	25	50	100	200	400
------------	-----	-----	------	----	----	-----	-----	-----

表 32-3 轮廓微观不平度的平均间距 S_m 的数值 mm

S_m	0.4	0.8	1.6	3.2	6.3	12.5
-------	-----	-----	-----	-----	-----	------

3 取样长度的数值和选用

a. 取样长度(l)的数值规定表 32-4。

表 32-4 取样长度 l 的数值 mm

l	0.8	2.5	8	25
-----	-----	-----	---	----

b. 测量 R_a 、 R_z 和 R_y 时,可按表 32-5 和表 32-6 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 32-5 与 R_a 值相应的取样长度

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 32-6 与 R_z 和 R_y 值相应的取样长度

R_z, R_y μm	l mm
3.2, 6.3, 12.5	0.8
25, 50	2.5
100, 200	8
400	25

4 规定木制件表面粗糙度要求的一般规则

a. 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。

b. 木制件表面粗糙度的标注应符合 GB/T 131 的有关规定。

c. 为了保证木制件表面质量,可按功能需要规定表面粗糙度参数值。

d. 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。

e. 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,

则应在评定时除去剖切导管形成的轮廓凹坑(图 32-1)。

f. 对木制品表面粗糙度的要求不适用于表面缺陷。在评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。



图 32-1 剖切导管形成的轮廓凹坑

5 评定木制品表面粗糙度的 R_{pv} 参数和数值

5.1 为减小木材导管被剖切形成构造不平整对测量结果的影响,标准还以附录的形式给出评定木制品表面粗糙度参数 R_{pv} ,该参数主要适用于有较粗管孔材表面粗糙度的评定。

5.2 单个微观不平整高度和在测量长度上的平均值 (R_{pv}):

在给定测量长度(L)内各单个微观不平整的高度 (h_i)之和除以该测量长度(图 32-2),以单位 $\mu\text{m}/\text{mm}$ 表示。其计算公式为:

$$R_{pv} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{L}$$

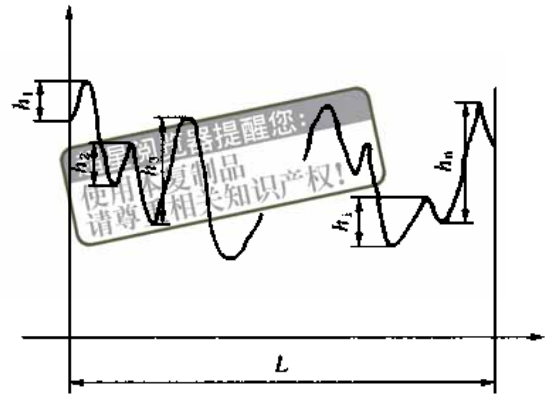


图 32-2 单个微观不平整高度在测量长度上的平均值 R_{pv}

测量长度(L)规定为 20mm 至 200mm。一般情况下选用 200mm,若被测表面幅面较小或微观不平整均匀性较好时可选用 20mm。

R_{pv} 的数值见表 32-7。

表 32-7 R_{pv} 的数值 $\mu\text{m}/\text{mm}$

R_{pv}	6.3	12.5	25	50	100

6 不同加工方法不同材质的木制品所能达到的粗糙度数值范围

砂光、手光刨、机光刨、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,见表 32-8。

表 32-8 不同加工方法不同材质所能达到的粗糙度数值范围

加工方法	表面树种	参 数 值 范 围			
		R_a μm	R_z μm	R_y μm	R_{pv} $\mu\text{m}/\text{mm}$
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
砂光	色木	3.2~12.5	12.5~50	25~50	6.3~25
	柞木	6.3~25	25~100	25~200	25~100
	水曲柳	6.3~50	25~200	25~200	25~100

续表 32-8

加工方法	表面树种	参 数 值 范 围			
		R_a μm	R_z μm	R_y μm	R_{pv} $\mu\text{m}/\text{mm}$
砂光	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
	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
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

续表 32-8

加工方法	表面树种	参 数 值 范 围			
		R_a μm	R_z μm	R_y μm	R_{pv} $\mu\text{m}/\text{mm}$
压刨	桦木层压板	3.2~25	12.5~100	25~100	12.5~25
	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

注：除砂光、机光刨及手工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。

第 33 章

表面缺陷的术语

《表面缺陷 术语》GB/T 15757—1995 规定了有关表面缺陷的特性、类型及其参数的术语和定义。

有关表面缺陷的一般术语及其定义如表 33-1 所列。

1 一般术语与定义

表 33-1 表面缺陷的一般术语

序号	术语	定义
1	基准面	用以评定表面缺陷参数的一个几何表面。 基准面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。该区域的大小须足够用来评定缺陷,同时在评定时能控制表面形状误差的影响 注:基准面具有几何表面形状,它的方位和实际表面在空间与总的走向相一致
2	缺陷评定区域	工件实际表面的局部或全部,在该区域上,检验和确定表面缺陷
3	表面特征*	出自几何表面的重复或偶然的偏差,这些偏差形成该表面的三维形貌。 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	在加工、储存或使用期间,非故意或偶然生成的实际表面的单元体、不规则体或成组的单元体、不规则体。这些单元体或不规则体的类型,明显区别于构成一个粗糙表面的那些单元体或不规则体 注:在实际表面上存在缺陷并不表示该表面不适用。缺陷的可接受性取决于表面的用途或功能,并由适当的项目来确定,即长度、宽度、深度、高度、单位面积上的缺陷数等。

2 表面缺陷大小特性的术语与定义

2 所列。

有关表面缺陷大小特性的术语及其定义如表 33-2

表 33-2 表面缺陷大小特性的术语

序号	术语	定义
1	缺陷长度	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的最小尺寸
3	缺陷深度	a. 对单个缺陷,是从垂直于基准面切平面量得的缺陷最大深度。 b. 对综合缺陷,是从垂直于基准面切平面量得的该基准面和缺陷中最低点之间的距离
4	缺陷高度	a. 对单个缺陷,是从垂直于基准面切平面量得的缺陷最大高度。 b. 对综合缺陷,是从垂直于基准面切平面量得的该基准面和缺陷中最高点之间的距离
5	缺陷面积	单个缺陷投影在基准面上的面积
6	缺陷总面积	各单个缺陷面积之和

3 表面缺陷参数的术语与定义

列。

有关表面缺陷参数的术语及其定义如表 33-3 所

* “表面特征”相当于第 29 章中的“表面结构”。

表 33-3 表面缺陷参数的术语

序号	术语	定义
1	在全部区域上允许的缺陷最大数； 表面缺陷数	在商定的判别极限内的全部实际表面上允许的缺陷最大数 例如:SDN=60 注:商定判别极限时,用下列两个独立准则: a. 任一缺陷的最大尺寸要素,超过该值的零件即拒收; b. 在确定 SDN 值时,最小的尺寸特性小于该值的缺陷不计入。
2	单位面积上缺陷最大数	在给定的评定区域面积 A 内,允许的缺陷最大数 例如:SDN/A=60/m ² SDN/A=10/50mm ²

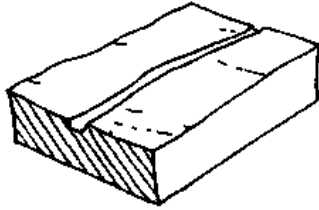
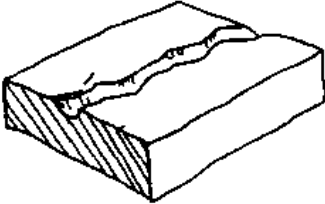
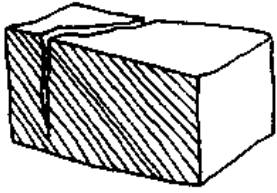
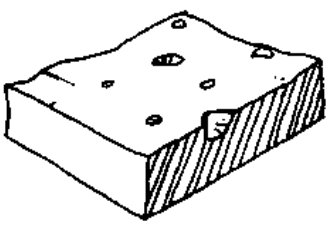
超星浏览器提醒您:
本复制品
未经许可
不得传播
有关知识产权!

