

铣工速查速算 实用手册

陈宏钧 主编



中国标准出版社

陈宏钧 主编

铣工速查速算实用手册

中国标准出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

铣工速查速算实用手册/陈宏钧编. 北京: 中国标准出版社, 2002

ISBN 7-5066-2939-9

I. 铣… II. 陈… III. 铣削 技术手册
IV. TG54-62

中国版本图书馆CIP数据核字 (2002) 第068939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 68517518

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 880×1230 1/32 印张 16 $\frac{7}{8}$ 插页 2 字数 691 千字

2003年3月第一版 2003年3月第一次印刷

*

印数 1—2 000 定价 32.00 元

网址:www.bzebs.com

*

科目 627-110

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

前 言

为减少机械工业生产一线技术工人和技术人员在生产加工中烦琐的计算,并能及时地查对常用必备的技术资料及介绍典型零件加工操作技能,我们编写了一套以切削加工为主的速查速算实用手册。共分四册:第一分册“车工速查速算实用手册”;第二分册“铣工速查速算实用手册”;第三分册“钳工速查速算实用手册”;第四分册“磨工速查速算实用手册”等,以供广大读者使用。

第二分册“铣工速查速算实用手册”是以铣削加工工作内容为主题,中心内容有两大部分:

其一:常用常备技术资料,包括常用计算及数表、机械制图基本规则、极限与配合、形状和位置公差、表面粗糙度、常用材料及性能、常用零件结构要素、常用铣床参数、辅具及通用工具规格、常用刀具规格、技术测量及量具、铣削余量和铣削用量等。

其二:典型零件加工操作技能及计算,包括分度头分度方法及计算、铣四方、六方、离合器的铣削、凸轮的铣削、铣削球面、刀具开齿、铣削花键等加工方法的计算和应用。

齿轮加工包括:用成形法铣削直齿圆柱齿轮、直齿条、斜齿圆柱齿轮、斜齿条、直齿锥齿轮。用飞刀方法加工蜗轮。滚齿、插齿、剃齿等不同加工方法的计算和应用。

本套手册编写宗旨是力求简明实用,更好地服务于广大读者。

本套手册由陈宏钧主编,洪寿兰主审,参加编写的人员有马素敏、李文瑞、单立红、方向明、汪龙、洪寿春、高国珍、张宏、王学汉、洪二芹、李凤友等。由于我们水平有限,在编写中难免有不妥和错误之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2002年9月

3AD461.7

目 录

第一章 常用技术资料

一、常用计算及数表 (1)	3. 三角函数表 (35)
(一) 常用数学符号和数学 公式 (1)	二、机械制图常识 (59)
1. 常用数学符号 (1)	(一) 简化画法 (59)
2. 代数中常用公式和相互 关系 (2)	(二) 尺寸标注 (63)
(二) 法定计量单位及其 换算 (5)	1. 一般尺寸注法 (63)
1. 国际单位制(SI) (5)	2. 简化注法 (67)
2. 常用法定计量单位与非 法定计量单位的换算 ... (8)	3. 各种孔的尺寸注法 (70)
3. 单位换算 (11)	4. 中心孔的符号及标注 方法 (71)
(三) 常用数表 (17)	5. 尺寸公差与配合注法 ... (72)
1. π 的重要函数及 π 、25.4 的近似分数 (17)	6. 形位公差的标注方法 ... (75)
2. 数的平方、立方、平方根、 立方根、圆周长及圆面积 速查表 (18)	7. 表面粗糙度的标注 方法 (78)
(四) 常用几何图形计算 (24)	(三) 常用件的画法及标注 ... (80)
1. 常用几何图形计算 公式 (24)	1. 螺纹和螺纹紧固件画法 及标注 (80)
2. 圆的几何图形计算 (30)	2. 键的型式、标准、画法及 标记 (85)
(五) 常用三角计算 (34)	3. 销的型式、标准、画法及 标记 (85)
1. 计算公式 (34)	4. 齿轮画法及示例 (87)
2. 30° 、 45° 、 60° 的三角函 数值 (35)	5. 弹簧画法及示例 (90)
	6. 滚动轴承的简化画法 ... (92)
	三、极限与配合、形状和位置 公差、表面粗糙度 (93)

(一) 极限与配合 (GB/T 1800.1-1997) … (93)	牌号及用途 …… (149)
1. 术语和定义 …… (93)	(3) 常用的合金结构钢牌 号及用途 …… (150)
2. 基本规定 …… (96)	(4) 常用的弹簧钢牌号及 用途 …… (153)
3. 尺寸 $\leq 500\text{mm}$ 的孔轴公差 与配合 …… (112)	(5) 铬轴承钢的牌号及 用途 …… (154)
4. 新旧国家标准对照表 … (114)	(6) 常用不锈钢、耐热钢、 耐酸钢的牌号及 用途 …… (154)
(二) 形状和位置公差 (GB/T 1182-1996) … (132)	(7) 碳素工具钢的牌号及 用途 …… (155)
1. 形状和位置公差符号 … (132)	(8) 易切削钢牌号及 用途 …… (156)
2. 形状和位置公差未注公差 值(GB/T 1184-1996) …… … (135)	(9) 合金工具钢的牌号及 用途 …… (156)
3. 图样上注出公差值的规定 (GB/T 1184-1996) … (136)	(10) 高速工具钢的牌号及 用途 …… (157)
4. 公差值表 …… (137)	(三) 铸铁 …… (157)
(三) 表面粗糙度 (GB/T 1031-1995) … (141)	1. 铸铁名称、代号及牌号表 示示例 …… (157)
1. 表面粗糙度的评定 参数 …… (141)	2. 常用铸铁牌号表示 方法 …… (158)
2. 表面粗糙度代(符)号 … (142)	3. 常用铸铁的牌号及 用途 …… (159)
3. 各级表面粗糙度的表面特 征、经济加工方法及应用 举例 …… (143)	(1) 常用的灰铸铁牌号及 用途 …… (159)
四、常用材料及性能 …… (144)	(2) 常用的可锻铸铁牌 号及用途 …… (159)
(一) 金属材料的分类 …… (144)	(3) 常用的球墨铸铁牌 号及用途 …… (159)
1. 金属材料的分类 …… (144)	(4) 常用的高硅耐蚀铸 铁 牌号及用途 …… (160)
2. 金属材料性能的名词 术语 …… (145)	(四) 有色金属及其合金 …… (160)
(二) 钢 …… (147)	1. 有色金属及其合金产品代
1. 常用钢牌号表示方法 … (147)	
2. 常用钢的牌号及用途 … (148)	
(1) 碳素结构钢牌号及 用途 …… (148)	
(2) 常用优质碳素结构钢	

号表示方法	(160)	2. 铁基粉末冶金材料种类、 性能、特点及应用	(165)
2. 铜及铜合金	(161)	(六) 常用工程塑料主要性能及 应用	(166)
3. 铝及铝合金	(163)		
(五) 粉末冶金材料	(165)		
1. 粉末冶金材料的应用 范围	(165)		

第二章 铣床型式及常用辅具

一、常用铣床型式及主要技 术参数	(168)	技术参数	(179)
1. 卧式铣床	(168)	(2) 万能工具铣床联系尺寸	(180)
(1) 卧式铣床的型号与技术 参数	(168)	二、铣床辅具	(181)
(2) 卧式铣床联系尺寸	(171)	1. 中间套	(181)
(3) 7:24 铣床主轴联系尺寸	(172)	2. 铣刀杆	(188)
2. 立式铣床	(173)	3. 铣夹头	(207)
(1) 立式铣床的型号与技术 参数	(173)	三、铣床附件及通用工具	(214)
(2) 立式铣床联系尺寸	(176)	1. 铣头规格尺寸	(214)
3. 龙门铣床	(177)	2. 插头规格尺寸	(215)
(1) 龙门铣床的型号与技术 参数	(177)	3. 分度头	(215)
(2) 龙门铣床联系尺寸	(178)	4. 回转工作台	(217)
4. 万能工具铣床	(179)	5. 微调镗头规格尺寸	(221)
(1) 万能工具铣床的型号与		6. 机床用平口虎钳	(223)
		7. 卡盘	(227)
		(1) 三爪自定心卡盘	(227)
		(2) 四爪单动卡盘	(232)

第三章 渐开线齿轮基本尺寸及计算

一、齿轮基本要素	(234)	5. 模数、径节对照表	(237)
1. 齿轮几何要素名称和代号	(234)	二、齿轮的几何尺寸计算	(238)
2. 齿轮基本齿廓及其参数	(235)	1. 直齿圆柱齿轮几何尺寸计算	(238)
3. 模数	(235)	2. 斜齿圆柱齿轮几何尺寸计算	(239)
4. 渐开线圆柱齿轮精度等级	(236)		

3. 内齿轮几何尺寸计算	(241)	(248)
4. 齿条几何尺寸计算公式	(242)	7. 蜗杆和蜗轮	(251)
5. 变位直齿圆柱齿轮	(242)	(1) 蜗杆传动几何尺寸计算	(251)
(1) 齿轮变位类型及方法的选择	(242)	(2) 计算常用数表	(253)
(2) 高变位直齿圆柱齿轮几何计算公式	(243)	(3) 蜗杆的基本尺寸和参数	(254)
(3) 角变位直齿圆柱齿轮几何计算公式	(245)	(4) 蜗杆副精度等级及应用范围	(259)
6. 直齿锥齿轮几何尺寸计算			

第四章 铣削用刀具

一、铣刀	(261)	2. 硬质合金螺旋齿直柄立铣刀的形式和尺寸	(310)
(一) 高速钢铣刀	(261)	3. 硬质合金螺旋齿莫氏锥柄立铣刀的形式和尺寸	(310)
1. 铣刀切削部分几何角度	(261)	4. 硬质合金错齿三面刃铣刀	(311)
2. 铣刀磨钝标准及耐用度	(264)	5. 整体硬质合金锯片铣刀的形式和尺寸	(313)
3. 铣刀的种类、标准代号和用途	(265)	(三) 可转位铣刀	(315)
4. 常用高速钢铣刀规格尺寸	(268)	1. 可转位铣刀用刀片	(315)
(1) 立铣刀	(268)	(1) 铣刀片型号表示规则	(315)
(2) 键槽铣刀	(273)	(2) 常用铣刀片型号和基本尺寸	(316)
(3) T形槽铣刀	(275)	2. 可转位铣刀片的定位及夹紧方式	(322)
(4) 半圆键槽铣刀	(278)	3. 可转位铣刀的类型和型号表示方法	(324)
(5) 直柄燕尾槽铣刀和直柄反燕尾槽铣刀	(279)	4. 可转位铣刀的型式和基本尺寸	(328)
(6) 槽铣刀	(281)	(1) 可转位面铣刀	(328)
(7) 锯片铣刀	(284)	(2) 可转位立铣刀(GB/T 5340—1985)	(330)
(8) 三面刃铣刀	(292)		
(9) 圆柱形铣刀	(299)		
(10) 铲背成形铣刀	(301)		
(11) 角铣刀	(304)		
(二) 常用硬质合金铣刀	(308)		
1. 整体硬质合金直柄立铣刀的形式和尺寸	(308)		

- (3) 可转位三面刃铣刀 (332)
- 二、齿轮加工刀具 (333)
 - 1. 盘形铣刀 (333)
 - (1) 盘形齿轮铣刀基本型式和尺寸 (333)
 - (2) 盘形锥齿轮铣刀基本型式和尺寸 (334)
 - 2. 滚刀 (335)
 - (1) 齿轮滚刀 (335)
 - (2) 镶片齿轮滚刀 (336)
 - (3) 小模数齿轮滚刀 (338)
 - 3. 直齿插齿刀(GB/T 6081--1985) (339)
 - (1) 盘形直齿插齿刀 (339)
 - (2) 碗形直齿插齿刀 (342)
 - (3) 锥柄直齿插齿刀 (345)

第五章 典型零件铣削加工

- 一、分度头及分度方法 (347)
 - 1. 分度头传动系统及分度头定数 (347)
 - 2. 分度方法及计算 (348)
 - (1) 单式分度法计算及分度表 (348)
 - (2) 差动分度法计算及分度表 (350)
 - (3) 近似分度法计算及分度表 (353)
 - (4) 角度分度法计算及分度表 (356)
 - (5) 直线移距分度法 (357)
- 二、铣四方、铣六方尺寸计算 (359)
 - 1. 铣四方尺寸计算 (359)
 - 2. 铣六方尺寸计算 (360)
- 三、铣削离合器 (360)
 - 1. 齿式离合器的种类及特点 (361)
 - 2. 齿式离合器的铣削及计算 (363)
 - 3. 铣削离合器常用齿数应板 φ 角值 (365)
 - (1) 铣尖齿与梯形收缩齿时分度头的仰角 φ (365)
 - (2) 铣锯齿形离合器时分度头仰角 φ (367)
- 四、铣削凸轮 (369)
 - 1. 凸轮传动的三要素 (370)
 - 2. 等速圆盘凸轮的铣削 (371)
 - 3. 等速圆柱凸轮的铣削 (373)
- 五、刀具开齿加工 (374)
 - 1. 前角 $\gamma_n=0^\circ$ 的铣刀开齿 (374)
 - 2. 前角 $\gamma_n>0^\circ$ 的铣刀开齿 (376)
 - 3. 圆柱螺旋齿铣刀的开齿 (378)
 - 4. 端面刀齿的铣削 (379)
 - 5. 锥面刀齿的铣削 (380)
 - 6. 麻花钻头槽的铣削 (381)
 - 7. 铰刀的开齿 (381)
- 六、铣削球面 (383)
- 七、铣削花键轴 (381)
 - 1. 用单刀铣削矩形齿花键轴 (385)
 - 2. 用组合铣刀铣削矩形齿花键轴 (387)
 - 3. 用硬质合金组合刀盘精铣花键轴 (388)
 - 4. 用成形铣刀铣削花键轴 (388)

- 5. 铣削花键轴时产生的误差及
解决方法 (390)

- 八、铣削加工常见问题产生
原因及解决方法 (390)

第六章 齿轮加工

- 一、成形法铣削齿轮 (393)
 - 1. 铣刀号数的选择 (393)
 - 2. 齿坯加工精度 (393)
 - 3. 铣削直齿条、斜齿条 (391)
 - (1) 铣削直齿条方法 (391)
 - (2) 铣削斜齿条方法 (397)
 - 4. 铣斜齿圆柱齿轮 (398)
 - 5. 铣直齿锥齿轮 (401)
- 二、飞刀展成铣蜗轮 (402)
 - 1. 铣削方法 (402)
 - 2. 交换齿轮计算 (403)
 - 3. 铣头扳角度方向和工件旋转
方向及中间轮装置 (403)
 - 4. 飞刀部分尺寸计算公式表
..... (403)
- 三、滚齿 (406)
 - 1. 滚齿机传动系统(以 Y38 为
例) (406)
 - 2. 常用滚齿机联接尺寸 (406)
 - 3. 常用滚齿夹具及齿轮的安装
..... (408)
 - 4. 滚刀心轴和滚刀的安装要求
..... (410)
 - 5. 滚刀精度的选用 (411)
 - 6. 滚齿加工工艺参数的选择
..... (411)
 - 7. 滚齿加工的调整 (412)
 - (1) 交换齿轮计算及滚齿机定
数 (412)
 - (2) 滚刀安装角度和工作台转
动方向及中间轮装置 (413)

- 8. 滚切大质数齿轮 (416)
 - (1) 滚切大质数直齿圆柱齿轮
时各组交换齿轮计算 (416)
 - (2) 滚切大质数斜齿圆柱齿轮
时各组交换齿轮计算 (417)
 - (3) Y38 滚齿机加工大质数直
齿圆柱齿轮时,分度、差动
交换齿轮表 (419)
 - (4) P 的推荐值 (419)
- 9. 滚齿加工常见缺陷及解决方
法 (420)
- 四、插齿 (423)
 - 1. 插齿机的组成及传动系统
..... (423)
 - 2. 插齿机的基本参数和工作精
度 (425)
 - 3. 常用插齿机联接尺寸 (426)
 - 4. 插齿刀的调整 (427)
 - 5. 插齿用夹具及调整 (430)
 - 6. 常用插齿机交换齿轮计算
..... (432)
 - 7. 插削余量及插削用量的选用
..... (432)
 - 8. 插齿加工中常出现的缺陷及
解决方法 (434)
- 五、剃齿 (436)
 - 1. 剃齿机及其精度要求 (436)
 - 2. 剃齿刀的基本尺寸 (437)
 - 3. 剃齿用心轴 (437)
 - 4. 剃齿加工的切削用量 (439)
 - 5. 剃齿加工余量 (439)

6. 剃齿方法 (440)	(3) 径节齿轮公法线长度数值表 (456)
7. 剃齿误差产生原因及解决方法 (443)	(4) 斜齿圆柱齿轮公法线长度测量 (457)
(1) 剃齿误差产生原因及解决方法 (443)	(5) 公法线平均长度偏差及公差 (457)
(2) 轮齿接触区的偏差与修正方法 (444)	2. 分度圆弦齿厚的测量 (465)
六、挂轮表 (445)	(1) 计算公式 (465)
七、齿轮的测量 (453)	(2) 分度圆弦齿厚的测量尺寸表 (465)
1. 标准直齿圆柱齿轮公法线长度测量 (453)	3. 固定弦齿厚的测量 (466)
(1) 公法线长度计算公式 (453)	(1) 计算公式 (466)
(2) 标准直齿圆柱齿轮公法线长度数值表 (454)	(2) 固定弦齿厚测量尺寸表 (467)
	4. 齿厚上偏差及公差 (467)

第七章 切削余量及切削用量

一、平面加工余量及偏差... (174)	(2) 高速钢端铣刀、圆柱形铣刀和圆盘铣刀铣削时的进给量 (478)
1. 平面粗刨后精铣加工余量 (474)	(3) 高速钢立铣刀、角铣刀、半圆铣刀、切槽铣刀和切断铣刀铣削钢的进给量 ... (478)
2. 铣平面加工余量 (474)	(4) 硬质合金端铣刀、圆柱形铣刀和圆盘铣刀铣削平面和凸台的进给量 (478)
3. 磨平面加工余量 (474)	(5) 硬质合金立铣刀铣削平面和凸台的进给量 (482)
4. 铣及磨平面时的厚度偏差 (475)	(6) 涂层硬质合金铣刀的铣削用量 (482)
5. 刮平面加工余量及偏差 ... (475)	
6. 凹槽加工余量及偏差 (475)	
7. 研磨平面加工余量 (476)	
二、铣削用量及其选择 (476)	
1. 铣削用量的计算 (476)	
2. 铣削用量的选择 (477)	
(1) 铣削速度 (477)	

附 录

附录 A 常用计量工具 (484)	二、螺旋测微量具规格及示值误差 (486)
一、游标类量具 (484)	

三、机械式测微仪规格及示值	一、中心孔	(497)
误差	二、滚花	(500)
四、角度量具	三、各类槽	(500)
(490)	四、零件倒圆与倒角	(512)
五、量规和样板	五、球面半径	(513)
(492)	六、螺纹零件	(513)
附录 B 常用零件结构		
要素		(497)

第一章 常用技术资料

一、常用计算及数表

(一) 常用数学符号和数学公式

1. 常用数学符号(表1-1)

表1-1 常用数学符号(摘自GB 3102.11 1993)

符 号	意 义	符 号	意 义
+	加、正号	∥	平行
-	减、负号	∠	角
±	加或减、正或负	△	三角形
+	减或加、负或正	○	圆
×或·	乘	□	平行四边形
÷或/	除($a ÷ b = a/b$)	∞	相似
:	比($a : b$)	≅	全等
.	小数点	∞	无穷大
()	圆括号	%	百分号
[]	方括号	π	圆周率(=3.141 6)
{ }	花括号	°	度
=	等于	'	分
≡	恒等于	"	秒
≠	不等于	lg x	x 的常用对数
≈	约等于	ln x	x 的自然对数
<	小于	sin r	r 的正弦
>	大于	cos r	r 的余弦
≤	小于或等于(不大于)	tan r	r 的正切
≥	大于或等于(不小于)	cot r	r 的余切
x^2	x 的平方	sec r	r 的正割
x^3	x 的立方	csc r	r 的余割
x^n	x 的 n 次方	max	最大
\sqrt{a}	a 的平方根	min	最小
$\sqrt[n]{a}$	a 的 n 次方根	const	常数
⊥	垂直		

2. 代数中常用公式和相互关系

(1) 移项

1) $a+b=c-d$

$$a=(c-d)-b=c-d-b$$

$$b=(c-d)-a=c-d-a$$

$$c=(a+b)+d=a+b+d$$

$$d=c-(a+b)=c-a-b$$

2) $\frac{a}{b}=\frac{c}{d}$

$$a=b \cdot \frac{c}{d}; \quad b=a \cdot \frac{d}{c}$$

$$c=\frac{a}{b} \cdot d; \quad d=c \cdot \frac{b}{a}$$

$$bc=ad; \quad \frac{a}{c}=\frac{b}{d}$$

$$\frac{d}{b}=\frac{c}{a}; \quad \frac{d}{c}=\frac{b}{a}$$

(2) 加减乘除

1) $(+a)+(+b)=+(a+b)=a+b$

$$(+a)+(-b)=+(a-b)=a-b=-(b-a)$$

$$(+a)-(+b)=(+a)+(-b)=a-b$$

$$(+a)-(-b)=(+a)+(+b)=a+b$$

$$(-a)+(-b)=- (a+b)$$

$$(-a)+(+b)=- (a-b)=+(b-a)$$

$$(-a)-(-b)=(-a)+(+b)=b-a$$

$$(-a)-(+b)=(-a)+(-b)=- (a+b)$$

2) $(+a)(+b)=+ab=ab$

$$(-a)(+b)=-ab$$

$$(+a)(-b)=-ab$$

$$(-a)(-b)=+ab=ab$$

$$(+a) \div (+b)=+\frac{a}{b}=\frac{a}{b}$$

$$(-a) \div (+b)=-\frac{a}{b}$$

$$(+a) \div (-b)=-\frac{a}{b}$$

$$(-a) \div (-b)=+\frac{a}{b}=\frac{a}{b}$$

$$(a+b)(c+d) = ac + bc + ad + bd$$

$$(a-b)(c+d) = ac + bc - ad - bd$$

$$(a+b)(c-d) = ac + bc - ad - bd$$

$$(a-b)(c-d) = ac - bc - ad + bd$$

$$3) a+0=a; \quad a-0=a$$

$$a \times 0 = 0 (a \neq 0); \quad \frac{0}{a} = 0 (a \neq 0)$$

$$\frac{a}{0} = \infty$$

$$\frac{a}{b} = \frac{am}{bm} (m \neq 0)$$

$$\frac{a_1}{b} + \frac{a_2}{b} = \frac{a_1 + a_2}{b}; \quad \frac{a_1}{b} - \frac{a_2}{b} = \frac{a_1 - a_2}{b}$$

$$\frac{a_1}{b_1 d} + \frac{a_2}{b_2 d} = \frac{a_1 b_2 + a_2 b_1}{b_1 b_2 d}$$

$$\frac{a_1}{b_1 d} - \frac{a_2}{b_2 d} = \frac{a_1 b_2 - a_2 b_1}{b_1 b_2 d}$$

$$\left(\frac{a}{b} \right) m = \frac{am}{b}; \quad m \left(\frac{a}{b} \right) = \frac{am}{b}$$

$$\frac{a}{b} \div c = \frac{a}{bc} = \frac{a}{c} \div b$$

$$a \div \frac{b}{c} = a \left(\frac{c}{b} \right) = \frac{ac}{b}$$

$$\left(\frac{a_1}{b_1} \right) \left(\frac{a_2}{b_2} \right) = \frac{a_1 a_2}{b_1 b_2}$$

$$\frac{a_1}{b_1} \div \frac{a_2}{b_2} = \left(\frac{a_1}{b_1} \right) \left(\frac{b_2}{a_2} \right) = \frac{a_1 b_2}{a_2 b_1}$$

(3) 分解因式

$$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2 = (a-b)^2 + 4ab$$

$$(a-b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$$

$$a^2 + b^2 = (a-b)^2 + 2ab$$

$$a^2 - b^2 = (a+b)(a-b)$$

$$(a+b+c)^2 = a^2 + b^2 + c^2 + 2ab + 2ac + 2bc = (a+b)^2 + 2(a+b)c + c^2$$

$$(a-b+c)^2 = a^2 + b^2 + c^2 - 2ab + 2ac - 2bc$$

$$(a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$$

$$(a-b)^3 = a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3$$

$$a^3 + b^3 = (a+b)(a^2 - ab + b^2)$$

$$a^3 - b^3 = (a-b)(a^2 + ab + b^2)$$

$$(a \pm b)^4 = a^4 \pm 4a^3b + 6a^2b^2 \pm 4ab^3 + b^4$$

$$a^4 + b^4 = (a^2 + b^2 + \sqrt{2}ab)(a^2 + b^2 - \sqrt{2}ab)$$

(4) 一元二次方程式求根

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

(5) 幂和根式

$$1) (+a)^{2n} = +a^{2n} = a^{2n}; (-a)^{2n} = +a^{2n}$$

$$(+a)^{2n+1} = +a^{2n+1}; (-a)^{2n+1} = -a^{2n+1}$$

$$(+1)^n = +1; (-1)^{2n+1} = -1$$

$$a = a; 0^1 = 0; 1^n = 1; a^0 = 1$$

$$a^{-n} = \frac{1}{a^n}$$

$$a^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a} = \left(\frac{1}{a} \right)^{-\frac{1}{n}}$$

$$\frac{a^m}{b^m} = \left(\frac{a}{b} \right)^m = \left(\frac{b}{a} \right)^{-m}$$

$$a^m a^n = a^{m+n}$$

$$a^m \div a^n = \frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$$

$$(a^m)^n = (a^n)^m = a^{mn}$$

$$(abc)^n = a^n b^n c^n$$

$$2) \sqrt[n]{0} = 0; \sqrt[n]{1} = 1; \sqrt[n]{a} = a; \sqrt[n]{a} = \sqrt{a}$$

$$(\sqrt[n]{a})^n = a;$$

$$\sqrt[n]{abc \cdots l} = \sqrt[n]{a} \sqrt[n]{b} \sqrt[n]{c} \cdots \sqrt[n]{l}$$

$$\left(\frac{a}{b} \right)^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}}; a^{-\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{\frac{1}{a}} = \frac{1}{\sqrt[n]{a}}$$

$$a^{\frac{1}{m}} = \sqrt[m]{a} = \sqrt[mn]{a^m}; a^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{a^m} = (\sqrt[n]{a})^m$$

$$c \sqrt[n]{a} = \sqrt[n]{ac^n} (c > 0)$$

$$\sqrt[n]{a} \sqrt[n]{a} = \sqrt[n]{a^{m+n}}$$

$$\sqrt[n]{\sqrt[m]{a}} = \sqrt[nm]{a} = \sqrt[m]{\sqrt[n]{a}}$$

$$\sqrt{a} + \sqrt{b} = \sqrt{a+b+2\sqrt{ab}}$$

$$\sqrt{a} - \sqrt{b} = \sqrt{a+b-2\sqrt{ab}} \quad (a>b)$$

$$\frac{c}{\sqrt{a} - \sqrt{b}} = \frac{c(\sqrt{a} + \sqrt{b})}{a-b}$$

$$\sqrt{a + \sqrt{b}} = \sqrt{\frac{a + \sqrt{a^2 - b}}{2}} + \sqrt{\frac{a - \sqrt{a^2 - b}}{2}}$$

$$\sqrt{a - \sqrt{b}} = \sqrt{\frac{a + \sqrt{a^2 - b}}{2}} - \sqrt{\frac{a - \sqrt{a^2 - b}}{2}}$$

$$a^x b^y = (ab)^x$$

(6) 对数

定义: 1) 若 $a^x = N$ ($a > 0, a \neq 1, N > 0$), 则 x 叫做以 a 为底的 N 的对数, 记作 $x = \log_a N$, N 叫做真数。

2) 当 $a = 10$ 时, $\log_{10} N$ 简记作 $\lg N$, 叫做常用对数。

3) 当 $a = e$, $\log_e N$ 简记作 $\ln N$, 叫做自然对数。

前提: $a > 0, a \neq 1$

1) 若 $a^x = M$, 则 $\log_a M = x$

2) $\log_a 1 = 0$

3) $\log_a a = 1$

4) $\log_a (MN) = \log_a M + \log_a N$

5) $\log_a \frac{M}{N} = \log_a M - \log_a N$

6) $\log_a (M)^n = n \log_a M$

7) $\log_a \sqrt[n]{M} = \frac{1}{n} \log_a M$

8) $\lg M = 0.4343 \ln M$

9) $\ln M = 2.3026 \lg M$

(二) 法定计量单位及其换算

1. 国际单位制(SI)

(1) 国际单位制的基本单位(表 1-2)

表 1-2 国际单位制的基本单位

量的名称	单位名称	单位符号	量的名称	单位名称	单位符号
长度	米	m	热力学温度	开[尔文]	K
质量	千克(公斤)	kg	物质的量	摩[尔]	mol
时间	秒	s	发光强度	坎[德拉]	cd
电流	安[培]	A			

(2) 国际单位制的辅助单位(表 1-3)

表 1-3 国际单位制的辅助单位

量的名称	单位名称	单位符号
平面角	弧度	rad
立体角	球面度	sr

(3) 国际单位制中具有专门名称的导出单位(表 1-4)

表 1-4 国际单位制中具有专门名称的导出单位

量的名称	单位名称	单位符号	其他表示示例
频率	赫[兹]	Hz	s^{-1}
力	牛[顿]	N	$kg \cdot m/s^2$
压力,压强,应力	帕[斯卡]	Pa	N/m^2
能[量],功,热量	焦[耳]	J	$N \cdot m$
功率,辐[射能]通量	瓦[特]	W	J/s
电荷[量]	库[仑]	C	$s \cdot A$
电位,电压,电动势	伏[特]	V	W/A
(电势)电容	法[拉]	F	C/V
电阻	欧[姆]	Ω	V/A
电导	西[门子]	S	$A/V, \Omega^{-1}$
磁通[量]	韦[伯]	Wb	$V \cdot s$
磁通[量]密度,磁感应强度	特[斯拉]	T	Wb/m^2
电感	亨[利]	H	Wb/A
摄氏温度	摄氏度	°C	
光通量	流[明]	lm	$cd \cdot sr$
[光]照度	勒[克斯]	lx	lm/m^2
[放射性]活度	贝可[勒尔]	Bq	s^{-1}
吸收剂量	戈[瑞]	Gy	J/kg
剂量当量	希[沃特]	Sv	J/kg

(4) 可与国际单位制单位并用的我国法定计量单位(表 1-5)

表15 国家选定的非国际单位制单位

量的名称	单位名称	单位符号	与SI单位的关系
时间	分	min	1min=60s
	[小]时	h	1h=60min=3 600s
	日(天)	d	1d=24h=86 400s
平面角	[角]秒	"	1"=($\pi/648 000$)rad (π 为圆周率)
	[角]分	'	1'=60"=($\pi/10 800$)rad
	度	°	1°=60'=($\pi/180$)rad
旋转速度	转每分	r/min	1r/min=(1/60)s ⁻¹
长度	海里	n mile	1n mile=1 852m (只用于航程)
速度	节	kn	1kn=1n mile/h =(1 852/3 600)m/s (只用于航行)
质量	吨	t	1t=10 ³ kg
	原子质量单位	u	1u \approx 1.660 565 5 \times 10 ⁻²⁷ kg
体积	升	L, (l)	1L=1dm ³ =10 ⁻³ m ³
能	电子伏	eV	1eV \approx 1.602 189 2 \times 10 ⁻¹⁹ J
级差	分贝	dB	
线密度	特[克斯]	tex	1tex=1g/km
面积	公顷	hm ²	1hm ² =10 ⁴ m ²

(5) SI词头(表1-6)

表1-6 SI词头

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

2. 常用法定计量单位与非法定计量单位的换算(表1-7)

表1-7 常用法定计量单位与非法定计量单位的换算

物理量名称	物理量符号	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算
		单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
长度	L, l	米	m	公里		1公里=10 ³ m
		海里	n mile	费密		1费密=1fm=10 ⁻¹⁵ m
				埃	Å	1Å=0.1nm=10 ⁻¹⁰ m
				英尺	ft	1ft=0.3048m
				英寸	in	1in=0.0254m
				英里	mile	1mile=1609.344m
					密耳	mil
面积	A, (S)	平方米	m ²	公亩	a	1a=10 ² m ²
				平方英尺	ft ²	1ft ² =0.0929030m ²
				平方英寸	in ²	1in ² =6.4516×10 ⁻⁴ m ²
				平方英里	mile ²	1mile ² =2.58999×10 ⁶ m ²
体积、容积	V	立方米 升	m ³ L,(l)	立方英尺	ft ³	1ft ³ =0.0283168m ³
				立方英寸	in ³	1in ³ =1.63871×10 ⁻⁵ m ³
				英加仑	UKgal	1UKgal=4.54609dm ³
				美加仑	USgal	1USgal=3.78541dm ³
质量	m	千克(公斤) 吨 原子质量单位	kg t u	磅	lb	1lb=0.45359237kg
				英担	cwt	1cwt=50.8023kg
				英吨	ton	1ton=1016.05kg
				短吨	sh ton	1sh ton=907.185kg
				盎司	oz	1oz=28.3495g
				格令	gr,gn	1gr=0.06479891g
				夸特	qr,qtr	1qr=12.7006kg
				米制克拉		1米制克拉=2×10 ⁻⁴ kg

续表 1-7

物理量名称	物理量符号	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算
		单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
热力学温度 摄氏温度	T t	开[尔文] 摄氏度	K °C	华氏度 兰氏度	°F °R	表示温度差和温度间隔时: $1\text{K} = 1\text{K}$ 表示温度的数值时:摄氏温度值(°C) - (热力学温度值 - 273.15) $1^{\circ}\text{F} = 1^{\circ}\text{R} = \frac{5}{9}\text{K}$ $\frac{t^{\circ}\text{F}}{\text{F}} = \frac{9}{5} \frac{t}{\text{C}} + 32 = \frac{9}{5} \frac{T}{\text{K}} - 459.67$ $1^{\circ}\text{R} = \frac{5}{9}\text{K}$
旋转速度	ω	转每分	r/min	转每秒	r/s, rev/s rpm	$1\text{r/s} = (1/60)\text{r/min}$ $1\text{rpm} = 1\text{r/min}$
力	F, W	牛[顿]	N	达因 千克力 磅力 吨力	dyn kgf lbf tf	$1\text{dyn} = 10^{-5}\text{N}$ $1\text{kgf} = 9.80665\text{N}$ $1\text{lbf} = 4.44822\text{N}$ $1\text{tf} = 9.80665 \times 10^3\text{N}$
压力、压强 正应力 切应力	p σ τ	帕[斯卡]	Pa	巴 千克力每平方厘米 毫米水柱 毫米汞柱 托 工程大气压 标准大气压 磅力每平方英尺 磅力每平方英寸	bar kgf/cm ² mmH ₂ O mmHg Torr at atm lbf/ft ² lbf/in ²	$1\text{bar} = 10^5\text{Pa}$ $1\text{kgf/cm}^2 = 0.0980665\text{MPa}$ $1\text{mmH}_2\text{O} = 9.80665\text{Pa}$ $1\text{mmHg} = 133.322\text{Pa}$ $1\text{Torr} = 133.322\text{Pa}$ $1\text{at} = 98.0665\text{Pa}$ $= 98.0665\text{kPa}$ $1\text{atm} = 101325\text{Pa}$ $= 101.325\text{kPa}$ $1\text{lbf/ft}^2 = 47.8803\text{Pa}$ $1\text{lbf/in}^2 = 6.89476\text{Pa}$ $= 6.89476\text{kPa}$

续表 1-7

物理量名称	物理量符号	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算
		单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
能[量] 功 热量	E	焦[耳]	J	尔格	erg	1erg = 10^{-7} J
	W	电子伏	eV			1kW · h = 3.6MJ
	Q	千瓦小时	kW · h	千克力米	kgf · m	1kgf · m = 9.806 65J
				英马力小时	hp · h	1hp · h = 2.684 52MJ
				卡	cal	1cal = 4.186 8J
				热化学卡	cal _{th}	1cal _{th} = 4.184 0J
				马力小时		1 马力小时 = 2.647 79MJ
				电工马 力小时		1 电工马 力小时 = 2.685 60MJ
				英热单位	Btu	1Btu = 1 055.06J = 1.055 06kJ
	功率	P	瓦[特]	W	千克力米 每秒	kgf · m/s
				马力(米 制马力)	德PS (法ch, CV)	1PS = 735.499W
				英马力	hp	1hp = 745.700W
				电工马 力		1 电工马 力 = 746W
				卡每秒	cal/s	1cal/s = 4.186 8W
				千卡每 小时	kcal/h	1kcal/h = 1.163W
				热化学 卡每秒	cal _{th} /s	1cal _{th} /s = 4.184W
				伏安	VA	1VA = 1W
				乏	var	1var = 1W
				英热单位 每小时	Btu/h	1Btu/h = 0.293 071W
电导	G	西[门子]	S		Ω	1S = 1Ω
磁通[量]	Φ	韦[伯]	Wb	麦克斯韦	Mx	1Mx = 10^{-8} Wb

续表17

物理量名称	物理量符号	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算
		单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
磁通[量] 密度,磁感 应强度	B	特[斯拉]	T	高斯	Gs, G	1Gs = 10^{-4} T
[光]照度	E	勒[克斯]	lx	英尺烛光	lm/ft ²	1lm/ft ² = 10.76lx
速度	v	米每秒	m/s	英尺每秒	ft/s	1ft/s = 0.3048m/s
	u, v, w	节	kn	英寸每秒	in/s	1in/s = 0.0254m/s
	w	千米每 小时	km/h	英里 每小时	mile/h	1mile/h = 0.44704m/s
	c	米每分	m/min			1km/h = 0.277778m/s 1m/min = 0.0166667m/s
加速度	a	米每 二次方秒	m/s ²	标准重力 加速度	gn	1gn = 9.80665m/s ²
				英尺每 二次方秒	ft/s ²	1ft/s ² = 0.3048m/s ²
				伽	Gal	1Gal = 10^{-5} m/s ²
线密度, 线质量	ρ_l	千克每米	kg/m			1tex = 10^{-6} kg/m
		特[克斯]	tex	旦[尼尔]	den	1den = 0.111112×10^{-3} kg/m
				磅每英尺	lb/ft	1lb/ft = 1.48816kg/m
				磅每英寸	lb/in	1lb/in = 17.8580kg/m
密度	ρ	千克每 立方米	kg/m ³	磅每立 方英尺	lb/ft ³	1lb/ft ³ = 16.0185kg/m ³
				磅每立 方英寸	lb/in ³	1lb/in ³ = 27679.9kg/m ³
质量体积, 比体积	v	立方米 每千克	m ³ /kg	立方英 尺每磅	ft ³ /lb	1ft ³ /lb = 0.0624280m ³ /kg
				立方英 寸每磅	in ³ /lb	1in ³ /lb = 3.61273×10^{-5} m ³ /kg
质量流量	q_m	千克每秒	kg/s	磅每秒	lb/s	1lb/s = 0.453592kg/s
				磅每小时	lb/h	1lb/h = 1.25998×10^{-4} kg/s