4 表面缺陷类型的术语与定义

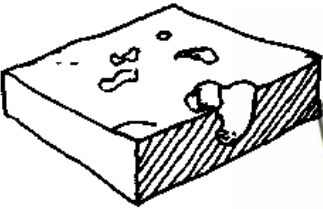
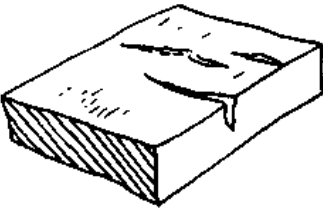
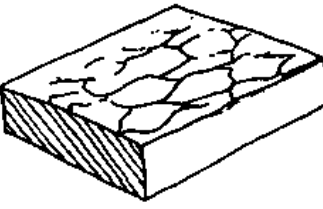
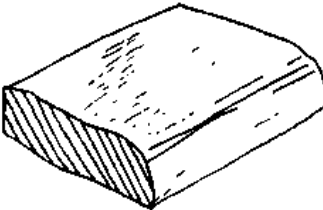
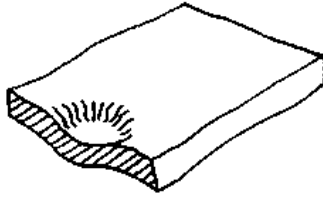
列。

有关表面缺陷类型的术语及其定义如表 33-4 所

表 33-4 表面缺陷类型的术语

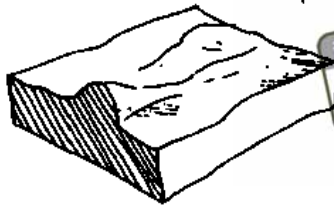

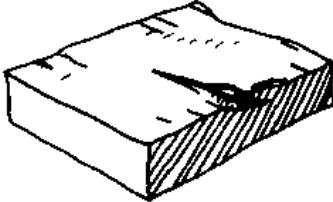
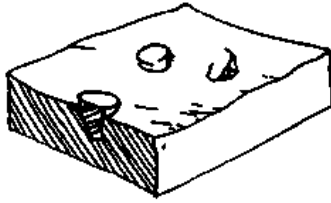
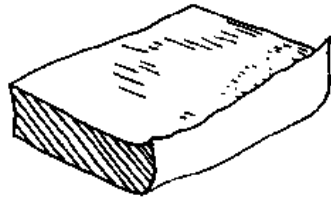
序号	术语	定义
1	凹缺陷	向内的缺陷
	沟槽	横向或纵向的凹缺陷,具有圆弧形的或平的底部 
	擦痕	形状不规则和没有确定方向的凹缺陷 
	破裂	由于表面完整性的破损造成的条状缺陷 
	毛孔	尺寸很小、斜壁很陡的孔穴,通常带锐边,孔穴的上边缘不高过基准面的切平面 

续表 33-4

序号	术语	定义
1	砂眼	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面缺陷 
	缩孔	铸件、焊缝等在凝固时,由于不均匀收缩所引起的凹缺陷
	裂缝 (缝隙、裂隙)	条状凹缺陷,呈尖角形,有很浅的不规则开口 
	劈裂;鳞片	工件表层局部片状分离剥落所形成的缺陷 
	缺损	在工件两个表面的相交处呈圆弧状的缺陷 
	瓢曲(凹面)	板材表面由于局部弯曲形成的凹缺陷
	窝陷	无隆起的凹坑,通常由于压印或打击产生塑性变形而引起的凹缺陷 

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

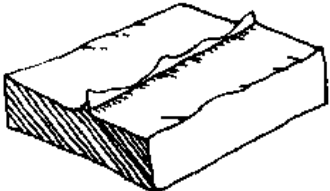

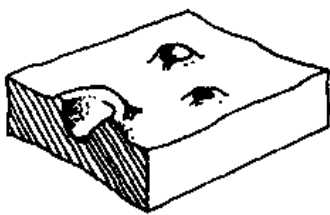
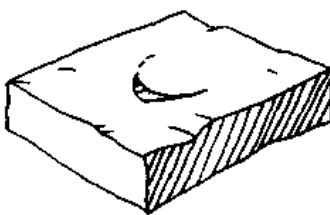
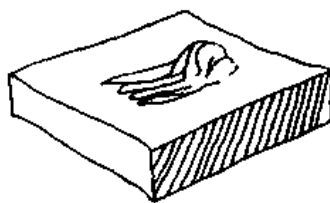
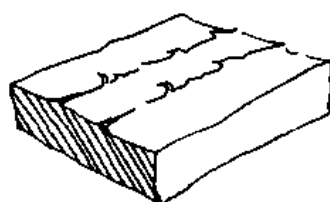
续表 33-4

序号	术语	定义
2	凸缺陷	向外的缺陷
	树瘤	细小尺寸和有限高度的脊状或丘状凸起 
	疱疹	由于表面下层含有气体或液体所形成的局部凸起 
	翘曲(凸面)	板材表面由于局部弯曲所形成的拱起
	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 
	夹杂物	嵌进工件材料里的杂物 
	飞边	表面周边上尖锐状的凸起,通常在对应的一边出现缺损 

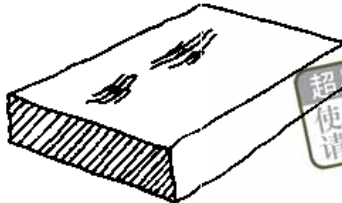
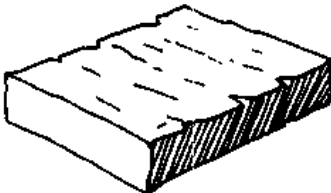

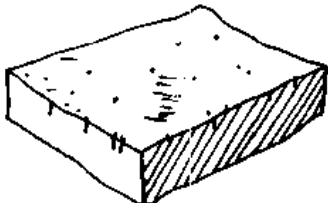
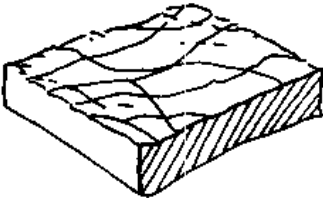
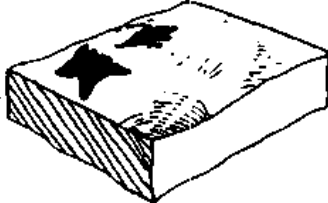
超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

续表 33-4

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请务必尊重相关知识产权！

序号	术语	定 义
2	缝脊	<p>工件材料的脊状凸起,是由于模铸或模锻等成型加工时材料从模子缝隙挤出,或在电阻焊接(电阻对焊、熔化对焊)两表面时在受压面的垂直方向形成</p> 
	附着物	<p>堆积在工件上的杂物或另一工件的材料</p> 
3	混合缺陷	<p>部分向外和部分向内的缺陷</p>
	环形坑	<p>环形周边隆起,类似火山口的坑,它的周边高出基准面</p> 
	折叠	<p>微小厚度的舌状隆起,一般呈皱纹状,是滚压或锻压时的材料被褶皱压向表层所形成</p> 
	划痕	<p>由于外来物移动,划掉或积压工件表层材料而形成的连续凹凸状缺陷</p> 
	切削残余	<p>由于切削去除不良引起的带状隆起</p> 

续表 33-4

序号	术语	定义
4	区域缺陷和外观缺陷	<p>这些缺陷的几何尺寸很难测量</p> <p>滑痕 由于间断性过载在表面上个别区域出现,如球轴承、滚柱轴承和轴承座圈上所形成的银雾状表面损伤</p> 
	磨蚀	<p>表面由于物理性破坏或磨损而造成的表面损伤</p> 
	腐蚀	<p>表面由于化学性破坏造成的表面损伤</p> 
	麻点	<p>在表面上大面积分布,往往是深的凹点状和小孔状缺陷</p> 
	裂纹	<p>表面上呈网状细小裂痕的缺陷</p> 
	斑点; 斑纹	<p>用眼看上去与相邻表面不同的区域</p> 

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

续表 33-4

序 号	术 语	定 义
5	褪色	表面上脱色或颜色变淡的区域



五星浏览器提醒您：
您用的是日本复制品
请尊重相关知识产权！

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

第 34 章

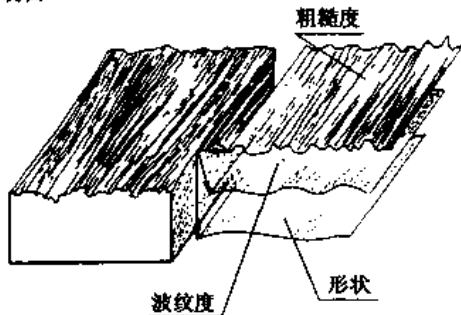
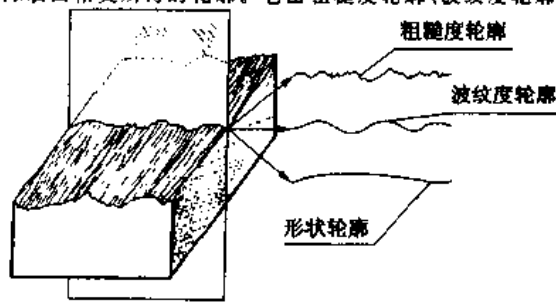
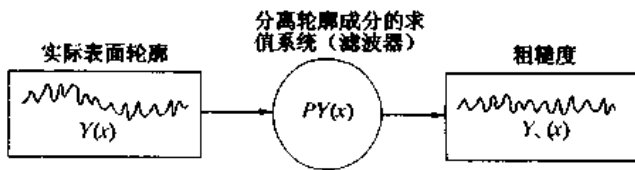
表面波纹度的词汇

《表面波纹度 词汇》(GB/T 16747—1997)规定了表面波纹度有关表面及其参数的术语和定义。这些波纹度参数术语是与中线制相关的。

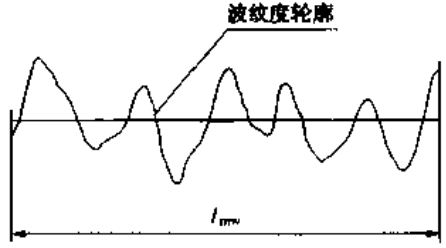
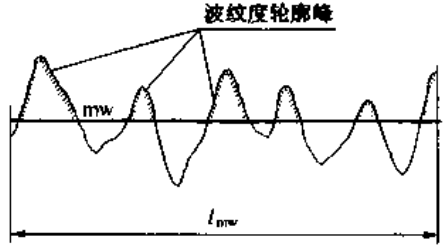
有关表面、轮廓和基准的术语及其定义如表 34-1 所列。

1 表面、轮廓和基准的术语

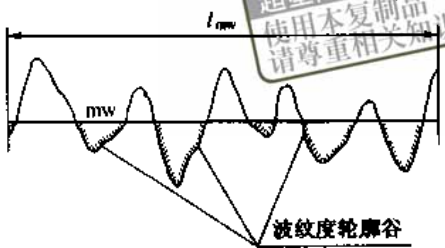
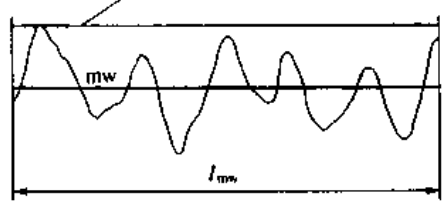
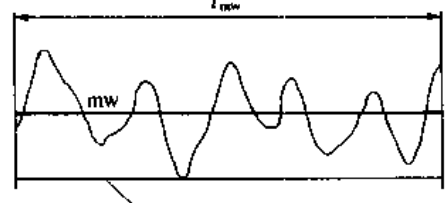
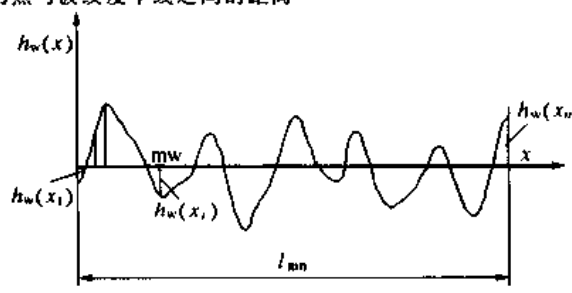
表 34-1 表面、轮廓和基准术语

序号	术 语	定 义
1	实际表面	<p>工件上实际存在的一个表面,它是按所定特征由加工形成的,实际表面是由粗糙度、波纹度和形状叠加而成的一个表面</p> 
2	实际表面的轮廓(实际轮廓)	<p>由一个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</p> 
3	分离实际表面轮廓成分的求值系统(滤波器)	<p>通过预定的信息转换,对实际表面的轮廓的成分进行分离的一种处理过程。实际上,该过程可用各种不同的方式实现。对各种不同的方式分离出的轮廓成分,应说明其方法差异。倘若总体轮廓含有所认为的公称形状,就须用一个附加的预处理过程来消除该轮廓的形状部分</p> 

续表 34-1

序号	术 语	定 义
4	标准的波纹度求值系统	具有符合标准规定特性的求值系统(滤波器)。该求值系统一般被认为是理想的
5	波纹度截止波长	在高斯滤波器的传输系数为 0.5 条件下,短波区界的波长 λ_c 和长波区界的波长 λ_F
6	表面波纹度	<p>由间距比粗糙度大得多的、随机的或接近周期形式的成分构成的表面不平度。通常包含当工件表面加工时由意外因素引起的那种不平度,例如,由一个工件或某一刀具的失控运动所引起的。波纹度通频带的极限由高斯滤波器的长波段截止波长和短波段截止波长之比, $\lambda_F : \lambda_c$ 为 10 : 1 确定,除非另有规定。</p> <p>在用高斯滤波器分离波纹度以前,应从总体轮廓中消除图样上表明的那种用最小二乘拟合的公称形状。</p> <p>对圆周(轮廓)来说,推荐将其半径也用最小二乘优化,而且公称值不保持固定。</p> <p>这种波纹度分离程序确定了理想的波纹度求值系统</p> <p>注:这种理想的波纹度求值系统,只能用在表面尺寸不小于截止波长 λ_c 的 20 倍的情况。</p>
7	表面波纹度轮廓(波纹度轮廓)	<p>是一个实际表面的轮廓的组成部分,其不平度的间距比粗糙度的大得多的那部分。实际上,该轮廓部分是用波纹度求值系统(滤波器)从实际表面的轮廓中分离得出</p> 
8	波纹度取样长度 l_w	波纹度轮廓上的一段基准线长度,它等于长波区截止波长 λ_F 。在这段长度上确定波纹度参数
9	波纹度评定长度 l_{mw}	用于评定波纹度参数值的一段长度,它可包含一个或几个取样长度
10	波纹度轮廓基准线	<p>这条基准线对确定波纹度参数有关。</p> <p>在波纹度评定长度范围内划出的中线,被用作波纹度基准线,这是在使用波纹度理想操作器后获得的一条直线</p>
11	波纹度轮廓峰	<p>表面波纹度轮廓与波纹度中线相交,相邻两交点之间的向外(从工件材料到周围介质)的轮廓部分</p> <p>注:在波纹度取样长度内,即使是始端或终端,倘有向外的轮廓部分,也应视作波纹度轮廓峰。当计算波纹度的连续几个取样长度上的峰数时,对每个取样长度的始端或终端的波纹度轮廓峰,只应计入一次始端的。</p> 

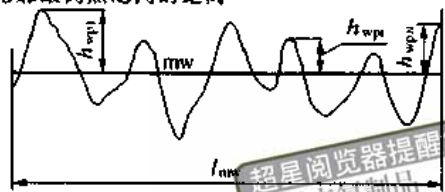
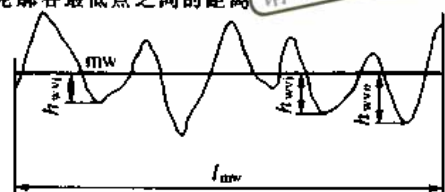
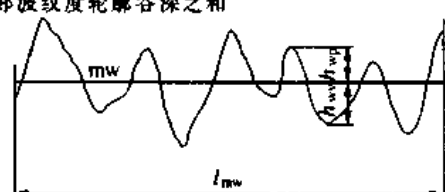
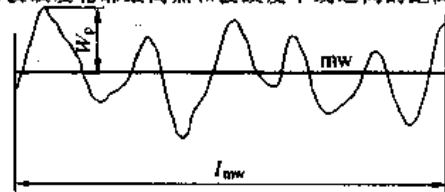
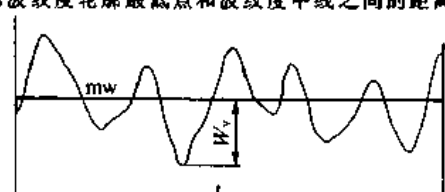
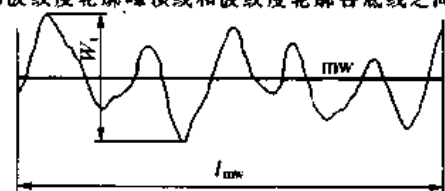
续表 34-1

序号	术 语	定 义
12	波纹度轮廓谷	<p>表面波纹度轮廓与波纹度中线相交,相邻两交点之间的向内(从周围介质到材料)的轮廓部分</p> <p>注:在波纹度取样长度的始端或终端,倘有向内的轮廓部分,也应视作轮廓谷。当计算波纹度的连续几个取样长度上的谷数时,对每个取样长度的始端或终端的波纹度轮廓谷,只计入一次始端的。</p> 
13	波纹度轮廓峰顶线	<p>在波纹度取样长度内,与基准线等距并通过波纹度轮廓最高点的线</p> <p>波纹度轮廓峰顶线</p> 
14	波纹度轮廓谷底线	<p>在波纹度取样长度内,与基准线等距并通过波纹度轮廓最低点的线</p> <p>波纹度轮廓谷底线</p> 
15	波纹度轮廓偏距 $h_w(x)$	<p>波纹度轮廓上的点与波纹度中线之间的距离</p> 

2 表面波纹度参数术语

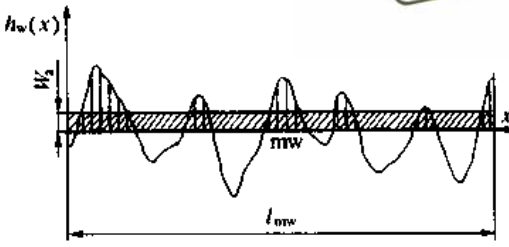
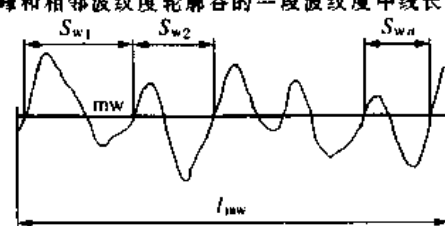
表面波纹度参数的术语及其定义如表 34-2 所列。