续表 1-7

物理量名称	物理量符号	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算
		单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
体积流量	q_v	立方米每秒	m^3/s	立方英尺每秒	ft^3/s	$1ft^3/s = 0.0283168m^3/s$
		升每秒	L/s	立方英寸每小时	in^3/h	$1in^3/h = 4.55196 \times 10^{-6} L/s$
转动惯量 (惯性矩)	J (I)	千克二次方米	$kg \cdot m^2$	磅二次方英尺	$lb \cdot ft^2$	$1lb \cdot ft^2 = 0.0421401kg \cdot m^2$
				磅二次方英寸	$lb \cdot in^2$	$1lb \cdot in^2 = 2.92640 \times 10^{-4} kg \cdot m^2$
动量	p	千克米每秒	$kg \cdot m/s$	磅英尺每秒	$lb \cdot ft/s$	$1lb \cdot ft/s = 0.138255kg \cdot m/s$
动量矩、 角动量	L	千克二次方米每秒	$kg \cdot m^2/s$	磅二次方英尺每秒	$lb \cdot ft^2/s$	$1lb \cdot ft^2/s = 0.0421401kg \cdot m^2/s$
力矩	M	牛顿米	$N \cdot m$	千克力米	$kgf \cdot m$	$1kgf \cdot m = 9.80665N \cdot m$
				磅力英尺	$lbf \cdot ft$	$1lbf \cdot ft = 1.35582N \cdot m$
				磅力英寸	$lbf \cdot in$	$1lbf \cdot in = 0.112985N \cdot m$
[动力]粘度	η (μ)	帕斯卡秒	$Pa \cdot s$	泊	P	$1P = 10^{-1} Pa \cdot s$
				厘泊	cP	$1cP = 10^{-4} Pa \cdot s$
				千克力秒每平方米	$kgf \cdot s/m^2$	$1kgf \cdot s/m^2 = 9.80665Pa \cdot s$
				磅力秒每平方英尺	$lbf \cdot s/ft^2$	$1lbf \cdot s/ft^2 = 47.8803Pa \cdot s$
				磅力秒每平方英寸	$lbf \cdot s/in^2$	$1lbf \cdot s/in^2 = 6894.76Pa \cdot s$
运动粘度	ν	二次方米每秒	m^2/s	斯[托克斯]	St	$1St = 10^{-4} m^2/s$
				厘斯	cSt	$1cSt = 10^{-6} m^2/s = 1mm^2/s$
				[托克斯]二次方英尺每秒	ft^2/s	$1ft^2/s = 9.29030 \times 10^{-2} m^2/s$
				二次方英寸每秒	in^2/s	$1in^2/s = 6.4516 \times 10^{-4} m^2/s$
热扩散率	a	平方米每秒	m^2/s	二次方英尺每秒	ft^2/s	$1ft^2/s = 9.29030 \times 10^{-2} m^2/s$

续表1-7

物理量名称	物理量符号	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算
		单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
热扩散率	a	平方米每秒	m^2/s	二次方英寸每秒	in^2/s	$1in^2/s = 6.4516 \times 10^{-4} m^2/s$
质量能比能	e	焦耳每千克	J/kg	千卡每千克	kcal/kg	$1kcal/kg = 4186.8J/kg$
				热化学千卡每千克	kcal _{th} /kg	$1kcal_{th}/kg = 4181J/kg$
				英热单位每磅	Btu/lb	$1Btu/lb = 2326J/kg$
质量热容 比热容 比焓 (质量焓)	c	焦耳每千克 开尔文	J/(kg·K)	千卡每千克开尔文	kcal/(kg·K)	$1kcal/(kg \cdot K) = 4186.8J/(kg \cdot K)$
	s			热化学千卡每千克开尔文	kcal _{th} /(kg·K)	$1kcal_{th}/(kg \cdot K) = 4184J/(kg \cdot K)$
				英热单位每磅华氏度	Btu/(lb·°F)	$1Btu/(lb \cdot ^\circ F) = 4186.8J/(kg \cdot K)$
传热系数	K	瓦特每平方米开尔文	W/(m ² ·K)	卡每平方厘米秒开尔文	cal/(cm ² ·s·K)	$1cal/(cm^2 \cdot s \cdot K) = 41868W/(m^2 \cdot K)$
				千卡每平方米小时开尔文	kcal/(m ² ·h·K)	$= 1.163W/(m^2 \cdot K)$
				英热单位每平方英尺小时华氏度	Btu/(ft ² ·h·°F)	$1Btu/(ft^2 \cdot h \cdot ^\circ F) = 5.67862W/(m^2 \cdot K)$
热导率	λ, k	瓦特每米开尔文	W/(m·K)	卡每厘米秒开尔文	cal/(cm·s·K)	$1cal/(cm \cdot s \cdot K) = 418.68W/(m \cdot K)$

续表 17

物理量名称	物理量符号	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算
		单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
热导率	λ, k	瓦特每米 开尔文	W/ (m·K)	千卡每 米小时 开尔文	(kcal/m· h·K)	1kcal/(m·h·K) =1.163W/(m·K)
				英热单位 每英尺小 时华氏度	Btu/ (ft ·h·F)	1Btu/(ft·h·F) =1.73073W/(m·K)

3. 单位换算

(1) 长度单位换算(表 1-8)

表 1-8 长度单位换算

米(m)	厘米(cm)	毫米(mm)	英寸(in)	英尺(ft)	码(yd)	市尺
1	10 ²	10 ³	39.37	3.281	1.094	3
10 ⁻²	1	10	0.394	3.281×10 ⁻²	1.094×10 ⁻²	3×10 ⁻²
10 ⁻⁴	0.1	1	3.937×10 ⁻¹	3.281×10 ⁻⁴	1.094×10 ⁻⁴	3×10 ⁻³
2.54×10 ⁻²	2.54	25.4	1	8.333×10 ⁻²	2.778×10 ⁻²	7.62×10 ⁻²
0.305	30.48	3.048×10 ²	12	1	0.333	0.914
0.914	91.44	9.10×10 ²	36	3	1	2.743
0.333	33.333	3.333×10 ²	13.123	1.094	0.366	1

(2) 面积单位换算(表 1-9)

表 1-9 面积单位换算

米 ² (m ²)	厘米 ² (cm ²)	毫米 ² (mm ²)	英寸 ² (in ²)	英尺 ² (ft ²)	码 ² (yd ²)	市尺 ²
1	10 ⁴	10 ⁶	1.550×10 ³	10.764	1.196	9
10 ⁻⁴	1	10 ²	0.155	1.076×10 ⁻⁴	1.196×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁴
10 ⁻⁶	10 ⁻²	1	1.55×10 ⁻³	1.076×10 ⁻⁵	1.196×10 ⁻⁵	9×10 ⁻⁶
6.452×10 ⁻⁴	6.452	6.452×10 ²	1	6.944×10 ⁻⁴	7.617×10 ⁻⁴	5.801×10 ⁻⁴
9.290×10 ⁻²	9.290×10 ²	9.290×10 ⁴	1.44×10 ²	1	0.111	0.836
0.836	8361.3	0.836×10 ⁶	1296	9	1	7.524
0.111	1.111×10 ⁴	1.111×10 ⁵	1.722×10 ²	1.196	0.133	1

(3) 体积单位换算(表 1-10)

表 1 10 体积单位换算

米 ³ (m ³)	升(L)	厘米 ³ (cm ³)	英寸 ³ (in ³)	英尺 ³ (ft ³)	加仑(美) (gal.)	加仑(英) (gal.)
1	10 ³	10 ⁶	6.102×10 ¹	35.315	2.642×10 ²	2.200×10 ²
10 ⁻³	1	10 ³	61.024	3.532×10 ⁻²	0.264	0.220
10 ⁻⁶	10 ⁻³	1	6.102×10 ⁻²	3.532×10 ⁻⁵	2.642×10 ⁻⁴	2.200×10 ⁻⁴
1.639×10 ⁻⁵	1.639×10 ⁻²	16.387	1	5.785×10 ⁻⁴	4.329×10 ⁻³	3.605×10 ⁻³
2.832×10 ⁻²	28.317	2.832×10 ⁴	1.728×10 ³	1	7.481	6.229
3.785×10 ⁻³	3.785	3.785×10 ³	2.310×10 ²	0.134	1	0.833
4.546×10 ⁻³	4.546	4.546×10 ³	2.775×10 ²	0.161	1.201	1

(4) 质量单位换算(表 1-11)

表 1-11 质量单位换算

千克 (kg)	克 (g)	毫克 (mg)	吨 (t)	英吨 (l. t.)	美吨 (s. t.)	磅 (lb)
1 000			1	0.984 2	1.102 3	2 204.6
1	1 000		0.001			2.204 6
0.001	1	1 000				
1 016.05			1.016 1	1	1.12	2 240
907.19			0.907 2	0.892 9	1	2 000
0.453 6	453.59					1

注：1 千克即 1 公斤。英吨又名长吨(long ton)，美吨又名短吨(short ton)。

(5) 力单位换算(表 1-12)

表 1 12 力单位换算

牛顿 (N)	千克力 (kgf)	达因 (dyn)	磅力 (lbf)	磅达 (pdl)
1	0.102	10 ⁵	0.224 8	7.233
9.806 65	1	9.806 65×10 ⁴	2.204 6	70.93
10 ⁻⁵	1.02×10 ⁻⁶	1	2.248×10 ⁻⁶	7.233×10 ⁻¹
4.448	0.453 6	4.448×10 ⁵	1	32.174
0.138 3	1.41×10 ⁻²	1.383×10 ⁴	3.108×10 ⁻²	1

(6) 压力单位换算(表 1-13)

表 1-13 压力单位换算

工程大气压 (at)	标准大气压 (atm)	千克力/毫米 ² (kgf/mm ²)	毫米水柱 (mmH ₂ O)	毫米汞柱 (mmHg)	牛顿/米 ² (N/m ²)
1	0.967 8	0.01	10 ⁴	735.6	98 067
1.033	1		103.32	760	101 325
100	96.78	1	10 ⁶	735.56	98.07×10 ⁵
0.000 1	0.967 8×10 ⁻⁴		1	0.073 6	9.807
0.001 36	0.001 32		13.6	1	133.32
1.02×10 ⁻⁵	0.99×10 ⁻⁵	1.02×10 ⁻⁷	0.102	0.007 5	1

(7) 功率单位换算(表 1-14)

表 1-14 功率单位换算

瓦 (W)	千瓦 (kW)	米制马力 (PS)	英制马力 (hp)	千克力·米/秒 (kgf·m/s)	英尺·磅力/秒 (ft·lbf/s)	千卡/秒 (kcal/s)
1	10 ⁻³	1.36×10 ⁻³	1.341×10 ⁻³	0.102	0.7376	239×10 ⁻⁶
1 000	1	1.36	1.341	102	737.6	0.239
735.5	0.735 5	1	0.986 3	75	542.5	0.175 7
745.7	0.745 7	1.014	1	76.04	550	0.178 1
9.807	9.807×10 ⁻³	13.33×10 ⁻³	13.15×10 ⁻³	1	7.233	2.342×10 ⁻³
1.356	1.356×10 ⁻³	1.843×10 ⁻³	1.82×10 ⁻³	0.138 3	1	0.324×10 ⁻³
4 186.8	4.187	5.692	5.614	426.935	308.3	1

(8) 温度换算(表 1-15)

表 1-15 温度换算

摄氏度(C)	华氏度(F)	兰氏度(R)	开尔文(K)
C	$\frac{9}{5}C + 32$	$\frac{9}{5}C + 491.67$	$C + 273.15$
$\frac{5}{9}(F - 32)$	F	$F + 459.67$	$\frac{5}{9}(F + 459.67)$
$\frac{5}{9}(^{\circ}R - 491.67)$	$^{\circ}R - 459.67$	$^{\circ}R$	$\frac{5}{9}^{\circ}R$
$K - 273.15$	$\frac{9}{5}K - 459.67$	$\frac{9}{5}K$	K

① 原文是 Rankine, 故也叫兰金度。

② 摄氏温度的标定是以水的冰点为一个参照点作为 0℃, 相对于开尔文温度上的 273.15K。开尔文温度的标定是以水的三相点为一个参照点作为 273.15K, 相对于摄氏 0.01℃(即水的三相点高于水的冰点 0.01℃)。

(9) 热导率单位换算(表1-16)

表1-16 热导率单位换算

瓦:(米·K) [W/ (m·K)]	千卡/ (米·时·°C) [kcal/ (m·h·°C)]	卡/ (厘米·秒·°C) [cal/ (cm·s·°C)]	焦耳/ (厘米·秒·°C) [J/ (cm·s·°C)]	英热单位/ (英尺·时·°F) [Btu/ (ft·h·°F)]
1.16	1	0.00278	0.0116	0.672
418.68	360	1	4.1868	242
1	0.8598	0.00239	0.01	0.578
100	85.98	0.239	1	57.8
1.73	1.49	0.00413	0.0173	1

(10) 速度单位换算(表1-17)

表1-17 速度单位换算

米/秒 (m/s)	千米/时 (km/h)	英尺/秒 (ft/s)
1	3.600	3.281
0.278	1	0.911
0.305	1.097	1

(11) 角速度单位换算(表1-18)

表1-18 角速度单位换算

弧度/秒 (rad/s)	转/分 (r/min)	转/秒 (r/s)
1	9.554	0.159
0.105	1	0.017
6.283	60	1

(三) 常用数表

1. π 的重要函数及 π 、25.4 的近似分数(1) π 的重要函数(表1-19)

表 1-19 π 的重要函数

π	3.141 593	$\frac{1}{\pi}$	0.318 310
π^2	9.869 604	$\frac{1}{\pi^2}$	0.101 321
$\sqrt{\pi}$	1.772 454	$\sqrt{\frac{1}{\pi}}$	0.564 190
$\sqrt{2\pi}$	2.506 628	$\sqrt{\frac{1}{2\pi}}$	0.398 942
$\sqrt{\frac{\pi}{2}}$	1.253 314	$\sqrt{\frac{2}{\pi}}$	0.797 885
$\sqrt[3]{\pi}$	1.461 592	$\sqrt[3]{\frac{1}{\pi}}$	0.682 784

(2) π 的近似分数(表 1-20)表 1-20 π 的近似分数

近似分数	误差	近似分数	误差
$\pi \approx 3.140\ 000\ 0 = \frac{157}{50}$	0.001 592 7	$\pi \approx 3.141\ 711\ 2 = \frac{25 \times 47}{22 \times 17}$	0.000 118 5
$\pi \approx 3.142\ 857\ 1 = \frac{22}{7}$	0.0 012 644	$\pi \approx 3.141\ 700\ 4 = \frac{8 \times 97}{13 \times 19}$	0.000 107 7
$\pi \approx 3.141\ 818\ 1 = \frac{32 \times 27}{25 \times 11}$	0.000 225 4	$\pi \approx 3.141\ 666\ 6 = \frac{13 \times 29}{4 \times 30}$	0.000 073 9
$\pi \approx 3.141\ 732\ 2 = \frac{19 \times 21}{127}$	0.000 139 5	$\pi \approx 3.141\ 592\ 9 = \frac{5 \times 71}{113}$	0.000 000 2

(3) 25.4 的近似分数(表 1-21)

表 1-21 25.4 的近似分数

近似分数	误差	近似分数	误差
$25.400\ 00 = \frac{127}{5}$	0	$25.396\ 83 = \frac{40 \times 40}{7 \times 9}$	0.003 17
$25.411\ 76 = \frac{18 \times 24}{17}$	0.01176	$25.384\ 61 = \frac{11 \times 30}{13}$	0.01539

注: ① 此数常用于英制与米制单位换算。

2. 数的平方、立方、平方根、立方根、圆周长及圆面积速查表(表 1-22)

表 1-22 数的平方、立方、平方根、立方根、圆周长及圆面积速查表

 $(n=1\sim 200; d=n/10)$

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	d	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
1	1	1	1.000 0	1.000 0	0.1	0.314	0.007 9
2	4	8	1.414 2	1.259 9	0.2	0.628	0.031 4
3	9	27	1.732 1	1.442 2	0.3	0.942	0.070 7
4	16	64	2.000 0	1.587 4	0.4	1.257	0.125 7
5	25	125	2.236 1	1.710 0	0.5	1.571	0.196 1
6	36	216	2.449 5	1.817 1	0.6	1.885	0.282 7
7	49	343	2.645 8	1.912 9	0.7	2.199	0.384 8
8	64	512	2.828 4	2.000 0	0.8	2.513	0.502 7
9	81	729	3.000 0	2.080 1	0.9	2.827	0.636 2
10	100	1 000	3.162 3	2.154 4	1.0	3.142	0.785 4
11	121	1 331	3.316 6	2.224 0	1.1	3.456	0.950 3
12	144	1 728	3.464 1	2.289 4	1.2	3.770	1.131 0
13	169	2 197	3.605 6	2.351 3	1.3	4.084	1.327 3
14	196	2 744	3.741 7	2.410 1	1.4	4.398	1.539 4
15	225	3 375	3.873 0	2.466 2	1.5	4.712	1.767 2
16	256	4 096	4.000 0	2.519 8	1.6	5.027	2.010 6
17	289	4 913	4.123 1	2.571 3	1.7	5.341	2.269 8
18	324	5 832	4.242 6	2.620 7	1.8	5.655	2.544 7
19	361	6 859	4.358 9	2.668 4	1.9	5.969	2.835 3
20	400	8 000	4.472 1	2.714 4	2.0	6.283	3.141 6
21	441	9 261	4.582 6	2.758 9	2.1	6.597	3.463 6
22	484	10 648	4.690 4	2.802 0	2.2	6.912	3.801 3
23	529	12 167	4.795 8	2.843 9	2.3	7.226	4.154 8
24	576	13 824	4.899 0	2.884 5	2.4	7.540	4.523 9
25	625	15 625	5.000 0	2.924 0	2.5	7.854	4.908 7
26	676	17 576	5.099 0	2.962 5	2.6	8.168	5.309 3
27	729	19 683	5.196 2	3.000 0	2.7	8.482	5.725 6
28	784	21 952	5.291 5	3.036 6	2.8	8.796	6.157 5
29	841	24 389	5.385 2	3.072 3	2.9	9.111	6.605 2
30	900	27 000	5.477 2	3.107 2	3.0	9.425	7.068 6
31	961	29 791	5.567 8	3.141 4	3.1	9.739	7.547 7
32	1 024	32 768	5.656 9	3.174 8	3.2	10.05	8.042 5
33	108 9	35 937	5.744 6	3.207 5	3.3	10.37	8.553 0
34	115 6	39 304	5.831 0	3.239 6	3.4	10.68	9.079 2
35	122 5	42 875	5.916 1	3.271 1	3.5	11.00	9.621 1

续表 1-22

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	d	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
36	129 6	46 656	6.000 0	3.301 9	3.6	11.31	10.179
37	136 9	50 653	6.082 8	3.332 2	3.7	11.62	10.752
38	1 444	54 872	6.1044	3.3620	3.8	11.94	11.341
39	1 521	59 319	6.245 0	3.391 2	3.9	12.25	11.946
40	1 600	64 000	6.324 6	3.420 0	4.0	12.57	12.566
41	1 681	68 921	6.403 1	3.448 2	4.1	12.88	13.203
42	1 764	74 088	6.480 7	3.476 0	4.2	13.19	13.854
43	1 849	79 507	6.557 4	3.503 4	4.3	13.51	14.522
44	1 936	85 184	6.633 2	3.530 3	4.4	13.82	15.205
45	2 025	91 125	6.708 2	3.556 9	4.5	14.14	15.904
46	2 116	97 336	6.782 3	3.583 0	4.6	14.45	16.619
47	2 209	103 823	6.855 7	3.608 8	4.7	14.77	17.349
48	2 304	110 592	6.928 2	3.634 2	4.8	15.08	18.096
49	2 401	117 649	7.000 0	3.659 3	4.9	15.39	18.857
50	2 500	125 000	7.071 1	3.684 0	5.0	15.71	19.635
51	2 601	132 651	7.141 4	3.708 4	5.1	16.02	20.428
52	2 704	140 608	7.211 1	3.732 5	5.2	16.34	21.237
53	2 809	148 877	7.280 1	3.756 3	5.3	16.65	22.062
54	2 916	157 464	7.348 5	3.779 8	5.4	16.96	22.902
55	3 025	166 375	7.416 2	3.803 0	5.5	17.28	23.758
56	3 136	175 616	7.483 3	3.825 9	5.6	17.59	24.630
57	3 249	185 193	7.549 8	3.848 5	5.7	17.91	25.518
58	3 364	195 112	7.615 8	3.870 9	5.8	18.22	26.421
59	3 481	205 379	7.681 1	3.893 0	5.9	18.54	27.340
60	3 600	216 000	7.746 0	3.914 9	6.0	18.85	28.274
61	3 721	226 981	7.810 2	3.936 5	6.1	19.16	29.225
62	3 844	238 328	7.874 0	3.957 9	6.2	19.48	30.191
63	3 969	250 047	7.937 3	3.979 1	6.3	19.79	31.172
64	4 096	262 144	8.000 0	4.000 0	6.4	20.11	32.170
65	4 225	274 625	8.062 3	4.020 7	6.5	20.42	33.183
66	4 356	287 496	8.124 0	4.041 2	6.6	20.73	34.212
67	4 489	300 763	8.185 4	4.061 5	6.7	21.05	35.257
68	4 624	314 432	8.246 2	4.081 7	6.8	21.36	36.317
69	4 761	328 509	8.306 6	4.101 6	6.9	21.68	37.393
70	4 900	343 000	8.366 6	4.121 3	7.0	21.99	38.485
71	5 041	357 911	8.426 1	4.140 8	7.1	22.31	39.592

续表 1 22

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	d	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
72	5 184	373 248	8.485 3	4.160 2	7.2	22.62	40.715
73	5 329	389 017	8.544 0	4.179 3	7.3	22.93	41.854
74	5 476	405 224	8.602 3	4.198 3	7.4	23.25	43.008
75	5 625	421 875	8.660 3	4.217 2	7.5	23.56	44.179
76	5 776	438 976	8.717 8	4.235 8	7.6	23.88	45.365
77	5 929	456 533	8.775 0	4.254 3	7.7	24.19	46.566
78	6 084	474 572	8.831 8	4.272 7	7.8	24.50	47.784
79	6 241	493 039	8.888 2	4.290 8	7.9	24.82	49.017
80	6 400	512 000	8.944 3	4.308 9	8.0	25.13	50.266
81	6 561	531 411	9.000 0	4.326 7	8.1	25.45	51.530
82	6 724	551 368	9.055 4	4.344 5	8.2	25.76	52.810
83	6 889	571 787	9.110 4	4.362 1	8.3	26.08	54.106
84	7 056	592 704	9.165 2	4.379 5	8.4	26.39	55.418
85	7 225	614 125	9.219 5	4.396 8	8.5	26.70	56.745
86	7 396	636 056	9.273 6	4.411 0	8.6	27.02	58.088
87	7 569	658 503	9.327 4	4.431 0	8.7	27.33	59.447
88	7 744	681 472	9.380 8	4.448 0	8.8	27.65	60.821
89	7 921	704 969	9.434 0	4.464 7	8.9	27.96	62.211
90	8 100	729 000	9.486 8	4.481 1	9.0	28.27	63.617
91	8 281	753 571	9.539 1	4.497 9	9.1	28.59	65.039
92	8 464	778 688	9.591 7	4.514 4	9.2	28.90	66.476
93	8 649	804 357	9.643 7	4.530 7	9.3	29.22	67.929
94	8 836	830 584	9.695 4	4.546 8	9.4	29.53	69.398
95	9 025	857 375	9.746 8	4.562 9	9.5	29.85	70.882
96	9 216	884 736	9.798 0	4.578 9	9.6	30.16	72.382
97	9 409	912 673	9.848 9	4.594 7	9.7	30.47	73.898
98	9 604	941 192	9.899 5	4.610 4	9.8	30.79	75.430
99	9 801	970 299	9.949 9	4.626 1	9.9	31.10	76.977
100	10 000	1 000 000	10.000 0	4.641 6	10.0	31.42	78.540
101	10 201	1 030 301	10.049 9	4.657 0	10.1	31.73	80.119
102	10 404	1 061 208	10.099 5	4.672 3	10.2	32.04	81.713
103	10 609	1 092 727	10.148 9	4.687 5	10.3	32.36	83.323
104	10 816	1 124 864	10.198 0	4.702 7	10.4	32.67	84.949
105	11 025	1 157 625	10.247 0	4.717 7	10.5	32.99	86.590
106	11 236	1 191 016	10.295 6	4.732 6	10.6	33.30	88.247
107	11 449	1 225 043	10.344 1	4.747 5	10.7	33.62	89.920

续表 1-22

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	d	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
108	11 664	1 259 712	10.392 3	4.762 2	10.8	33.93	91.609
109	11 881	1 295 029	10.440 3	4.776 9	10.9	34.24	93.313
110	12 100	1 331 000	10.488 1	4.791 4	11.0	34.56	95.033
111	12 321	1 367 631	10.535 7	4.805 9	11.1	34.87	96.769
112	125 44	1 404 928	10.583 0	4.820 3	11.2	35.19	98.520
113	12 769	1 442 897	10.630 1	4.834 6	11.3	35.50	100.287
114	12 996	1 481 544	10.677 1	4.848 8	11.4	35.81	102.070
115	13 225	1 520 875	10.723 8	4.862 9	11.5	36.13	103.869
116	13 456	1 560 896	10.770 3	4.877 0	11.6	36.44	105.683
117	13 689	1 601 613	10.816 7	4.891 0	11.7	36.76	107.513
118	13 924	1 643 032	10.862 8	4.904 9	11.8	37.07	109.359
119	14 161	1 685 159	10.908 7	4.918 7	11.9	37.38	111.220
120	14 400	1 728 000	10.954 5	4.932 4	12.0	37.70	113.097
121	14 641	1 771 561	11.000 0	4.946 1	12.1	38.01	114.990
122	14 884	1 815 848	11.045 4	4.959 7	12.2	38.33	116.899
123	15 129	1 860 867	11.090 5	4.973 2	12.3	38.64	118.823
124	15 376	1 906 624	11.135 5	4.986 6	12.4	38.96	120.763
125	15 625	1 953 125	11.180 3	5.000 0	12.5	39.27	122.718
126	15 876	2 000 376	11.225 0	5.013 3	12.6	39.58	124.690
127	16 129	2 048 383	11.269 4	5.026 5	12.7	39.90	126.677
128	16 384	2 097 152	11.313 7	5.039 7	12.8	40.21	128.680
129	16 641	2 146 689	11.357 8	5.052 8	12.9	40.53	130.698
130	16 900	2 197 000	11.401 8	5.065 8	13.0	40.84	132.732
131	17 161	2 248 091	11.445 5	5.078 8	13.1	41.15	134.782
132	17 424	2 299 968	11.489 1	5.091 6	13.2	41.47	136.848
133	17 689	2 352 637	11.532 6	5.104 5	13.3	41.78	138.929
134	17 956	2 406 104	11.575 8	5.117 2	13.4	42.10	141.026
135	18 225	2 460 375	11.619 0	5.129 9	13.5	42.41	143.139
136	18 496	2 515 456	11.661 9	5.142 6	13.6	42.73	145.267
137	18 769	2 571 353	11.704 7	5.155 1	13.7	43.04	147.411
138	19 044	2 628 072	11.747 3	5.167 6	13.8	43.35	149.571
139	19 321	2 685 619	11.789 8	5.180 1	13.9	43.67	151.747
140	19 600	2 744 000	11.832 2	5.192 5	14.0	43.98	153.938
141	19 881	2 803 221	11.874 3	5.204 8	14.1	44.30	156.145
142	20 164	2 863 288	11.916 4	5.217 1	14.2	44.61	158.368
143	20 449	2 924 207	11.958 3	5.229 3	14.3	44.92	160.606

续表 1-22

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	d	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
144	20 736	2 985 984	12.000 0	5.241 5	14.4	45.24	162.860
145	21 025	3 048 625	12.041 6	5.253 6	14.5	45.55	165.130
146	21 316	3 112 136	12.083 0	5.265 6	14.6	45.87	167.415
147	21 609	3 176 523	12.124 4	5.277 6	14.7	46.18	169.717
148	21 904	3 241 792	12.165 5	5.289 6	14.8	46.50	172.034
149	22 201	3 307 949	12.206 6	5.301 5	14.9	46.81	174.366
150	22 500	3 375 000	12.247 4	5.313 3	15.0	47.12	176.715
151	22 801	3 442 951	12.288 2	5.325 1	15.1	47.44	179.079
152	23 104	3 511 808	12.328 8	5.336 8	15.2	47.75	181.458
153	23 409	3 581 577	12.369 3	5.348 5	15.3	48.07	183.854
154	23 716	3 652 264	12.409 7	5.360 1	15.4	48.38	186.265
155	24 025	3 723 875	12.449 9	5.371 7	15.5	48.69	188.692
156	24 336	3 796 416	12.490 0	5.383 2	15.6	49.01	191.13
157	24 649	3 869 893	12.530 0	5.394 7	15.7	49.32	193.59
158	24 964	3 944 312	12.569 8	5.406 1	15.8	49.64	196.07
159	25 281	4 019 679	12.609 5	5.417 5	15.9	49.95	198.56
160	25 600	4 096 000	12.649 1	5.428 8	16.0	50.27	201.06
161	25 921	4 173 281	12.688 6	5.440 1	16.1	50.58	203.58
162	26 244	4 251 528	12.727 9	5.451 4	16.2	50.89	206.12
163	26 569	4 330 747	12.767 1	5.462 6	16.3	51.21	208.67
164	26 896	4 410 944	12.806 2	5.473 7	16.4	51.52	211.24
165	27 225	4 492 125	12.845 2	5.484 8	16.5	51.84	213.82
166	27 556	4 574 296	12.884 1	5.495 9	16.6	52.15	216.42
167	27 889	4 657 463	12.922 8	5.506 9	16.7	52.46	219.04
168	28 224	4 741 632	12.961 5	5.517 8	16.8	52.78	221.67
169	28 561	4 826 809	13.000 0	5.528 8	16.9	53.09	224.32
170	28 900	4 913 000	13.038 4	5.539 7	17.0	53.41	226.98
171	29 241	5 000 211	13.076 7	5.550 5	17.1	53.72	229.66
172	29 584	5 088 448	13.114 9	5.561 3	17.2	54.04	232.35
173	29 929	5 177 717	13.152 9	5.572 1	17.3	54.35	235.06
174	30 276	5 268 024	13.190 9	5.582 8	17.4	54.66	237.79
175	30 625	5 359 375	13.228 8	5.593 4	17.5	54.98	240.53
176	30 976	5 451 776	13.266 5	5.604 1	17.6	55.29	243.28
177	31 329	5 545 233	13.304 1	5.614 7	17.7	55.61	246.06
178	31 684	5 639 752	13.341 7	5.625 2	17.8	55.92	248.85
179	32 041	5 735 339	13.379 1	5.635 7	17.9	56.23	251.65

续表 1-22

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$	d	πd	$\frac{\pi d^2}{4}$
180	32 400	5 832 000	13.416 4	5.616 2	18.0	56.55	254.47
181	32 761	5 929 741	13.453 6	5.656 7	18.1	56.86	257.30
182	33 124	6 028 568	13.490 7	5.667 1	18.2	57.18	260.16
183	33 489	6 128 487	13.527 7	5.677 4	18.3	57.49	263.02
184	33 856	6 229 504	13.564 7	5.687 7	18.4	57.81	265.90
185	34 225	6 331 625	13.601 5	5.698 0	18.5	58.12	268.80
186	34 596	6 434 856	13.638 2	5.708 3	18.6	58.43	271.72
187	34 969	6 539 203	13.674 8	5.718 5	18.7	58.75	274.65
188	35 344	6 644 672	13.711 3	5.728 7	18.8	59.06	277.59
189	35 721	6 751 269	13.747 7	5.738 8	18.9	59.38	280.55
190	36 100	6 859 000	13.784 0	5.748 9	19.0	59.69	283.53
191	36 481	6 967 871	13.820 3	5.759 0	19.1	60.00	286.52
192	36 864	7 077 888	13.856 4	5.769 0	19.2	60.32	289.53
193	37 249	7 189 057	13.892 4	5.779 0	19.3	60.63	292.55
194	37 636	7 301 384	13.928 4	5.789 0	19.4	60.95	295.59
195	38 025	7 414 875	13.964 2	5.798 9	19.5	61.26	298.65
196	38 416	7 529 536	14.000 0	5.808 8	19.6	61.58	301.72
197	38 809	7 645 373	14.035 7	5.818 6	19.7	61.89	304.81
198	39 204	7 762 392	14.071 2	5.828 5	19.8	62.20	307.91
199	39 601	7 880 599	14.106 7	5.838 3	19.9	62.52	311.03
200	40 000	8 000 000	14.142 1	5.8480	20.0	62.83	314.16

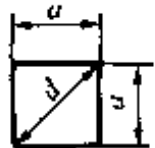
〔例〕 求直径 16.5 的圆周长及圆面积。

〔解〕 先从 d 栏中找到 16.5, 从 πd 和 $\pi d^2/4$ 两栏中, 即分别查得直径 16.5 的圆周长为 51.84 和圆面积为 213.82。

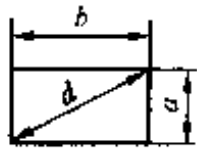
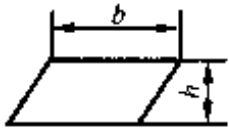
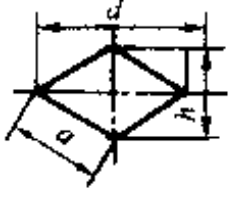
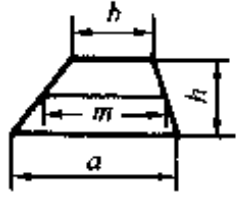
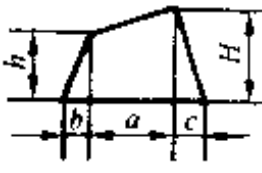
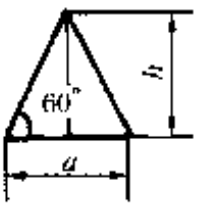
(四) 常用几何图形计算

1. 常用几何图形计算公式(表 1-23)

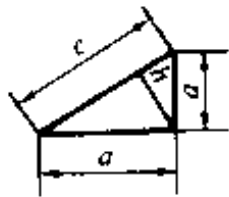
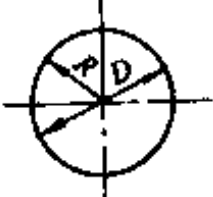
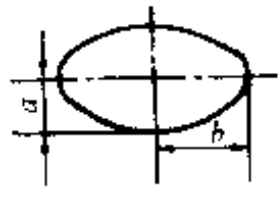
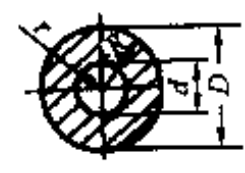
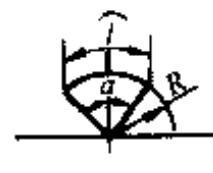
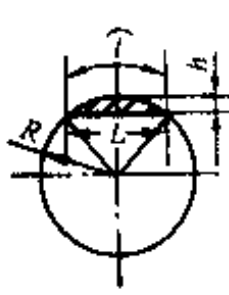
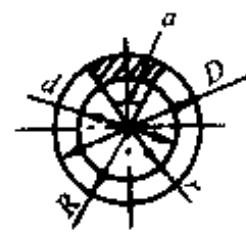
表 1 23 常用几何图形计算公式

名称	图 形	计 算 公 式
正 方 形		面积 $A = a^2$ $a = 0.707d$ $d = 1.414a$

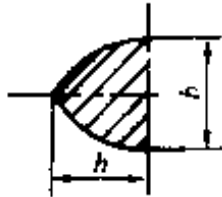
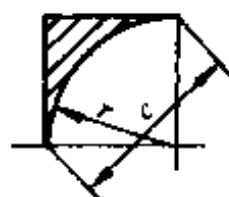
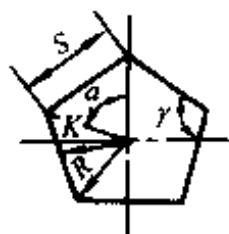
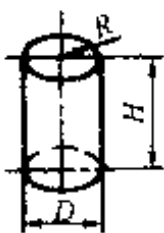
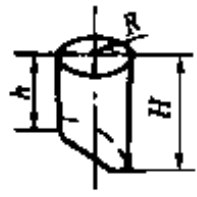
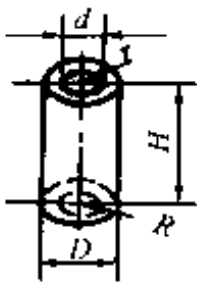
续表 1-23

名称	图 形	计 算 公 式
长 方 形		面积 $A = ab$ $d = \sqrt{a^2 + b^2}$ $a = \sqrt{d^2 - b^2}$ $b = \sqrt{d^2 - a^2}$
平 行 四 边 形		面积 $A = bh$ $h = \frac{A}{b}$ $b = \frac{A}{h}$
菱 形		面积 $A = \frac{dh}{2}$ $a = \frac{1}{2} \sqrt{d^2 + h^2}$ $h = \frac{2A}{d}$, $d = \frac{2A}{h}$
梯 形		面积 $A = \frac{a+b}{2}h$ $m = \frac{a+b}{2}$ $h = \frac{2A}{a+b}$ $a = \frac{2A}{h} - b$ $b = \frac{2A}{h} - a$
斜 梯 形		面积 $A = \frac{(H+h)a + bh + cH}{2}$
等 边 三 角 形		面积 $A = \frac{ah}{2} = 0.433a^2 = 0.578h^2$ $a = 1.155h$ $h = 0.866a$

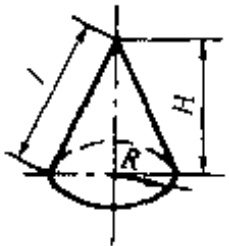
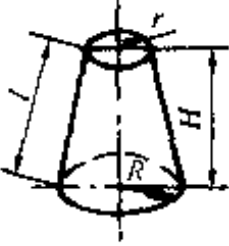
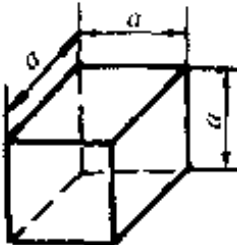
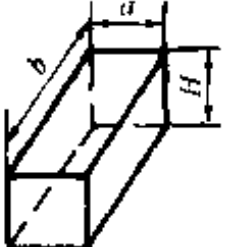
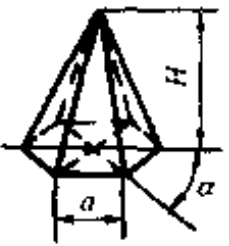
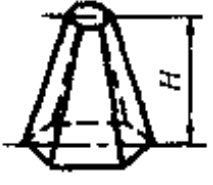
续表 1-23

名称	图 形	计 算 公 式
直角三角形		$\text{面积 } A = \frac{ab}{2}$ $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ $h = \frac{ab}{c}$
圆 形		$\text{面积 } A = \frac{1}{4}\pi D^2 = 0.7854D^2 = \pi R^2$ $\text{周长 } c = \pi D$ $D = 0.318c$
椭圆形		$\text{面积 } A = \pi ab$
圆 环 形		$\text{面积 } A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$ $= 0.785(D^2 - d^2)$ $= \pi(R^2 - r^2)$
扇 形		$\text{面积 } A = \frac{\pi R^2 \alpha}{360^\circ} = 0.008727 \alpha R^2 = \frac{Rl}{2}$ $l = \frac{\pi R \alpha}{180^\circ} = 0.01745 R \alpha$
弓 形		$\text{面积 } A = \frac{lR}{2} - \frac{L(R-h)}{2}$ $R = \frac{L^2 + 4h^2}{8h}$ $h = R - \frac{1}{2} \sqrt{4R^2 - L^2}$
局部圆环形		$\text{面积 } A = \frac{\pi \alpha}{360^\circ}(R^2 - r^2)$ $= 0.00873 \alpha (R^2 - r^2)$ $= \frac{\pi \alpha}{4 \times 360^\circ}(D^2 - d^2)$ $= 0.00218 \alpha (D^2 - d^2)$