表 34-2 表面波纹度参数

序号	参 数	定 义
1	波纹度轮廓峰高 h_{wp}	波纹度中线至波纹度轮廓最高点之间的距离 
2	波纹度轮廓谷深 h_{wv}	波纹度中线至波纹度轮廓谷最低点之间的距离 
3	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 
4	波纹度轮廓不平度的平均高度 W_c	在波纹度取样长度内,波纹度轮廓峰高和波纹度轮廓谷深的平均值绝对值之和,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	波纹度轮廓的最大峰高 W_p	在波纹度取样长度内,波纹度轮廓最高点和波纹度中线之间的距离 
6	波纹度轮廓的最大谷深 W_v	在波纹度取样长度内,波纹度轮廓最低点和波纹度中线之间的距离 
7	波纹度轮廓的最大高度 W_t	在波纹度取样长度内,波纹度轮廓峰顶线和波纹度轮廓谷底线之间的距离 

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

续表 34-2

序号	参 数	定 义
8	波纹度轮廓算术平均偏差 W_a	在波纹度取样长度内,波纹度轮廓偏距绝对值的算术平均值 $W_a = \frac{1}{l_w} \int_0^{l_w} h_w(x) dx$ 或近似为: $W_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_{wi} $ 式中: n ——离散的波纹度轮廓偏距的个数。 
9	波纹度轮廓均方根偏差 W_q	在波纹度取样长度内,波纹度轮廓偏距的均方根值 $W_q = \sqrt{\frac{1}{l_w} \int_0^{l_w} h_w^2(x) dx}$
10	波纹度轮廓不平度的间距 S_{wi}	含有一个波纹度轮廓峰和相邻波纹度轮廓谷的一段波纹度中线长度 
11	波纹度轮廓的平均间距 S_{wm}	在波纹度取样长度内,波纹度轮廓不平度间距的平均值。 $S_{wm} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{wi}$ 式中: S_{wi} ——波纹度轮廓不平度间距; n ——在波纹度取样长度内,波纹度轮廓间距的个数。

超星浏览器提醒您:
使用本复制品
请尊重相关知识产权!

续表 35-1

粗糙度 参数公称值 R_a μm	砂 型 类									金 属 型 类					
	钢			铁		铜	铝	镁	锌	钢		铝		镁	锌
	砂型 铸造	壳型 铸造	熔模 铸造	砂型 铸造	壳型 铸造	砂型 铸造	砂型 铸造	砂型 铸造	砂型 铸造	金属型 铸造	压力 铸造	金属型 铸造	压力 铸造	压力 铸造	压力 铸造
25	×	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
50	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
100	*			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
200	*			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
400	*			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

注：×为采取特殊措施方能达到的铸造金属及合金的表面粗糙度；

*表示可以达到的铸造金属及合金的表面粗糙度。

1.4 粗糙度的评定方法

符合 GB/T 6062 的规定。如果测量仪器具有一个已知的或给定的误差，应予以考虑。

1.4.1 测取数据

在样块表面均匀分布的位置上，测取 25 个数据。

1.4.2 取样长度

如果数据过于分散，这个数目也可以增加。测量仪器应

取样长度应按表 35-2 选取。

表 35-2 取样长度标准值

表面粗糙度参数 公称值 R_a μm	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2	6.3	12.5	25	50	100	200	400
取样长度 mm	0.25	0.8			2.5			8		25		

1.4.3 平均值公差

35-3 中给出的公称值百分率的范围。

读数的平均值对公称值的偏离量，不得超过表

表 35-3 表面粗糙度比较样块公差值

合金种类	铸造方法	平均值公差 (公称值百分率) %	标准偏差(有效值百分率)/%				
			评定长度所包括的取样长度的数目				
			2个	3个	4个	5个	6个
黑色金属	砂型铸造	+10 -20	32	26	22	20	18
	壳型铸造						
	熔模铸造						
有色金属	各种方法		24	19	17	15	14

1.4.4 标准偏差

平均值的标准偏差，应不超过表 35-3 中给出的有效值百分率表示的范围。

不同评定长度标准偏差的最大允许值，根据评定长度所包括的取样长度的个数按下述公式计算：

$$\sigma_n = \sigma_s \sqrt{5/n}$$

式中： σ_s ——评定长度包括 5 个取样长度的标准偏差；

σ_n ——实测时选用的评定长度所包括 n 个取样长度的标准偏差；

n ——实测时选用的评定长度所包括的取样长度的个数。

1.5 结构与尺寸

a. 样块的结构尺寸应便于样块与铸件表面的对比以及对样块本身的检测。

b. 样块表面每边的最小尺寸应符合表 35-4 的规

定。

表 35-4 样块表面每边最小尺寸

表面粗糙度参数 公称值 R_a μm	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2	6.3	12.5	25	50	100	200	400
样块规格												
I 型	20						30	50				
II 型	17									26		
III 型	110											

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

1.6 标志

样块必须有如下标志：

- a. GB/T 6060.1-1997；
- b. 表面粗糙度参数公称值 $R_a(\mu\text{m})$ ；
- c. 表征的铸造金属及合金材质种类及铸造方法的类型；
- d. 制造厂名称或注册商标；
- e. 产品序号。

2 磨、车、镗、铣、插及刨加工表面

《表面粗糙度比较样块 磨、车、镗、铣、插及刨加工表面》(GB/T 6060.2-1985)规定了磨、车、镗、铣、插及刨加工表面粗糙度比较样块的特征。该样块是用来和与它相同纹理和相同方法制造的加工表面进行比较,通过视觉和触觉评定表面粗糙度的。

2.1 制造方法

样块按下列方法制造：

- a. 用电铸法复制的表面的阳模；
- b. 用塑料或其他材料复制的具有机械加工表面特征的阳模；
- c. 直接用表征的机械加工方法制造的表面。

2.2 表面特征

样块表面只应呈现它所表征的机械加工方法产生的表面粗糙度特征,而不应包含例如在不正常条件下磨削可能产生的不真实的表面特征。

2.3 分类及粗糙度参数

样块的分类及粗糙度参数公称值(以表面轮廓算术平均偏差 R_a 表示)应符合表 35-5。

2.4 粗糙度的评定

2.4.1 评定方法

横过样块表面,在均匀分布的表面位置上取足够的数,以便能求出平均值和标准偏差。对于大多数加工表面,取 25 个数就已足够,但对于周期轮廓可以少于 25 个数,对于随机轮廓亦可多于 25 个数。数据必须是按 GB/T 6062-1985《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》的要求选择检测仪器,经正确操作所测得的。如果测量仪器具有一

个已知的或给定的误差,就应考虑到这个误差。

表 35-5 样块的分类及粗糙度参数值 μm

制造方法	磨	车、镗	铣	插、刨
粗糙度参数 公称值 R_a	0.025			
	0.05			
	0.1			
	0.2			
	0.4	0.4	0.4	
	0.8	0.8	0.8	0.8
	1.6	1.6	1.6	1.6
	3.2	3.2	3.2	3.2
		6.3	6.3	6.3
		12.5	12.5	12.5
				25

注：1 表中的公称值 R_a 系选自 GB/T 1031,为需提供中间数值的样块,可选用相应的补充系列值。

2 表中粗糙度较小的样块例如 0.025、0.05 和 0.1 μm 主要适用于设计人员,为他们提供较小粗糙度差异的概念。

2.4.2 取样长度

取样长度应按表 35-6 选取。

表 35-6 取样长度 mm

粗糙度参数 公称值 R_a μm	制造方法			
	磨	车、镗	铣	插、刨
0.025	0.25	—	—	—
0.05	0.25	—	—	—
0.1	0.25	—	—	—
0.2	0.25	—	—	—
0.4	0.8	0.8	0.8	—
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
1.6	0.8	0.8	2.5	0.8
3.2	2.5	2.5	2.5	2.5
6.3	—	2.5	8.0	2.5
12.5	—	2.5	8.0	8.0
25	—	—	—	8.0

注：1 样块表面微观不平度主要间距应不大于给定的

取样长度。

2 对于周期轮廓的加工表面,其取样长度应取距规定值最近的较大的整周期数的长度。

2.4.3 平均值公差

读数的平均值对公称值的偏离量,应不超过表 35-7 中给出的公称值百分率的范围。

表 35-7 平均值公差

样块的制造方法	平均值公差 (公称值百分率) %	标准偏差(有效值百分率)/%		
		评定长度所包括的取样长度的数目		
		3个	4个	5个
磨	+12 -17	12	10	5个
铣				6个
车、镗		5	4	8
插				5个
刨				6个

注:表中取样长度的数目为3个、4个和6个的标准偏差是按取样长度的数目为5个的标准偏差计算的。

2.4.4 标准偏差

偏离平均值的标准偏差,应不超过表 35-7 中给出的有效值百分率的范围。

不同评定长度的标准偏差的最大允许值 σ_n , 依据评定长度所包括的取样长度的数目,按下述公式计算:

$$\sigma_n = \sigma_s \sqrt{\frac{5}{n}}$$

式中: σ_s ——评定长度包括 5 个取样长度的标准偏差;

n ——实测所选用的评定长度所包括的取样长度的个数。

2.5 结构与尺寸

2.5.1 样块的结构尺寸应便于样块与机械加工表面的对比,以及对它本身的检测。

2.5.2 样块表面每边的最小尺寸应符合表 35-8 规定。

表 35-8 样块表面每边最小尺寸

粗糙度参数 公称值 $Ra/\mu m$	0.025~3.2	6.3~12.5	25
最小尺寸 mm	20	30	50

注:粗糙度参数公称值 Ra 为 6.3~12.5 μm 的样块,当取样长度为 2.5mm 时,样块表面每边的最小尺寸可为 20mm。

2.6 加工纹理

2.6.1 加工纹理方向

加工纹理的总方向最好平行于样块的短边。对精圆周铣削时,虽然走刀痕亦可平行于长边,但主要加工纹理仍应平行于样块的短边;而由于切削刃的不完善所产生的表面微观不平度不视作加工纹理。

2.6.2 加工纹理特征

加工纹理特征应符合表 35-9 规定。

表 35-9 加工纹理特征

纹理形式	加工方法	样块表面形式	表面纹理特征图
直纹理	圆周磨削	平面 圆柱凸面	
	车	圆柱凸面	
	镗	圆柱凹面	
	平铣	平面	
	插	平面	
	刨	平面	
弓形纹理	端铣	平面	
	端车	平面	
交叉式 弓形纹理	端铣	平面	
	端磨	平面	
	杯形砂轮磨	平面	

2.7 标志

样块必须有如下标志:

- a. GB/T 6060.2—1985;
- b. 粗糙度参数公称值 Ra 及其数值(μm);
- c. 表征的机械加工方法,如磨、车……等;
- d. 制造厂厂名或商标;
- e. 产品序号。

3 电火花加工表面

《表面粗糙度比较样块 电火花加工表面》(GB/T 6060.3—1986)规定了电火花加工表面粗糙度比较样块的表面特征,以便用以通过触觉和视觉与用电火花加工方法加工的工件表面作比较。

电火花加工表面粗糙度比较样块(以下简称“样块”)是具有表征电火花加工方法的已知轮廓算术平均偏差 R_a 值的标准表面,用以通过触觉和视觉比较而选用或评定电火花加工表面粗糙度的工具。

3.1 制造方法

样块的标准表面(以下简称“样块表面”)按下列方法制造:

- 用电铸法复制出标准表面的阳模。
- 用塑料或其他材料复制出标准表面的阳模,并具有电火花加工的表面外观与感觉。
- 直接用电火花加工方法制造。

3.2 表面特征

用于复制样块的标准表面及用上述 3.1 制造方法制造的样块表面应只呈现电火花加工作用而产生的粗糙度特征。

样块表面呈无方向性的纹理特征。

3.3 表面粗糙度参数及其数值

样块的表面粗糙度参数为轮廓算术平均偏差 R_a , 其公称值有 0.4、0.8、1.6、3.2、6.3、12.5 μm 。

3.4 样块表面粗糙度的评定

3.4.1 测量方法

按 GB/T 6062—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》的要求选择测量仪器并应正确操作。在样块表面均匀分布的位置上从两个或多个取样方向上测取读数,一般共取 25 个读数已足够。如果测量结果过于分散,则可增加读数。

如果测量仪器有已知或给定的误差,则应予以考虑。

3.4.2 取样长度

测量时,取样长度应按表 35-10 的规定选用。

表 35-10 粗糙度参数公称值及其取样长度

粗糙度参数公称值 $R_a/\mu\text{m}$	0.4	0.8	1.6	3.2	6.3	12.5
取样长度/mm	0.8			2.5		

3.4.3 平均值公差

读数的平均值对粗糙度参数公称值的偏差应不超过表 35-11 所规定的公称值百分率范围。

3.4.4 标准偏差

偏离平均值的标准偏差应不超过表 35-11 所规定的有效值百分率。

不同评定长度的标准偏差的最大允许值,根据评定长度所包括的取样长度的个数,按下列公式计算:

$$\sigma_n = \sigma_5 \sqrt{\frac{5}{n}}$$

式中: σ_5 ——表 35-11 规定的评定长度包括 5 个取样长度的标准偏差;

σ_n ——实测时选用的评定长度所包括 n 个取样长度的标准偏差;

n ——实测时选用的评定长度所包括的取样长度的个数。

表 35-11 粗糙度平均值公差和标准偏差

平均值偏差 (公称值 百分率) %	评定长度所包括的取样长度的个数			
	3	4	5	6
	标准偏差(有效值百分率)/%			
+12、-17	15	13	12	11

3.5 结构与尺寸

a. 样块的结构与尺寸应满足使用及测量本身粗糙度的要求。

b. 样块表面为矩形平面。每边大于等于 20mm。

3.6 标志

应在样块的非标准表面或托架上作如下标志:

- 本标准代号。
- 表面粗糙度参数 R_a 及其公称值, μm 。
- 样块所表征的加工方法,即“电火花加工”。
- 制造厂厂名或注册商标。
- 产品序号。

4 抛光加工表面

《表面粗糙度比较样块 抛光加工表面》(GB/T 6060.4—1988)规定了抛光加工表面粗糙度比较样块的表面特征,用以与抛光加工工件表面进行比较,通过视觉和触觉评定抛光加工表面的粗糙度,还可以做为选用抛光加工工件表面粗糙度数值的参考依据。

抛光加工表面粗糙度比较样块(以下简称“样块”):具有表征抛光加工方法的已知表面轮廓算术平均偏差 R_a 值的标准表面。

4.1 制造方法

样块按下列方法制造:

- 用电铸法复制出标准表面的阳模;
- 用塑料或其他材料复制出标准表面的阳模;
- 直接用抛光加工方法制造的标准表面。

4.2 表面特征

样块表面只应呈现抛光加工方法所产生的表面粗糙度特征。

4.3 表面粗糙度参数及其数值

样块的表面粗糙度参数为轮廓算术平均偏差 R_a , 其公称值有 0.012, 0.025, 0.05, 0.10, 0.20, 0.40, 0.80 μm (选自 GB/T 1031—1995《表面粗糙度 参数及其数值》)。

注: 根据需要可提供 GB/T 1031 中补充系列的样块。

4.4 样块表面粗糙度的评定

4.4.1 评定方法

在样块标准表面均匀分布的位置上(有纹理方向

的应垂直于纹理方向)测取 25 个数据, 以此计算平均值和标准偏差, 根据数据的分散程度, 可适当增加或减少测取数据的个数。

测量仪器应符合 GB/T 6062—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》的要求, 如果测量仪器有已知或给定的误差, 应予考虑。

4.4.2 取样长度

取样长度见表 35-12。

表 35-12 表面粗糙度参数 R_a 公称值及其取样长度

表面粗糙度参数 R_a 公称值 μm	0.012*	0.025*	0.05	0.10	0.20	0.40	0.80
取样长度 mm	0.08		0.25		0.8		

* 由于受目前测量和使用条件的限制, 此值仅供参考。

4.4.3 平均值公差

读数的平均值对表面粗糙度参数 R_a 公称值的偏差量应不超过表 35-13 所规定的公称值百分率范围。

表 35-13 样块的粗糙度平均值公差和标准偏差

平均值公差 (公称值百分率) %	评定长度所包括的取样长度的个数			
	3	4	5	6
+12, 17	15	13	12	11

4.4.4 标准偏差

偏离平均值的标准偏差应不超过表 35-13 所规定的有效值百分率范围。

不同评定长度的标准偏差的最大允许值, 根据评定长度所包括的取样长度的个数, 按以下公式计算:

$$\sigma_n = \sigma_5 \sqrt{\frac{5}{n}}$$

式中: σ_5 ——评定长度包括 5 个取样长度的标准偏差;

σ_n ——实测时选用的评定长度所包括 n 个取样长度的标准偏差;

n ——实测时选用的评定长度所包括的取样长度的个数。

4.5 结构与尺寸

a. 样块的结构与尺寸应满足使用及测量本身表面粗糙度的要求。

b. 样块为矩形, 每边的尺寸应不小于 20mm。

4.6 加工纹理

4.6.1 方向

加工纹理的总方向应平行于样块的短边。

4.6.2 纹理特征

纹理特征在表 35-14 内给出。

表 35-14 纹理特征

纹理式样	代表的加工方法	样块形式
多方向性直纹理	机械抛光	平面、凸圆—圆柱形
无方向性	电化学抛光	
	化学抛光	

4.7 标志

4.7.1 在样块的非标准表面应做如下标志:

- 本标准代号;
- 表面粗糙度参数 R_a 及其公称值, 单位 μm ;
- 样块所表征的加工方法——“抛光”;
- 制造厂厂名或注册商标;
- 产品序号。

4.7.2 样块应附有产品合格证, 产品合格证上应有本标准代号, 产品序号和出厂日期。

5 抛(喷)丸、喷砂加工表面

《表面粗糙度比较样块 喷丸、喷砂加工表面》(GB/T 6060.5—1988) 规定了抛(喷)丸、喷砂加工金属表面粗糙度比较样块的表面特征。用以与抛(喷)丸、喷砂加工的表面进行比较, 通过视觉和触觉评定抛(喷)丸、喷砂加工表面的粗糙度, 还可以作为选用抛(喷)丸、喷砂加工工件表面粗糙度数值的参考依据。抛(喷)丸、喷砂加工表面粗糙度比较样块(以下简称“样块”): 具有表征特定金属材质和抛(喷)丸、喷砂加工方法的已知表面轮廓算术平均偏差 R_a 值的标准表面。

5.1 制造方法

样块按下列方法制造:

- 用电铸法复制出标准表面的阳模;

- b. 用塑料或其他材料复制出标准表面的阳模；
- c. 直接用抛(喷)丸、喷砂加工方法制造的标准表面。

b. 样块表面呈无方向性的纹理特征。

5.2 表面特征

- a. 样块表面只应呈现其所要表征的金属材质和抛(喷)丸、喷砂加工所产生的表面粗糙度特征。

5.3 样块的分类及表面粗糙度参数

样块的分类、表面粗糙度参数及公称值(选自 GB/T 1031—1995)《表面粗糙度 参数及其数值》。见表 35-15。

表 35-15 样块的分类、表面粗糙度参数及公称值

表面粗糙度参数 Ra 公称值 μm	样 块 分 类						覆盖率
	抛(喷)丸			喷 砂			
	钢、铁	铜	铝、镁、锌	钢、铁	铜	铝、镁、锌	
0.2	×	×	×	—	—	—	98%
0.4	×	×	×	—	—	—	
0.8	*	*	*	*	*	*	
1.6	*	*	*	*	*	*	
3.2	*	*	*	*	*	*	
6.3	*	*	*	*	*	*	
12.5	*	*	*	*	*	*	
25	*	*	*	*	*	*	
50	*	*	*	—	—	—	
100	*	*	*	—	—	—	

注：“×”表示采取特殊措施方能达到的表面粗糙度；“*”表示采取一般工艺措施可以达到的表面粗糙度。

5.4 表面粗糙度的评定

GB/T 6062—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》的要求。如果测量仪器有已知和给定的误差应予考虑。

5.4.1 评定方法

在样块标准表面均匀分布的位置上测取 25 个数据,以此计算平均值和标准偏差。根据数据分散的程度可适当增加或减少数据的个数。测量仪器应符合

5.4.2 取样长度

取样长度见表 35-16。

表 35-16 表面粗糙度参数 Ra 公称值及其取样长度

表面粗糙度参数 Ra 的公称值 μm	0.20	0.40	0.80	1.6	3.2	6.3	12.5	25	50	100
取样长度 mm	0.8			2.5			8			

5.4.3 平均值公差

读数的平均值对表面粗糙度参数 Ra 公称值的偏离量,应不超过表 35-17 规定的公称值百分率的范围。

差;

σ_n ——实测时选用的评定长度所包括 n 个取样长度的标准偏差;

5.4.4 标准偏差

偏离平均值的标准偏差,应不超过表 35-17 中给出的有效值百分率的范围,不同评定长度的标准偏差的最大允许值根据评定长度所包括的取样长度的个数按下列公式计算:

n——实测时选用的评定长度所包括的取样长度的个数。

表 35-17 样块的表面粗糙度平均值公差和标准偏差

平均值公差 (公称值百分率) %	评定长度所包括的取样长度个数			
	3	4	5	6
	标准偏差(有效值百分率)/%			
+12 -17	15	13	12	11

$$\sigma_n = \sigma_s \sqrt{\frac{5}{n}}$$

式中: σ_s ——评定长度包括 5 个取样长度的标准偏

5.5 结构尺寸

a. 样块的结构尺寸应满足使用以及测量本身表面粗糙度的要求。

b. 样块的标准表面为矩形平面,每边尺寸应不小于20mm。对轮廓算术平均偏差 R_a 的公称值为50、100 μm 的样块,长边尺寸应不小于50mm。

5.6 标志与包装

5.6.1 样块上必须有如下标志:

- a. 本标准代号;
- b. 表面粗糙度参数 R_a 及公称值,单位: μm ;
- c. 表征的金属材质及加工方法,例:钢、铁、铜、铝、镁、锌以及抛(喷)丸或喷砂;
- d. 制造厂厂名或注册商标;
- e. 产品序号。

5.6.2 样块应附有产品合格证,产品合格证上应有本标准代号、产品序号和出厂日期。

6 木制件表面

《木制件表面粗糙度 比较样块》(GB/T 14495—1993)规定了木制件表面粗糙度比较样块的制造方法、表面特征、样块分类、表面粗糙度参数、评定方法、结构尺寸及标志。它适用于砂、铣、刨、车等方法加工的木制件表面粗糙度比较样块。该样块用以与其结构纹理相近和加工方法相同的表面进行比较。通过视觉和触觉

评定木制件表面粗糙度。它还可作为木制件表面粗糙度选用的参考依据。

木制件表面粗糙度比较样块:表征木材经机械加工或其他方法加工的具有相近表面特征的已知表面轮廓算术平均偏差 R_a 值的样块。

6.1 制造方法

样块按下列方法制造:

- a. 用电铸法复制的表面的阳模;
- b. 用塑料或其它材料复制的表面的阳模;
- c. 直接用特定木材按规定加工方法制造的表面。木材的含水率应等于或小于本地区年平均木材平衡含水率。

6.2 表面特征

a. 样块表面只应呈现它所表征的特定材质和加工方法产生的表面粗糙度特征,而不应含有表面粗糙度以外的其它表面特征,如波纹度、翘曲度、木材缺陷和加工缺陷等。

b. 样块表面的色泽,应接近它所表征的特定材质表面的色泽。

6.3 分类及表面粗糙度参数

样块的分类及表面粗糙度参数公称值(按GB/T 12472中所规定的表面轮廓算术平均偏差 R_a 表示),应符合表 35-18。

表 35-18 样块的分类、表面粗糙度参数及公称值

μm

加工方法	砂光		光刨类		平、压刨类		车	
木材分类	粗孔材	细孔材	粗孔材	细孔材	粗孔材	细孔材	粗孔材	细孔材
表面粗糙度 参数公称值 R_a	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
	12.5	12.5	12.5		12.5	12.5	12.5	12.5
	25		25		25	25	25	
					50	50		

- 注:1 光刨类包括手光刨、机光刨、刮刨。
- 2 平、压刨类包括铣刨。
- 3 粗孔材类指管孔直径大于200 μm 的木材;细孔材类指管孔直径小于或等于200 μm 的木材(包括无孔材)。参见表 35-19。

表 35-19 几种常用树种的管孔直径范围 μm

树 种	管孔直径范围	树 种	管孔直径范围
落叶松 ¹⁾	37~60	梓 木	60~183
椴 木	50~83	榆 木	195~280
杨 木	56~126	水曲柳	220~390

注:落叶松系针叶材,其数值指管胞直径。

6.4.1 评定方法

在样块表面均匀分布的位置上,按加工产生的最大粗糙度参数值的方向,取25个读数,以此计算平均值和标准偏差。根据读数的分散程度可适当增加或减少读数的个数。测量时一般应避开剖切导管较集中的局部表面。

测量仪器应符合GB/T 6062的规定。测量仪器如果有已知和给定的误差应予以考虑。

6.4 粗糙度的评定

6.4.2 取样长度

测量时,取样长度按表 35-20 选取。

表 35-20 取样长度 mm

Ra/μm		3.2	6.3	12.5	25	50 ¹⁾
加工方法	平、压刨类	2.5	8.0		25	
	其他	2.5		8.0		

注:对于轮廓微观不平度的平均间距(Sm)大于 10mm 的木制件表面,在评定表面粗糙度 Ra 参数值时,应采用在记录轮廓图形上计算的方法。

6.4.3 平均值偏差

读数的平均值对公称值的偏离量,应不超过表 35-21 中给出的公称值百分率的范围。

表 35-21 样块的粗糙度平均值公差和标准偏差

加工方法	木材分类	平均值偏差 (公称值百分率) %	评定长度所包括的取样长度个数				
			2	3	4	5	6
			标准偏差(有效值百分率)/%				
砂光	细孔材	+20 -15	24	19	17	15	14
	粗孔材	+25 -20	32	26	22	20	18
其他	细孔材	+25 -20	32	26	22	20	18
	粗孔材	+30 -25	40	32	28	25	23

6.4.4 标准偏差

偏离平均值的标准偏差,应不超过表 35-21 中所规定的有效值百分率范围。

不同评定长度的标准偏差的最大允许值,根据评定长度所包括的取样长度的个数按下列公式计算:

$$\sigma_n = \sigma_5 \sqrt{\frac{5}{n}}$$

式中: σ_n ——实测时选用的评定长度所包括 n 个取样长度的标准偏差;