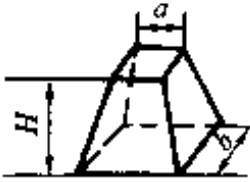
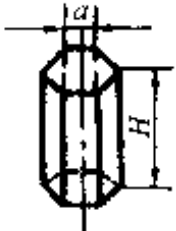

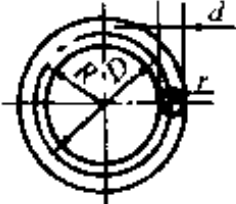
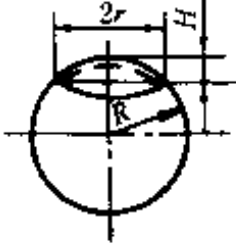
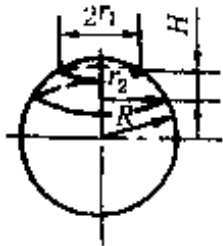
续表 1-23

名称	图 形	计 算 公 式
抛物线弓形		面积 $A = \frac{2}{3}bh$
角 橡		面积 $A = r^2 \frac{\pi c^2}{4}$ $= 0.215r^2 = 0.1075c^2$
正多边形		面积 $A = \frac{SK}{2}n = \frac{1}{2}nSR \cos \frac{\alpha}{2}$ 圆心角 $\alpha = \frac{360^\circ}{n}$ 内角 $r = 180^\circ - \frac{360^\circ}{n}$ 式中: S——正多边形边长 n——正多边形边数
圆 柱 体		体积 $V = \pi R^2 H = \frac{1}{4} \pi D^2 H$ 侧表面积 $A_0 = 2\pi R H$
斜底圆柱体		体积 $V = \pi R^2 \frac{H+h}{2}$ 侧表面积 $A_0 = \pi R(H+h)$
空 心 圆 柱 体		体积 $V = \pi H(R^2 - r^2)$ $= \frac{1}{4} \pi H(D^2 - d^2)$ 侧表面积 $A_0 = 2\pi H(R+r)$

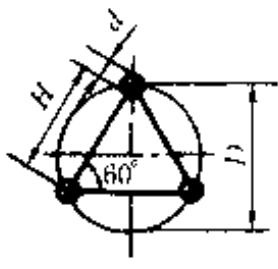
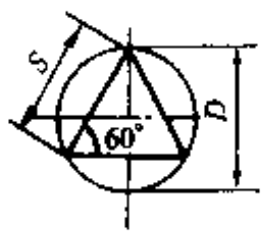
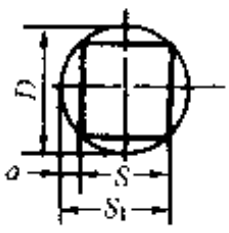
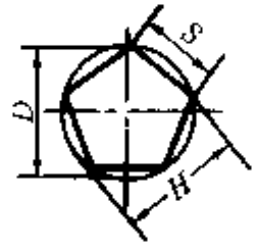
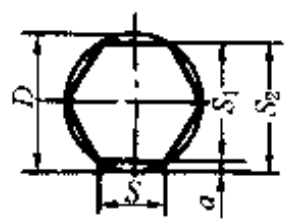
续表 1 23

名称	图 形	计 算 公 式
圆锥体		体积 $V = \frac{1}{3} \pi R H$ 侧表面积 $A = \pi R l = \pi R \sqrt{R^2 + H^2}$ 母线 $l = \sqrt{R^2 + H^2}$
截顶圆锥体		体积 $V = (R^2 + r^2 + Rr) \times \frac{\pi H}{3}$ 侧表面积 $A_s = \pi l (R + r)$ 母线 $l = \sqrt{H^2 + (R - r)^2}$
正方体		体积 $V = a^3$
长方体		体积 $V = abH$
角锥体		体积 $V = \frac{1}{3} H \times \text{底面积}$ $= \frac{na^2 H}{12} \cot \frac{\alpha}{2}$ 式中: n --- 正多边形边数 $\alpha = \frac{360^\circ}{n}$
截顶角锥体		体积 $V = \frac{1}{3} H (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 A_2})$ 式中: A_1 --- 顶面积 A_2 --- 底面积

续表 1-23

名称	图 形	计 算 公 式
正 方 锥 体		体积 $V = \frac{1}{3}H(a^2 + b^2 + ab)$
正 六 角 体		体积 $V = 2.598a^2H$
球 体		体积 $V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{1}{6}\pi D^3$ 表面积 $A_0 = 12.57R^2 = 3.142D^2$
圆 球 环 体		体积 $V = 2\pi^2Rr^2 - 19.739Rr^3$ $- \frac{1}{4}\pi^2Dd^2 - 2.167Dd^3$ 表面积 $A_0 = 4\pi^2Rr - 39.48Rr$
截 球 体		体积 $V = \frac{1}{6}\pi H(3r^2 + H^2)$ $= \pi H^2(R - \frac{H}{3})$ 侧表面积 $A_0 = 2\pi RH$
球 台 体		体积 $V = \frac{1}{6}\pi H[3(r_1^2 + r_2^2) + H^2]$ 侧表面积 $A_0 = 2\pi RH$

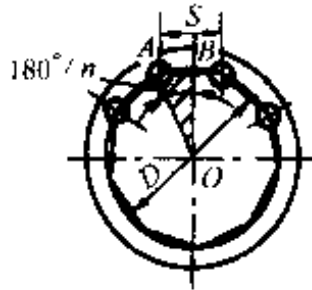
续表 1 23

名称	图 形	计 算 公 式
内接 三 角形		$D = (H \cdot d) 1.155$ $H = \frac{D - 1.155d}{1.155}$
		$D = 1.154S$ $S = 0.866D$
内接 四 边 形		$D = 1.414S$ $S = 0.707D$ $S_1 = 0.851D$ $a = 0.147D = \frac{D - S}{2}$
内接 五 边 形		$D = 1.701S$ $S = 0.588D$ $H = 0.951D = 1.618S$
内接 六 边 形		$D = 2S = 1.155S_1$ $S = \frac{1}{2}D$ $S_1 = 0.866D$ $S_2 = 0.933D$ $a = 0.067D = \frac{D - S_1}{2}$

2. 圆的几何图形计算

(1) 圆周等分系数表(表 1-24)

表 1-24 圆周等分系数表



$$S = D \sin \frac{180^\circ}{n} = DK$$

$$K = \sin \frac{180^\circ}{n}$$

式中: n --- 等分数

K --- 圆周等分系数(查表)

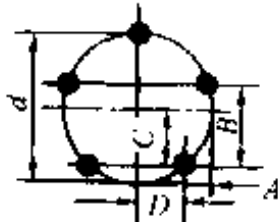
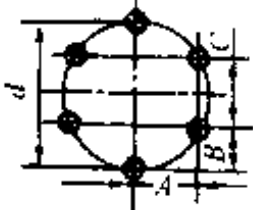

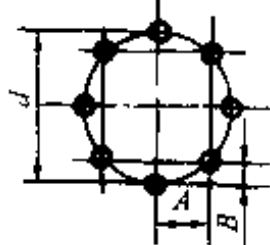
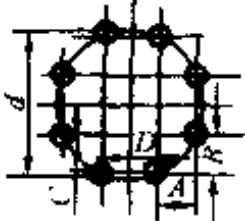
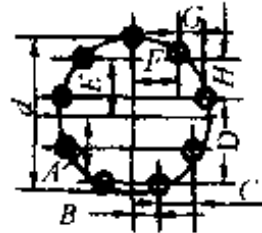
n	K	n	K	n	K
3	0.866 03	21	0.119 04	39	0.080 167
4	0.707 11	22	0.142 31	40	0.078 460
5	0.587 79	23	0.136 17	41	0.076 549
6	0.500 00	24	0.130 53	42	0.074 730
7	0.433 88	25	0.125 33	43	0.072 995
8	0.382 68	26	0.120 54	44	0.071 339
9	0.342 02	27	0.116 09	45	0.069 757
10	0.309 02	28	0.111 96	46	0.068 242
11	0.281 73	29	0.108 12	47	0.066 793
12	0.258 82	30	0.104 53	48	0.065 403
13	0.239 32	31	0.101 17	49	0.064 070
14	0.222 52	32	0.098 017	50	0.062 791
15	0.207 91	33	0.095 056		
16	0.195 09	34	0.092 268		
17	0.183 75	35	0.089 640		
18	0.173 65	36	0.087 156		
19	0.164 59	37	0.084 806		
20	0.156 43	38	0.082 579		

(2) 圆周等分孔的坐标尺寸计算(表 1-25)

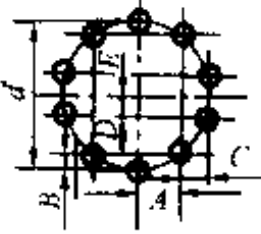

表 1-25 圆周等分孔的坐标尺寸计算

等分孔数	图 形	计算公式
三 等 分 孔		$A = 0.250 00d$ $B = 0.433 01d$ $C = 0.866 03d$ d --- 节圆直径

续表 1-25

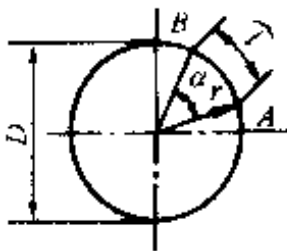
等分孔数	图 形	计算公式
五等分孔		$A=0.18164d$ $B=0.55902d$ $C=0.40451d$ $D=0.29389d$
六等分孔		$A=0.13301d$ $B=0.25000d$ $C=0.50000d$
七等分孔		$A=0.27052d$ $B=0.33922d$ $C=0.45040d$ $D=0.21694d$ $E=0.31177d$ $F=0.39092d$
八等分孔		$A=0.35355d$ $B=0.14615d$
		$A=0.27059d$ $B=0.27059d$ $C=0.46194d$ $D=0.19134d$
九等分孔		$A=0.46985d$ $B=0.17101d$ $C=0.26201d$ $D=0.21985d$ $E=0.38302d$ $F=0.32139d$ $G=0.17101d$ $H=0.29620d$

续表 1-25

等分孔数	图 形	计算公式
十 等 分 孔		$A=0.29389d$ $B=0.09549d$ $C=0.18164d$ $D=0.25000d$ $E=0.15451d$
十二 等 分 孔		$A=0.22115d$ $B=0.12911d$ $C=0.18296d$ $D=0.12911d$ $E=0.25882d$

(3) 圆弧长度计算表(表 1-26)

表 1 26 圆弧长度计算表



AB 弧长 $l = r \times \text{弧度数}$

或 $l = 0.017453ra = 0.008727Da$

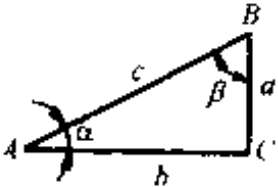
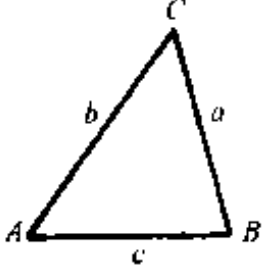
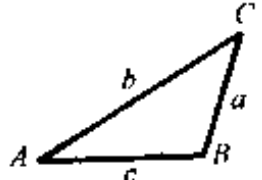
式中 a 单位为 ($^\circ$)

角 度	弧 度(rad)	角 度	弧 度(rad)	角 度	弧 度(rad)
1"	0.000005	6'	0.001715	20°	0.349066
2"	0.000010	7'	0.002036	30°	0.523599
3"	0.000015	8'	0.002327	40°	0.698132
4"	0.000019	9'	0.002618	50°	0.872665
5"	0.000024	10'	0.002909	60°	1.047198
6"	0.000029	20'	0.005818	70°	1.221730
7"	0.000034	30'	0.008727	80°	1.396263
8"	0.000039	40'	0.011636	90°	1.570796
9"	0.000044	50'	0.014544	100°	1.745329
10"	0.000048	1°	0.017453	120°	2.094395
20"	0.000097	2°	0.034907	150°	2.617994
30"	0.000145	3°	0.052360	180°	3.141593
40"	0.000194	4'	0.069813	200°	3.490650
50"	0.000242	5°	0.087266	250°	4.363323
1'	0.000291	6°	0.104720	270°	4.712389
2'	0.000582	7°	0.122173	300°	5.235988
3'	0.000873	8°	0.139626	360°	6.283185
4'	0.001164	9°	0.157080	$1\text{rad} = 57^\circ 17' 44.8''$	
5'	0.001454	10°	0.174533		

(五) 常用三角计算

1. 计算公式(表1-27)

表 1-27 计算公式

名称	图 形	计算公式
直角三角形		<p> a 的正弦 $\sin \alpha = \frac{a}{c}$ a 的余弦 $\cos \alpha = \frac{b}{c}$ a 的正切 $\tan \alpha = \frac{a}{b}$ a 的余切 $\cot \alpha = \frac{b}{a}$ a 的正割 $\sec \alpha = \frac{c}{b}$ a 的余割 $\csc \alpha = \frac{c}{a}$ $\alpha + \beta = 90^\circ$ $c^2 = a^2 + b^2$ 或 $c = \sqrt{a^2 + b^2}$; $a = \sqrt{c^2 - b^2}$ $b = \sqrt{c^2 - a^2}$ 余角函数: $\sin(90^\circ - \alpha) = \cos \alpha$ $\cos(90^\circ - \alpha) = \sin \alpha$ $\tan(90^\circ - \alpha) = \cot \alpha$ $\cot(90^\circ - \alpha) = \tan \alpha$ </p> <p>反三角函数: 当 $x = \sin \alpha$ 反函数为 $\alpha = \arcsin x$ $x = \cos \alpha$ 反函数为 $\alpha = \arccos x$ $x = \tan \alpha$ 反函数为 $\alpha = \arctan x$ $x = \cot \alpha$ 反函数为 $\alpha = \text{arccot} x$ </p>
锐角三角形		<p> 正弦定理: $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$ 余弦定理: $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$ 即: $\cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$ $b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos B$ 即: $\cos B = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac}$ </p>
钝角三角形		<p> $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$ 即: $\cos C = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}$ </p>

〔例〕 如图 1-1, 一个箱体两孔中心横向距离 $a=90\text{mm}$, 纵向距离 $b=70\text{mm}$, 求两孔的中心距 c ?

〔解〕 用公式 $c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{90^2 + 70^2} = \sqrt{13000}$

查平方根表 $\sqrt{1.3} = 1.140$

$$\sqrt{13000} = 114.0$$

所以两孔中心距 $c = 114\text{mm}$ 。

2. 30° 、 45° 、 60° 的三角函数值 (表 1-28)

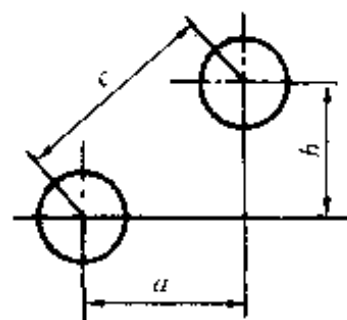
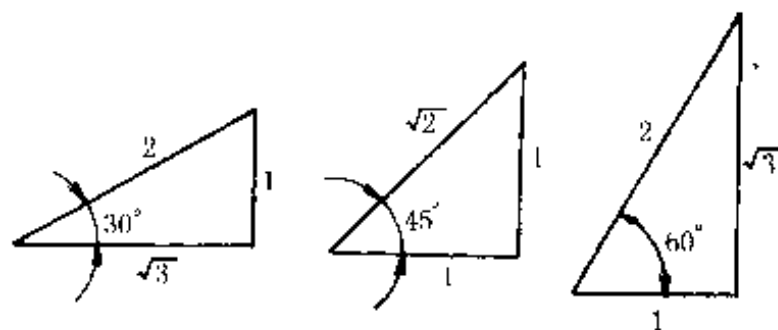


图 1-1

表 1-28 30° 、 45° 、 60° 的三角函数值



函数	30°	45°	60°
sin	$\frac{1}{2} = 0.5$	$\frac{1}{\sqrt{2}} = 0.70711$	$\frac{\sqrt{3}}{2} = 0.86603$
cos	$\frac{\sqrt{3}}{2} = 0.86603$	$\frac{1}{\sqrt{2}} = 0.70711$	$\frac{1}{2} = 0.5$
tan	$\frac{1}{\sqrt{3}} = 0.57735$	1	$\sqrt{3} = 1.73205$
cot	$\sqrt{3} = 1.73205$	1	$\frac{1}{\sqrt{3}} = 0.57735$

3. 三角函数表 (表 1-29)

表 1-29 三角函数表

0°

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
$0'$	0.000 00	1.000 0	0.000 00	∞	$60'$
$4'$	0.001 16	0.999 9	0.001 16	859.44	$56'$
$8'$	0.002 33	0.999 9	0.002 33	429.72	$52'$
$12'$	0.003 49	0.999 99	0.003 49	286.48	$48'$
$16'$	0.004 65	0.999 99	0.004 65	214.86	$44'$
$20'$	0.005 82	0.999 98	0.005 82	171.89	$40'$

0°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
24'	0.006 98	0.999 98	0.006 98	143.24	36'
28'	0.008 14	0.999 97	0.008 15	122.77	32'
32'	0.009 31	0.999 96	0.009 31	107.43	28'
36'	0.010 47	0.999 95	0.010 47	95.489	24'
40'	0.011 64	0.999 93	0.011 64	85.940	20'
44'	0.012 80	0.999 92	0.012 80	78.126	16'
48'	0.013 96	0.999 90	0.013 96	71.615	12'
52'	0.015 13	0.999 89	0.015 13	66.105	8'
56'	0.016 29	0.999 87	0.016 29	61.383	4'
60'	0.017 45	0.999 85	0.017 46	57.290	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

89°

1'

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.017 45	0.999 85	0.017 46	57.290	60'
4'	0.018 62	0.999 83	0.018 62	53.709	56'
8'	0.019 78	0.999 80	0.019 78	50.549	52'
12'	0.020 94	0.999 78	0.020 95	47.740	48'
16'	0.022 11	0.999 76	0.022 11	45.226	44'
20'	0.023 27	0.999 73	0.023 28	42.964	40'
24'	0.024 43	0.999 70	0.024 44	40.917	36'
28'	0.025 60	0.999 67	0.025 60	39.057	32'
32'	0.026 76	0.999 64	0.026 77	37.358	28'
36'	0.027 92	0.999 61	0.027 93	35.801	24'
40'	0.029 08	0.999 58	0.029 10	34.368	20'
44'	0.030 25	0.999 54	0.030 26	33.045	16'
48'	0.031 41	0.999 51	0.031 43	31.821	12'
52'	0.032 57	0.999 47	0.032 59	30.683	8'
56'	0.033 74	0.999 43	0.033 76	29.624	4'
60'	0.034 90	0.999 39	0.034 92	28.636	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

88°

2°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.034 90	0.999 39	0.034 92	28.636	60'
4'	0.036 06	0.999 35	0.036 09	27.712	56'
8'	0.037 23	0.999 31	0.037 25	26.845	52'
12'	0.038 39	0.999 26	0.038 42	26.031	48'
16	0.039 55	0.999 22	0.039 58	25.264	44'
20'	0.040 71	0.999 17	0.040 75	24.542	40'
24'	0.041 88	0.999 12	0.041 91	23.859	36'
28'	0.043 04	0.999 07	0.043 08	23.214	32'
32'	0.044 20	0.999 02	0.044 24	22.602	28'
36'	0.045 36	0.998 97	0.045 41	22.022	24'
40'	0.046 53	0.998 92	0.046 58	21.470	20'
44'	0.047 69	0.998 86	0.047 74	20.946	16'
48'	0.048 85	0.998 81	0.048 91	20.446	12'
52'	0.050 01	0.998 75	0.050 07	19.970	8'
56'	0.051 17	0.998 69	0.051 21	19.516	4'
60'	0.052 34	0.998 63	0.052 41	19.081	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

87°

3°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.052 34	0.998 63	0.052 41	19.081	60'
4'	0.053 50	0.998 57	0.053 57	18.666	56'
8'	0.054 66	0.998 51	0.054 74	18.268	52'
12'	0.055 82	0.998 44	0.055 91	17.886	48'
16'	0.056 98	0.998 38	0.057 08	17.521	44'
20'	0.058 14	0.998 31	0.058 24	17.169	40'
24'	0.059 31	0.998 24	0.059 41	16.832	36'
28'	0.060 47	0.998 17	0.060 58	16.507	32'
32'	0.061 63	0.998 10	0.061 75	16.195	28'
36'	0.062 79	0.998 03	0.062 91	15.895	24'
40'	0.063 95	0.997 95	0.064 08	15.605	20'
44'	0.065 11	0.997 88	0.065 25	15.325	16'
48'	0.066 27	0.997 80	0.066 42	15.056	12'
52'	0.067 43	0.997 72	0.067 59	14.795	8'
56'	0.068 60	0.997 64	0.068 76	14.544	4'
60'	0.069 76	0.997 56	0.069 93	14.301	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

86°

4°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.069 76	0.997 36	0.069 93	14.301	60'
4'	0.070 92	0.997 18	0.071 10	14.065	56'
8'	0.072 08	0.997 10	0.072 27	13.838	52'
12'	0.073 24	0.997 31	0.073 44	13.617	48'
16'	0.074 40	0.997 23	0.074 61	13.404	44'
20'	0.075 56	0.997 14	0.075 78	13.197	40'
24'	0.076 72	0.997 05	0.076 95	12.996	36'
28'	0.077 88	0.996 96	0.078 12	12.801	32'
32'	0.079 01	0.996 87	0.079 29	12.612	28'
36'	0.080 20	0.996 78	0.080 46	12.429	24'
40'	0.081 36	0.996 68	0.081 63	12.251	20'
44'	0.082 52	0.996 59	0.082 80	12.077	16'
48'	0.083 68	0.996 49	0.083 97	11.909	12'
52'	0.084 81	0.996 39	0.085 14	11.745	8'
56'	0.086 00	0.996 30	0.086 32	11.585	4'
60'	0.087 16	0.996 19	0.087 49	11.430	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

85°

5°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.087 16	0.996 19	0.087 49	11.130	60'
4'	0.088 31	0.996 09	0.088 66	11.279	56'
8'	0.089 47	0.995 99	0.089 83	11.132	52'
12'	0.090 63	0.995 88	0.091 01	10.988	48'
16'	0.091 79	0.995 78	0.092 18	10.848	44'
20'	0.092 95	0.995 67	0.093 35	10.712	40'
24'	0.094 11	0.995 56	0.094 53	10.579	36'
28'	0.095 27	0.995 45	0.095 70	10.449	32'
32'	0.096 42	0.995 34	0.096 88	10.322	28'
36'	0.097 58	0.995 23	0.098 05	10.199	24'
40'	0.098 74	0.995 11	0.099 23	10.078	20'
44'	0.099 90	0.995 00	0.100 40	9.960 1	16'
48'	0.101 06	0.994 88	0.101 58	9.844 8	12'
52'	0.102 21	0.994 76	0.102 75	9.732 2	8'
56'	0.103 37	0.994 64	0.103 93	9.622 0	4'
60'	0.104 53	0.994 52	0.105 10	9.514 4	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

84°

6°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.104 53	0.994 52	0.105 10	9.514 4	60'
1'	0.105 69	0.994 40	0.106 28	9.409 0	56'
8'	0.106 84	0.994 28	0.107 46	9.306 0	52'
12'	0.108 00	0.994 15	0.108 63	9.205 1	48'
16'	0.109 16	0.994 02	0.109 81	9.106 5	44'
20'	0.110 31	0.993 90	0.110 99	9.009 8	40'
24'	0.111 47	0.993 77	0.112 17	8.915 2	36'
28'	0.112 63	0.993 64	0.113 35	8.822 5	32'
32'	0.113 78	0.993 51	0.114 52	8.731 7	28'
36'	0.114 94	0.993 37	0.115 70	8.642 7	24'
40'	0.116 09	0.993 24	0.116 88	8.555 5	20'
44'	0.117 25	0.993 10	0.118 06	8.470 1	16'
48'	0.118 40	0.992 97	0.119 24	8.386 3	12'
52'	0.119 56	0.992 83	0.120 42	8.304 1	8'
56'	0.120 71	0.992 69	0.121 60	8.223 4	4'
60'	0.121 87	0.992 55	0.122 78	8.144 3	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

83°

7°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.121 87	0.992 55	0.122 78	8.144 3	60'
4'	0.123 02	0.992 40	0.123 97	8.066 7	56'
8'	0.124 18	0.992 26	0.125 15	7.990 6	52'
12'	0.125 33	0.992 11	0.126 33	7.915 8	48'
16'	0.126 49	0.991 97	0.127 51	7.842 4	44'
20'	0.127 64	0.991 82	0.128 69	7.770 4	40'
24'	0.128 80	0.991 67	0.129 88	7.699 6	36'
28'	0.129 95	0.991 52	0.131 06	7.630 1	32'
32'	0.131 10	0.991 37	0.132 24	7.561 8	28'
36'	0.132 26	0.991 22	0.133 43	7.494 7	24'
40'	0.133 41	0.991 06	0.134 61	7.428 7	20'
44'	0.134 56	0.990 91	0.135 80	7.363 9	16'
48'	0.135 72	0.990 75	0.136 98	7.300 2	12'
52'	0.136 87	0.990 59	0.138 17	7.237 5	8'
56'	0.138 02	0.990 43	0.139 35	7.175 9	4'
60'	0.139 17	0.990 27	0.140 54	7.115 4	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

82°

8°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.139 17	0.990 27	0.110 54	7.115 4	60'
4'	0.140 33	0.990 11	0.111 73	7.055 8	56'
8'	0.141 48	0.989 94	0.112 91	6.997 2	52'
12'	0.142 63	0.989 78	0.114 10	6.939 5	48'
16'	0.143 78	0.989 61	0.115 29	6.882 8	44'
20'	0.144 93	0.989 44	0.116 48	6.826 9	40'
24'	0.146 08	0.989 27	0.117 67	6.772 0	36'
28'	0.147 23	0.989 10	0.118 86	6.717 9	32'
32'	0.148 38	0.988 93	0.120 05	6.664 6	28'
36'	0.149 54	0.988 76	0.121 24	6.612 2	24'
40'	0.150 69	0.988 58	0.122 43	6.560 6	20'
44'	0.151 84	0.988 41	0.123 62	6.509 7	16'
48'	0.152 99	0.988 23	0.124 81	6.459 6	12'
52'	0.154 14	0.988 05	0.126 00	6.410 3	8'
56'	0.155 29	0.987 87	0.127 19	6.361 7	4'
60'	0.156 43	0.987 69	0.128 38	6.313 8	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

81°

9°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.156 43	0.987 69	0.158 38	6.313 8	60'
4'	0.157 58	0.987 51	0.159 58	6.266 6	56'
8'	0.158 73	0.987 32	0.160 77	6.220 0	52'
12'	0.159 88	0.987 14	0.161 96	6.174 2	48'
16'	0.161 03	0.986 95	0.163 16	6.129 0	44'
20'	0.162 18	0.986 76	0.164 35	6.084 1	40'
24'	0.163 33	0.986 57	0.165 55	6.040 5	36'
28'	0.164 47	0.986 38	0.166 74	5.997 2	32'
32'	0.165 62	0.986 19	0.167 94	5.954 5	28'
36'	0.166 77	0.986 00	0.169 14	5.912 4	24'
40'	0.167 92	0.985 80	0.170 33	5.870 8	20'
44'	0.169 06	0.985 61	0.171 53	5.829 8	16'
48'	0.170 21	0.985 41	0.172 73	5.789 4	12'
52'	0.171 36	0.985 21	0.173 93	5.749 5	8'
56'	0.172 50	0.985 01	0.175 13	5.710 1	4'
60'	0.173 65	0.984 81	0.176 33	5.671 3	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

80°

10°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.173 65	0.984 81	0.176 33	5.671 3	60'
4'	0.174 79	0.984 61	0.177 53	5.632 9	56'
8'	0.175 94	0.984 40	0.178 73	5.595 1	52'
12'	0.177 08	0.984 20	0.179 93	5.557 8	48'
16'	0.178 23	0.983 99	0.181 13	5.520 9	44'
20'	0.179 37	0.983 78	0.182 33	5.484 5	40'
24'	0.180 52	0.983 57	0.183 53	5.448 6	36'
28'	0.181 66	0.983 36	0.184 71	5.413 1	32'
32'	0.182 81	0.983 15	0.185 94	5.378 1	28'
36'	0.183 95	0.982 94	0.187 14	5.343 5	24'
40'	0.185 09	0.982 72	0.188 35	5.309 3	20'
44'	0.186 24	0.982 50	0.189 55	5.275 5	16'
48'	0.187 38	0.982 29	0.190 76	5.242 2	12'
52'	0.188 52	0.982 07	0.191 97	5.209 2	8'
56'	0.189 67	0.981 85	0.193 17	5.176 7	4'
60'	0.190 81	0.981 63	0.194 38	5.144 6	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

79°

11'

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.190 81	0.981 63	0.194 38	5.144 6	60'
4'	0.191 95	0.981 40	0.195 59	5.112 8	56'
8'	0.193 09	0.981 18	0.196 80	5.081 4	52'
12'	0.194 23	0.980 96	0.198 01	5.050 4	48'
16'	0.195 38	0.980 73	0.199 21	5.019 7	44'
20'	0.196 52	0.980 50	0.200 42	4.989 4	40'
24'	0.197 66	0.980 27	0.201 64	4.959 4	36'
28'	0.198 80	0.980 04	0.202 85	4.929 8	32'
32'	0.199 94	0.979 81	0.204 06	4.900 6	28'
36'	0.201 08	0.979 58	0.205 27	4.871 6	24'
40'	0.202 22	0.979 34	0.206 48	4.843 0	20'
44'	0.203 36	0.979 10	0.207 70	4.814 7	16'
48'	0.204 50	0.978 87	0.208 91	4.786 7	12'
52'	0.205 63	0.978 63	0.210 13	4.759 1	8'
56'	0.206 77	0.978 39	0.211 34	4.731 7	4'
60'	0.207 91	0.978 15	0.212 56	4.704 6	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

78°

12°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.207 91	0.978 15	0.212 56	4.704 6	60'
4'	0.209 05	0.977 91	0.213 77	4.677 9	56'
8'	0.210 19	0.977 66	0.214 99	4.651 4	52'
12'	0.211 32	0.977 42	0.216 21	4.625 2	48'
16'	0.212 46	0.977 17	0.217 43	4.599 3	44'
20'	0.213 60	0.976 92	0.218 61	4.573 6	40'
24'	0.214 74	0.976 67	0.219 86	4.548 3	36'
28'	0.215 87	0.976 42	0.221 08	4.523 2	32'
32'	0.217 01	0.976 17	0.222 31	4.498 3	28'
36'	0.21 814	0.975 92	0.223 53	4.473 7	24'
40'	0.219 28	0.975 66	0.224 75	4.449 4	20'
44'	0.220 41	0.975 41	0.225 97	4.425 3	16'
48'	0.221 55	0.975 15	0.227 19	4.401 5	12'
52'	0.222 68	0.974 89	0.228 42	4.377 9	8'
56'	0.223 82	0.974 63	0.229 61	4.354 6	4'
60'	0.224 95	0.974 37	0.230 87	4.331 5	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

77°

13°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.224 95	0.974 37	0.230 87	4.331 5	60'
4'	0.262 08	0.974 11	0.232 09	4.308 6	56'
8'	0.227 22	0.973 84	0.233 32	4.285 9	52'
12'	0.228 35	0.973 58	0.234 55	4.263 5	48'
16'	0.229 48	0.973 31	0.235 77	4.241 3	44'
20'	0.230 62	0.973 04	0.237 00	4.219 3	40'
24'	0.231 75	0.972 78	0.238 23	4.197 6	36'
28'	0.232 88	0.972 51	0.239 46	4.176 0	32'
32'	0.234 01	0.972 23	0.240 69	4.154 7	28'
36'	0.235 14	0.971 96	0.241 93	4.133 5	24'
40'	0.236 27	0.971 69	0.243 16	4.112 6	20'
44'	0.237 40	0.971 41	0.244 39	4.091 8	16'
48'	0.238 53	0.971 13	0.245 62	4.071 3	12'
52'	0.239 66	0.970 86	0.246 86	4.050 9	8'
56'	0.240 79	0.970 58	0.248 09	4.030 8	4'
60'	0.241 92	0.970 30	0.249 33	4.010 8	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

76°

14°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.241 92	0.970 30	0.249 33	4.010 8	60'
1'	0.243 05	0.970 01	0.250 56	3.991 0	56'
8'	0.244 18	0.969 73	0.251 80	3.971 1	52'
12'	0.245 31	0.969 45	0.253 04	3.952 0	48'
16'	0.246 44	0.969 16	0.254 28	3.932 7	44'
20'	0.247 56	0.968 87	0.255 52	3.913 6	40'
24'	0.248 69	0.968 58	0.256 76	3.894 7	36'
28'	0.249 82	0.968 29	0.258 00	3.876 0	32'
32'	0.250 94	0.968 00	0.259 24	3.857 5	28'
36'	0.252 07	0.967 71	0.260 48	3.839 1	24'
40'	0.253 20	0.967 42	0.261 72	3.820 8	20'
44'	0.254 32	0.967 12	0.262 97	3.802 8	16'
48'	0.255 45	0.966 82	0.264 21	3.784 8	12'
52'	0.256 57	0.966 53	0.265 46	3.767 1	8'
56'	0.257 69	0.966 23	0.266 70	3.749 5	4'
60'	0.258 82	0.965 93	0.267 95	3.732 1	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

75°

15°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.258 82	0.965 93	0.267 95	3.732 1	60'
4'	0.259 94	0.965 62	0.269 20	3.714 8	56'
8'	0.261 07	0.965 32	0.270 44	3.697 6	52'
12'	0.262 19	0.965 02	0.271 69	3.680 6	48'
16'	0.263 31	0.964 71	0.272 94	3.663 8	44'
20'	0.264 43	0.964 40	0.274 19	3.647 0	40'
24'	0.265 56	0.964 10	0.275 45	3.630 5	36'
28'	0.266 68	0.963 79	0.276 70	3.614 0	32'
32'	0.267 80	0.963 47	0.277 95	3.597 8	28'
36'	0.268 92	0.963 16	0.279 21	3.581 6	24'
40'	0.270 04	0.962 85	0.280 46	3.565 6	20'
44'	0.271 16	0.962 53	0.281 72	3.549 7	16'
48'	0.272 28	0.962 22	0.282 97	3.533 9	12'
52'	0.273 40	0.961 90	0.284 23	3.518 3	8'
56'	0.274 52	0.961 58	0.285 49	3.502 8	4'
60'	0.275 64	0.961 26	0.286 75	3.487 4	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

74°

16°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.275 64	0.961 26	0.286 75	3.487 4	60'
4'	0.276 76	0.960 94	0.288 01	3.472 2	56'
8'	0.277 87	0.960 62	0.289 27	3.457 0	52'
12'	0.278 99	0.960 29	0.290 53	3.442 0	48'
16'	0.280 11	0.959 97	0.291 79	3.427 1	44'
20'	0.281 23	0.959 64	0.293 05	3.412 4	40'
24'	0.282 34	0.959 31	0.294 32	3.397 7	36'
28'	0.283 46	0.958 98	0.295 58	3.383 2	32'
32'	0.284 57	0.958 65	0.296 85	3.368 7	28'
36'	0.285 69	0.958 32	0.298 11	3.354 4	24'
40'	0.286 80	0.957 99	0.299 38	3.340 2	20'
44'	0.287 92	0.957 66	0.300 65	3.326 1	16'
48'	0.289 03	0.957 32	0.301 92	0.312 2	12'
52'	0.290 15	0.956 98	0.303 19	3.298 3	8'
56'	0.291 26	0.956 64	0.304 46	3.284 5	4'
60'	0.292 37	0.956 30	0.305 73	3.270 9	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

73°

17°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.292 37	0.956 30	0.305 73	3.270 9	60'
4'	0.293 48	0.955 96	0.307 00	3.257 3	56'
8'	0.294 60	0.955 62	0.308 28	3.245 8	52'
12'	0.295 71	0.955 28	0.309 55	3.230 5	48'
16'	0.296 82	0.954 93	0.310 83	3.217 2	44'
20'	0.297 93	0.954 59	0.312 10	3.204 1	40'
24'	0.299 04	0.954 24	0.313 38	3.191 0	36'
28'	0.300 15	0.953 89	0.314 66	3.178 0	32'
32'	0.301 26	0.953 54	0.315 94	3.165 2	28'
36'	0.302 37	0.953 19	0.317 22	3.152 4	24'
40'	0.303 48	0.952 84	0.318 50	3.139 7	20'
44'	0.304 59	0.952 48	0.319 78	3.127 1	16'
48'	0.305 70	0.952 13	0.321 06	3.114 6	12'
52'	0.306 80	0.951 77	0.322 35	3.102 2	8'
56'	0.307 91	0.951 42	0.323 63	3.089 9	4'
60'	0.309 02	0.951 06	0.324 92	3.077 7	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

72°

18°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.309 02	0.951 06	0.324 92	3.077 7	60'
1'	0.310 12	0.950 70	0.326 21	3.065 5	56'
8'	0.311 23	0.950 33	0.327 49	3.053 5	52'
12'	0.312 33	0.949 97	0.328 78	3.041 5	48'
16'	0.313 44	0.949 61	0.330 07	3.029 6	44'
20'	0.314 54	0.949 24	0.331 36	3.017 8	40'
24'	0.315 65	0.948 88	0.332 66	3.006 1	36'
28'	0.316 75	0.948 51	0.333 95	2.994 5	32'
32'	0.317 86	0.948 14	0.335 24	2.982 9	28'
36'	0.318 96	0.947 77	0.336 54	2.971 4	24'
40'	0.320 06	0.947 40	0.337 83	2.960 0	20'
44'	0.321 16	0.947 02	0.339 13	2.948 7	16'
48'	0.322 26	0.946 65	0.340 43	2.937 5	12'
52'	0.323 37	0.946 27	0.341 73	2.926 3	8'
56'	0.324 47	0.945 90	0.343 03	2.915 2	4'
60'	0.325 57	0.945 52	0.344 33	2.904 2	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

71°

19°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.325 57	0.945 52	0.344 33	2.904 2	60'
4'	0.326 67	0.945 14	0.345 63	2.893 3	56'
8'	0.327 77	0.944 76	0.346 93	2.882 4	52'
12'	0.328 87	0.944 38	0.348 24	2.871 6	48'
16'	0.329 97	0.943 99	0.349 54	2.860 9	44'
20'	0.331 06	0.943 61	0.350 83	2.850 2	40'
24'	0.332 16	0.943 22	0.352 16	2.839 6	36'
28'	0.333 26	0.942 81	0.353 46	2.829 1	32'
32'	0.334 36	0.942 45	0.354 77	2.818 7	28'
36'	0.335 45	0.942 06	0.356 08	2.808 3	24'
40'	0.336 55	0.941 67	0.357 40	2.798 0	20'
44'	0.337 64	0.941 27	0.358 71	2.787 8	16'
48'	0.338 74	0.940 88	0.360 02	2.777 6	12'
52'	0.339 83	0.940 49	0.361 34	2.767 5	8'
56'	0.340 93	0.940 09	0.362 65	2.757 5	4'
60'	0.342 02	0.939 69	0.363 97	2.747 5	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