σ_5 ——评定长度包括 5 个取样长度的标准偏差;

n ——实测时选用的评定长度所包括的取样长度的个数。

6.5 结构与尺寸

a. 样块的结构尺寸应满足使用需要和对本身表面粗糙度测量的要求。

b. 样块表面的最小尺寸应为 50mm×100mm。

6.6 标志

样块必须有如下标志:

a. GB/T 14495—1993;

b. 表面粗糙度参数 Ra 及公称值 μm;

c. 木材分类及加工方法的类型;

d. 制造厂厂名或注册商标;

e. 产品序号。

第 36 章

轮廓法评定表面结构的规则和方法

《产品几何技术规范 表面结构 轮廓法评定表面结构的规则和方法》(GB/T 10610—1998)规定了 GB/T 3505 中定义的各种表面结构参数测得值和公差极限相比较的规则。还规定了应用 GB/T 6062 规定的触针式仪器测量由 GB/T 3505 给出的粗糙度轮廓

参数时选用截止波长 λ_c 的特殊规则。

1 参数测定

表面结构参数测定的规则如表 36-1 所列。

表 36-1 表面结构参数测定的规则

序号	被测参数	规 则	
1	在取样长度上定义的参数	参数测定	仅由一个取样长度测得的数据计算出参数值的一次测定。
		平均参数测定	1. 把所有按单个取样长度算出的参数值,取算术平均求得一个平均参数的测定。 2. 当取 5 个(标准个数)取样长度测定粗糙度轮廓参数时,不需要在参数符号后面作出标记。 3. 如果是在不等于 5 个取样长度上测得的参数值,则必须在参数符号后面附注取样长度的个数,例如: $Rz1, Rz3$ 。
2	在评定长度上定义的参数	在评定长度上定义的参数(Pt, Rt 和 Wt)是由一个评定长度(等于标准化的 5 个取样长度)上的测量数据计算出参数值的一次测定。	
3	曲线及有关参数	首先以评定长度为基础求解这曲线,再利用这曲线上测得的数据计算出某一参数数值。	
4	未注评定长度	如果在图样上或产品技术文件中没有其他指示,评定长度遵循以下规定: —— R 系列参数:按第 4 节给定的评定长度; —— P 系列参数:评定长度应满足被测性能的长度。	

2 测得值与公差极限值相比较的规则

规则如表 36-2 所列。

表面结构参数的测得值与其公差极限值相比较的

表 36-2 测得值与公差极限值相比较的规则

序号	依 据	规 则
1	被检区域的特征	在表面结构看来均匀的情况下,将采用整体表面上测得的参数值和图样上或产品技术文件中给定的技术要求相比较。
		如果个别区域的表面结构有明显差异,应将每个应用区域上测定的参数值分别和图样上或产品技术文件中给定的技术要求相比较。

超星浏览器提醒您:
使用本产品
请尊重相关知识产权!

续表 36-2

序号	依据	规则
2	16%规则	<p>对于按一个参数的上限值(GB/T 131)规定要求时,如果在所选参数都用同一评定长度上的全部实测值中,大于图样或技术文件中规定值的个数不超过总数的 16%,则该表面是合格的。</p> <p>对于给定表面参数下限值的场合,如果在同一评定长度上的全部测得值中,小于图样或技术文件中规定值的个数不超过总数的 16%,该表面也是合格的。</p> <p>参见第 5 节</p>
3	最大规则	若规定了参数的最大值要求(见 GB/T 131),则在被检的整个表面上测得的参数值一个也不应超过图样或技术文件中的规定值。
4	测量不确定度	<p>为了验证是否符合技术要求,将测得参数值和规定公差极限进行比较时,应根据有关工件和计量器具的测量检验是否符合技术要求的判定规则把测量不确定度考虑进去。</p> <p>在对测量结果和上限值或下限值进行比较时,估算测量不确定度不用考虑表面的不均匀性,因为这在允许 16%超差中已计及。</p>

3 参数评定

3.1 概述

表面结构参数不能用来描述表面缺陷。因此在检验表面结构时,不应把表面缺陷例如:划痕、气孔等考虑进去。

为了判定工件表面是否符合技术要求,必须采用表面结构参数的一组测量值,其中每个单元的数值是从一个评定长度上测定的。

判别被检表面是否符合技术要求的可靠性,以及由同一表面获得的表面结构参数平均值的精度取决于获得表面参数单元值的评定长度内取样长度的个数,而且也取决于评定长度的个数,即在表面的测量次数。

3.2 粗糙度轮廓参数

在被检表面粗糙度轮廓参数值遵循正态分布状况下,根据粗糙度轮廓参数测得值的 16% 可以超出极限,其上限的规定与由 $\mu + \sigma$ 值确定的极限一致。其中, μ 为粗糙度轮廓参数的算术平均值, σ 为这些数值的标准偏差。 σ 值愈大,粗糙度轮廓参数的平均值就偏离规定的极限(上限值)愈远。见图 36-1。

对于 GB/T 3505 有关的粗糙度系列参数,如果评定长度不等于 5 个取样长度,则上、下限值应重新计算。图 36-1 中的各个 σ 均为相应的 σ_0 。

σ_0 和 σ_1 的关系,由下式给出:

$$\sigma_1 = \sigma_0 \sqrt{n/5}$$

式中 n 为所用取样长度的个数(小于 5)。

测量的次数愈多、评定长度愈长,则判别被检表面

是否符合要求的可靠性愈高,测量参数平均值的不确定度也愈小。

然而,测量次数的增加将导致测量时间和成本的增加。因此,检验方法必须考虑一个兼顾可靠性和成本的折衷方案(参见第 5 节)。

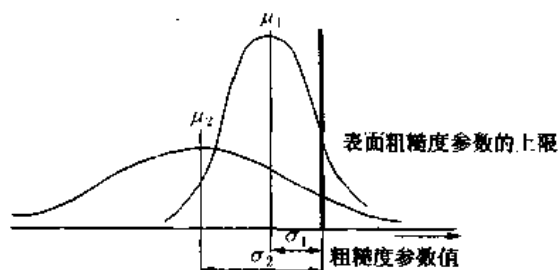


图 36-1 表面粗糙度参数的算术平均值与其上限值的关系

4 用触针式仪器检验的规则和方法

4.1 粗糙度轮廓参数测量中确定截止波长的基本原则

当工业产品文件或图样的技术条件中已规定取样长度时,截止波长 λ_c 应与取样长度值相同。

若在图样或产品文件中没有出现粗糙度的技术规范或在给出的粗糙度规范中没有规定取样长度,可由 4.2 给出的方法选定截止波长。

4.2 粗糙度轮廓参数的测量

测量表面粗糙度轮廓参数时,应按表 36-3 的规定的步骤,确定测量方向、测量部位和测量程序。

表 36-3 表面粗糙度轮廓参数的测量步骤

序号	步 骤	方 法 或 程 序
1	确定测量方向	<p>(1) 当图样的技术条件中已指定测量方向时,按指定的方向测量。</p> <p>(2) 当没有指定测量方向时,工件的安放应使其测量截面方向与粗糙度高度参数(R_a、R_z)的最大值相一致,该方向垂直于被测表面的加工纹理。</p> <p>(3) 对无方向性的表面,测量截面的方向可以是任意的。</p>
2	确定测量部位	<p>应该在被测表面可能产生极值的部位进行测量,这可通过目测来估计,应在表面这一部位均匀分布的位置上分别测量,以获得各个独立的测量结果。</p>
3	确定测量程序	<p>(1) 待求的粗糙度轮廓参数 R_a、R_z、R_z1max 或 RSm 的数值,择优选用以下手段,例如:目测,用粗糙度比较样块、全轮廓轨迹的图解分析等方法来估计。</p> <p>(2) 利用(1)中估计的 R_a、R_z、R_z1max 或 RSm 的数值,按表 36-4、表 36-5 或表 36-6 预选取样长度。</p> <p>(3) 利用测量仪器按(2)中预选的取样长度,完成 R_a、R_z、R_z1max 或 RSm 的一次典型的测量。</p> <p>(4) 将测得的 R_a、R_z、R_z1max 或 RSm 的数值和表 36-4、表 36-5 或表 36-6 中预先取样长度所对应的 R_a、R_z、R_z1max 或 RSm 的数值范围相比较。</p> <p>如果测得值超出了预选取样长度对应的数值范围,则应按测得值指示的取样长度来设定,即把仪器调整至相应的较高或较低的取样长度。然后应用这一调定的取样长度测得一组典型数值,并再次与表中数值相比。此时,测得值应达到由表中建议的测得值和取样长度的组合。</p> <p>(5) 如果以前在(4)步骤评定时没有采用过更短的取样长度,则把取样长度调至更短些获得一组 R_a、R_z、R_z1max 或 RSm 的数值,检查所得到的 R_a、R_z、R_z1max 或 RSm 的数值和取样长度的组合是否亦满足表中的规定。</p> <p>(6) 只要(4)步骤中最后的设定与表相符合,则设定的取样长度和 R_a、R_z、R_z1max 或 RSm 的数值二者是正确的。如果(5)步骤也产生一个满足表中规定的组合,则这个较短的取样长度设定值和相对应的 R_a、R_z、R_z1max 或 RSm 的数值是正确的。</p> <p>(7) 运用上述步骤中预选出的截止波长(取样长度)完成一次典型的要求的参数的测量。</p>
	对周期性粗糙度轮廓	<p>(1) 用图解法估计待求粗糙度的表面参数 RSm 的数值。</p> <p>(2) 按估计的 RSm 的数值,由表 36-6 确定推荐的取样长度作为截止波长值。</p> <p>(3) 必要时,如在有争议的情况下,利用由(2)选定的截止波长值测量 RSm 值。</p> <p>(4) 如果按照(3)步骤相应的 RSm 值由表 3 查出的取样长度比(2)步骤的较小或较大,则应采用这较小或较大的取样长度值作为截止波长值。</p> <p>(5) 用上述步骤中预选的截止波长(取样长度)完成一次典型的要求的参数的测量。</p>

* 如果采用特殊的测量程序,必须在技术文件和测量记录中加以说明。

表 36-4 测量 R_a 值的取样长度

R_a μm	粗糙度取样长度		粗糙度评定长度
	l_r mm		l_n mm
$(0.006) < R_a \leq 0.02$	0.08		0.4
$0.02 < R_a \leq 0.1$	0.25		1.25
$0.1 < R_a \leq 2$	0.8		4
$2 < R_a \leq 10$	2.5		12.5
$10 < R_a \leq 80$	8		40

表 36-5 测量 R_z, R_{z1max} 值的取样长度

$R_z^{1)}$ $R_{z1max}^{2)}$ μm	粗糙度取样长度 l_r mm	粗糙度评定长度 l_n mm
$(0.025) < R_z, R_{z1max} \leq 0.1$	0.08	0.4
$0.1 < R_z, R_{z1max} \leq 0.5$	0.25	1.25
$0.5 < R_z, R_{z1max} \leq 10$	0.8	4
$10 < R_z, R_{z1max} \leq 50$	2.5	12.5
$50 < R_z, R_{z1max} \leq 200$	8	40

1) R_z 是在测量 R_z, R_v, R_p, R_c 和 R_t 时使用。

2) R_{z1max} 仅在测量 $R_{z1max}, R_{v1max}, R_{p1max}$ 和 R_{c1max} 时使用。

表 36-6 测量 RSm 值的取样长度

RSm μm	粗糙度取样长度 l_r mm	粗糙度评定长度 l_n mm
$0.013 < RSm \leq 0.04$	0.08	0.4
$0.04 < RSm \leq 0.13$	0.25	1.25
$0.13 < RSm \leq 0.4$	0.8	4
$0.4 < RSm \leq 1.3$	2.5	12.5
$1.3 < RSm \leq 4$	8	40

5 粗糙度检验的简化程序

表 36-7 举例说明了粗糙度检验简化的程序。

表 36-7 粗糙度检验的简化程序

序号	方法	步 骤
1	目视检查	对于那些明显没必要用更精确的方法来检验的工件表面,选择目视法检查。例如,因为粗糙度比规定的粗糙度明显地好或明显地不好,或者因为存在明显影响表面功能的表面缺陷。
2	比较检查	如果目视检查不能作出判定,可采用与粗糙度比较样块进行触觉和视觉比较的方法(参见第 35 章)。
3	测量	<p>如果用比较检查不能作出判定,应根据目视检查在表面上那个最有可能出现极值的部位进行测量。</p> <p>(1) 在所标出参数符号后面没有注明“max”(最大值)的要求时,若出现下述情况,工件是合格的,并停止检测。否则,工件应判废。</p> <ul style="list-style-type: none"> ——第 1 个测得值不超过图样上规定值的 70%; ——最初的 3 个测得值不超过规定值; ——最初的 6 个测得值中只允许有 1 个值超过规定值; ——最初的 12 个测得值中只允许有 2 个值超过规定值。 <p>有时,如对重要零件判废前,可做多于 12 次的测量。如测 25 次,允许有 4 个测得值超过规定值。</p> <p>(2) 在标出参数符号后面标有“max”时,一般在表面可能出现最大值处(如有明显可见的深槽处)至少应进行三次测量;如果表面呈均匀痕迹,则可在均匀分布的三个部位测量。</p> <p>(3) 利用测量仪器能获得可靠的粗糙度检验结果。因此,对于要求严格的零件,一开始就应直接使用测量仪器进行检验。</p>

标准索引

超星浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

标准编号	标准名称	章节号
GB/T 131—1993	机械制图 表面粗糙度符号、代号及其注法	31
GB/T 157—1989	锥度与锥角系列	10-1,13-1
GB/T 1031—1995	表面粗糙度 参数及其数值	30
GB/T 1182—1996	形状和位置公差 通则、定义、符号和图样表示法	15,16
GB/T 1184—1996	形状和位置公差 未注公差值	18
GB/T 1800.1—1997	极限与配合 基础 第1部分:词汇	1-1
GB/T 1800.2—1998	极限与配合 基础 第2部分:公差、偏差和配合的基本规定	1-2
GB/T 1800.3—1998	极限与配合 基础 第3部分:标准公差和基本偏差数值表	1-3
GB/T 1800.4—1999	极限与配合 标准公差等级和孔、轴的极限偏差表	2
GB/T 1801—1999	极限与配合 公差带和配合的选择	3
GB/T 1803—1979	公差与配合 尺寸至18mm孔、轴公差带	4
GB/T 1804—2000	一般公差 未注公差的线性角度尺寸的公差	5
GB/T 1957—1981	光滑极限量规	6-1
GB/T 1958—1980	形状和位置公差 检测规定	23
GB/T 3177—1997	光滑工件尺寸的检验	6-2
GB/T 3505—2000	产品几何技术规范 表面结构 轮廓法 表面结构的术语、定义及参数	29
GB/T 4096—1983	锥体的角度和斜度系列	13-2
GB/T 4249—1996	公差原则	21,22
GB/T 4380—1984	确定圆度误差的方法两点、三点法	26-1
GB/T 5371—1985	公差与配合 过盈配合的计算和选用	7
GB/T 5847—1986	尺寸链 计算方法	8
GB/T 6060.1—1997	表面粗糙度比较样块铸造表面	35-1
GB/T 6060.2—1985	表面粗糙度比较样块磨、车、镗、铣、插及刨加工表面	35-2
GB/T 6060.3—1986	表面粗糙度比较样块 电火花加工表面	35-3
GB/T 6060.4—1988	表面粗糙度比较样块 抛光加工表面	35-4
GB/T 6060.5—1988	表面粗糙度比较样块 抛(喷)丸、喷砂加工表面	35-5
GB/T 7234—1987	圆度测量 术语、定义及参数	26-2
GB/T 7235—1987	评定圆度误差的方法半径变化量测量	26-2
GB/T 8069—1998	功能量规	28
GB/T 10610—1998	产品几何技术规范 表面结构 轮廓法评定表面结构的规则和方法	36
GB/T 11334—1989	圆锥公差	10-1,10-2,10-3
GB/T 11336—1989	直线度误差检测	24
GB/T 11337—1989	平面度误差检测	25
GB/T 12360—1990	圆锥配合	11
GB/T 12472—1990	木制件 表面粗糙度参数及其数值	32
GB/T 13319—1991	形状和位置公差 位置度公差	15,16
GB/T 14495—1993	木制件 表面粗糙度比较样块	35-6
GB/T 15754—1995	技术制图 圆锥的尺寸和公差注法	10-4
GB/T 15755—1995	圆锥过盈配合的计算和选用	12
GB/T 15757—1995	表面缺陷 术语	33
GB/T 16671—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	20,22
GB/T 16747—1997	表面波度 词汇	34
GB/T 16892—1997	形状和位置公差 非刚性零件注法	17-2
GB/T 17773—1999	形状和位置公差 延伸公差带	17-1
JB/T 5996—1992	圆度测量 三侧点法及其仪器的精度评定	26-3
JB/T 7557—1994	同轴度误差检测	27
JB/T 9184—1999	统计尺寸公差	9

主要参考文献

- 1 国家技术监督局标准化司. 机械基础国家标准宣贯教材. 北京:中国计量出版社,1997
- 2 汪恺,刘翼尔. 新编形状和位置公差标注示例图册. 北京:中国标准出版社,1998
- 3 汪恺,刘翼尔,石梅. 形位公差——在设计、制造及检验中的应用. 北京:中国计量出版社,1997
- 4 马志民,管华,卓兴仁,殷晓强. 机体孔及箱体孔形位误差测量仪. 北京:中华人民共和国国家知识产权局实用新型专利(ZL 972 28374.9),1999
- 5 汪恺,唐保宁.《形状和位置公差原理和应用》北京. 机械工业出版社,1991