70°

20°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.342 02	0.939 69	0.363 97	2.717 5	60'
4'	0.343 11	0.939 29	0.365 29	2.737 6	56'
8'	0.344 21	0.938 89	0.366 61	2.727 7	52'
12'	0.345 30	0.938 49	0.367 93	2.717 9	48'
16'	0.346 39	0.938 09	0.369 25	2.708 2	44'
20'	0.347 48	0.937 69	0.370 57	2.698 5	40'
24'	0.348 57	0.937 28	0.371 90	2.688 9	36'
28'	0.349 66	0.936 88	0.373 22	2.679 4	32'
32'	0.350 75	0.936 47	0.374 55	2.669 9	28'
36'	0.351 84	0.936 06	0.375 88	2.660 5	24'
40'	0.352 93	0.935 65	0.377 20	2.651 1	20'
44'	0.354 02	0.935 24	0.378 53	2.641 8	16'
48'	0.355 11	0.934 83	0.379 86	2.632 5	12'
52'	0.356 19	0.934 41	0.381 20	2.623 3	8'
56'	0.357 28	0.934 00	0.382 53	2.614 2	4'
60'	0.358 37	0.933 58	0.383 86	2.605 1	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

69°

21°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.358 37	0.933 58	0.383 86	2.605 1	60'
4'	0.359 45	0.933 16	0.385 20	2.596 1	56'
8'	0.360 54	0.932 74	0.386 54	2.587 1	52'
12'	0.361 62	0.932 32	0.387 87	2.578 2	48'
16'	0.362 71	0.931 90	0.389 21	2.569 3	44'
20'	0.363 79	0.931 48	0.390 55	2.560 5	40'
24'	0.364 88	0.931 06	0.391 90	2.551 7	36'
28'	0.365 96	0.930 63	0.393 24	2.543 0	32'
32'	0.367 04	0.930 20	0.394 58	2.534 3	28'
36'	0.368 12	0.929 78	0.395 93	2.525 7	24'
40'	0.369 21	0.929 35	0.397 27	2.517 2	20'
44'	0.370 29	0.928 92	0.398 62	2.508 6	16'
48'	0.371 37	0.928 49	0.399 97	2.500 2	12'
52'	0.372 45	0.928 05	0.401 32	2.491 8	8'
56'	0.373 53	0.927 62	0.402 67	2.483 4	4'
60'	0.374 61	0.927 18	0.404 03	2.475 1	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

68°

22°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.374 61	0.927 18	0.404 03	2.475 1	60'
4'	0.375 69	0.926 75	0.405 38	2.466 8	56'
8'	0.376 76	0.926 31	0.406 74	2.458 6	52'
12'	0.377 84	0.925 87	0.408 09	2.450 4	48'
16'	0.378 92	0.925 43	0.409 45	2.442 3	44'
20'	0.379 99	0.924 99	0.410 81	2.434 2	40'
24'	0.381 07	0.924 55	0.412 17	2.426 2	36'
28'	0.382 15	0.924 10	0.413 53	2.418 2	32'
32'	0.383 22	0.923 66	0.414 90	2.410 2	28'
36'	0.384 30	0.923 21	0.416 26	2.402 3	24'
40'	0.385 37	0.922 76	0.417 63	2.394 5	20'
44'	0.386 44	0.922 31	0.418 99	2.386 7	16'
48'	0.387 52	0.921 86	0.420 36	2.378 9	12'
52'	0.388 59	0.921 41	0.421 73	2.371 2	8'
56'	0.389 66	0.920 96	0.423 10	2.363 5	4'
60'	0.390 73	0.920 50	0.424 47	2.355 9	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

67°

23°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.390 73	0.920 50	0.424 47	2.355 9	60'
4'	0.391 80	0.920 03	0.425 85	2.348 3	56'
8'	0.393 87	0.919 59	0.427 22	2.340 7	52'
12'	0.393 94	0.919 14	0.428 60	2.333 2	48'
16'	0.395 01	0.918 68	0.429 98	2.325 7	44'
20'	0.396 08	0.918 22	0.431 36	2.318 3	40'
24'	0.397 15	0.917 75	0.432 74	2.310 9	36'
28'	0.398 22	0.917 29	0.434 12	2.303 5	32'
32'	0.399 28	0.916 83	0.435 50	2.296 2	28'
36'	0.400 35	0.916 35	0.436 89	2.288 9	24'
40'	0.401 41	0.915 90	0.438 28	2.281 7	20'
44'	0.402 48	0.915 43	0.439 66	2.274 5	16'
48'	0.403 55	0.914 96	0.441 05	2.267 3	12'
52'	0.404 61	0.914 49	0.442 44	2.260 2	8'
56'	0.405 67	0.914 02	0.443 84	2.253 1	4'
60'	0.406 74	0.913 55	0.445 23	2.246 0	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

66°

24°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.406 74	0.913 55	0.445 23	2.246 0	60'
4'	0.407 80	0.913 07	0.446 62	2.239 0	56'
8'	0.408 86	0.912 60	0.448 02	2.232 0	52'
12'	0.409 92	0.912 12	0.449 42	2.225 1	48'
16'	0.410 98	0.911 64	0.450 82	2.218 2	44'
20'	0.412 04	0.911 16	0.452 22	2.211 3	40'
24'	0.413 10	0.910 68	0.453 62	2.204 5	36'
28'	0.414 16	0.910 20	0.455 02	2.197 7	32'
32'	0.415 22	0.909 72	0.456 43	2.190 9	28'
36'	0.416 28	0.909 24	0.457 81	2.184 2	24'
40'	0.417 34	0.908 75	0.459 21	2.177 5	20'
44'	0.418 40	0.908 26	0.460 65	2.170 8	16'
48'	0.419 45	0.907 78	0.462 06	2.164 2	12'
52'	0.420 51	0.907 29	0.463 48	2.157 6	8'
56'	0.421 56	0.906 80	0.464 89	2.151 0	4'
60'	0.422 62	0.906 31	0.466 31	2.144 5	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

65°

25°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.422 62	0.906 31	0.466 31	2.141 5	60'
4'	0.423 67	0.905 82	0.467 72	2.138 0	56'
8'	0.424 73	0.905 32	0.469 14	2.131 5	52'
12'	0.425 78	0.904 83	0.470 56	2.125 1	48'
16'	0.426 83	0.904 33	0.471 99	2.118 7	44'
20'	0.427 88	0.903 83	0.473 41	2.112 3	40'
24'	0.428 94	0.903 34	0.474 83	2.106 0	36'
28'	0.429 99	0.902 84	0.476 26	2.099 7	32'
32'	0.431 04	0.902 33	0.477 69	2.093 4	28'
36'	0.432 09	0.901 83	0.479 12	2.087 2	24'
40'	0.433 13	0.901 33	0.480 55	2.080 9	20'
44'	0.434 18	0.900 82	0.481 98	2.074 8	16'
48'	0.435 23	0.900 32	0.483 42	2.068 6	12'
52'	0.436 28	0.899 81	0.484 86	2.062 5	8'
56'	0.437 33	0.899 30	0.486 29	2.056 4	4'
60'	0.438 37	0.898 79	0.487 73	2.050 3	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

64°

26°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.438 37	0.898 79	0.487 73	2.050 3	60'
4'	0.439 42	0.898 28	0.489 17	2.044 3	56'
8'	0.440 46	0.897 77	0.490 62	2.038 3	52'
12'	0.441 50	0.897 26	0.492 06	2.032 3	48'
16'	0.442 55	0.896 74	0.493 51	2.026 3	44'
20'	0.443 59	0.896 23	0.494 95	2.020 4	40'
24'	0.444 64	0.895 71	0.496 40	2.014 5	36'
28'	0.445 68	0.895 19	0.497 86	2.008 6	32'
32'	0.446 72	0.894 67	0.499 31	2.002 8	28'
36'	0.447 76	0.894 15	0.500 76	2.997 0	24'
40'	0.448 80	0.893 63	0.502 22	1.991 2	20'
44'	0.449 84	0.893 11	0.503 68	1.985 4	16'
48'	0.450 88	0.892 59	0.505 14	1.979 7	12'
52'	0.451 92	0.892 06	0.506 60	1.974 0	8'
56'	0.452 95	0.891 53	0.508 06	1.968 3	4'
60'	0.453 99	0.891 01	0.509 53	1.962 6	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

63°

27°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.453 99	0.891 01	0.509 53	1.962 6	60'
4'	0.455 03	0.890 48	0.510 99	1.957 0	56'
8'	0.456 06	0.889 95	0.512 46	1.951 4	52'
12'	0.457 10	0.889 42	0.513 93	1.945 8	48'
16'	0.458 13	0.888 88	0.515 40	1.940 2	44'
20'	0.459 17	0.888 35	0.516 88	1.934 7	40'
24'	0.460 20	0.887 82	0.518 35	1.929 2	36'
28'	0.461 23	0.887 28	0.519 83	1.923 7	32'
32'	0.462 26	0.886 74	0.521 31	1.918 3	28'
36'	0.463 30	0.886 20	0.522 79	1.912 8	24'
40'	0.464 33	0.885 66	0.524 27	1.907 4	20'
44'	0.465 36	0.885 12	0.525 75	1.902 0	16'
48'	0.466 39	0.884 58	0.527 24	1.896 7	12'
52'	0.467 42	0.884 04	0.528 73	1.891 3	8'
56'	0.468 44	0.883 49	0.530 22	1.886 0	4'
60'	0.469 47	0.882 95	0.531 71	1.880 7	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

62°

28°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.469 47	0.882 95	0.531 71	1.880 7	60'
4'	0.470 50	0.882 40	0.533 20	1.875 5	56'
8'	0.471 53	0.881 85	0.534 70	1.870 2	52'
12'	0.472 55	0.881 30	0.536 20	1.865 0	48'
16'	0.473 58	0.880 75	0.537 69	1.859 8	44'
20'	0.474 60	0.880 20	0.539 20	1.854 6	40'
24'	0.475 62	0.879 65	0.540 70	1.849 5	36'
28'	0.476 65	0.879 09	0.542 20	1.844 3	32'
32'	0.477 67	0.878 54	0.543 71	1.839 2	28'
36'	0.478 69	0.877 98	0.545 22	1.834 1	24'
40'	0.479 71	0.877 43	0.546 73	1.829 1	20'
44'	0.480 73	0.876 87	0.548 24	1.824 0	16'
48'	0.481 75	0.876 31	0.549 75	1.819 0	12'
52'	0.482 77	0.875 75	0.551 27	1.814 0	8'
56'	0.483 79	0.875 18	0.552 79	1.809 0	4'
60'	0.484 81	0.874 62	0.554 31	1.804 0	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

61°

29°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.484 81	0.874 62	0.554 31	1.804 0	60'
4'	0.485 83	0.874 06	0.555 83	1.799 1	56'
8'	0.486 84	0.873 49	0.557 36	1.794 2	52'
12'	0.487 86	0.872 92	0.558 88	1.789 3	48'
16'	0.488 88	0.872 35	0.560 41	1.784 4	44'
20'	0.489 89	0.871 78	0.561 94	1.779 6	40'
24'	0.490 90	0.871 21	0.563 47	1.774 7	36'
28'	0.491 92	0.870 64	0.565 01	1.769 9	32'
32'	0.492 93	0.870 07	0.566 54	1.765 1	28'
36'	0.493 94	0.869 49	0.568 08	1.760 3	24'
40'	0.494 95	0.868 92	0.569 62	1.755 6	20'
44'	0.495 96	0.868 34	0.571 16	1.750 8	16'
48'	0.496 97	0.867 77	0.572 71	1.746 1	12'
52'	0.497 98	0.867 19	0.574 25	1.741 4	8'
56'	0.498 99	0.866 61	0.575 80	1.736 7	4'
60'	0.500 00	0.866 03	0.577 35	1.732 1	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

60°

30°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.500 00	0.866 03	0.577 35	1.732 1	60'
4'	0.501 01	0.865 44	0.578 90	1.727 4	56'
8'	0.502 01	0.864 86	0.580 46	1.722 8	52'
12'	0.503 02	0.861 27	0.582 01	1.718 2	48'
16'	0.504 03	0.863 69	0.583 57	1.713 6	44'
20'	0.505 03	0.863 10	0.585 13	1.709 0	40'
24'	0.506 03	0.862 51	0.586 70	1.704 5	36'
28'	0.507 04	0.861 92	0.588 26	1.699 9	32'
32'	0.508 04	0.861 33	0.589 83	1.695 4	28'
36'	0.509 04	0.860 74	0.591 40	1.690 9	24'
40'	0.510 04	0.860 15	0.592 97	1.686 4	20'
44'	0.511 04	0.859 56	0.591 54	1.682 0	16'
48'	0.512 04	0.858 96	0.596 12	1.677 5	12'
52'	0.513 04	0.858 36	0.597 70	1.673 1	8'
56'	0.514 04	0.857 77	0.599 28	1.668 7	4'
60'	0.515 04	0.857 17	0.600 86	1.664 3	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

59°

31°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.515 04	0.857 17	0.600 86	1.664 3	60'
4'	0.516 04	0.856 57	0.602 45	1.659 9	56'
8'	0.517 03	0.855 97	0.604 03	1.655 5	52'
12'	0.518 03	0.855 36	0.605 62	1.651 2	48'
16'	0.519 02	0.854 76	0.607 21	1.646 9	44'
20'	0.520 02	0.854 16	0.608 81	1.642 6	40'
24'	0.521 01	0.853 55	0.610 40	1.638 3	36'
28'	0.522 00	0.852 94	0.612 00	1.634 0	32'
32'	0.522 99	0.852 34	0.613 60	1.629 7	28'
36'	0.523 99	0.851 73	0.615 20	1.625 5	24'
40'	0.524 98	0.851 12	0.616 81	1.621 2	20'
44'	0.525 97	0.850 51	0.618 42	1.617 0	16'
48'	0.526 96	0.849 89	0.620 03	1.612 8	12'
52'	0.527 94	0.849 28	0.621 64	1.608 7	8'
56'	0.528 93	0.848 66	0.623 25	1.604 5	4'
60'	0.529 92	0.848 05	0.624 87	1.600 3	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

58°

32°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.529 92	0.818 05	0.624 87	1.600 3	60'
4'	0.530 91	0.817 13	0.626 19	1.596 2	56'
8'	0.531 89	0.846 81	0.628 11	1.592 1	52'
12'	0.532 88	0.846 19	0.629 73	1.588 0	48'
16'	0.533 86	0.845 57	0.631 36	1.583 9	44'
20'	0.534 84	0.844 95	0.632 99	1.579 8	40'
24'	0.535 83	0.844 33	0.634 62	1.575 7	36'
28'	0.536 81	0.843 70	0.636 25	1.571 7	32'
32'	0.537 79	0.813 08	0.637 89	1.567 7	28'
36'	0.538 77	0.842 45	0.639 53	1.563 7	24'
40'	0.539 75	0.841 82	0.641 17	1.559 7	20'
44'	0.540 73	0.841 20	0.642 81	1.555 7	16'
48'	0.541 71	0.840 57	0.644 46	1.551 7	12'
52'	0.542 69	0.839 94	0.646 10	1.547 7	8'
56'	0.543 66	0.839 30	0.647 75	1.543 8	4'
60'	0.544 64	0.838 67	0.649 41	1.539 9	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

57°

33°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.544 64	0.838 67	0.649 41	1.539 9	60'
4'	0.545 61	0.838 04	0.651 06	1.535 9	56'
8'	0.546 59	0.837 40	0.652 72	1.532 0	52'
12'	0.547 56	0.836 76	0.654 38	1.528 2	48'
16'	0.548 54	0.836 13	0.656 04	1.524 3	44'
20'	0.549 51	0.835 49	0.657 71	1.520 4	40'
24'	0.550 48	0.834 85	0.659 38	1.516 6	36'
28'	0.551 45	0.834 21	0.661 05	1.512 7	32'
32'	0.552 42	0.833 56	0.662 72	1.508 9	28'
36'	0.553 39	0.832 92	0.664 40	1.505 1	24'
40'	0.554 36	0.832 28	0.666 08	1.501 3	20'
44'	0.555 33	0.831 63	0.667 76	1.497 5	16'
48'	0.556 30	0.830 98	0.669 44	1.493 8	12'
52'	0.557 26	0.830 34	0.671 13	1.490 0	8'
56'	0.558 23	0.829 69	0.672 82	1.486 3	4'
60'	0.559 19	0.829 04	0.674 51	1.482 6	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

56°

34°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.559 19	0.829 04	0.671 51	1.482 6	60'
4'	0.560 16	0.828 39	0.676 20	1.478 8	56'
8'	0.561 12	0.827 73	0.677 90	1.475 1	52'
12'	0.562 08	0.827 08	0.679 60	1.471 5	48'
16'	0.563 05	0.826 43	0.681 30	1.467 8	44'
20'	0.564 01	0.825 77	0.683 01	1.464 1	40'
24'	0.564 97	0.825 11	0.684 71	1.460 5	36'
28'	0.565 93	0.824 46	0.686 42	1.456 8	32'
32'	0.566 89	0.823 80	0.688 14	1.453 2	28'
36'	0.567 84	0.823 14	0.689 85	1.449 6	24'
40'	0.568 80	0.822 48	0.691 57	1.446 0	20'
44'	0.569 76	0.821 81	0.693 29	1.442 4	16'
48'	0.570 71	0.821 15	0.695 02	1.438 8	12'
52'	0.571 67	0.820 48	0.696 75	1.435 2	8'
56'	0.572 62	0.819 82	0.698 47	1.431 7	4'
60'	0.573 58	0.819 15	0.700 21	1.428 1	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

55°

35°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.573 58	0.819 15	0.700 21	1.428 1	60'
4'	0.574 53	0.818 48	0.701 94	1.424 6	56'
8'	0.575 48	0.817 82	0.703 68	1.421 1	52'
12'	0.576 43	0.817 14	0.705 42	0.417 6	48'
16'	0.577 38	0.816 47	0.707 17	1.414 1	44'
20'	0.578 33	0.815 80	0.708 91	1.410 6	40'
24'	0.579 28	0.815 13	0.710 66	1.407 1	36'
28'	0.580 23	0.814 45	0.712 42	1.403 7	32'
32'	0.581 18	0.813 78	0.714 17	1.400 2	28'
36'	0.582 12	0.813 10	0.715 93	1.396 8	24'
40'	0.583 07	0.812 42	0.717 69	1.393 4	20'
44'	0.584 01	0.811 74	0.719 46	1.389 9	16'
48'	0.584 96	0.811 06	0.721 22	1.386 5	12'
52'	0.585 90	0.810 38	0.722 99	1.383 1	8'
56'	0.586 84	0.809 70	0.724 77	1.379 8	4'
60'	0.587 79	0.809 02	0.726 54	1.376 4	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

54°

36°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.587 79	0.809 02	0.726 54	1.376 4	60'
4'	0.588 73	0.808 33	0.728 32	1.373 0	56'
8'	0.589 67	0.807 65	0.730 10	1.369 7	52'
12'	0.590 61	0.806 96	0.731 89	1.366 3	48'
16'	0.591 54	0.806 27	0.733 68	1.363 0	44'
20'	0.592 48	0.805 58	0.735 47	1.359 7	40'
24'	0.593 42	0.804 89	0.737 26	1.356 4	36'
28'	0.594 36	0.804 20	0.739 06	1.353 1	32'
32'	0.595 29	0.803 51	0.740 86	1.349 8	28'
36'	0.596 22	0.802 82	0.742 67	1.346 5	24'
40'	0.597 16	0.802 12	0.744 47	1.343 2	20'
44'	0.598 09	0.801 43	0.746 28	1.340 0	16'
48'	0.599 02	0.800 73	0.748 10	1.336 7	12'
52'	0.599 95	0.800 03	0.749 91	1.333 5	8'
56'	0.600 89	0.799 34	0.751 73	1.330 3	4'
60'	0.601 82	0.798 64	0.753 55	1.327 0	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

53°

37°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.601 82	0.798 64	0.753 55	1.327 0	60'
4'	0.602 74	0.797 93	0.755 38	1.323 8	56'
8'	0.603 67	0.797 23	0.757 21	1.320 6	52'
12'	0.604 60	0.796 53	0.759 04	1.317 5	48'
16'	0.605 53	0.795 83	0.760 88	1.314 3	44'
20'	0.606 45	0.795 12	0.762 72	1.311 1	40'
24'	0.607 38	0.794 41	0.764 56	1.307 9	36'
28'	0.608 30	0.793 71	0.766 40	1.304 8	32'
32'	0.609 22	0.793 00	0.768 25	1.301 7	28'
36'	0.610 15	0.792 29	0.770 10	1.298 5	24'
40'	0.611 07	0.791 58	0.771 96	1.295 4	20'
44'	0.611 99	0.790 87	0.773 82	1.292 3	16'
48'	0.612 91	0.790 16	0.775 68	1.289 2	12'
52'	0.613 83	0.789 44	0.777 54	1.286 1	8'
56'	0.614 74	0.788 73	0.779 41	1.283 0	4'
60'	0.615 66	0.788 01	0.781 29	1.279 9	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

52°

38°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.615 66	0.788 01	0.781 28	1.279 9	60'
4'	0.616 58	0.787 29	0.783 16	1.276 9	56'
8'	0.617 49	0.786 58	0.785 04	1.273 8	52'
12'	0.618 41	0.785 86	0.786 92	1.270 8	48'
16'	0.619 32	0.785 14	0.788 81	1.267 7	44'
20'	0.620 24	0.784 42	0.790 70	1.264 7	40'
24'	0.621 15	0.783 69	0.792 59	1.261 7	36'
28'	0.622 06	0.782 97	0.794 49	1.258 7	32'
32'	0.622 97	0.782 25	0.796 39	1.255 7	28'
36'	0.623 88	0.781 52	0.798 29	1.252 7	24'
40'	0.624 79	0.780 79	0.800 20	1.249 7	20'
44'	0.625 70	0.780 07	0.802 11	1.246 7	16'
48'	0.626 60	0.779 34	0.804 02	1.243 7	12'
52'	0.627 51	0.778 61	0.805 94	1.240 8	8'
56'	0.628 42	0.777 88	0.807 86	1.237 8	4'
60'	0.629 32	0.777 15	0.809 78	1.234 9	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

51°

39°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.62932	0.77715	0.80978	1.2349	60'
4'	0.63022	0.77641	0.81171	1.2320	56'
8'	0.63113	0.77568	0.81364	1.2290	52'
12'	0.63203	0.77494	0.81558	1.2261	48'
16'	0.63293	0.77421	0.81752	1.2232	44'
20'	0.63383	0.77347	0.81946	1.2203	40'
24'	0.63473	0.77273	0.82141	1.2174	36'
28'	0.63563	0.77199	0.82336	1.2145	32'
32'	0.63653	0.77125	0.82531	1.2117	28'
36'	0.63742	0.77051	0.82727	1.2088	24'
40'	0.63832	0.76977	0.82923	1.2059	20'
44'	0.63922	0.76903	0.83120	1.2031	16'
48'	0.64011	0.76828	0.83317	1.2002	12'
52'	0.64100	0.76754	0.83514	1.1971	8'
56'	0.64190	0.76679	0.83712	1.1946	4'
60'	0.64279	0.76604	0.83910	1.1918	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

50°

49°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.64279	0.76604	0.83910	1.1918	60'
4'	0.61368	0.76530	0.84108	1.1889	56'
8'	0.64457	0.76455	0.84307	1.1861	52'
12'	0.64546	0.76380	0.84507	1.1833	48'
16'	0.61635	0.76304	0.84706	1.1806	44'
20'	0.64723	0.76229	0.84906	1.1778	40'
24'	0.61812	0.76154	0.85107	1.1750	36'
28'	0.64901	0.76078	0.85308	1.1722	32'
32'	0.61989	0.76003	0.85509	1.1695	28'
36'	0.65077	0.75927	0.85710	1.1667	24'
40'	0.65166	0.75851	0.85912	1.1640	20'
44'	0.65254	0.75775	0.86115	1.1612	16'
48'	0.65342	0.75700	0.86318	1.1585	12'
52'	0.65430	0.75623	0.86521	1.1558	8'
56'	0.65518	0.75547	0.86725	1.1531	4'
60'	0.65606	0.75471	0.86929	1.1504	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

49

41°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.65606	0.75471	0.86929	1.1504	60'
4'	0.65694	0.75395	0.87133	1.1477	56'
8'	0.65781	0.75318	0.87338	1.1450	52'
12'	0.65869	0.75241	0.87543	1.1423	48'
16'	0.65956	0.75165	0.87749	1.1396	44'
20'	0.66044	0.75088	0.87955	1.1369	40'
24'	0.66131	0.75011	0.88162	1.1343	36'
28'	0.66218	0.74934	0.88369	1.1316	32'
32'	0.66306	0.74857	0.88576	1.1290	28'
36'	0.66393	0.74780	0.88784	1.1263	24'
40'	0.66480	0.74703	0.88992	1.1237	20'
44'	0.66566	0.74625	0.89201	1.1211	16'
48'	0.66653	0.74548	0.89410	1.1184	12'
52'	0.66740	0.74470	0.89620	1.1158	8'
56'	0.66827	0.74392	0.89830	1.1132	4'
60'	0.66913	0.74314	0.90040	1.1106	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

48°

42°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.66913	0.74311	0.90010	1.1106	60'
4'	0.66999	0.74237	0.90251	1.1080	56'
8'	0.67086	0.74159	0.90463	1.1054	52'
12'	0.67172	0.74080	0.90674	1.1028	48'
16'	0.67258	0.74002	0.90887	1.1003	44'
20'	0.67344	0.73924	0.91099	1.0977	40'
24'	0.67430	0.73846	0.91313	1.0951	36'
28'	0.67516	0.73767	0.91526	1.0926	32'
32'	0.67602	0.73688	0.91740	1.0900	28'
36'	0.67688	0.73610	0.91955	1.0875	24'
40'	0.67773	0.73531	0.92170	1.0850	20'
44'	0.67859	0.73452	0.92385	1.0824	16'
48'	0.67944	0.73373	0.92601	1.0799	12'
52'	0.68029	0.73294	0.92817	1.0774	8'
56'	0.68115	0.73215	0.93034	1.0749	4'
60'	0.68200	0.73135	0.93252	1.0724	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

47°

43°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.68200	0.73135	0.93252	1.0724	60'
4'	0.68285	0.73056	0.93469	1.0699	56'
8'	0.68370	0.72976	0.93688	1.0674	52'
12'	0.68455	0.72897	0.93906	1.0649	48'
16'	0.68539	0.72817	0.94125	1.0624	44'
20'	0.68624	0.72737	0.94345	1.0599	40'
24'	0.68709	0.72657	0.94565	1.0575	36'
28'	0.68793	0.72577	0.94786	1.0550	32'
32'	0.68878	0.72497	0.95007	1.0526	28'
36'	0.68962	0.72417	0.95229	1.0501	24'
40'	0.69046	0.72337	0.95451	1.0477	20'
44'	0.69130	0.72257	0.95673	1.0452	16'
48'	0.69214	0.72176	0.95897	1.0428	12'
52'	0.69298	0.72095	0.96120	1.0404	8'
56'	0.69382	0.72015	0.96344	1.0379	4'
60'	0.69466	0.71934	0.96569	1.0355	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

46°

44°

(续)

	正弦 sin	余弦 cos	正切 tan	余切 cot	
0'	0.69466	0.71934	0.96569	1.0355	60'
4'	0.69549	0.71853	0.96794	1.0331	56'
8'	0.69633	0.71772	0.97020	1.0307	52'
12'	0.69717	0.71691	0.97246	1.0283	48'
16'	0.69800	0.71610	0.97472	1.0259	44'
20'	0.69883	0.71529	0.97700	1.0235	40'
24'	0.69966	0.71447	0.97927	1.0212	36'
28'	0.70049	0.71366	0.98155	1.0188	32'
32'	0.70132	0.71284	0.98384	1.0164	28'
36'	0.70215	0.71203	0.98613	1.0141	24'
40'	0.70298	0.71121	0.98843	1.0117	20'
44'	0.70381	0.71039	0.99073	1.0094	16'
48'	0.70463	0.70957	0.99304	1.0070	12'
52'	0.70546	0.70875	0.99536	1.0047	8'
56'	0.70628	0.70793	0.99768	1.0023	4'
60'	0.70711	0.70711	1.00000	1.0000	0'
	余弦 cos	正弦 sin	余切 cot	正切 tan	

45°

用法说明

本表的角度间隔是4',若遇到4'的中间数(如34°35'10")的角度,可以用比例法进行修正。

〔例1〕求30°15'的正弦(sin30°15')等于多少。

〔解〕先查出sin30°12' = 0.50302

$$\sin 30^{\circ} 16' = 0.50403$$

取sin30°12'与sin30°16'的差值除4,可以作为1'的值。

$$\sin 1' = \frac{0.50403 - 0.50302}{4} = 0.00023$$

$$\sin 30^{\circ} 15' = \sin 30^{\circ} 16' - \sin 1' = 0.50403 - 0.00023 = 0.50380$$

〔例2〕求24°35'40"的正切(tan24°35'40")等于多少

〔解〕先查出tan24°32' = 0.45643

$$\tan 24^{\circ} 36' = 0.45784$$

$$\frac{0.45784 - 0.45643}{4} = 0.00035$$

说明当角度增加 $1'$ ($60''$) 时, 正切值增加 0.00035 , 如角度是 $20'$, 假设正切 $20''$ 值为 x , 这时可以列出比例式:

$$\frac{20}{60} = \frac{x}{0.00035}$$

$$x = 0.00012$$

所以 $\tan 24^{\circ}35'40'' = \tan 36'' - \tan 20'' = 0.45784 - 0.00012 = 0.45772$

〔例3〕 已知某角的正切 (\tan) 等于 0.5824 , 求某角。

〔解〕 从表上“正切 \tan ”一栏查出与 0.5824 相近的函数值 0.58201 和 0.58357
 $0.58357 - 0.58201 = 0.00156$

0.58201 对应的角度是 $30^{\circ}12'$, 0.58357 对应的角度是 $30^{\circ}16'$, 说明当正切值增加 0.00156 时, 角度增加 $4'$ 。现在某角的正切 0.5824 比 $30^{\circ}12'$ 的正切 0.58201 增加 0.00039 ($0.5824 - 0.58201 = 0.00039$), 可以根据比例式求出角度的增加值 x :

$$\frac{0.00039}{0.00156} = \frac{x}{4'}$$

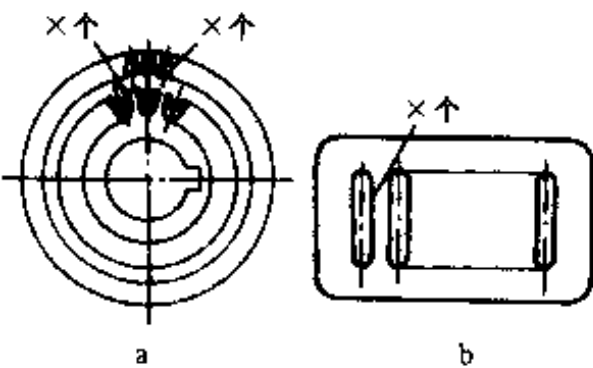
$$x = \frac{4' \times 0.00039}{0.00156} = 1'$$

所以正切为 0.5824 的角度 $= 30^{\circ}12' + 1' = 30^{\circ}13'$

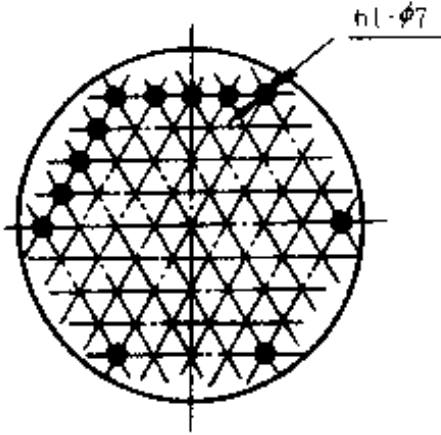
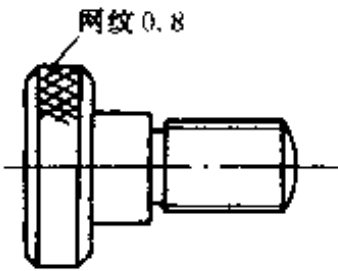
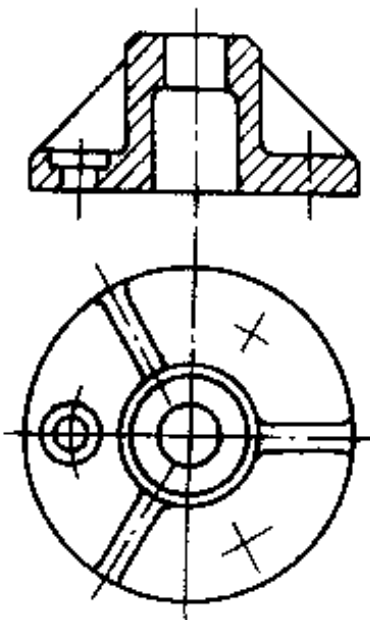
二、机械制图常识

(一) 简化画法(表 1-30)

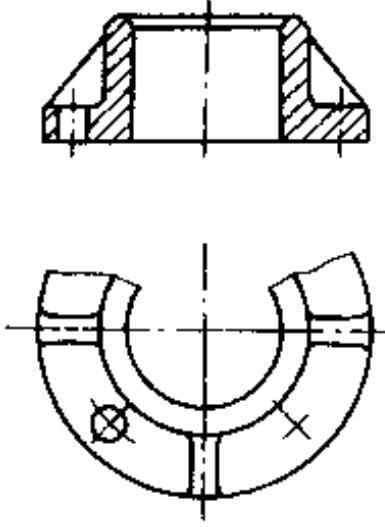
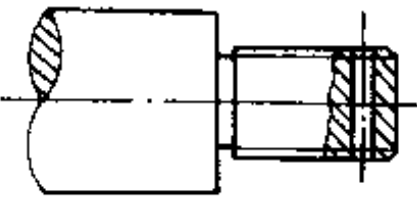
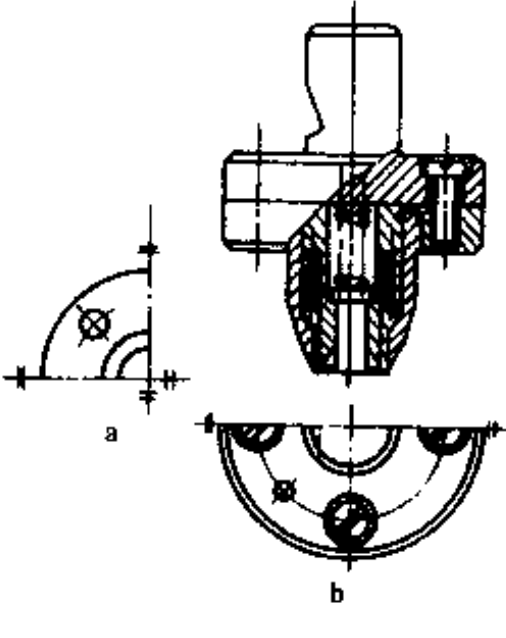
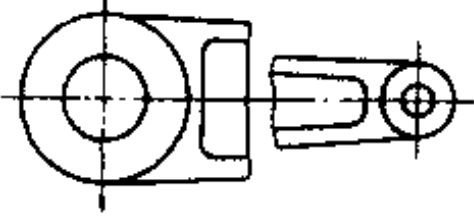
表 1-30 简化画法

图 例	说 明
 <p>Figure 1-30 illustrates the simplified drawing method for parts with repetitive structures. Part (a) shows a gear with several teeth drawn in detail and others indicated by 'x' marks and arrows. Part (b) shows a rectangular part with several slots drawn in detail and others indicated by 'x' marks and arrows.</p>	<p>当机件具有若干相同结构(齿、槽等), 并按一定规律分布时, 只需画出几个完整的结构, 其余用细实线连接, 在零件图中则必须注明该结构的总数(图 a、b)</p>

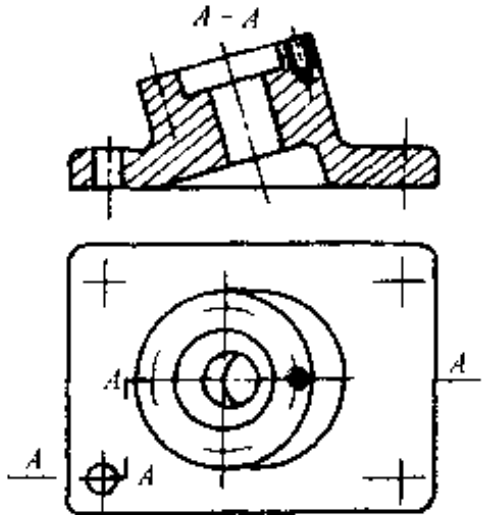
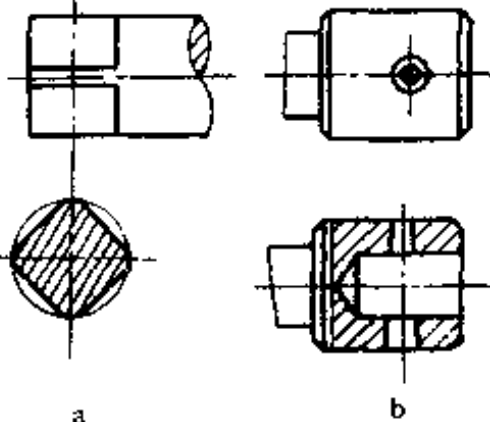
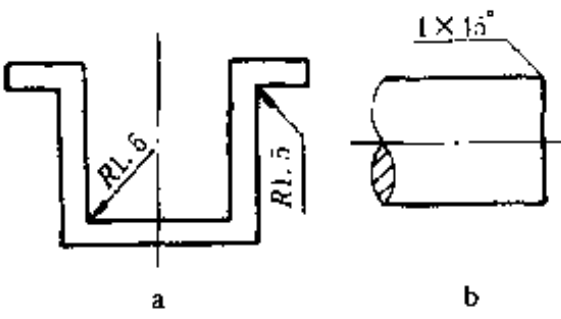
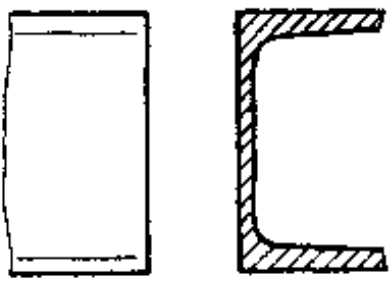
续表 1-30

图 例	说 明
	<p>若干直径相同且成规律分布的孔(圆孔、螺孔、沉孔等),可以仅画出一个或几个,其余只需用点划线表示中心位置,在零件图中应注明孔的总数</p>
	<p>网状物、编织物或机件上的滚花部分,可在轮廓线附近用细实线示意画出,并在零件图上或技术要求中注明这些结构的具体要求</p>
	<p>对于机件的肋、轮辐及薄壁等,如按纵向剖切,这些结构都不画剖面符号,而用粗实线将它与其邻接部分分开</p>

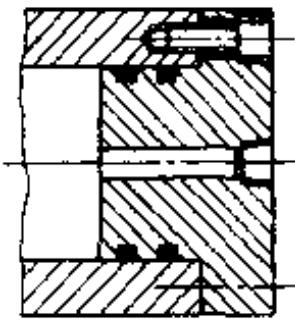
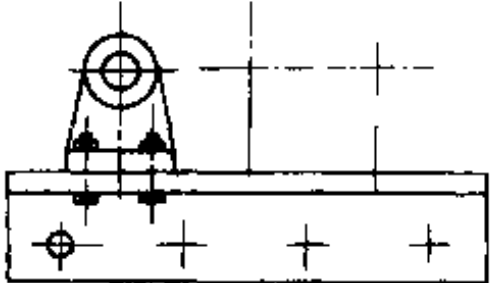
续表 1-30

图 例	说 明
	<p>当零件回转体上均匀分布的肋、轮辐、孔等结构不处于剖切平面上时,可将这些结构旋转到剖切平面上画出</p>
	<p>在不致引起误解时,过渡线、相贯线允许简化,例如用圆弧或直线代替非圆曲线</p>
	<p>在不致引起误解时,对于对称机件的视图可只画一半(图 b)或 1/4(图 a),并在对称中心线的两端画出两条与其垂直的平行细实线</p>
	<p>较长的机件(轴、杆、型材、连杆等)沿长度方向的形状一致或按一定规律变化时,可断开后缩短绘制</p>

续表 1-30

图 例	说 明
	<p>与投影面倾斜角度小于或等于 30° 的圆或圆弧, 其投影可用圆或圆弧代替</p>
	<p>机件上较小的结构, 如在一个图形中已表示清楚时, 其他图形可简化或省略(图 a、b)</p>
	<p>在不致引起误解时, 零件图的小圆角、锐边的小倒圆或 45° 小倒角允许省略不画, 但必须注明尺寸或在技术要求中加以说明(图 a、b)</p>
	<p>机件上斜度不大的结构, 如在一个图形中已表达清楚时, 其他图形可按小端画出</p>

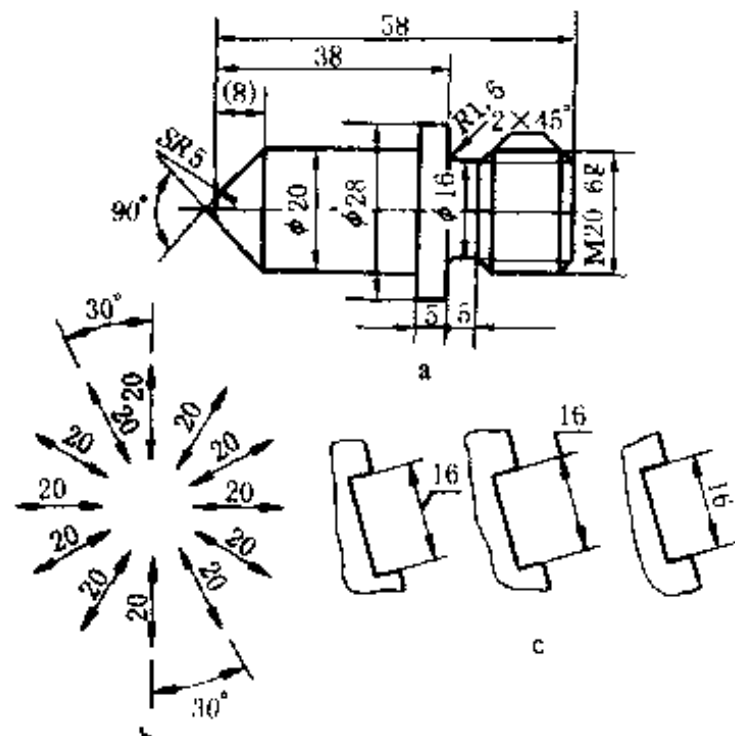
续表 1-30

图 例	说 明
	<p>在装配图中,零件的工艺结构如小圆角、倒角、退刀槽等可不画出</p>
	<p>对于装配图中若干相同的零件组如螺栓连接等,可仅详细地画出一组或几组,其余只需表示装配位置</p>

(二) 尺寸标注

1. 一般尺寸注法(表 1-31)

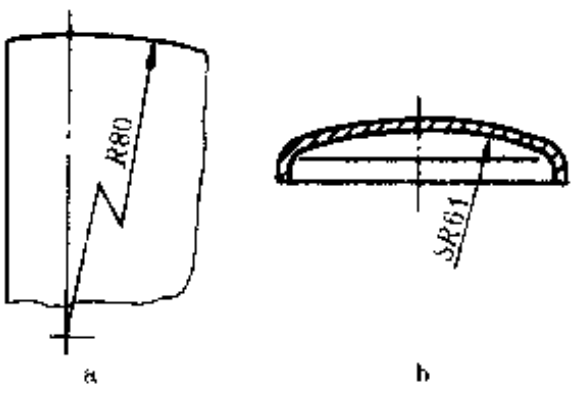
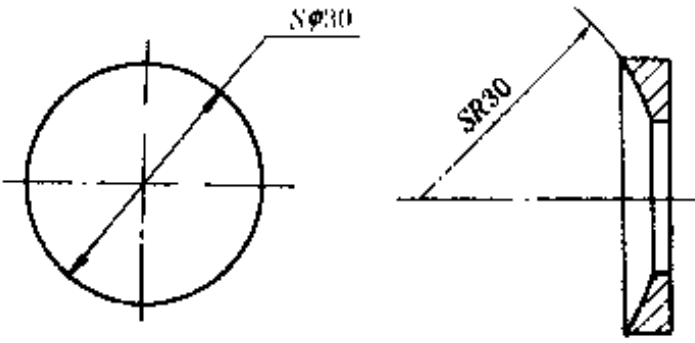
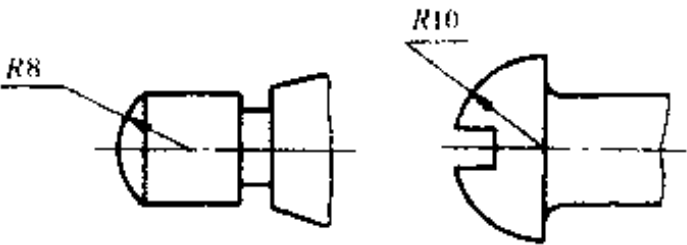
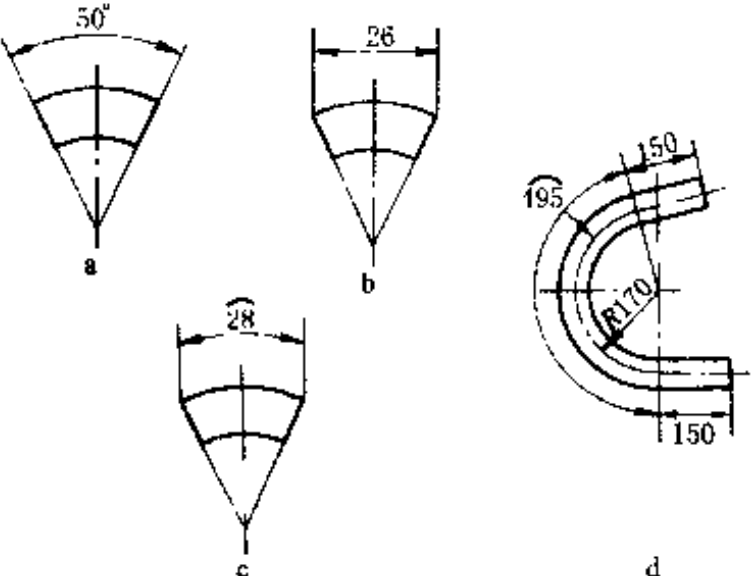
表 1-31 一般尺寸注法

类别	图 例	说 明
<p>尺寸 数字</p>		<p>线性尺寸的数值一般应注写在尺寸线的上方或中断处(图 a) 数字应按图 b 所示的方向注写,并尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸,当无法避免时可按图 c 的形式标注</p>

续表 1-31

类别	图 例	说 明
尺寸数字		<p>对于非水平方向的尺寸,其数字可水平地注写在尺寸线的中断处</p>
尺寸线		<p>尺寸线用细实线绘制,其终端可以有两种形式:</p> <p>箭头:箭头的形式如图 a 所示,适用于各种类型的图样</p> <p>斜线:斜线用细实线绘制,其方向和画法如图 b 所示,采用斜线形式时,尺寸线与尺寸界限必须相互垂直(图 c)</p> <p>线性尺寸的尺寸线必须与所标注的线段平行,同一张图样中只能采用一种尺寸线终端的形式</p>
圆、圆弧		<p>标注直径时,应在尺寸数字前加注符号“ϕ”;标注半径时,应在尺寸数字前加注符号“R”</p> <p>圆的直径和圆弧半径的尺寸线的终端应画成箭头形式</p>

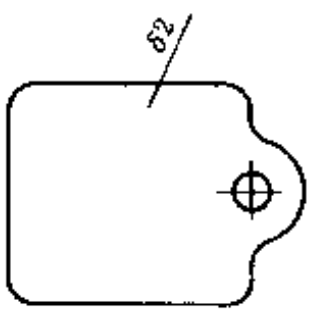
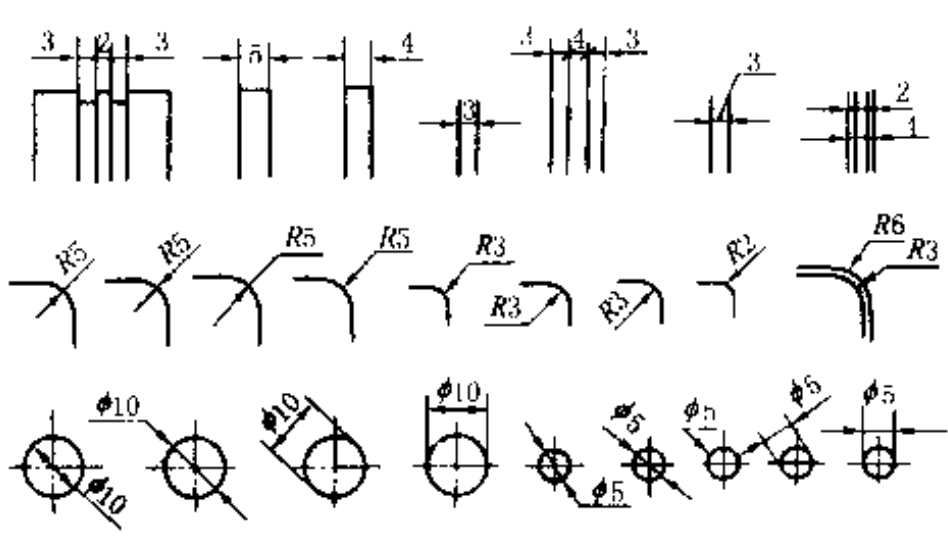
续表 1-31

类别	图 例	说 明
大圆弧		<p>当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标注其圆心位置时,可按图a形式标注,若不需要标出其圆心位置时,可按图b的形式标注</p>
球面		<p>标注球面的直径或半径时,应在符号“ϕ”或“R”前再加注符号“S”</p>
		<p>对于螺钉、铆钉的头部,轴(包括螺柱)的端部以及手柄的端部等,在不致引起误解的情况下,可省略符号“S”</p>
角度、弧度		<p>标注角度的尺寸界线应沿径向引出(图a)。标注弦长或弧长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线(图b、c),当弧度较大时,可沿径向引出(图d)</p>

续表 1-31

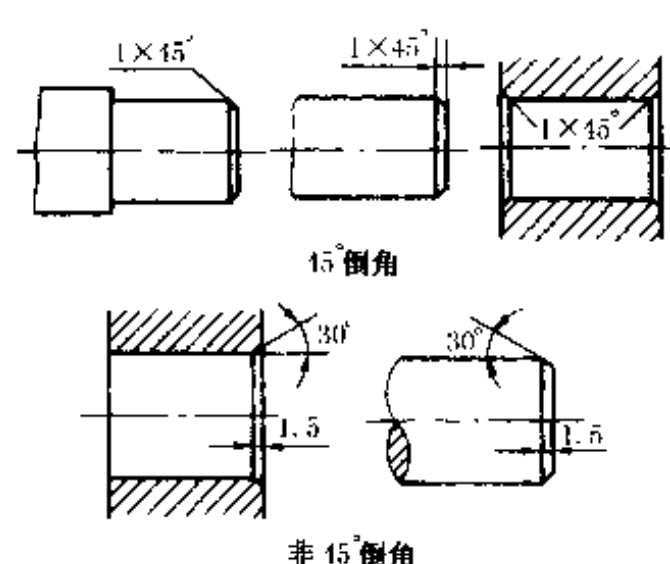
类别	图 例	说 明
斜度		<p>用斜度符号表示时,符号的方向应与斜度方向一致</p>
锥度		<p>用锥度符号表示时,符号的方向应与锥度方向一致,必要时可在标注锥度的同时,在括号中注出其角度值</p>
曲线		<p>当表示曲线轮廓上各点的坐标时,可将尺寸线或其延长线作为尺寸界限</p>
		<p>在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,从它们的交点处引出尺寸界线</p>
正方形		<p>标注剖面为正方形结构的尺寸时,可在正方形边长尺寸数字前加注符号“□”(图a)或用“B×B”(B为正方形的边长)注出(图b)</p>

续表 1-31

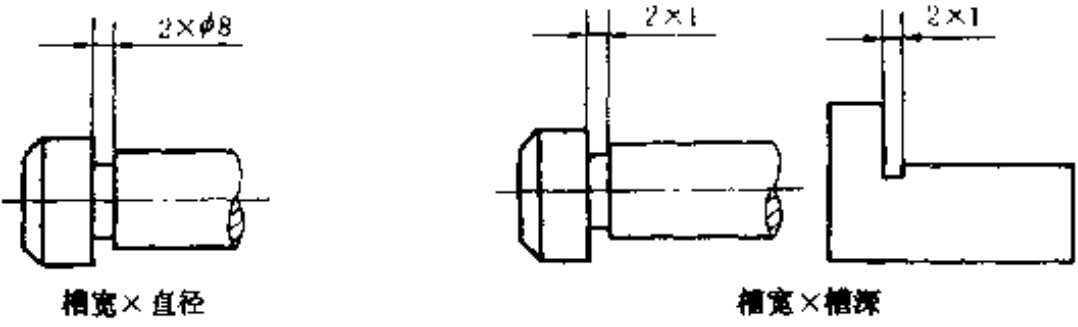
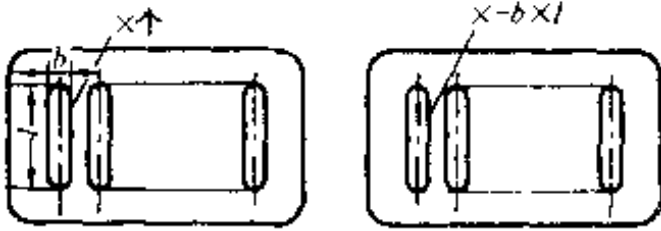
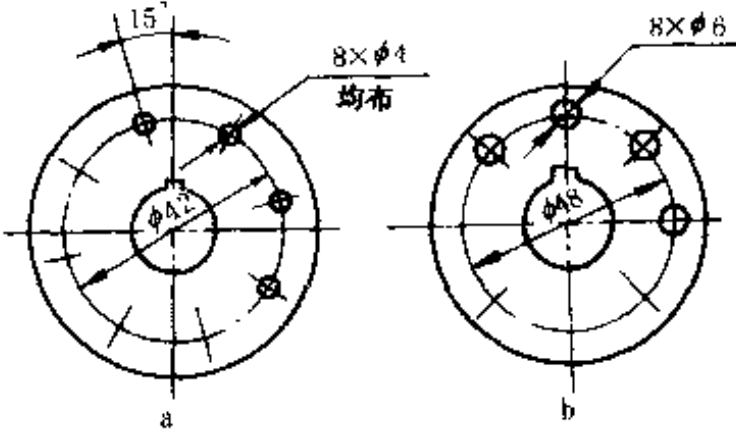
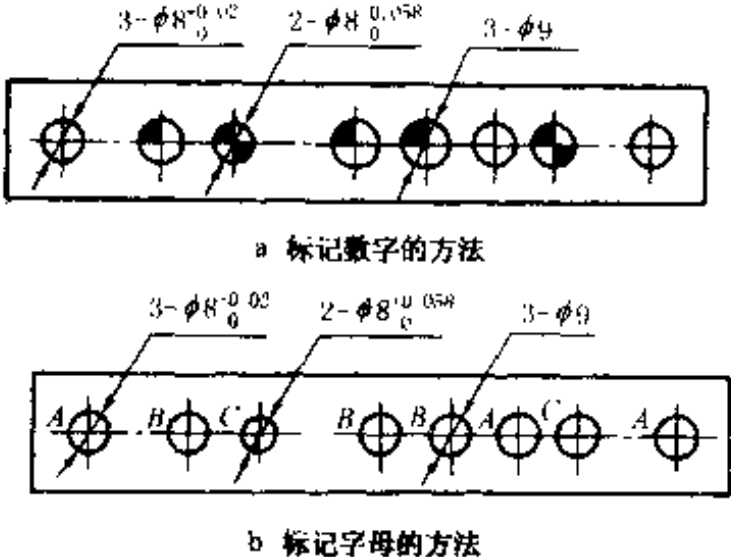
类别	图 例	说 明
板形零件		<p>标注板状零件的厚度时,可在尺寸数字前加注符号“δ”</p>
标注位置不够时		<p>在没有足够的位置画箭头或注写数字时,可按图示形式标注</p>

2. 简化注法(表 1-32)

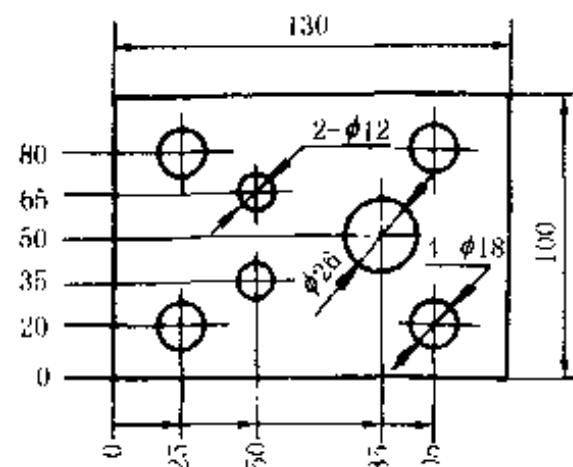
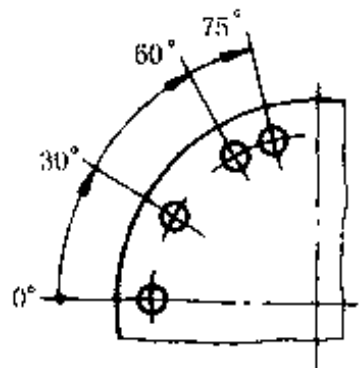
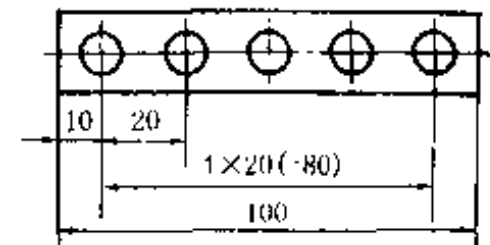
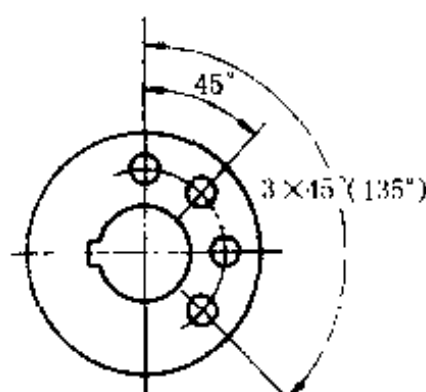
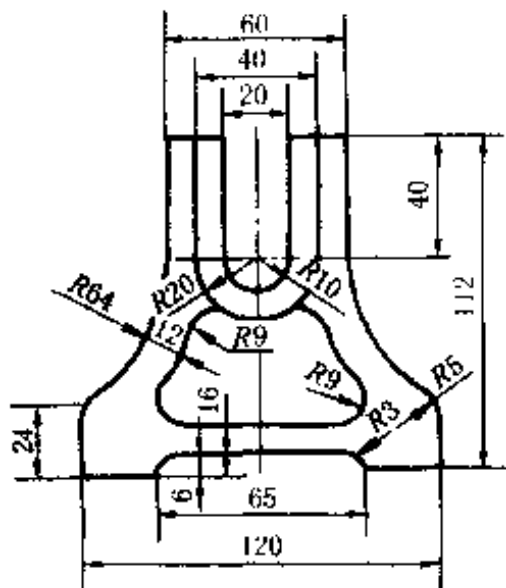
表 1-32 简化注法

类别	图 例
倒 角	 <p style="text-align: center;">15°倒角</p> <p style="text-align: center;">非 15°倒角</p>

续表1-32

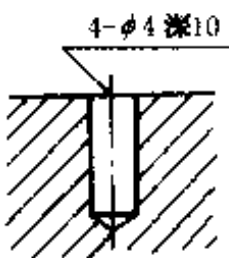
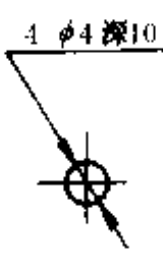
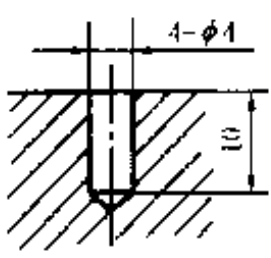
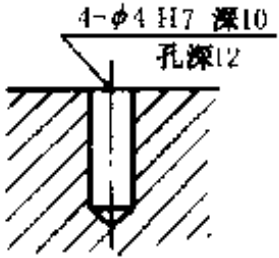
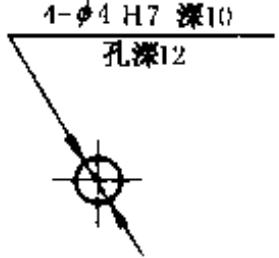
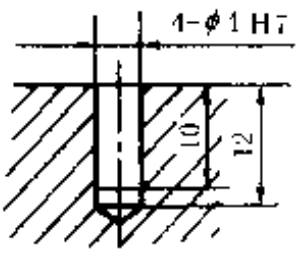
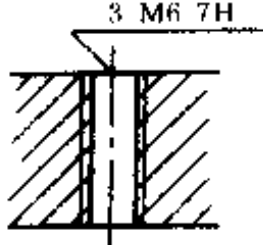

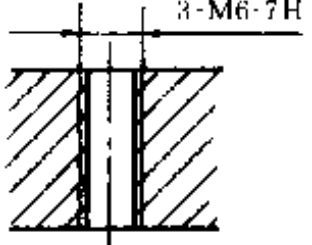
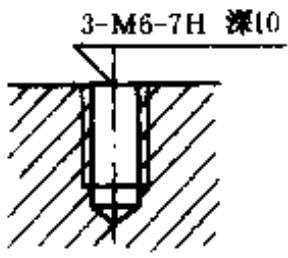
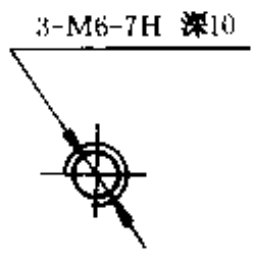
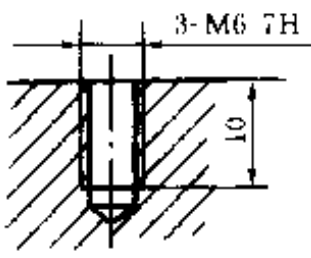
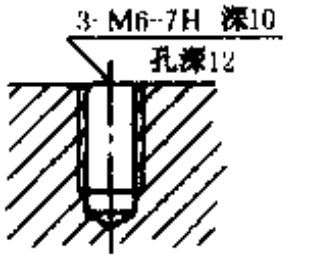
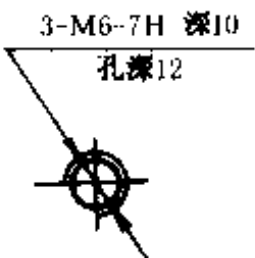
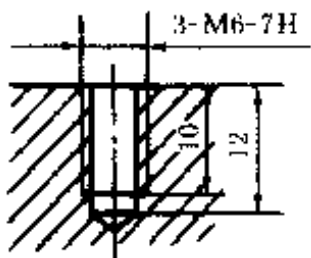
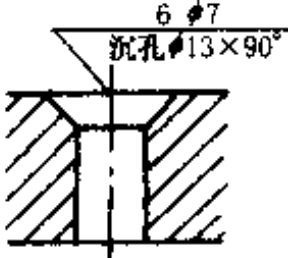
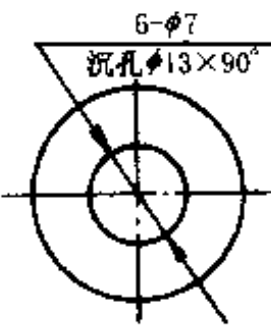
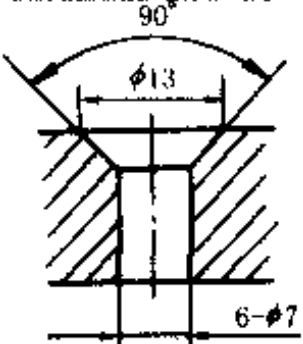
类别	图 例
退刀槽	
等距离分布	
均匀分布	
零件中几种尺寸数值相同的标记方法	 <p>a 标记数字的方法</p> <p>b 标记字母的方法</p>

续表 1-32

类别	图 例	
按同一基准标注	 <p>a 长度标注</p>	 <p>b 角度标注</p>
间隔相等的链式尺寸标注	 <p>a 长度标注</p>	 <p>b 角度标注</p>
对称图形标注	 <p>当图形具有对称中心线时,分布在对称中心线两边的相同结构,可仅标注其中一边的结构尺寸,如图中的R64、12、R9、R5等</p>	

3. 各种孔的尺寸注法(表1-33)

表1-33 各种孔的尺寸注法

类型	旁注法	普通注法	
光孔			
			
螺孔			
			
			
沉孔			

续表 1-33

类型	旁注法	普通注法	
沉孔	<p>4 φ6.4 沉孔 φ12 深 4.5</p>	<p>4-φ6.4 沉孔 φ12 深 4.5</p>	<p>φ12 1.5 1-φ6.4</p>
	<p>4-φ9 德平 φ20</p>	<p>4-φ9 德平 φ20</p>	<p>φ20 德平 4-φ9</p>
锥销孔	<p>2-锥销孔 φ3 配作</p>	<p>锥销孔 φ1 配作</p>	<p>锥销孔 φ1 装配时作</p>

4. 中心孔的符号及标注方法


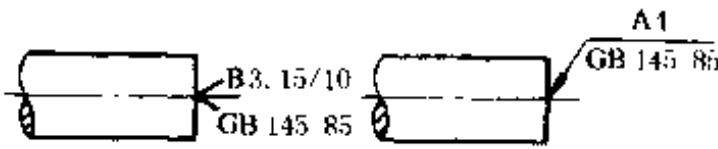
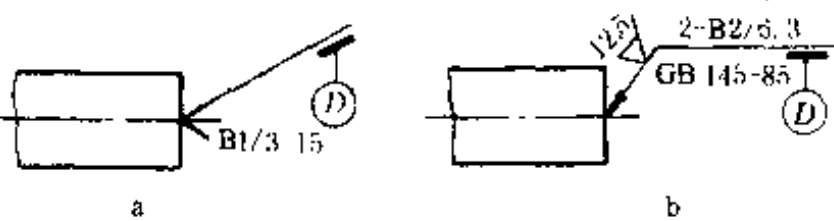
(1) 中心孔的符号(表 1-34)

表 1-34 中心孔的符号

符 号	示 例	说 明
	<p>B3.15/10</p>	要求作出 B 型中心孔 $d=3 \quad D_{max}=7.5$ 在完工的零件上要求保留
	<p>A4/8.5</p>	用 A 型中心孔 $d=4 \quad D_{max}=10$ 在完工的零件上是否保留都可以
	<p>A1.6/3.35</p>	用 A 型中心孔 $d=1.5 \quad D_{max}=4$ 在完工的零件上不允许保留

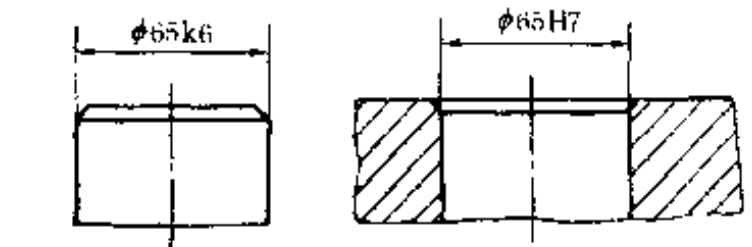
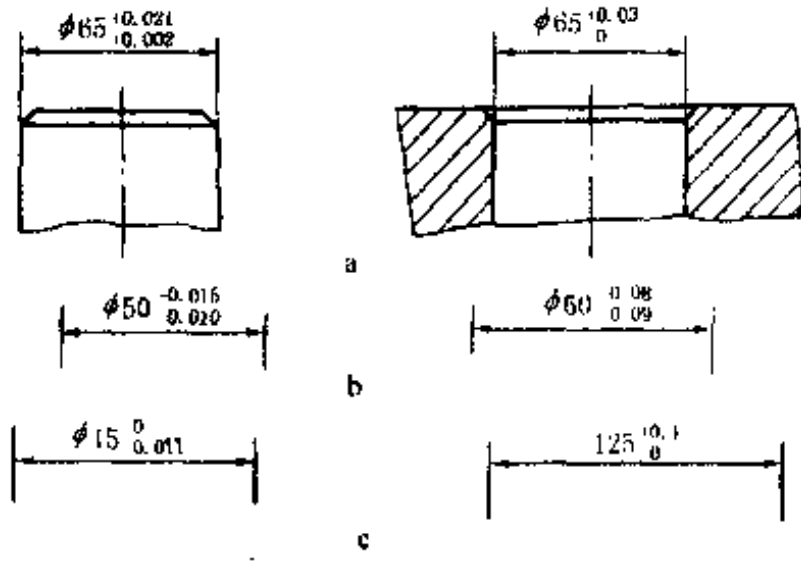
(2) 中心孔的标注方法(表 1-35)

表 1 35 中心孔的标注方法

示 例	说 明
	<p>已有相应标准规定的中心孔,在图样上可不绘制详细结构,只需注其代号;如同一轴的两端中心孔相同,可只在其一端标出,但应注出其数量</p>
	<p>如需指明中心孔的标准代号时,则可标注在中心孔型号的下方</p>
	<p>中心孔工作表面的粗糙度应在引出线上标出(图 b) 以中心孔的轴线为基准时,基准代号可按图 a、图 b 的方法标注</p>

5. 尺寸公差与配合注法(表 1-36)

表 1 36 尺寸公差与配合注法

类 别	图 例	说 明
		<p>当采用公差代号标注线性尺寸公差时,公差带的代号应注在基本尺寸的右边</p>
<p>线性尺寸公差的形式</p>		<p>当采用极限偏差标注线性尺寸的公差时,上偏差应注在基本尺寸的右上方;下偏差应与基本尺寸注在同一底线上(图 a) 上下偏差的小数点必须对齐,小数点后的位数也必须相同(图 b) 当上偏差或下偏差为“零”时,用数字“0”标出,并与下偏差或上偏差的小数点前的个位数对齐(图 c)</p>

续表 1-36

类别	图 例	说 明
线性尺寸公差的形式		<p>当要求同时标注公差代号和相应的极限偏差时,则后者应加上圆括号</p>
上下偏差数值相同时		<p>当公差带相对于基本尺寸对称地配置,即两个偏差相同时,偏差只需注写一次,并应在偏差与基本尺寸之间注出符号“±”,且两者数字高度相同</p>
线性尺寸公差的附加符号		<p>当尺寸仅需要限制单个方向的极限时,应在该极限尺寸的右边加注符号“max”或“min”</p>
		<p>同一基本尺寸的表面,若具有不同的公差时,应用细实线分开,并按线性尺寸公差同一种标注形式分别标注其公差</p>
		<p>如要素的尺寸公差和形状公差的关系遵循包容原则时,应在尺寸公差的右边加注符号“ⓔ”</p>

续表 1-36



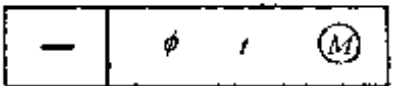
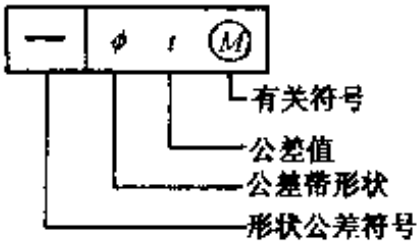
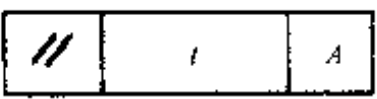
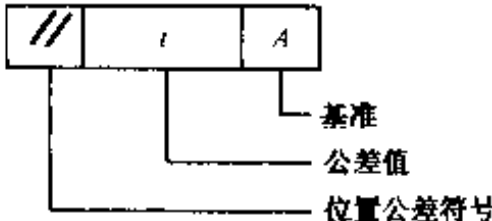
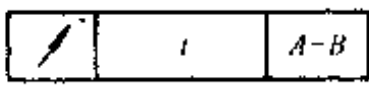
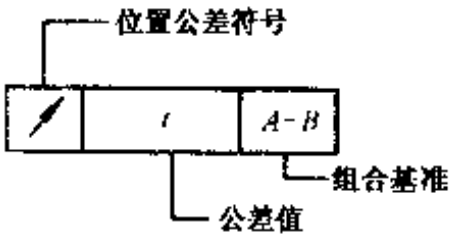

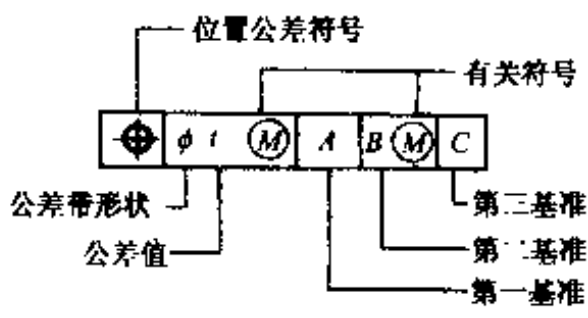
类别	图 例	说 明
装配图中 标注线性 尺寸的配 合代号时		<p>在装配图中标注线性尺寸的配合代号时,必须在基本尺寸的右边,用分数的形式注出,分子为孔的公差带代号,分母为轴的公差带代号(图a),必要时也允许按图b或图c的形式标注</p>
标注相配 零件的 极限偏差 时		<p>标注相配零件的极限偏差时,一般按图a形式标注,孔的基本尺寸和极限偏差注写在尺寸线的上方,轴的基本尺寸和极限偏差注写在尺寸线的下方,也允许按图b的形式标注 若需要明确指出装配件的代号时,按图c形式标注</p>
标准件与 零件的配 合代号标 注		<p>标注标准件、外购件与零件(轴或孔)的配合代号时,可以仅标注相配零件的公差代号</p>
角度公差 标注		<p>角度公差的标注见右图,其基本规则与线性尺寸公差的标注方法相同</p>

6. 形位公差的标注方法

(1) 形位公差的基本标注形式

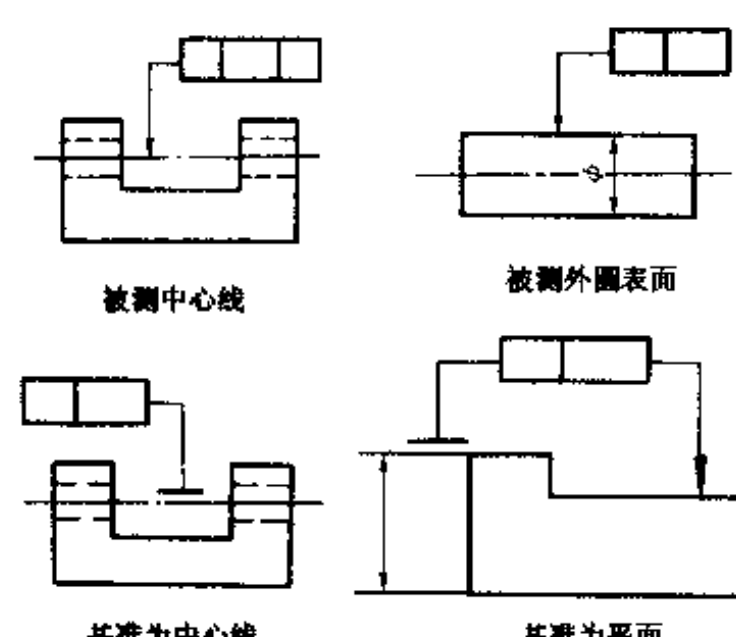
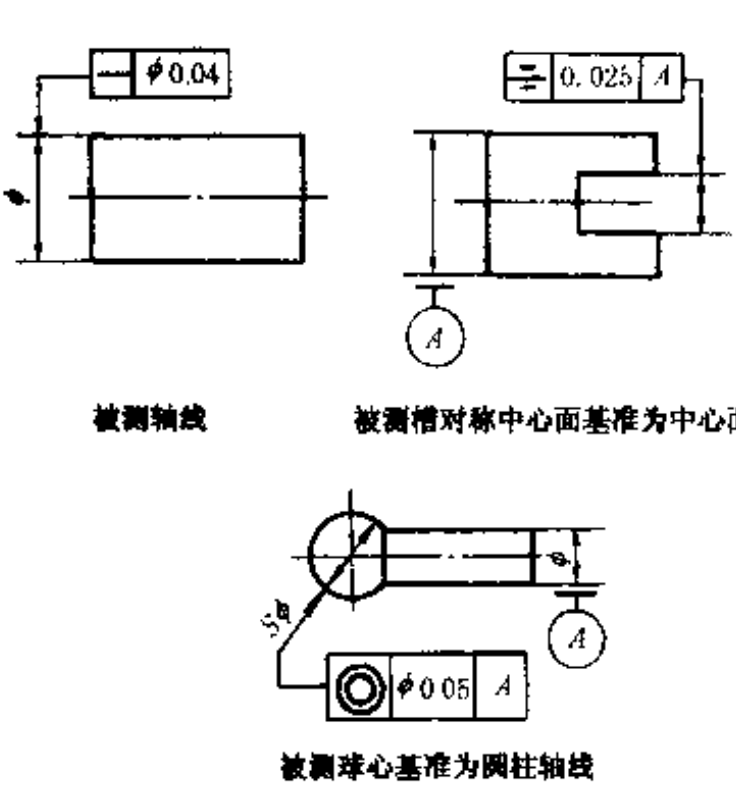
形位公差采用框格标注。框格由公差框格和指引线组成。公差框格应水平或垂直地用细实线绘制。公差框格可为2格到5格，其标注的基本形式示例见表1-37。

表1-37 形位公差基本标注示例

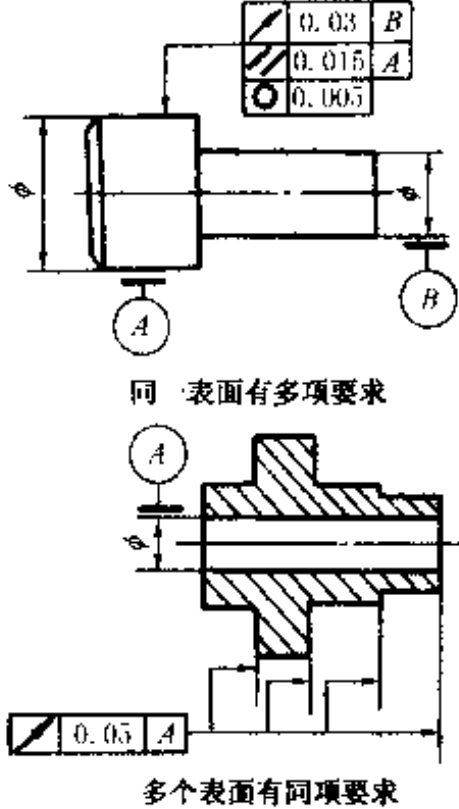
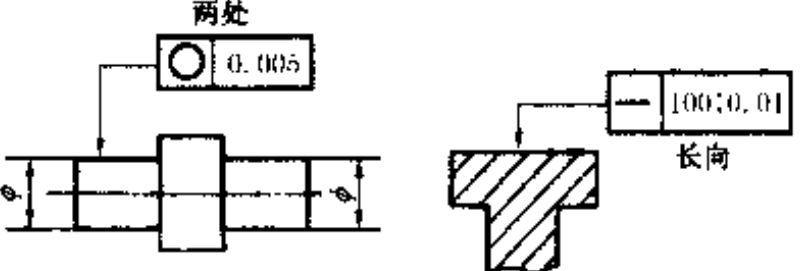
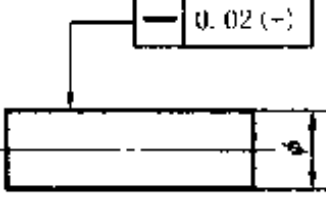
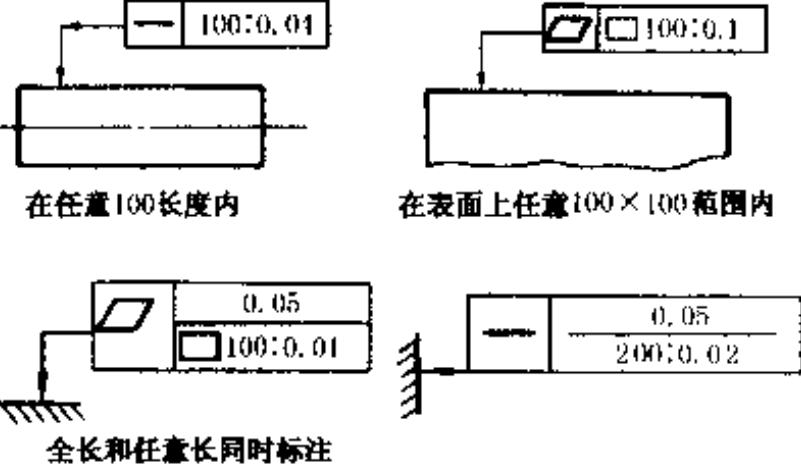
示 例	含 义
	
	
	
	
	

(2) 被测要素和基准要素的标注方法(表 1-38)

表 1-38 被测要素和基准要素的标注方法

	图 例	说 明
<p>被测部位、基准部位为平面(或线)的标注</p>	 <p>被测中心线</p> <p>被测外圆表面</p> <p>基准为中心线</p> <p>基准为平面</p>	<p>当被测部位为线或表面时,指引线的箭头应垂直于被测部位轮廓线或其引出线,并应明显地与尺寸线错开。当基准部位为线或表面时,基准符号应平行于基准部位轮廓线或其引出线,并应明显地与尺寸线错开</p>
<p>被测部位、基准部位为轴线(或中心面)的标注</p>	 <p>被测轴线</p> <p>被测槽对称中心面基准为中心面</p> <p>被测球心基准为圆柱轴线</p>	<p>当被测(或基准)部位为轴线、球心、中心平面时,指引线的箭头应与该部位的尺寸线对齐。当被测部位为整体轴线、公共轴线时,指引线可直接指到轴线上</p>

续表 1-38

	图 例	说 明
<p>多项标注</p>	 <p>同 一表面有多项要求</p> <p>多个表面有同项要求</p>	<p>当同一部位有多项形位公差要求时,可采用框格并列标注。当几个被测部位有相同形位公差要求时,可以在框格指引线上绘出多个箭头</p>
<p>带有附加说明的标注</p>		<p>当被测表面有附加要求说明时,可在框格上、下方加以注写</p>
<p>附加符号的标注</p>		<p>当形位公差有附加要求时,可在框格内的公差数值后面,加注有关的符号</p>
<p>限定被测部位尺寸标注</p>	 <p>在任意100长度内</p> <p>在表面上任意100×100范围内</p> <p>全长和任意长同时标注</p>	<p>当被测部位的尺寸有一定限定时,可在公差数值框格内以比例的形式标注。其中:比例前项表示限定尺寸的数值</p>

7. 表面粗糙度的标注方法(表1-39)

表1 39 表面粗糙度的标注方法

	图 例	说 明
标注方向		<p>表面粗糙度符号的尖端必须从材料外指向表面。</p> <p>表面粗糙度代号中数字须与尺寸数字标注方向一致;符号的标注始终保持短边在左,长边在右。避免在$\pm 30^\circ$区域内标注。</p> <p>带有横线的表面粗糙度符号,其标注方向应按图所示</p>

续表 1-39

	图 例	说 明
标注位置		<p>表面粗糙度符号应注在可见轮廓线、尺寸界线、引出线或它们的延长线上。对于镀涂表面,可注在表示线(粗点划线)上。</p> <p>在同一图样上,每一表面一般只标注一次符号、代号,并尽可能靠近有关的尺寸线,当地位狭小或不便标注时,符号、代号可以引出标注。</p>
简化标注		<p>当零件所有表面具有相同的表面粗糙度要求时,其符号、代号可在图样右上角统一标注。</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>
简化标注		<p>为了简化标注或标注位置受到限制时,可以标注简化代号或采用省略注法,但必须在标题栏附近说明简化符号、代号的含义。</p> <p>统一标注或简化标注时,其符号、代号和说明文字的高度均应是图形上其他表面所注代号和文字的1.4倍。</p>

续表 1-39

	图 例	说 明
特殊要求 标注		<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并标注相应的尺寸,也可将其要求注写在表面粗糙度符号长边的横线上</p>

(三) 常用件的画法及标注

1. 螺纹和螺纹紧固件画法及标注(表 1-40)

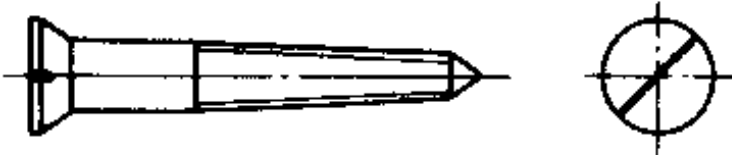
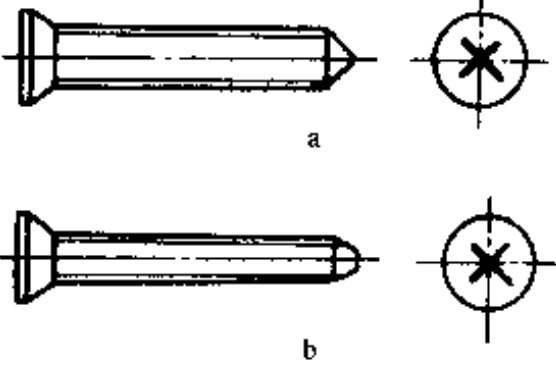
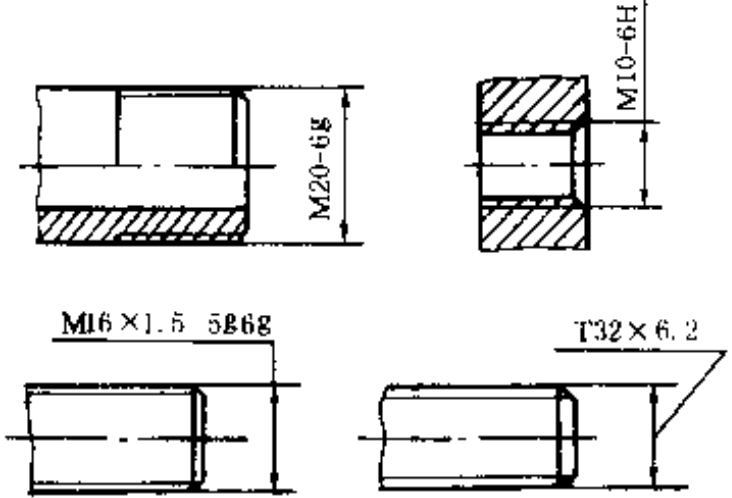
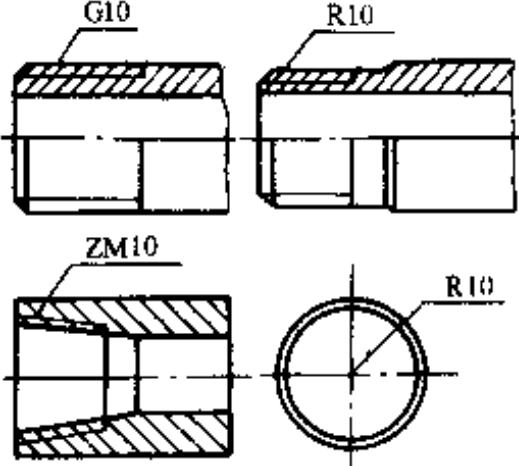
表 1-40 螺纹与螺纹紧固件画法及标注

类别	图 例	说 明
螺 纹		<p>螺纹的牙顶用粗实线表示;牙底用细实线表示,在螺杆的倒角或倒圆部分也应画出。在垂直于螺纹轴线的投影面的视图中,表示牙底的细实线圆只画约 3/4 圆,此时轴或孔上的倒角省略不画(图 a、b、c、d)</p> <p>当需要表示螺纹收尾时,螺尾部分的牙底用与轴线成 30° 的细实线绘制(图 a、e)</p> <p>不可见螺纹的图线按虚线绘制(图 f)</p>

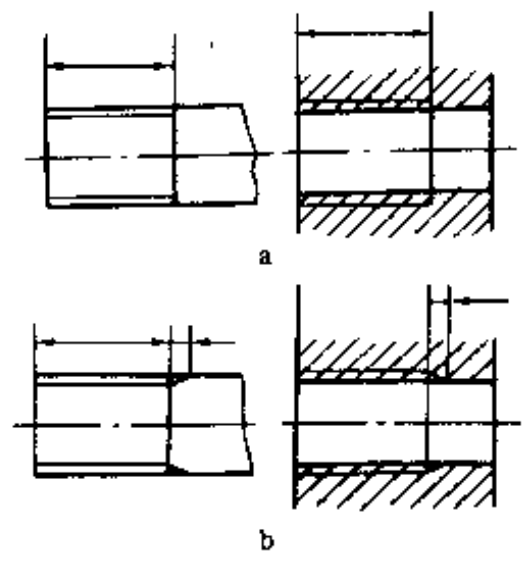
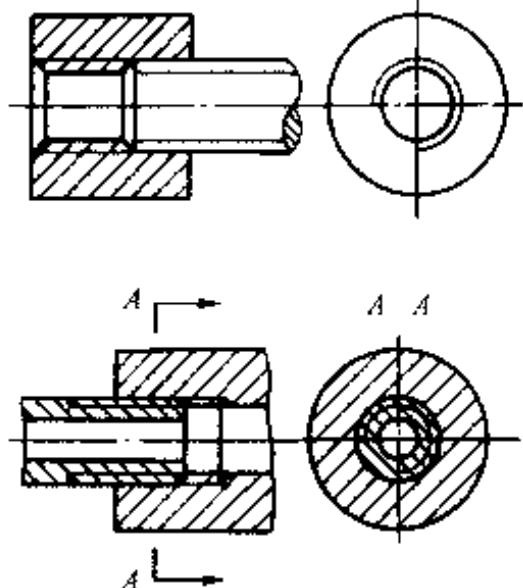
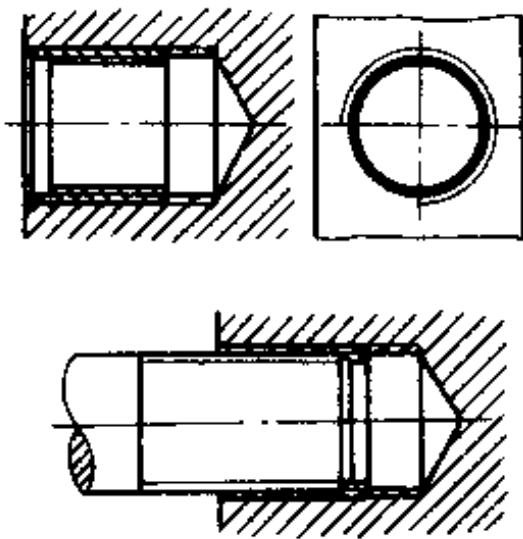
续表 1-10

类别	图 例	说 明
	<p style="text-align: center;">a b c</p>	<p>完整螺纹的终止界线用粗实线表示(图 a)</p> <p>无论是外螺纹或内螺纹,在剖视或剖面图中剖面线都必须画到粗实线(图 a、b、c)</p> <p>绘制不穿通的螺孔时,一般应将钻孔深度与螺纹部分的深度分别画出(图 a)</p>
螺纹	<p style="text-align: center;">5:1</p>	<p>当需要表示螺纹牙型时,可按右图形式绘制</p>
	<p style="text-align: center;">10:1</p>	<p>绘制非标准牙型的螺纹时,应画出螺纹的牙型,并注出所需要的尺寸与有关要求</p>
螺纹紧固件简化画法	<p style="text-align: center;">a b</p>	<p>具有圆锥形螺纹的机件,螺纹部分画法见右图</p>

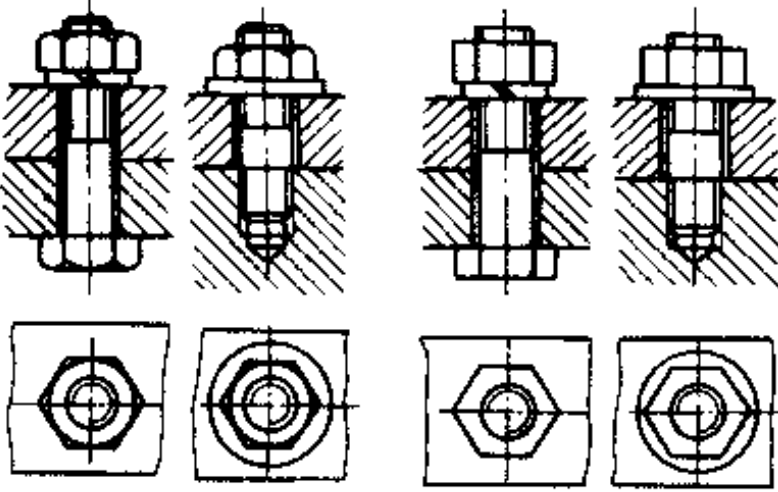
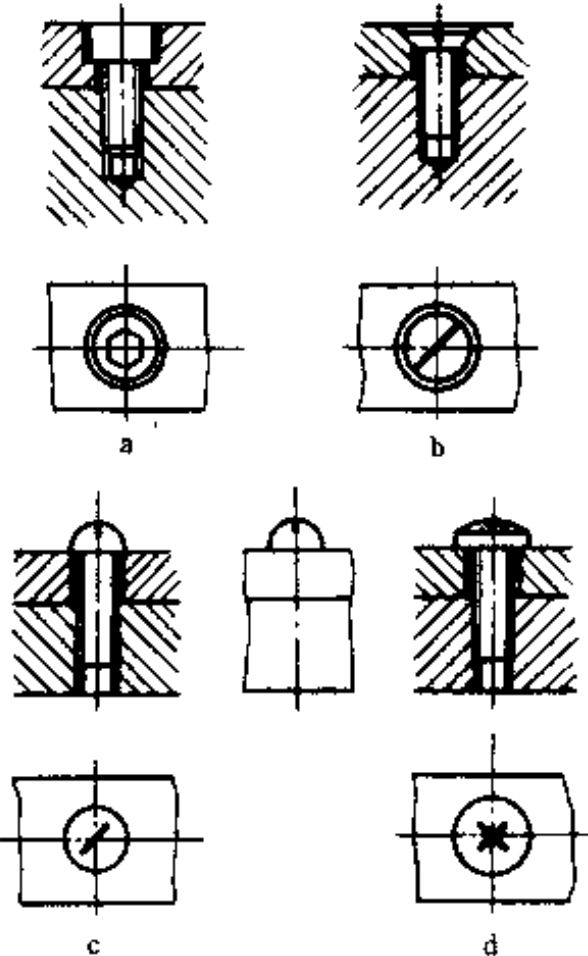
续表 1-40

类别	图 例	说 明
螺纹紧固件简化画法		木螺钉的螺杆部分按右图绘制
		自攻螺钉的螺杆部分, 末端为尖的按图 a 绘制, 末端削平时按图 b 绘制
螺纹的标注		标准的螺纹应注出相应标准所规定的螺纹代号或标记
		“G”非螺纹密封的管螺纹代号 “ZM”米制锥螺纹的代号

续表 1-40

类别	图 例	说 明
<p>螺纹的 标注</p>		<p>图样中所标注的螺纹长度,均指不包括螺尾在内的完整螺纹长度,见图a。当需要标出螺尾长度时,其标注方法见图b</p>
<p>螺纹连接</p>		<p>以剖视图表示内、外螺纹的联接时,其旋合部分应按外螺纹的画法绘制,其余部分仍按各自的画法绘制</p>
<p>螺纹连接</p>		<p>钢丝螺套的装配图按右图绘制</p>

续表 1-40

类别	图 例	说 明
	 <p style="text-align: center;">a b</p>	<p>在装配图中,当剖切平面通过螺杆的轴线时,对于螺柱、螺栓、螺母及垫圈等均按未剖切绘制(图a)。也可采用图b的简化画法</p>
螺纹连接	 <p style="text-align: center;">a b</p> <p style="text-align: center;">c d</p>	<p>在装配图中,对于不穿通的螺纹孔,可不画出钻孔深度,仅按螺纹部分的深度(不包括螺尾)画出。内六角螺钉可按图a绘制,螺钉头部的一字槽、十字槽可按图b、c、d的方法绘制</p>

2. 键的型式、标准、画法及标记(表1-41)

表1-41 键的型式、标准、画法及标记

名称	标准号	图 例	标 记 示 例
普通平键	GB/T 1096 1979		圆头普通平键(A型), $b=18$ $h=11$ $L=100$ 键 18×100 GB/T 1096 1979 平头普通平键(B型), $b=18$ $h=11$ $L=100$ 键 B18×100 GB/T 1096 1979
半圆键	GB/T 1099 1979		半圆键, $b=6$ $h=11$ $d=25$ $L=24.5$ 键 6×25 GB/T 1099 1979
钩头楔键	GB/T 1565 1979		钩头楔键, $b=18$ $h=11$ $L=100$ 键 18×100 GB/T 1565 1979

3. 销的型式、标准、画法及标记(表1-42)

表1-42 销的型式、标准、画法及标记

名称	标准号	图 例	标 记 示 例
圆锥销	GB 117-1986		圆锥销公称直径 $d=10$ 、长度 $l=60$ 、材料为 35 钢、热处理硬度 28~38HRC、表面氧化处理 A 型： 销 GB 117-1986 A10×60 (圆锥销的公称直径是指小端直径)

续表 1 42

名称	标准号	图 例	标记示例
圆柱销	GB 119 1986		<p>公称直径 $d = 8$、长度 $l = 30$、材料为 35 钢、热处理硬度 $38 \sim 28\text{HRC}$、表面氧化处理的 A 型圆柱销 (B 型可省略标注“B”)：</p> <p>销 GB 119-1986 A8×30</p>
开口销	GB 91 1986		<p>公称直径 $d = 5$、长度 $l = 50$、材料为低碳钢、不经表面处理的开口销：</p> <p>销 GB 91-1986 5×50 (销孔的直径 = 公称直径)</p>
销联接画法	GB 117-1986 GB 119 1986		<p>当剖切平面通过销的轴线时，销按不剖处理</p>

4. 齿轮画法及示例

(1) 直齿圆柱齿轮的规定画法(表 1 43)

表 1 43 直齿圆柱齿轮的规定画法

类型	图 例	说 明
单个圆柱 齿轮	<p>Figure 1: Drawing of a single spur gear. (a) shows a cross-section with a hatched tooth. (b) shows the front view with concentric circles for the addendum, pitch, and root circles.</p>	<p>齿顶圆和齿顶线用粗实线绘制、分度圆和分度线用点划线绘制。齿根圆和齿根线用细实线绘制,也可省略不画;在剖视图中,齿根线用粗实线绘制。在剖视图中,当剖切平面通过齿轮的轴线时,轮齿一律按不剖处理(图 a)。当需要表示齿线的形状时,可用三条与齿线方向一致的细实线表示,直齿则不需表示(图 b)</p>
两啮合齿 轮	<p>Figure 2: Drawing of two meshing spur gears. (a) shows the front view with labels: '节线用粗实线' (Pitch line drawn with thick solid line) and '从动轮的齿顶线(虚线)省略不画' (Addendum line of the driven gear, dashed line, omitted). (b) shows the cross-section with labels: '啮合区齿顶圆省略不画' (Addendum circle in the meshing area, omitted).</p>	<p>在垂直于齿轮轴线的投影面的视图中,啮合区内的节圆相切,啮合区内两齿轮的齿顶圆仍用粗实线绘制(图 a),也可省略不画(图 b)</p> <p>在平行于齿轮轴线的投影面的视图中,啮合区的齿顶线不需画出,节线用粗实线绘制,其它处节线仍用点划线绘制(图 a)。若采用剖视图表示,当剖切平面通过两齿轮轴线时,在啮合区内将一个齿轮的齿顶线用粗实线绘制,另一个齿轮被遮挡部分的齿顶线(通常为从动轮的齿顶线)用虚线绘制,也可省略不画(图 b)</p>

(2) 工作图示例

1) 圆柱齿轮零件图(图1-2)

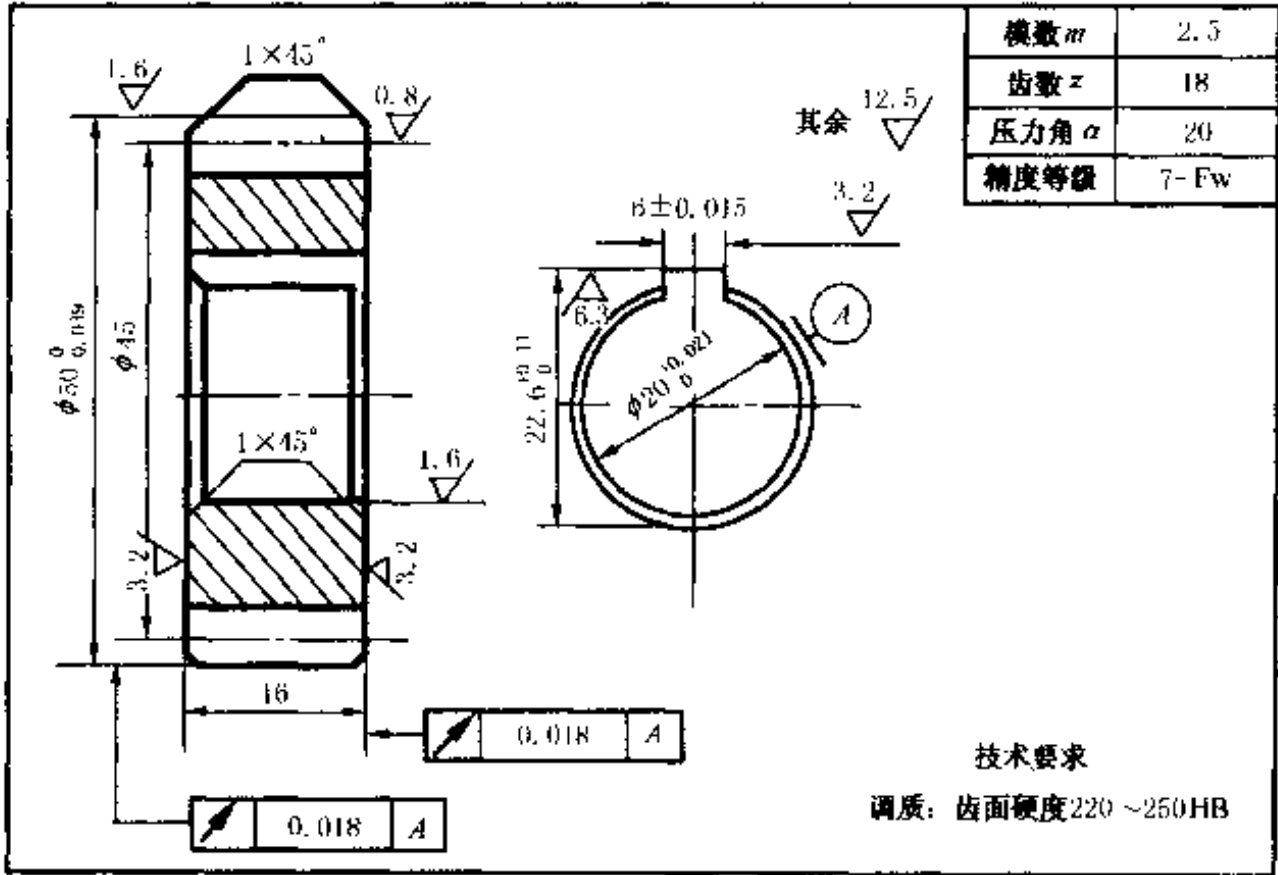


图1-2 圆柱齿轮零件图

2) 直齿圆锥齿轮零件图(图1-3)

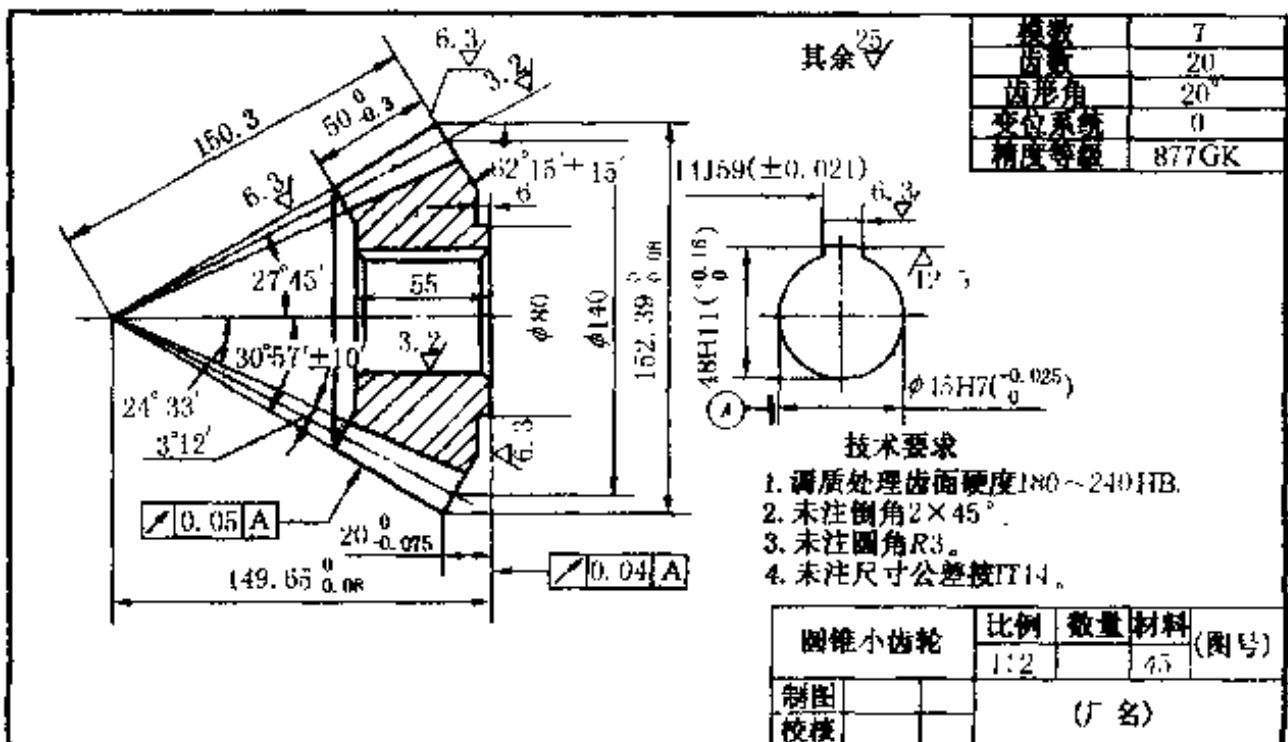
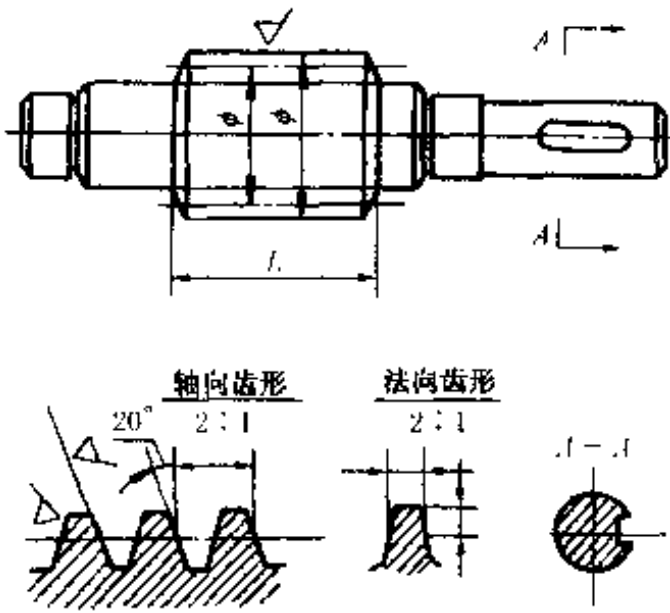
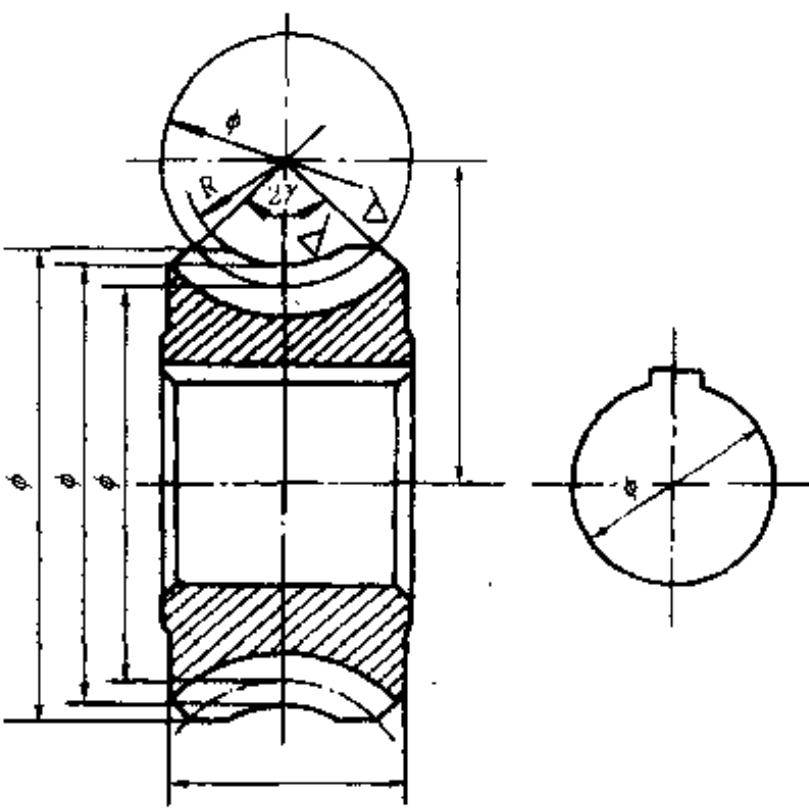


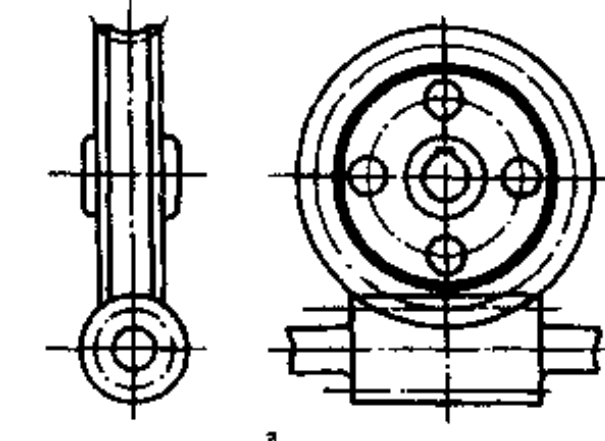
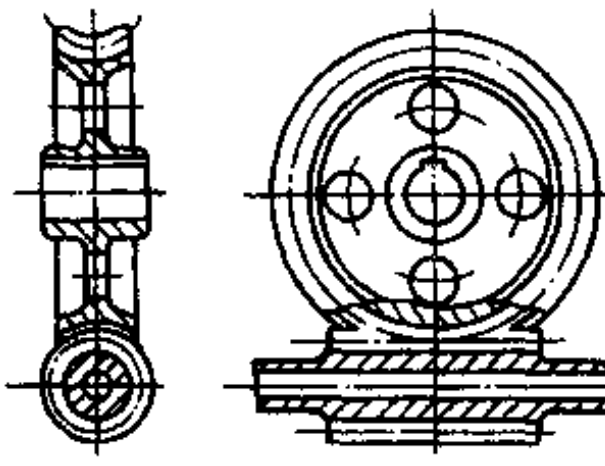
图1-3 直齿圆锥齿轮零件图

③ 蜗杆、蜗轮图(表 1-44)

表 1-44 蜗杆、蜗轮图示例

类型	图 例	说 明
蜗杆	 <p>Technical drawing of a worm gear. The top part shows a perspective view of the worm gear with a length dimension l and a section line $A-A$. Below this are three detail views: '轴向齿形' (axial tooth form) at a 2:1 magnification showing a 20° lead angle, '法向齿形' (normal tooth form) at a 2:1 magnification, and a circular detail view at a 1:1 magnification.</p>	<p>蜗杆的规定画法与圆柱齿轮的规定画法基本相同</p>
蜗轮	 <p>Technical drawing of a worm gear. The top part shows a perspective view of the gear with a pressure angle of 20°, a pitch circle diameter ϕ, and a radius R. The bottom part shows a circular detail view of the gear's profile.</p>	<p>蜗轮与斜齿圆柱齿轮的画法相似。当蜗轮投影为圆时,只画分度圆和最外圆。在剖视图中,轮齿画法与圆柱齿轮相同,其他部分按真实投影画出</p>

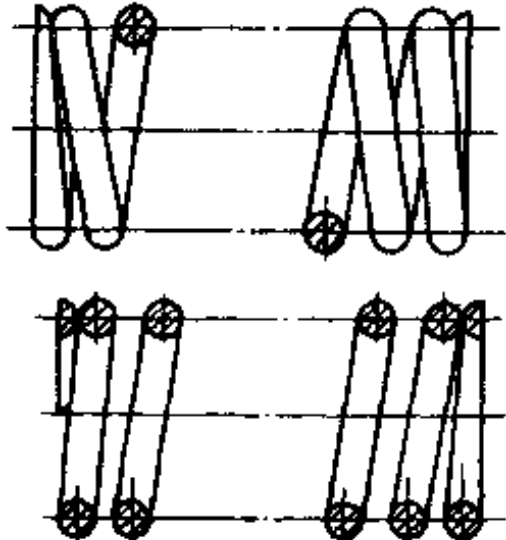
续表 1-41

类型	图 例	说 明
蜗杆、 蜗轮 啮合	 <p style="text-align: center;">a</p>	<p>可采用两个外形视图(图a),也可采用全剖视和局部剖视(图b)。蜗轮在啮合区被遮挡部分的虚线省略不画。蜗轮的齿顶圆和蜗杆的齿顶线也可省略不画</p>
	 <p style="text-align: center;">b</p>	

5. 弹簧画法及示例

(1) 弹簧的规定画法(表 1-45)

表 1-45 弹簧的规定画法

	图 例	说 明
单个螺旋 弹簧		<p>在平行于螺旋弹簧轴线的投影面的视图中,其各圈的轮廓应画成直线。</p> <p>螺旋弹簧均可画成右旋,但左旋弹簧不论画成左旋或右旋,一律要注出旋向“左”字。</p> <p>螺旋压缩弹簧,不论支承圈数多少,均可按右图形式绘制。必要时也可按支承圈的实际结构绘制。</p> <p>有效圈数在 4 圈以上的螺旋弹簧,中间部分可以省略不画,并允许适当缩短图形的长度</p>

续表 1-45

	图 例	说 明
装配图 中的 弹 簧		<p>螺旋弹簧被剖时，如果簧丝直径在图形上等于或小于 2mm 时，可用涂黑表示（图 a），也可采用示意图（图 b）。</p> <p>被弹簧挡住的结构一般不画出，可见部分应从弹簧的外轮廓线或从弹簧钢丝剖面的中心线画起（图 c）。</p>

(2) 弹簧工作图示例(图 1-4)

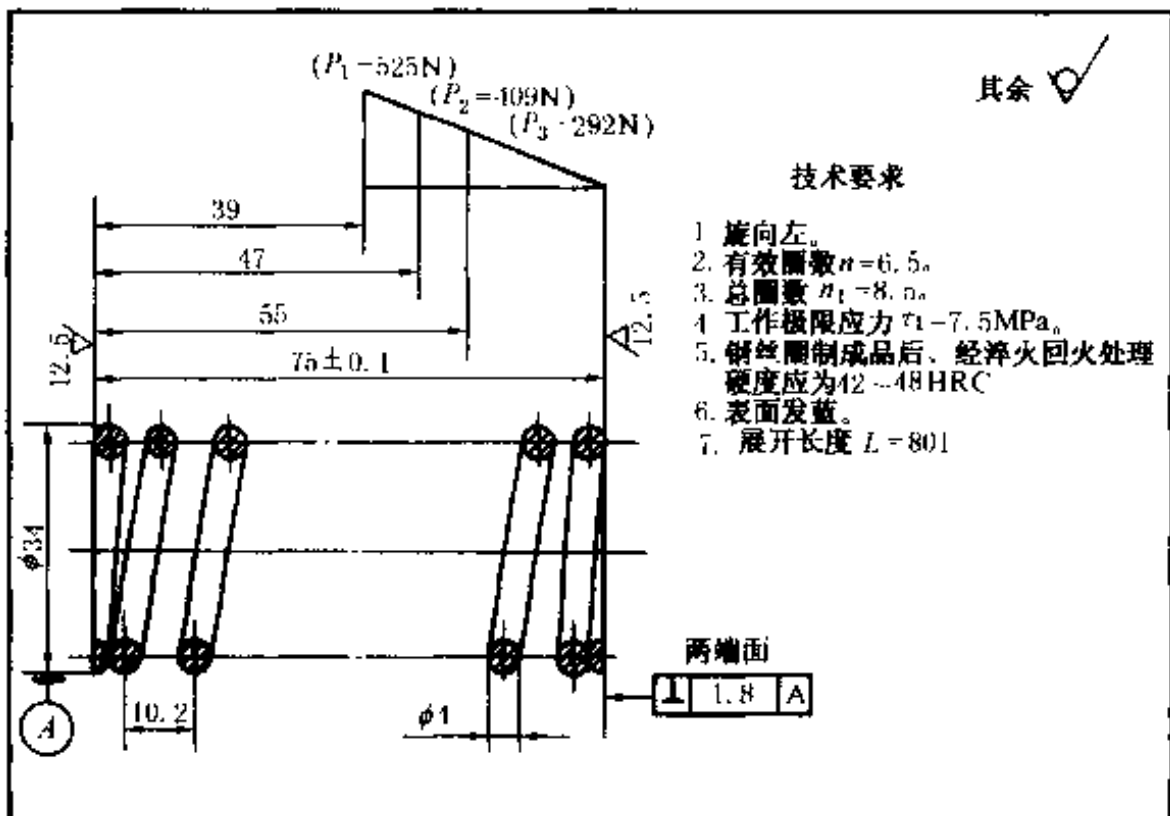


图 1-4 弹簧零件图

6. 滚动轴承的简化画法(表1-46)

表1-46 滚动轴承的简化画法

轴承类型		简化画法	示意画法
向心球轴承 0000	单 列		
调心球轴承 1000	双 列		
角接触球轴承 6000	单 列		
角接触球轴承 6000	双 列		

三、极限与配合、形状和位置公差、表面粗糙度

(一) 极限与配合(GB/T 1800.1-1997)

1. 术语和定义

(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)。

基准轴 在基轴制配合中选作基准的轴。对本标准极限与配合制,即上偏差为零的轴。

(2) 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)。

基准孔 在基孔制配合中选作基准的孔。对本标准极限与配合制,即下偏差为零的孔。

(3) 尺寸 以特定单位表示线性尺寸值的数值。

① 基本尺寸 通过它应用上、下偏差可算出极限尺寸的尺寸,见图1-5(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)。

② 实际尺寸 通过测量获得的某一孔、轴的尺寸。

③ 局部实际尺寸 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。

④ 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。

⑤ 最大极限尺寸 孔或轴允许的最大尺寸。

⑥ 最小极限尺寸 孔或轴允许的最小尺寸。

(4) 极限制 经标准化的公差与偏差制度。

(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见图1-5。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,见图1-6。

(6) 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。

① 极限偏差 上偏差和下偏差。轴的上、下偏差代号用小写字母 es 、 ei ;孔的上、下偏差代号用大写字母 ES 、 EI 表示。

② 上偏差 最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差。

③ 下偏差 最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差。

④ 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为下偏差)。

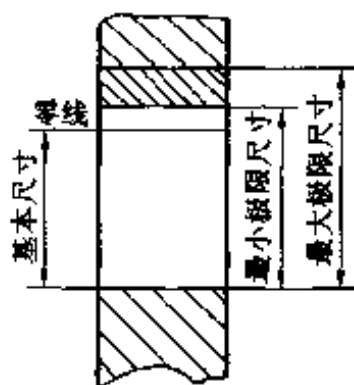


图 1-5 基本尺寸、最大极限尺寸和最小极限尺寸

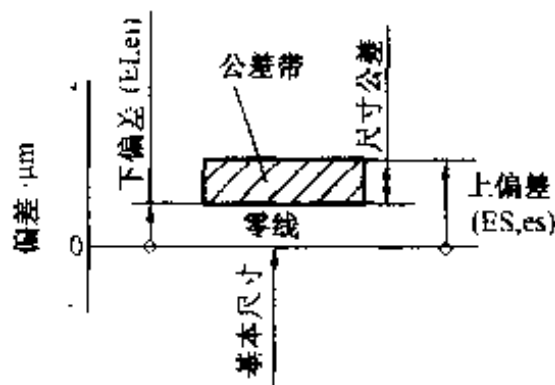


图 1-6 公差带图解

(7) 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)。

① 标准公差(IT) 本标准极限与配合制中,所规定的任一公差(字母IT为“国际公差”的符号)。

② 标准公差等级 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。

③ 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,见图1-6。

④ 基准公差因子(G, I) 在本标准极限与配合制中,用以确定标准公差的基本单位,该因子是基本尺寸的函数(标准公差因子*i*用于基本尺寸至500mm,标准公差因子*I*用于基本尺寸大于500mm)。

(8) 间隙 孔的尺寸减去相配合轴的尺寸之差为正值,见图1-7。

① 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,见图1-8。

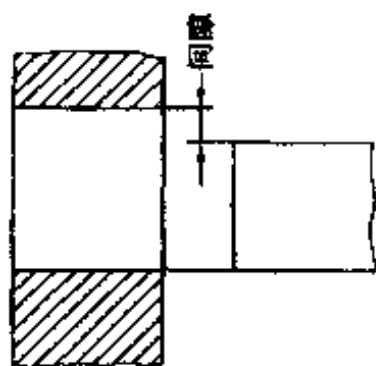


图 1-7 间隙

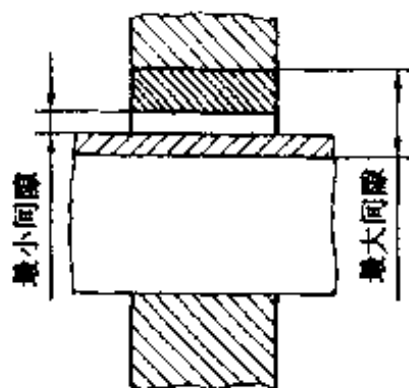


图 1-8 间隙配合

② 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,见图1-8和1-9。

(9) 过盈 孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为负值,见图 1-10。

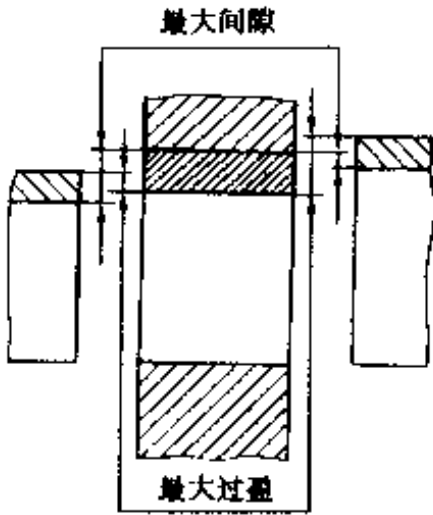


图 1-9 过渡配合

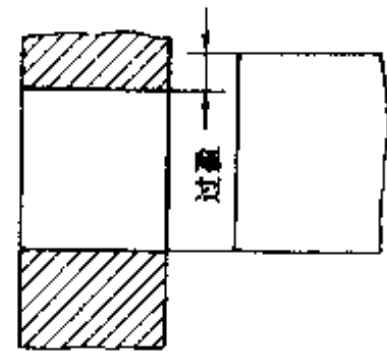


图 1-10 过盈

① 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,见图 1-11。

② 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,见图 1-11 和 1-14。

(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。

① 间隙配合 具有间隙(包括最小间隙等于零)的配合。此时,孔的公差带在轴的公差带之上,见图 1-12。

② 过盈配合 具有过盈(包括最小过盈等于零)的配合。此时,孔的公差带在轴的公差带之下,见图 1-13。

③ 过渡配合 可能具有间隙或过盈的配合。此时,孔的公差带与轴的公差带相互交叠,见图 1-14。

④ 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)。

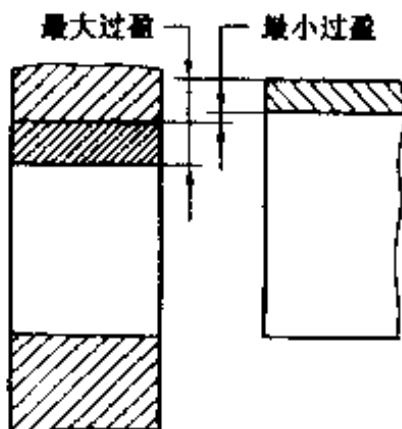


图 1-11 过盈配合

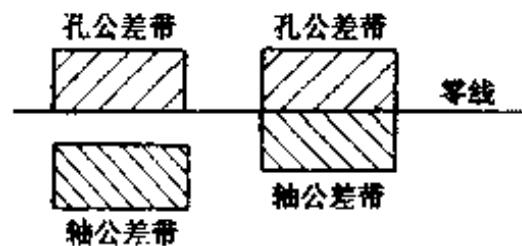


图 1-12 间隙配合的示意图

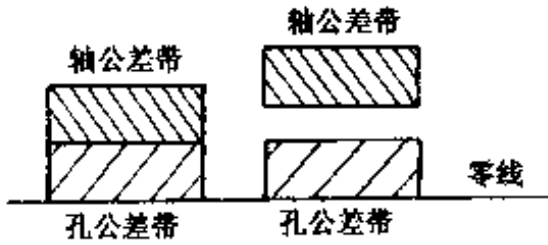


图 1-13 过盈配合的示意图

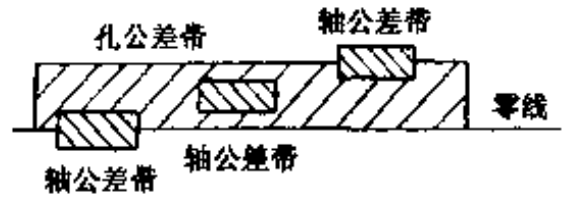
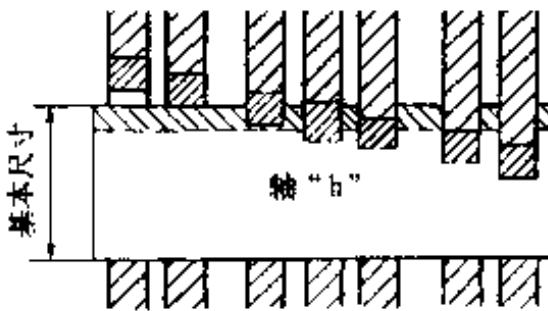


图 1-14 过渡配合的示意图

(11) 配合制 同一极限制的孔和轴组成配合的一种制度。

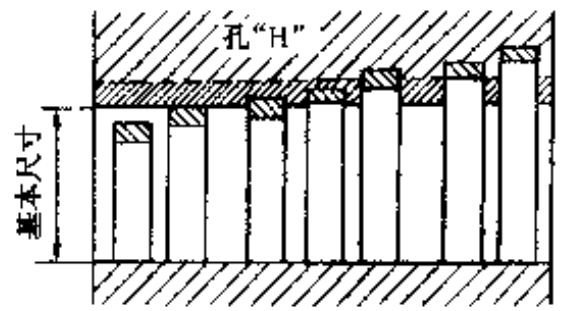
① 基轴制配合 基本偏差为一定的轴的公差带,与不同基本偏差的孔的公差带形成各种配合的一种制度。对本标准极限与配合制,是轴的最大极限尺寸与基本尺寸相等、轴的上偏差为零的一种配合制,见图 1-15。

② 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。对本标准极限与配合制,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,见图 1-16。



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 1-15 基轴配合制



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 1-16 基孔配合制

(12) 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。

(13) 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材料量为最小时状态下的极限尺寸。

2. 基本规定

(1) 基本尺寸分段(表 1-47)

表 1 47 基本尺寸分段

mm

主 段 落		中 间 段 落		主 段 落		中 间 段 落	
大于	至	大于	至	大于	至	大于	至
	3	—				315	355
3	6	—		315	400	355	400
6	10	—		400	500	400	450
10	18	10	14			450	500
		11	18	500	630	500	560
18	30	18	24			560	630
		21	30	630	800	630	710
30	50	30	40			710	800
		40	50	800	1000	800	900
50	80	50	65			900	1 000
		65	80	1 000	1 250	1 000	1 120
80	120	80	100			1 120	1 250
		100	120	1 250	1 600	1 250	1 400
120	180	120	140			1 400	1 600
		140	160	1 600	2 000	1 600	1 800
		160	180			1 800	2 000
180	250	180	200	2 000	2 500	2 000	2 240
		200	225			2 240	2 500
		225	250	2 500	3 150	2 500	2 800
250	315	250	280			2 800	3 150
		280	315				

(2) 标准公差的等级、代号及数值 标准公差分 20 级, 即: IT01、IT0、IT1 至 IT18。IT 表示标准公差, 公差的等级代号用阿拉伯数字表示。从 IT01 至 IT18 等级依次降低, 当其与代表基本偏差的字母一起组成公差带时, 省略“IT”字母, 如 h7。各级标准公差的数值规定见表 1-48。

在 GB/T 1800.1—1997 前言的正文中, 虽然删去了标准公差等级 IT01 和 IT0。为满足使用者的需要, 允许在有关资料中给出。本册中仍保留了这两个级别。

(3) 基本偏差的代号 基本偏差的代号用拉丁字母表示,大写的为孔,小写的为轴,各28个。

孔:A,B,C,CD,D,E,EF,F,FG,G,H,J,js,K,M,N,P,R,S,T,U,V,X,Y,Z,ZA,ZB,ZC。

轴:a,b,c,cd,d,e,ef,f,fg,g,h,j,js,k,m,n,p,r,s,t,u,v,x,y,z,za,zb,zc。

其中,H代表基准孔,h代表基准轴。

(4) 偏差代号 偏差代号规定如下:孔的上偏差ES;孔的下偏差EI;轴的上偏差es;轴的下偏差ei。

(5) 轴的极限偏差 轴的基本偏差从a到h为上偏差;从j到zc为下偏差。

轴的基本偏差数值见表1-49和表1-50。

轴的另一个偏差(下偏差或上偏差),根据轴的基本偏差和标准公差,按以下代数式计算:

$$ei = es - IT \text{ 或 } es = ei + IT$$

(6) 孔的极限偏差 孔的基本偏差从A到H为下偏差;从J至ZC为上偏差。

孔的基本偏差数值见表1-51。

孔的另一个偏差(上偏差或下偏差),根据孔的基本偏差和标准公差,按以下代数式计算:

$$ES = EI + IT \text{ 或 } EI = ES - IT$$

(7) 公差带代号 孔、轴公差带代号用基本偏差代号与公差等级代号组成。例如:H8、F8、K7、P7等为孔的公差带代号;h7、f7、k6、p6等为轴的公差带代号。其表示方法可以用下列示例之一:

孔: $\phi 50H8$, $\phi 50 \begin{smallmatrix} 0 \\ 0 \end{smallmatrix}^{+0.039}$, $\phi 50H8 \left(\begin{smallmatrix} +0.039 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$;

轴: $\phi 50f7$, $\phi 50 \begin{smallmatrix} -0.025 \\ 0 \end{smallmatrix}$, $\phi 50f7 \left(\begin{smallmatrix} -0.025 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$ 。

(8) 基准制 标准规定有基孔制和基轴制。在一般情况下,优先采用基孔制。如有特殊需要,允许将任一孔、轴公差带组成配合。

(9) 配合代号 用孔、轴公差带的组合表示,写成分数形式,分子为孔的,分母为轴的。例如:H8/f7或 $\frac{H8}{f7}$ 。其表示方法可用以下示例之一:

$\phi 50H8/f7$ 或 $\phi 50 \frac{H8}{f7}$; 10H7/n6 或 $10 \frac{H7}{n6}$ 。

(10) 配合分类 标准的配合有三类,即间隙配合、过渡配合和过盈配合。属于哪一类配合取决于孔、轴公差带的相互关系。

基孔制(基轴制)中,A~H(a~h)用于间隙配合;J~ZC(j~zc)用于过渡配合和过盈配合。

(11) 公差带及配合的选用原则 孔、轴公差带及配合,首先采用优先公差带及优先配合,其次采用常用公差带及常用配合,再次采用一般用途公差带。

表 1 48 标准公差数值

基本尺寸/mm	公差等级																			
	IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	/μm																			
至	/mm																			
-	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.10	0.14	0.25	0.40	0.60	1.0	1.4
3	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.30	0.48	0.75	1.2	1.8
6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	1	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.90	1.5	2.2
10	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.70	1.10	1.8	2.7
18	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.30	2.1	3.3
30	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1.00	1.60	2.5	3.9
50	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.30	0.46	0.74	1.20	1.90	3.0	4.6
80	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.40	2.20	3.5	5.4
120	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.40	0.63	1.00	1.60	2.50	4.0	6.3
180	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.90	4.6	7.2
250	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.30	2.10	3.20	5.2	8.1
315	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.40	2.30	3.60	5.7	8.9
400	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.50	4.00	6.3	9.7
500	4.5	6	9	11	16	22	30	41	70	110	175	280	440	0.70	1.10	1.75	2.8	4.4	7.0	11.0
630	5	7	10	13	18	25	35	50	80	125	200	320	500	0.80	1.25	2.00	3.2	5.0	8.0	12.5
800	5.5	8	11	15	21	29	40	56	90	140	230	360	560	0.90	1.40	2.30	3.6	5.6	9.0	14.0
1 000	6.5	9	13	18	24	34	46	66	105	165	260	420	660	1.05	1.65	2.60	4.2	6.6	10.5	16.5
1 250	8	11	15	21	29	40	54	78	125	195	310	500	780	1.25	1.95	3.10	5.0	7.8	12.5	19.5
1 600	9	13	18	25	35	48	65	92	150	230	370	600	920	1.50	2.30	3.70	6.0	9.2	15.0	23.0
2 000	11	15	22	30	41	57	77	110	175	280	440	700	1 100	1.75	2.80	4.40	7.0	11.0	17.5	28.0
2 500	13	18	26	36	50	69	93	135	210	330	540	860	1 350	2.10	3.30	5.40	8.6	13.5	21.0	33.0

注：基本尺寸小于1mm时，无IT14至IT18。

表 1-49 轴的基本偏差数值表(一)

基本偏差	上 偏 差 (es)											下 偏 差 (ei)				
	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js	j	5,6	7	8
基本尺寸/mm	6~18															
大于	至															
—	3	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0		-2	-4	-6
3	6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0		-2	-4	-
6	10	280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0		-2	5	-
10	14	-290	-150	-95	-	-30	-32	-	-16	-	-6	0		-3	-6	-
14	18															
18	24	-300	-160	-110		-65	-40	-	-20	-	-7	0		-4	-8	-
24	30															
30	40	310	170	-120		80	50		-25		-9	0		-5	-10	-
40	50	-320	-180	-130												
50	65	-340	-190	-140		-100	-60		-30		-10	0		-7	-12	-
65	80	-360	-200	-150												
80	100	-380	-220	-170		-120	-72		-36		-12	0		9	-15	-
100	120	-410	-240	-180												
120	140	-460	-260	-200		-145	-85		-43		-14	0		-11	-18	-

续表 1-19 μm

基本偏差	上 偏 差 (es)											下 偏 差 (ei)				
	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js	j	5,6	7	8
基本尺寸/mm	6~18															
大于 至																
140	160	-520	-280	-210	-145	-85	-43	-14	0	0	0	0	0	0	0	0
160	180	-580	-310	-230												
180	200	-660	-340	-240												
200	225	-740	-380	-260	-170	-100	50	-15	0	0	0	0	0	0	0	0
225	250	-820	-420	-280												
250	280	920	-480	-300												
280	315	-1 050	-540	330	-190	-110	56	-17	0	0	0	0	0	0	0	0
315	355	-1 200	-600	-360												
355	400	-1 350	-680	-400	-210	-125	-62	18	0	0	0	0	0	0	0	0
400	450	-1 500	760	-440	-230	-135	-68	-20	0	0	0	0	0	0	0	0
450	500	-1 650	-840	-480												
500	560				-260	-145	-76	-22	0	0	0	0	0	0	0	0
560	630															
630	710				-290	-160	-80	-24	0	0	0	0	0	0	0	0

偏差 -
+ IT/2

续表 1-49

μm

基本偏差	上 偏 差 (es)											下 偏 差 (ei)			
	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fk	g	h	js	5,6	7	8
基本尺寸/mm	公 差 等 级														
大于 至	6~18														
710 800					-290	-160		-80		-24	0				
800 900					-320	-170		-86		-26	0				
900 1 000								-98		-28	0				
1 000 1 120					350	-195									
1 120 1 250															
1 250 1 400															
1 400 1 600					-390	-220		-110		30	0				
1 600 1 800															
1 800 2 000					-430	-240		-120		-32	0				
2 000 2 240															
2 240 2 500					480	-260		-130		-34	0				
2 500 2 800															
2 800 3 150					-520	-290		-145		-38	0				

偏差 -
±IT·2

表 I 50 轴的基本偏差数值表(二) μm

基本偏差		下 偏 差 (ei)																
		k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc		
基本尺寸/mm		公 差 等 级																
大于	至	4 至 7	≤3	所 有 等 级														>7
—	3	0	+2	+4	+6	+10	+14		+18	—	+20	—	+26	+32	+40	+60		
3	6	+1	+42	+8	+12	+15	+19	—	+23	—	+28	—	+35	+42	+50	+80		
6	10	+1	+6	+10	+15	+19	+23	—	+28		+34		+42	+52	+67	+97		
10	14	0	+7	+12	+18	+23	+28	—	+33		+40		+50	+64	+90	+130		
14	18	0	+8	+15	+22	+28	+35		+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188		
18	24	+2	+8	+15	+22	+28	+35		+41	+48	+55	+64	+75	+118	+160	+218		
24	30	0	+9	+17	+26	+34	+43		+48	+60	+68	+80	+94	+118	+200	+274		
30	40	-2	+9	+17	+26	+34	+43		+54	+70	+81	+97	+111	+180	+242	+325		
40	50								+66	+87	+102	+122	+144	+226	+300	+405		
50	65	+2	+11	+20	+32	+41	+53		+75	+102	+120	+146	+174	+274	+360	+480		
65	80	0	+13	+23	+37	+43	+59		+91	+124	+146	+178	+214	+335	+445	+585		
80	100	+3	+13	+23	+37	+51	+71		+104	+144	+172	+210	+254	+400	+525	+690		
100	120					+63	+92		+122	+170	+202	+248	+300	+470	+620	+800		
120	140	+3	+15	+27	+43	+65	+100		+134	+190	+228	+280	+340	+535	+700	+900		
140	160	0	+15	+27	+43	+65	+100		+134	+190	+228	+280	+340	+535	+700	+900		

μm

续表 1-50

基本偏差		下 偏 差 (ei)															
		k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc	
基本尺寸/mm		所 有 等 级															
大于	至	4 至 7	≤3														
		>7	>7														
160	180	+3	0	+15	+27	+43	+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1 000
180	200						+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1 150
200	225	+1	0	+17	+31	+50	+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1 250
225	250						+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1 050	+1 350
250	280	+4	0	+20	+31	+56	+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1 200	+1 550
280	315						+98	+170	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1 000	+1 300	+1 700
315	355	+1	0	+21	+37	+62	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1 150	+1 500	+1 900
355	400						+114	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1 000	+1 300	+1 650	+2 100
400	450	+5	0	+23	+40	+68	+126	+232	+330	+490	+595	+740	+920	+1 100	+1 450	+1 850	+2 400
450	500						+132	+252	+360	+540	+660	+820	+1 000	+1 250	+1 600	+2 100	+2 600
公差等级		6 至 18															
500	560	0	0	+26	+44	+78	+130	+280	+400	+600							
560	630						+155	+310	+450	+660							
630	710	0	0	+30	+50	+88	+175	+340	+500	+740							
710	800						+185	+380	+560	+840							

续表 1-50 μm

基本偏差	下 偏 差 (ei)												
	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	zc
基本尺寸/mm	公 差 等 级												
公差等级	6 至 18												
800 900	0	+34	+56	+100	+210	+430	+620	+910					
900 1 000					+220	+470	+680	+1050					
1 000 1 120	0	+40	+66	+120	+250	+520	+780	+1150					
1 120 1 250					+260	+580	+840	+1300					
1 250 1 400					+300	+640	+960	+1450					
1 400 1 600	0	+18	+78	+140	+330	+720	+1050	+1600					
1 600 1 800					+370	+820	+1200	+1850					
1 800 2 000	0	+58	+92	+170	+600	+1 920	+1 350	+2 000					
2 000 2 240					+440	+1 000	+1 500	+2 300					
2 240 2 500	0	+68	+110	+195	+460	+1 100	+1 650	+2 500					
2 500 2 800					+550	+1 250	+1 900	+2 900					
2 800 3 150	0	+76	+135	+240	+580	+1 400	+2 100	+3 200					

注：1. 基本尺寸小于 1mm 时，各级的 a 和 b 均不采用。

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

表 1-51 孔的基本偏差数值表

基本偏差		下 偏 差 (EI)											上 偏 差 (ES)					N _s						
		A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	Js	J	K	M								
基本尺寸 /mm		公 差 等 级																						
大于	至	所 有 等 级																						
—	3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	偏 差 - ± IT/2					+2	+4	+6	0	-2	-4	-4
3	6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0						+5	+6	+10	+1Δ	-1	-4	+Δ
6	10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0						+5	+8	+12	+Δ	-1	-6	+Δ
10	14	+290	+150	+95		+50	+32		+16		+6	0						+6	+10	+15	+Δ	-1	-7	+Δ
14	18																	+8	+12	+20	+Δ	-2	-8	+Δ
18	24	+300	+160	+110		+65	+40		+20		+7	0						+10	+14	+24	+Δ	-2	-9	+Δ
24	30																	+13	+18	+28	+Δ	2	-11	+Δ
30	40	+310	+170	+120		+80	+50		+25		+9	0						+16	+22	+31	+Δ	-3	-13	+Δ
40	50	+320	+180	+130														+10	+14	+24	+Δ	-2	-9	+Δ
50	65	+340	+190	+140		+100	+60		+30		+10	0						+13	+18	+28	+Δ	2	-11	+Δ
65	80	+360	+200	+150														+16	+22	+31	+Δ	-3	-13	+Δ
80	100	+380	+220	+170		+120	+72		+36		+12	0						+16	+22	+31	+Δ	-3	-13	+Δ
100	120	+410	+240	+180														+16	+22	+31	+Δ	-3	-13	+Δ

μm

续表 1-51

基本偏差	下 偏 差 (EI)											上 偏 差 (ES)																	
	公 差 等 级											公 差 等 级																	
	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	js	J	K	M	N													
基本尺寸 /mm	所 有 等 级																												
大于 至	偏差 - ±IT/2																												
120	+460	+260	+200									+18					8												
140	+520	+280	+210	-	+145	-85	+43	-	+14	0		+18					+26					7							
160	+580	+310	+230																			6							
180	+660	+340	+240																										
200	+740	+380	+260																										
225	+820	+420	+280																										
250	+920	+480	+300																										
280	+1050	+540	+330																										
315	+1200	+600	+360																										
355	+1350	+680	+400																										
400	+1500	+760	+440																										
450	+1650	+840	+480																										
公差等级	6 至 18																												
500																													
560																													
630																													

续表 1-51

μm

基本偏差	下 偏 差 (EI)											上 偏 差 (ES)								
	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	js	J	K	M	N				
基本尺寸 /mm	公差等级																			
大于	所 有 等 级											6	7	8	≤8	>8	≤8	>8	≤8	>8
公差等级	6 至 18																			
630					+290	+160	+80			+24	0			0	-30	-50				
710																				
800					+320	+170	+86			+26	0			0	-31	56				
900																				
1000																				
1000					+350	+195	+98			+28	0			0	-40	-66				
1120																				
1250																				
1250																				
1400					+390	+220	+110			+30	0			0	-48	78				
1400																				
1600																				
1600					+430	+240	+120			+32	0			0	-58	-92				
1800																				
1800																				
2000																				
2000					+480	+260	+130			+34	0			0	68	-110				
2240																				
2240																				
2500																				
2500					+520	+290	+145			+38	0			0	-76	-135				
2800																				
2800																				

偏差 - IT/2

μm

续表 1-51

基本偏差	上 偏 差 (ES)											Δ						
	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB		ZC					
基本尺寸 /mm	公差等级																	
大于	≥7																	
至	≤7																	
3	-6	-10	-14	-	-18	-	-20	-	-26	-32	-40	-60	3	4	5	6	7	8
6	-12	-15	-19	-	-23	-	-28	-	-35	42	50	80	1	1.5	1	3	4	6
10	-15	-19	-23	-	-28	-	34	-	42	-52	-67	-97	1	1.5	2	3	6	7
14	-18	-23	-28	-	-33	-	-40	-	-50	-64	-90	-130	1	2	3	3	7	9
18	-22	-28	-35	-	-41	-	-45	-	-60	-77	-108	-150	1	2	3	3	7	9
24	22	28	35	-	-41	-47	-54	63	73	98	136	188	1.5	2	3	4	8	12
30	28	35	41	48	55	64	75	88	118	160	218	1.5	2	3	4	8	12	
40	-26	-31	-38	-48	-60	-68	-80	-94	-112	-148	-200	-271	1.5	3	4	5	9	14
50	-32	-38	-45	-54	-70	-81	-97	-114	-136	-180	-242	-325	2	3	4	6	11	16
65	32	41	53	66	87	102	122	144	172	226	300	405	2	3	3	6	11	16
80	-37	-43	-59	75	102	-120	146	174	210	-274	360	480	2	4	5	7	13	19
100	-43	-51	-71	91	124	-146	178	214	258	-335	445	585	3	4	6	7	15	23
120	-43	-54	79	104	144	-172	210	254	310	-400	525	690	3	4	6	7	15	23
140	43	63	-92	-122	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800	3	4	6	7	15	23

在7级
的相应数
值上增加
一个Δ值

续表 1-51

基本偏差	上 偏 差 (ES)											Δ	μm						
	P 至 ZC	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA			ZB	ZC				
基本尺寸 /mm	公 差 等 级																		
大于	≤ 7	> 7											3	3					
140	160	-43	-65	-100	-134	190	-228	-280	-340	-415	535	-700	-900	3	4	5	6	7	8
160	180		-68	-108	-146	-210	-252	-310	-380	-465	-600	-780	-1000	3	4	6	7	15	23
180	200		77	-122	-166	236	-284	-350	-425	-520	670	880	-1150						
200	225		-80	-130	-180	-258	310	-385	-470	-575	-740	-960	-1250	3	4	6	9	17	26
225	250		84	-140	-196	-284	-340	-425	-520	-640	-820	1050	-1350						
250	280		-94	-158	-218	-315	-385	-475	-580	-710	-920	-1200	-1550						
280	315		-98	-170	-240	350	-425	-525	650	-790	-1000	1300	-1700	4	1	7	9	20	29
315	355		108	-190	268	-390	475	590	-730	900	-1150	-1500	-1900						
355	400		-114	-208	-294	435	-530	-660	820	-1000	-1300	-1650	-2100	4	5	7	11	21	32
400	450		-126	-232	-330	-490	595	-740	-920	-1100	-1450	-1850	-2400						
450	500		132	-252	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600	5	3	7	13	23	34
公差等级																			
500	560		150	-280	-400	-600													
560	630		-155	-310	-450	-660													
630	710		175	-340	-500	-740													
710	800		-185	-380	-560	-810													

6 至 18

在 7 级
的相应数
值上增加
一个 Δ 值

μm

续表 1 51

基本偏差	上 偏 差 (ES)											Δ						
	P 至 ZC	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA		ZB	ZC				
基本尺寸 /mm	公差等级																	
大于	≤7	≥7																
公差等级	6 至 18																	
800	900	-210	-430	-620	940													
900	1000	-220	-470	-680	1050													
1000	1120	-250	-520	-780	1150													
1120	1250	-260	-580	-840	1300													
1250	1400	-300	-640	-960	1450													
1400	1600	-330	-720	-1050	1600													
1600	1800	-370	-820	-1200	1850													
1800	2000	-400	-920	-1350	2000													
2000	2240	-440	-1000	-1500	2300													
2240	2500	-460	-1100	-1650	2500													
2500	2800	-550	-1250	-1900	2900													
2800	3150	580	-1400	-2100	3200													

注：1. 基本尺寸小于1mm时，各级的A和B及大于8级的N均不采用。

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

3. 特殊情况，当基本尺寸大于250mm~315mm时，M6的ES等于*a* (不等于-IT)，

4. 对小于或等于IT8的K、M、N和小于或等于IT7的P至ZC，所需Δ值从表内右侧栏选取。例如：大于6mm~10mm的P6、Δ-3，所以ES = 15 + 3 = 12μm。

必要时,可按标准所规定的标准公差与基本偏差组成孔、轴公差带及配合。

(12) 极限尺寸判断原则(即泰勒原则) 孔或轴的作用尺寸不允许超过最大实体尺寸。即对于孔,其作用尺寸应不小于最小极限尺寸;对于轴,则应不大于最大极限尺寸。

在任何位置上的实际尺寸不允许超过最小实体尺寸。即对于孔,其实际尺寸应不大于最大极限尺寸;对于轴,则应不小于最小极限尺寸。

在孔的极限尺寸中,例如 $\phi 20^{+0.021}_{-0.013}$, 形状误差可能的极端情况;在轴的极限尺寸中,例如 $\phi 20^{+0.013}_{-0.013}$, 形状误差可能的极端情况;见图 1-17。

温度条件:标准规定的数值均以标准温度(20℃)时的数值为准。

3. 尺寸 $\leq 500\text{mm}$ 的孔轴公差与配合

(1) 轴的常用和优先公差带(尺寸 $\leq 500\text{mm}$)

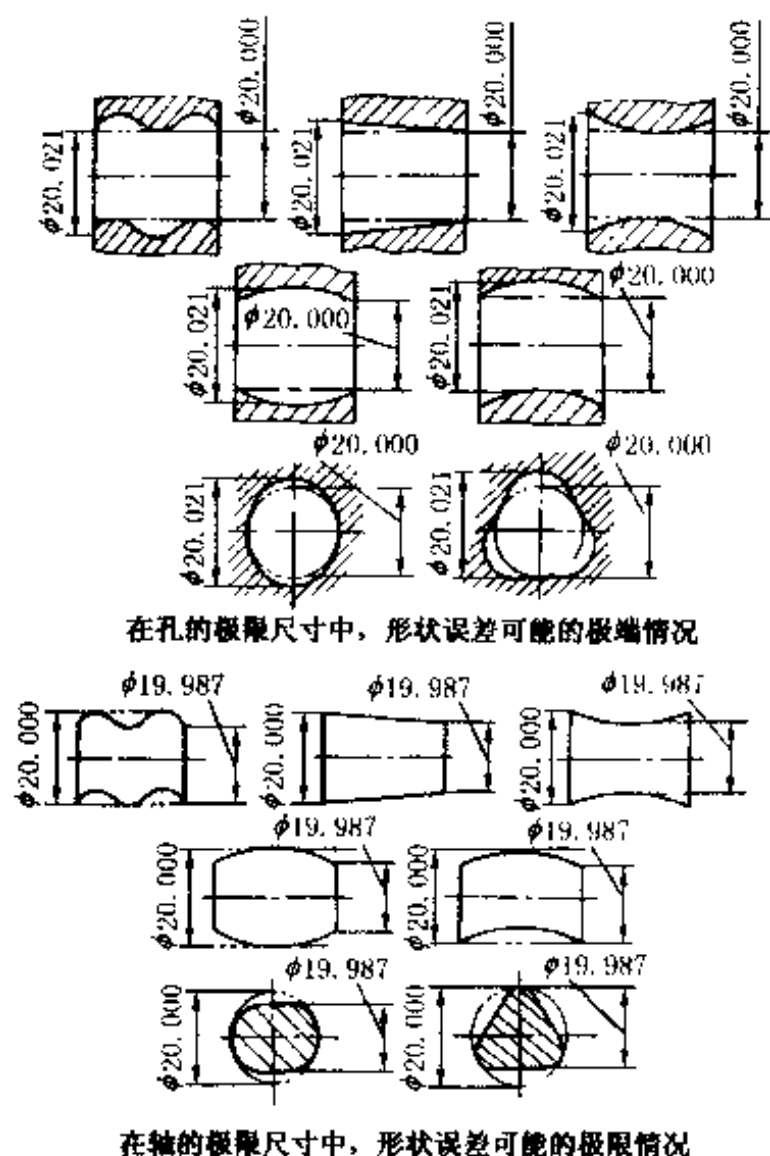


图 1-17 极限尺寸判断

			h1	js1
			h2	js2
			h3	js3
		g4 h4	js4 k4 m4 n4 p4 r4 s4	
	f5 g5 h5	j5	js5 k5 m5 n5 p5 r5 s5 t5 u5 v5 x5 y5 z5	
	e6 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	js8	k8 m8 n8 p8 r8 s8 t8 u8 v8 x8 y8 z8	
a9 b9	c9 d9 e9 f9	h9	js9	
a10 b10	c10 d10 e10	h10	js10	
a11 b11	c11 d11	h11	js11	
a12 b12	c12	h12	js12	
a13 b13	c13	h13	js13	

- 注：1. 不带框的公差带，共119个(包括常用和优先)；
 2. 带方框的为常用公差带，共59个(包括优先)；
 3. 带圆圈中的为优先公差带，共13个；
 4. 轴的极限偏差。

(2) 孔的常用和优先公差带(尺寸 ≤ 500mm)

			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 F8 G8 H8	J8	Js8 K8 M8 N8 P8 R8 S8 T8 U8 V8 X8 Y8 Z8	
A9 B9	C9 D9 E9 F9	H9	Js9 N9 P9	
A10 B10	C10 D10 E10	H10	Js10	
A11 B11	C11 D11	H11	Js11	
A12 B12	C12	H12	Js12	
		H13	Js13	

- 注：1. 不带框的为一般公差带，共105个(包括常用和优先)；
 2. 带方框的为常用公差带，共44个(包括优先)；
 3. 带圆圈中的为优先公差带，共13个。

(3) 基孔制与基轴制优先、常用配合

- ① 基孔制优先常用配合见表 1-52。
- ② 基轴制优先常用配合见表 1-53。
- ③ 基孔制与基轴制优先、常用配合极限间隙或极限过盈见表 1-54。
- ④ 优先配合选用说明见表 1-55。
- ⑤ 各种配合特性及应用见表 1-56。

4. 新旧国家标准对照表

- (1) 新旧国家标准公差等级对照表见表 1-57。
- (2) 公差与配合新旧国家标准对照表
 - ① 基孔制配合的轴(尺寸 1~300mm)见表 1-58。
 - ② 基轴制配合的孔(尺寸 1~300mm)见表 1-59。

③ 尺寸 $\leq 500\text{mm}$ 的孔、轴极限偏差可查 GB/T 1800.1—1997;未注公差线性尺寸公差可查 GB/T 1804—2000。

表 1-52 基孔制优先、常用配合

基准孔	轴																				
	间隙配合						过渡配合														
	a	b	c	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z
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						$\frac{H7}{f6}$	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H7}{js6}$	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$	$\frac{H7}{t6}$	$\frac{H7}{u6}$	$\frac{H7}{v6}$	$\frac{H7}{x6}$	$\frac{H7}{y6}$	$\frac{H7}{z6}$
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			$\frac{H9}{c9}$	$\frac{H9}{d9}$	$\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{f9}$	$\frac{H9}{h9}$	$\frac{H9}{js9}$													
H10			$\frac{H10}{c10}$	$\frac{H10}{d10}$			$\frac{H10}{b10}$	$\frac{H10}{h10}$													
H11	$\frac{H11}{a11}$	$\frac{H11}{b11}$	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{d11}$			$\frac{H11}{h11}$	$\frac{H11}{js11}$													
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▼的配合为优行配合，下同。

μm

续表 1-54

基本制	$\frac{H6}{f5}$	$\frac{H6}{g5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{H6}{f6}$	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H7}{e7}$	$\frac{H8}{f7}$	$\frac{H8}{g7}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{d7}$	$\frac{H8}{c8}$	$\frac{H8}{f8}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{H9}{c9}$	$\frac{H9}{d9}$
基本制	$\frac{F6}{h5}$	$\frac{G6}{h5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{F7}{h6}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F8}{h7}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{D8}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$	$\frac{H8}{h8}$		$\frac{D9}{h9}$
基本尺寸/mm																
大于																
至																
50	+62	+42	+32	+79	+59	+49	+136	+106	+86	+76	+192	+152	+122	+92	+288	+248
65	+30	+10	0	+30	+10	0	+60	+30	+10	0	+100	+60	+30	0	+298	+100
80	+73	+49	+37	+93	+99	+57	+161	+125	+101	+89	+228	+180	+144	+108	+344	+294
100	+36	+12	0	+36	+12	0	+72	+36	+12	0	+120	+72	+36	0	+354	+120
120															+400	
140															+200	
160	5+86	+57	+43	+108	+79	+65	+188	+146	+117	+103	+271	+211	+169	+126	+410	+345
180	+43	+14	0	+43	+14	0	+85	+43	+14	0	+145	+85	+43	0	+210	+145
200	+99	+64	+40	+125	+90	+75	+218	+168	+133	+118	+314	+244	+194	+144	+470	+400
	+50	+15	0	+50	+15	0	+100	+50	+15	0	+170	+100	+50	0	+240	+170

间 隙 配 合

续表 1-54

μm

基本尺寸/mm	间隙配合														过渡配合	
	$\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{f9}$	$\nabla \frac{H9}{h9}$	$\frac{H10}{c10}$	$\frac{H10}{d10}$	$\frac{H10}{h10}$	$\frac{H11}{a11}$	$\frac{H11}{b11}$	$\nabla \frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{d11}$	$\frac{H11}{h11}$	$\nabla \frac{H11}{k11}$	$\frac{H12}{b12}$	$\frac{H12}{h12}$		$\frac{H6}{js5}$
大于至																
—	+64 +14	+56 +6	+50 0	+140 +60	+100 +20	+80 0	+390 +270	+260 +140	+180 +60	+140 +20	+120 0	+340 +140	+260 0	+18 -2	+7 -3	
3	+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	+97 +25	+85 +13	+72 0	+196 +80	+156 +40	+116 0	+460 +280	+330 +150	+260 +80	+220 +40	+180 0	+450 +150	+300 0	+12 -3	+10.5 -4.5	
10	+118 +32	+102 +16	+86 0	+235 +95	+190 +50	+140 0	+510 +290	+370 +150	+315 +95	+270 +50	+220 0	+510 +150	+360 0	+15 4	+13.5 -5.5	
14	+144 +40	+124 +20	+104 0	+278 +110	+233 +65	+168 0	+560 +300	+420 +160	+370 +110	+325 +65	+260 0	+580 +160	+420 0	+17.5 -4.5	+15.5 -6.5	
18	+174 +50	+149 +25	+124 0	+320 +120	+280 +80	+200 0	+630 +310	+490 +170	+440 +120	+400 +80	+320 0	+670 +170	+500 0	+21.5 -5.5	+19 -8	
24	+174 +50	+149 +25	+124 0	+320 +120	+280 +80	+200 0	+630 +310	+490 +170	+440 +120	+400 +80	+320 0	+670 +170	+500 0	+21.5 -5.5	+19 -8	
30	+174 +50	+149 +25	+124 0	+320 +120	+280 +80	+200 0	+630 +310	+490 +170	+440 +120	+400 +80	+320 0	+670 +170	+500 0	+21.5 -5.5	+19 -8	
40	+174 +50	+149 +25	+124 0	+320 +120	+280 +80	+200 0	+630 +310	+490 +170	+440 +120	+400 +80	+320 0	+670 +170	+500 0	+21.5 -5.5	+19 -8	
50	+174 +50	+149 +25	+124 0	+320 +120	+280 +80	+200 0	+630 +310	+490 +170	+440 +120	+400 +80	+320 0	+670 +170	+500 0	+21.5 -5.5	+19 -8	

续表 1-54

		μm														
基本制	基孔制	$\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{f9}$	$\frac{H9}{h9}$	$\frac{H10}{c10}$	$\frac{H10}{d10}$	$\frac{H10}{h10}$	$\frac{H11}{a11}$	$\frac{H11}{b11}$	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{d11}$	$\frac{H11}{e11}$	$\frac{H11}{f11}$	$\frac{H12}{b12}$	$\frac{H12}{h12}$	$\frac{H16}{js16}$
		$\frac{E9}{h9}$	$\frac{F9}{h9}$	$\frac{H9}{h9}$	$\frac{H9}{h9}$	$\frac{D10}{h10}$	$\frac{H10}{h10}$	$\frac{A11}{h11}$	$\frac{B11}{h11}$	$\frac{C11}{h11}$	$\frac{D11}{h11}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{H12}{h12}$	$\frac{H12}{h12}$	
基本尺寸/mm		间隙配合														
大于																
至																
50	65															
65	80	+160	+130	0	+390	+100	0	+740	+580	+530	+100	0	+190	0	6.5	9.5
80	100	+216	+210	-171	+450	+400	+280	+820	+660	+610	-560	+140	+920	+700	+29.5	+26
100	120	+172	+36	0	+160	+120	0	+850	+680	+620	+120	0	+940	0	-7.5	-11
120	140				+520			+960	+760	+700			+1060			
140	160	+285	+243	+200	+530	+165	+320	+1020	+780	+710	+645	+500	+1080	+800	+34	+30.5
160	180	+85	+13	0	+210	+145	0	+520	+280	+210	+145	0	+280	0	-9	-12.5
180	200	+330	+280	+230	+610	+540	+370	+1240	+920	+820	+750	+580	+1260	+920	+39	+34.5
		+100	+50	0	+240	+170	0	+660	+340	+240	+170	0	+310	0	10	11.5

mm

续表 1 54

基本尺寸 寸/mm	间 隙 配 合														过渡配合	
	大于	至	$\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{f9}$	$\nabla \frac{H9}{h9}$	$\frac{H10}{c10}$	$\frac{H10}{d10}$	$\frac{H10}{h10}$	$\frac{H10}{a11}$	$\frac{H11}{b11}$	$\nabla \frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{d11}$	$\nabla \frac{H11}{h11}$	$\frac{H12}{b12}$		$\frac{H12}{h12}$
200	225	+330	+280	+230	+630	+540	+370	+1320	+960	+840	+750	+580	+1300	+920	+39	+34.5
225	250	+100	+50	0	+260	+170	0	+740	+380	+260	+170	0	+380	+0	-10	-14.5
250	280	+370	+316	+260	+720	+610	+120	+1560	+1120	+940	+830	+640	+1520	+1040	+13.5	+39
280	315	+110	+56	0	+300	+190	0	+920	+480	+300	+190	0	+180	+0	-11.5	-16
315	355	+405	+342	+280	+360	+640	+460	+1200	+600	+360	+930	+720	+600	+1140	+48.5	+43
355	400	+125	+62	0	+860	+210	0	+2070	+1400	+1120	+210	0	+1820	+0	-12.5	-18
400	450	+445	+378	+310	+940	+730	+500	+2300	+1560	+1240	+1030	+800	+760	+1260	+53.5	+47
450	500	+135	+68	0	+440	+230	0	+2450	+1640	+1280	+230	0	+2100	+0	-13.5	-20

续表 1-34

		μm											
基孔制	$\frac{H6}{k5}$	$\frac{H6}{m5}$	$\frac{H7}{js6}$	$\frac{Js7}{h6}$	$\nabla \frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\nabla \frac{H7}{n6}$	$\frac{H8}{js7}$	$\frac{Js8}{h7}$	$\frac{H8}{k7}$			
基轴制	$\frac{K6}{h5}$	$\frac{M6}{h5}$				$\nabla \frac{K7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$		$\nabla \frac{N7}{h6}$		$\frac{K8}{h7}$		
基本尺寸/mm													
大于 至													
80	100	+9	+46	+39	+32	+22	+12	+71	+62	+51			
100	120	-28	-11	-17	-25	-35	-45	-17	27	-38			
120	140	+10	+52.5	+45	+37	125	113	+83	+71	+60			
140	160	-33	-12.5	-20	-28	-10	-52	-29	31	-43			
160	180												
180	200	+12	+60.5	+52	+42	+29	+15	+95	+82	+68			
200	225	-37	-14.5	-23	-33	-46	-60	-23	-36	-50			
225	250	+12	+60.5	+52	+42	+29	+15	+95	+82	+68			
250	280	-37	-14.5	-23	-33	-16	-60	-23	-36	-50			
280	315	+11	+68	+58	+48	+32	+18	+107	+92	+77			
315	355	-41	-16	-26	-36	-52	-66	-26	-40	-56			
355	400	+15	+75	+64	+53	+36	+20	+117	+101	+85			
400	450	-46	-18	-28	-40	-57	-73	-28	-44	-16			
450	500	+17	+83	+71	+58	+40	+23	+128	+111	+92			
		-50	20	-31	-45	-63	-80	-31	-48	-68			

过渡配合

续表 1-54

基本制	μm												
	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{H8}{n7}$	$\frac{N8}{h7}$	$\frac{H8}{p7}$	$\frac{H6}{n5}$	$\frac{N6}{h5}$	$\frac{H6}{p5}$	$\frac{H6}{r5}$	$\frac{R6}{h5}$	$\frac{H6}{s5}$	$\frac{H6}{t5}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{P7}{h6}$
基本制	$\frac{M8}{h7}$		$\frac{N8}{h7}$			$\frac{P6}{h5}$		$\frac{R6}{h5}$		$\frac{S6}{h5}$	$\frac{T6}{h5}$		\blacktriangledown
过 渡 配 合													
过 渡 配 合													
基本尺 寸/mm													
大于													
至													
50	+35	+26	+14	-1	-13	-22	-34	-47	-2				
65	-41	-50	-62	-33	43	-24	-10	-56	-51				
80	+41	+31	+17	-1	-15	-29	-49	-69	-2				
100	-48	-58	72	-38	52	-32	57	82	-59				
120						-69	-94	-119					
140						38	67	97					
160	+48	+36	+20	-2	18	-40	75	109	3				
180	-55	-67	-83	-45	-61	-83	-118	-152	-68				
200	+55	+41	+22	-2	21	-48	-93	-137	-1				
225	-63	-77	-96	-51	-70	-97	-142	-186	-79				
						-51	-101	-151					
						-100	150	200					

续表 1-54

μm

基孔制	H8/m7	H8/n7	H8/p7	H6/n5	N6/h5	H6/p5	P6/h5	H6/r5	R6/h5	H6/s5	S6/h5	H6/t5	T6/h5	H7/p6	P7/h6
基轴制	M8/b7	N8/b7													▼P7/h6
基本尺寸/mm		过 渡 配 合													
大于	至	过 渡 配 合													
225	250	+55	+41	+22	-2	-21	-55	-111	-167	-4					
		-63	-77	-96	51	-70	-104	-160	-216	-79					
250	280	+61	+47	+25	-2	-24	-26	-126	-186	-4					
		-72	-86	-108	-57	-79	-66	-117	-214	-88					
280	315														
315	355	+68	+52	+27	72	-26	-133	-215	-293	-5					
		-78	-94	-119	-62	-87	-78	-172	-258	-98					
355	400														
400	450	+74	+57	+29	0	-28	-86	-192	-290	-5					
		-86	-103	-131	67	-95	-153	-259	-357	-108					
450	500														

注：1. 表中“+”值为间隙量，“-”值为过盈量。

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

表 1-55 优先配合选用说明

优先配合		说 明
基孔制	基轴制	
$\frac{H11}{c11}$	$\frac{C11}{h11}$	间隙非常大,用于很松的、转动很慢的转动配合;要求大公差与大间隙的外露组件;要求装配方便的很松的配合,相当于旧国标 D6/dd6
$\frac{H9}{d9}$	$\frac{D9}{h9}$	间隙很大的自由转动配合,用于精度非主要要求时,或有大的温度变动、高转速或大的轴颈压力时,相当于旧国标 D4/de4
$\frac{H8}{f7}$	$\frac{F8}{h7}$	间隙不大的转动配合,用于中等转速与中等轴颈压力的精确转动;也用于装配较易的中等定位配合,相当于旧国标 D/de
$\frac{H7}{g6}$	$\frac{G7}{h6}$	间隙很小的滑动配合,用于不希望自由转动,但可自由移动和滑动并精密定位时;也可用于要求明确的定位配合,相当于旧国标 D/db
$\frac{H7}{h6}$ $\frac{H8}{h7}$ $\frac{H9}{h9}$ $\frac{H11}{h11}$	$\frac{H7}{h6}$ $\frac{H8}{h7}$ $\frac{H9}{h9}$ $\frac{H11}{h11}$	均为间隙定位配合,零件可自由装拆,而工作时一般相对静止不动。在最大实体条件下的间隙为零,在最小实体条件下的间隙由公差等级决定 H7/h6 相当 D/d; H8/h7 相当 D3/d3; H9/h9 相当 D4/d4; H11/h11 相当 D6/d6
$\frac{H7}{k6}$	$\frac{K7}{h6}$	过渡配合,用于精密定位,相当旧国标 D/gc
$\frac{H7}{n6}$	$\frac{N7}{h6}$	过渡配合,允许有较大过盈的更精密定位,相当旧国标 D/ga
$\frac{H7}{p6}$	$\frac{P7}{h6}$	过盈定位配合,即小过盈配合,用于定位精度特别重要时,能以最好的定位精度达到部件的刚性及对中的性能要求,而对内孔承受压力无特殊要求,不依靠配合的紧固性传递摩擦负荷, H7/p6 相当 D/ga~D/jl
$\frac{H7}{s6}$	$\frac{S7}{h6}$	中等压入配合,适用于一般钢件;或用于薄壁件的冷缩配合,用于铸铁件可得到最紧的配合,相当于旧国标 D/je
$\frac{H7}{u6}$	$\frac{U7}{h6}$	压入配合,适用于可以受高压力的零件或不宜承受大压入力的冷缩配合

表 1 56 各种配合特性及应用

配合	基本偏差	配合特性及应用
间隙配合	a, b	可得到特别大的间隙, 应用很少
	c	可得到很大的间隙, 一般适用于缓慢、松弛的动配合。用于工作条件较差(如农业机械), 受力变形, 或为了便于装配, 而必须保证有较大的间隙时, 推荐配合为H11/c11; 其较高等级的配合, 如H8/c7 适用于轴在高温工作的紧密动配合, 例如内燃机排气阀和导管
	d	配合一般用于IT7~11级, 适用于松的转动配合, 如密封盖、滑轮、空转带轮等与轴的配合。也适用于大直径滑动轴承配合, 如汽轮机、球磨机、轧滚成型和重型弯曲机, 及其他重型机械中的一些滑动支承
	e	多用于IT7、8、9级, 通常适用要求有明显间隙, 易于转动的支承配合, 如大跨距支承、多支点支承等配合。高等级的e轴适用于大的、高速、重载支承, 如蜗轮发电机、大电动机的支承及内燃机主要轴承、凸轮轴支承、摇臂支承等配合
	f	多用于IT6、7、8级的一般转动配合。当温度影响不大时, 被广泛用于普通润滑油(或润滑脂)润滑的支承, 如齿轮箱、小电动机、泵等的转轴与滑动支承的配合
间隙配合	g	配合间隙很小, 制造成本高, 除很轻负荷的精密装置外, 不推荐用于转动配合。多用IT5、6、7级, 最适合不回转的精密滑动配合, 也用于插销等定位配合。如精密连杆轴承、活塞及滑阀、连杆销等
	h	多用IT4~11级。广泛用于无相对转动的零件, 作为一般的定位配合。若没有温度、变形影响, 也用于精密滑动配合
过渡配合	js	为完全对称偏差($\pm IT/2$), 平均起来, 为稍有间隙的配合, 多用于IT4~7级, 要求间隙比h轴小, 并允许略有过盈的定位配合。如联轴器, 可用手或木锤装配
	k	平均起来没有间隙的配合, 适用IT4~7级。推荐用于稍有过盈的定位配合。例如为了消除振动用的定位配合。一般用木锤装配
	m	平均起来具有不大过盈的过渡配合。适用IT4~7级, 一般可用木锤装配, 但在最大过盈时, 要求相当的压入力
	n	平均过盈比m轴稍大, 很少得到间隙, 适用IT4~7级, 用锤或压力机装配, 通常推荐用于紧密的组件配合。H6/n5配合时为过盈配合
过盈配合	p	与H6或H7配合时是过盈配合, 与H8孔配合时则为过渡配合。对非铁类零件, 为较轻的压入配合, 当需要时易于拆卸。对钢、铸铁或铜、钢组件装配是标准压入配合

续表 1-56

配合	基本偏差	配合特性及应用
过盈配合	r	对铁类零件为中等打入配合,对非铁类零件,为轻打入的配合,当需要时可以拆卸。与H8孔配合,直径在100mm以上时为过盈配合,直径小时为过渡配合
	s	用于钢和铁制零件的永久性和半永久装配,可产生相当大的结合力。当用弹性材料,如轻合金时,配合性质与铁类零件的p轴相当。例如套环压装在轴上、阀座等配合。尺寸较大时,为了避免损伤配合表面,需用热胀或冷缩法装配
	t,u v,x y,z	过盈量依次增大,一般不推荐

表 1-57 新旧国家标准公差等级对照表

新国标	IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4		
旧国标	无相应等级							
新国标	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10		
旧国标	基准轴	1	2	3	3~4	4	5	
	基准孔		1	2	3			
新国标	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
旧国标	6	7	7	8	9	10	11	12

表 1-58 基孔制配合的轴(尺寸1mm~500mm)

间隙配合			过渡配合			过盈配合		
旧国标	新国标	备注	旧国标	新国标	备注	旧国标	新国标	备注
d1	h5		ga1	n5	p5 ¹	jb1	s5	s6 ¹
db1	g5	g6 ¹⁾	gb1	m5	n5 ¹	jc1	r5	r6 ¹
dc1	f5,f6	②	gc1	k5	m4 ¹⁾	jd	s7,u5,u6	②
d	h6		gd1	j5,js5	②	je	r6,s6	②
db	g6		ga	n6	p6 ¹	jf	r6	
dc	f7		gb	m6	n6 ¹	jb3	u8	
dd	e8		gc	k6		jc3	s7	
de	d8		gd	js6		ja4		①

续表 1-58

间隙配合			过渡配合			过盈配合		
旧国标	新国标	备注	旧国标	新国标	备注	旧国标	新国标	备注
d1	c8		ga3	n7	p7 ¹⁾	j4		①
d3	h7		gb3	m7		js4		④
dc3	f8		gc3	k7		js6		④
d4	h8,h9	③	gd3	j7,js7	②			
dc4	f9							
de4	d9,d10	③						
d5	h10							
d6	h11							
dc6	h11							
dd6	b11,c10 c11	②						
de6	a11,b11	②						
d7	h12,h13	③						
dc7	b12,c12 c13	②						

① 仅 1mm~3mm 尺寸分段使用。

② 不同尺寸分段分别与不同的新国标符号相近似。

③ 介于两者之间。

④ 没有适当的相近的符号。

表 1-59 基轴制配合的孔(尺寸 1mm~500mm)

间隙配合			过渡配合			过盈配合		
旧国标	新国标	备注	旧国标	新国标	备注	旧国标	新国标	备注
D1	H6		Ga1	N6		Jd	U7,S7	②
Db1	G6		Gb1	M6		Je	R7,R8	②
Dc1	F7		Gc1	K6		Jb3	U8	②
D	H7		Gd1	J6,Js6	②			
Db	G7		Ga	N7				
Dc	F8		Gb	M7	K7 ¹⁾			
Dd	E8,E9	②	Gc	K7	Js7 ¹⁾			
De	D8,D9	②	Gd	J7				
D3	H8		Ga3	N8				

续表 1-59

间隙配合			过渡配合			过盈配合		
旧国标	新国标	备注	旧国标	新国标	备注	旧国标	新国标	备注
D4	H8, H9	③	Gb3	M8				
Dc4	F9		Gc3	K8				
De4	D9, D10	③	Gd3	J8				
D5	H10							
D6	H11							
Dc6	D11							
Dd6	B11, C11	②						
De6	A11, B11	②						
D7	H12, H13	③						
Dc7		①						

① 仅1mm~3mm尺寸分段使用。
 ② 不同尺寸分段分别与不同的新国标符号相近似。
 ③ 介于两者之间。
 ④ 没有适当的相近的符号。

(二) 形状和位置公差(GB/T 1182--1996)

1. 形状和位置公差符号

(1) 形状公差特征项目的符号见表1-60。

(2) 被测要素、基准要素的标注方法。

① 被测要素、基准要素的标注方法,见表1-61。

② 如要求在公差带内进一步限定被测要素的形状,则应在公差值后面加注符号,见表1-62。

表 1-60 形位公差特征项目的符号

公差	特征项目	符 号
形 状	直线度	—
	平面度	▭
	圆 度	○
	圆柱度	⊘

续表 1 60












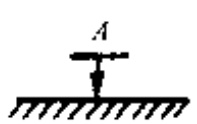
公差		特征项目	符 号
形状或位置	轮廓	线轮廓度	
		面轮廓度	
位置	定向	平行度	
		垂直度	
		倾斜度	
	定位	位置度	
		同轴(同心)度	
		对称度	
	跳动	圆跳动	
		全跳动	

表 1-61 被测要素、基准要素的标注方法

说 明		符 号
被测要素的标注	直 接	
	用字母	

续表 1-61










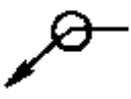
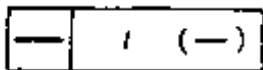
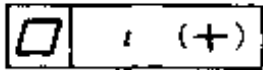
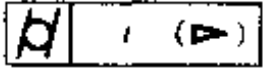
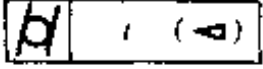
说 明	符 号
基准要素的标注	
基准目标的标注	
理论正确尺寸	
包容要求	
最大实体要求	
最小实体要求	
可逆要求	
延伸公差带	
自由状态(非刚性零件)条件	
全周(轮廓)	

表 1-62 形状误差值的限定符号

含 义	符 号	举 例
只许中间向材料内凹下	(—)	
只许中间向材料外凸起	(+)	
只许从左至右减小	(▷)	
只许从右至左减小	(◁)	

2. 形状和位置公差未注公差值(GB/T 1184--1996)

(1) 形状公差的未注公差值

① 直线度和平面度的未注公差值见表 1-63。选择公差值时,对于直线度应按其相应线的长度选择;对于平面应按其表面的较长一侧或圆表面的直径选择。

② 圆度的未注公差值等于标准的直径公差值,但不能大于表 1-66 中圆跳动的未注公差值。

③ 圆柱度的未注公差值不做规定。圆柱度误差由三个部分组成:圆度、直线度和相对素线的平行度误差,而其中每一项误差均由它们的注出公差或未注公差控制。如因功能要求,圆柱度应小于圆度、直线度和平行度的未注公差的综合结果,应在被测要素上按 GB/T 1182 的规定注出圆柱度公差值,或采用包容要求。

表 1-63 直线度和平面度的未注公差值

mm

公差等级	基本长度范围					
	≤10	>10~30	>30~100	>100~300	>300~1000	>1000~3000
H	0.02	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4
K	0.05	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8
L	0.1	0.2	0.4	0.8	1.2	1.6

(2) 位置公差的未注公差值

① 平行度的未注公差值等于给出的尺寸公差值,或直线度和平面度未注公差值中的相应公差值取较大者。应取两要素中的较长者作为基准;若两要素的长度相等,则可选任一要素为基准。

② 垂直度的未注公差值,见表1-64。取形成直角的两边中较长的一边作为基准,较短的一边作为被测要素;若边的长度相等则可取其中的任意一边为基准。

表 1-64 垂直度的未注公差值 mm

公差等级	基本长度范围			
	≤ 100	$> 100 \sim 300$	$> 300 \sim 1000$	$> 1000 \sim 3000$
H	0.2	0.3	0.4	0.5
K	0.4	0.6	0.8	1
L	0.6	1	1.5	2

③ 对称度的未注公差值,见表1-65。应取两要素中较长者作为基准,较短者作为被测要素;若两要素长度相等则可选任一要素为基准。

表 1-65 对称度的未注公差值 mm

公差等级	基本长度范围			
	≤ 100	$> 100 \sim 300$	$> 300 \sim 1000$	$> 1000 \sim 3000$
H	0.5			
K	0.6		0.8	1
L	0.6	1	1.5	2

④ 同轴度的未注公差值未作规定。在极限状况下,同轴度的未注公差值与圆跳动的未注公差值相等。

⑤ 圆跳动(径向、端面和斜向)的未注公差值,见表1-66。对于圆跳动未注公差值,应以设计和工艺给出的支承面作为基准,否则应取两要素中较长的一个作为基准;若两要素的长度相等,则可选任一要素为基准。

表 1-66 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

3. 图样上注出公差值的规定(GB/T 1184 1996)

(1) 规定提出了下列项目的公差值或数系表

- ① 直线度、平面度。
- ② 圆度、圆柱度。
- ③ 平行度、垂直度、倾斜度。

④ 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动。

⑤ 位置度数系。

GB/T 1182--1996 附录提出的公差值,是以零件和量具在标准温度(20℃)下测量为准。

(2) 公差值的选用原则

① 根据零件的功能要求,并考虑加工的经济性和零件的结构、刚性等情况,按表中数系确定要素的公差值。并考虑下列情况。

a. 在同一要素上给出的形状公差值应小于位置公差值。如果求平行的两个表面,其平面度公差值应小于平行度公差值。

b. 圆柱形零件的形状公差值(轴线的直线度除外)一般情况下应小于其尺寸公差值。

c. 平行度公差值应小于其相应的距离公差值。

② 对于下列情况,考虑到加工的难易程度和除主参数外其他参数的影响,在满足零件功能的要求下,适当降低1~2级选用。

a. 孔相对于轴。

b. 细长比较大的轴或孔。

c. 距离较大的轴或孔。

d. 宽度较大(一般大于1/2长度)的零件表面。

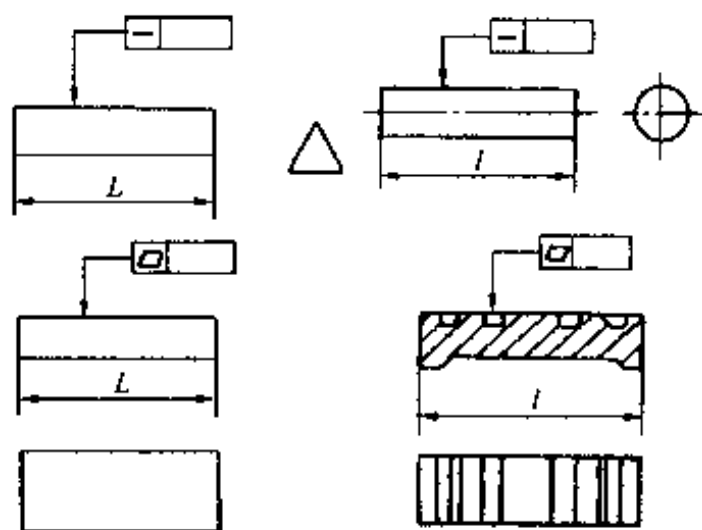
e. 线对线和线对面相对于面对面的平行度。

f. 线对线和线对面相对于面对面的垂直度。

4. 公差值表

(1) 直线度、平面度公差值,见表1-67。

表 1-67 直线度、平面度公差值

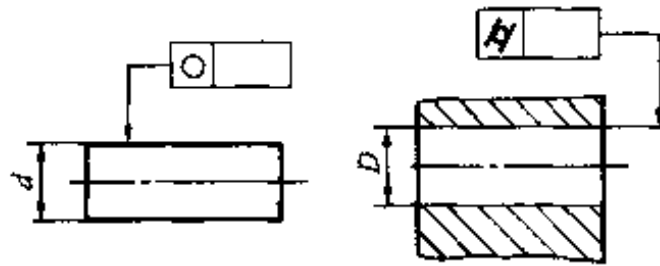


续表 1 67

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

(2) 圆度、圆柱度公差值, 见表 1-68。

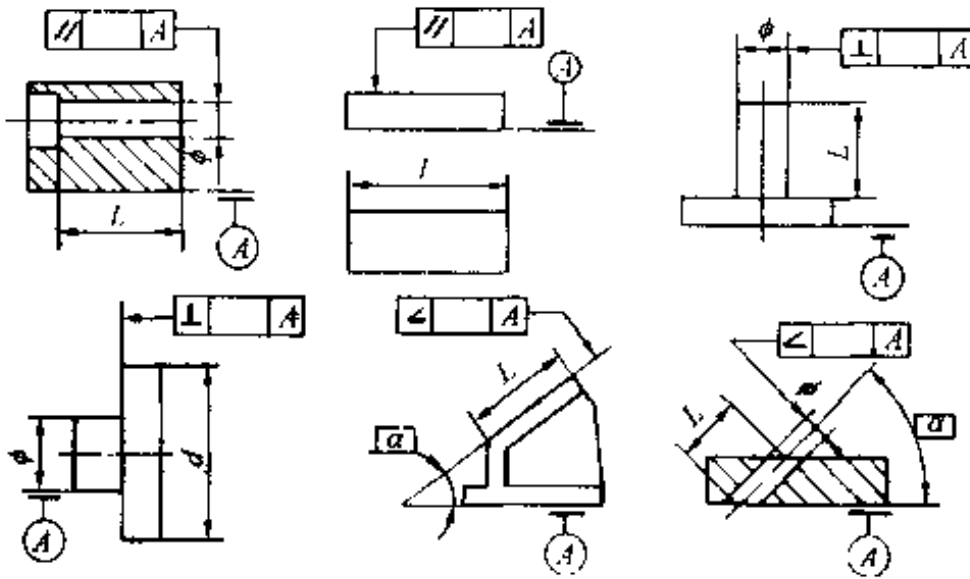
表 1-68 圆度、圆柱度公差值



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

(3) 平行度、垂直度、倾斜度公差值,见表1-69。

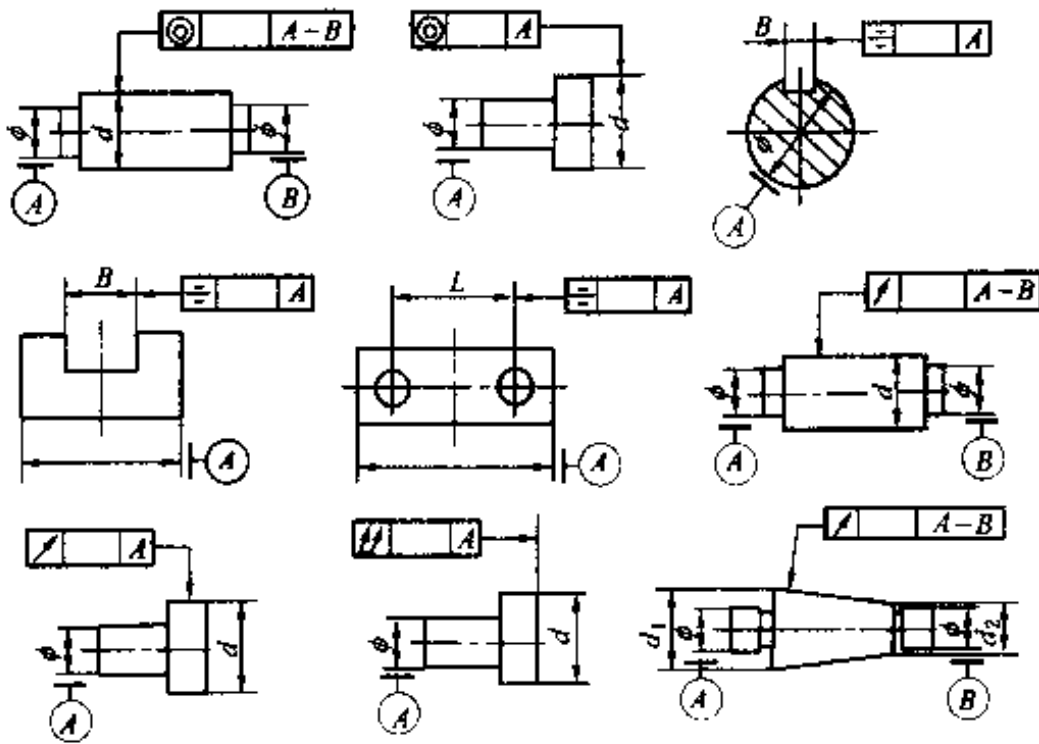
表 1-69 平行度、垂直度、倾斜度公差值



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	1000
$> 630 \sim 1000$	4	8	15	30	50	80	120	200	300	500	800	1200
$> 1000 \sim 1600$	5	10	20	40	60	100	150	250	400	600	1000	1500
$> 1600 \sim 2500$	6	12	25	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000
$> 2500 \sim 4000$	8	15	30	60	100	150	250	400	600	1000	1500	2500
$> 4000 \sim 6300$	10	20	40	80	120	200	300	500	800	1200	2000	3000
$> 6300 \sim 10000$	12	25	50	100	150	250	400	600	1000	1500	2500	4000

(4) 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动公差值,见表1-70。

表 1-70 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	1000
$> 800 \sim 1250$	4	6	10	15	25	40	60	100	200	400	600	1200
$> 1250 \sim 2000$	5	8	12	20	30	50	80	120	250	500	800	1500
$> 2000 \sim 3150$	6	10	15	25	40	60	100	150	300	600	1000	2000
$> 3150 \sim 5000$	8	12	20	30	50	80	120	200	400	800	1200	2500
$> 5000 \sim 8000$	10	15	25	40	60	100	150	250	500	1000	1500	3000
$> 8000 \sim 10000$	12	20	30	50	80	120	200	300	600	1200	2000	4000

(5) 位置度数系, 见表 1-71。

表 1 71 位置度数系

 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

注: n 为正整数。

(三) 表面粗糙度(GB/T 1031 1995)

表面粗糙度是指加工表面所具有的较小间距和微小峰谷的微观几何形状的尺寸特征。工件加工表面的这些微观几何形状误差称为表面粗糙度。

1. 表面粗糙度的评定参数

按国家标准规定,表面粗糙度的评定参数应在轮廓算术平均偏差(R_a)、微观不平度十点高度(R_z)和轮廓最大高度(R_y)项目中选取。

国家标准推荐优先选用 R_a 。有关 R_a 、 R_z 、 R_y 参数的数值如下。

(1) 轮廓算术平均偏差 R_a 的数值,见表 1 72。

表 1 72 轮廓算术平均偏差 R_a 的数值 μm

新国标 GB/T 1031--1995		旧国标 GB 1031 1968	
表面粗糙度		表面光洁度	
R_a		级别代号	R_a
R_a 规定值	R_a 补充系列值		
100	80,63	▽1	50~80
50	40,32	▽2	25~40
25	20,16,0	▽3	12.5~20
12.5	10,0,8,0	▽4	6.3~10
6.3	5,0,4,0	▽5	3.2~5
3.2	2.5,2,0	▽6	1.6~2.5
1.60	1.25,1,0	▽7	0.8~1.25
0.80	0.63,0.50	▽8	0.4~0.63
0.40	0.32,0.25	▽9	0.2~0.32
0.20	0.160,0.125	▽10	0.1~0.16
0.10	0.080,0.063	▽11	0.05~0.08
0.05	0.040,0.032	▽12	0.025~0.04
0.025	0.020,0.016	▽13	0.012~0.02
0.012	0.010,0.008	▽14	0.006~0.01





(2) 微观不平度十点高度 R_z 和轮廓最大高度 R_y 的数值,见表 1-73。

表 1-73 微观不平度十点高度 R_z 和轮廓最大高度 R_y 的数值 μm



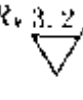



新国标 GB/T 1031 1995		旧国标 GB 1031-1968	
表面粗糙度		表面光洁度	
R_z 或 R_y		级别代号	R_z
R_z 规定值	R_z 补充系列值		
1 600	1 250, 1 000		
800	630, 500		
400	320, 250	▽1	>160~320
200	160, 125	▽2	>80~160
100	80, 63	▽3	>40~80
50	40, 32	▽4	>20~40
25	20, 16.0	▽5	>10~20
12.5	10, 8.0	▽6	>6.3~10
6.3	5.0, 4.0	▽7	>3.2~6.3
3.2	2.5, 2.0	▽8	>1.6~3.2
1.6	1.25, 1.00	▽9	>0.8~1.6
0.8	0.63, 0.50	▽10	>0.4~0.8
0.4	0.32, 0.25	▽11	>0.2~0.4
0.2	0.160, 0.125	▽12	>0.1~0.2
0.1	0.080, 0.063	▽13	>0.05~0.1
0.05	0.040, 0.032	▽14	≥0.05
0.025			

2. 表面粗糙度代(符)号(见表 1-74)

表 1-74 表面粗糙度代(符)号(GB/T 131-1993)







符 号	意 义
	基本符号上加一短划,表示表面特征是用去除材料的方法获得的。如车、铣、钻、磨、剪切、抛光、腐蚀、电火花加工等
	基本符号上加一小圆,表示表面特征是用不去除材料的方法获得的。如铸、锻、冲、压、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)
	用任何方法获得的表面, R_z 的上限值为 $3.2 \mu\text{m}$
	用去除材料方法获得的表面, R_z 的上限值为 $3.2 \mu\text{m}$

续表 1-74

符 号	意 义
	用不去除材料方法获得的表面, R_a 的上限值为 $3.2 \mu\text{m}$
	用去除材料方法获得的表面, R_a 的上限值为 $3.2 \mu\text{m}$, 下限值为 $1.6 \mu\text{m}$
$R_a 3.2$ 	用任何方法获得的表面, R_a 的上限值为 $3.2 \mu\text{m}$
$R_a 200$ 	用不去除材料方法获得的表面, R_a 的上限值为 $200 \mu\text{m}$
$R_a 3.2$ $R_z 1.6$ 	用去除材料方法获得的表面, R_a 的上限值为 $3.2 \mu\text{m}$, 下限值为 $1.6 \mu\text{m}$
$R_a 3.2$ $R_z 12.5$ 	用去除材料方法获得的表面, R_a 的上限值为 $3.2 \mu\text{m}$, R_z 的上限值为 $12.5 \mu\text{m}$

3. 各级表面粗糙度的表面特征、经济加工方法及应用举例(见表 1-75)

表 1-75 各级表面粗糙度的表面特征、经济加工方法及应用举例

表面粗糙度		表面外观情况	获得方法举例	应用举例
级 别	名称			
	粗 面	明显可见刀痕	毛坯经过粗车、粗刨、粗铣等加工方法所获得的表面	一般的钻孔、倒角、没有要求的自由表面
		可见刀痕		
		微见刀痕		
	半 光 面	可见加工痕迹	精车、精刨、精铣、刮研和粗磨	支架、箱体和盖等的非配合面、一般螺纹支承面
		微见加工痕迹		
		看不见加工痕迹	精车、精刨、精铣、刮研和粗磨	要求有不精确定心及配合特性的表面, 如支架孔、衬套、带轮工作表面

续表 1-75

表面粗糙度		表面外观情况	获得方法举例	应用举例
级别	名称			
	光面	可辨加工痕迹方向	金刚石车刀精车、精铰、拉刀加工、精磨、珩磨、研磨、抛光	要求保证定心及配合特性的表面,如轴承配合表面、锥孔等
		微辨加工痕迹方向		要求能长期保持规定的配合特性,如标准公差为IT6、IT7的轴和孔
		不可辨加工痕迹方向		主轴的定位锥孔、 $d < 20$ mm 淬火的精确轴的配合表面
	最光面	暗光泽面	超精磨、研磨抛光、镜面磨	保证精确的定位锥面、高精度滑动轴承表面
		亮光泽面		精密机床主轴颈、工作量规、测量表面、高精度轴承滚道
		镜状光泽面		精密仪器和附件的摩擦面、用光学观察的精密刻度尺
		雾状镜面		从坐标镗床的主轴颈、仪器的测量表面
		镜面		量块的测量面、坐标镗床的镜面轴

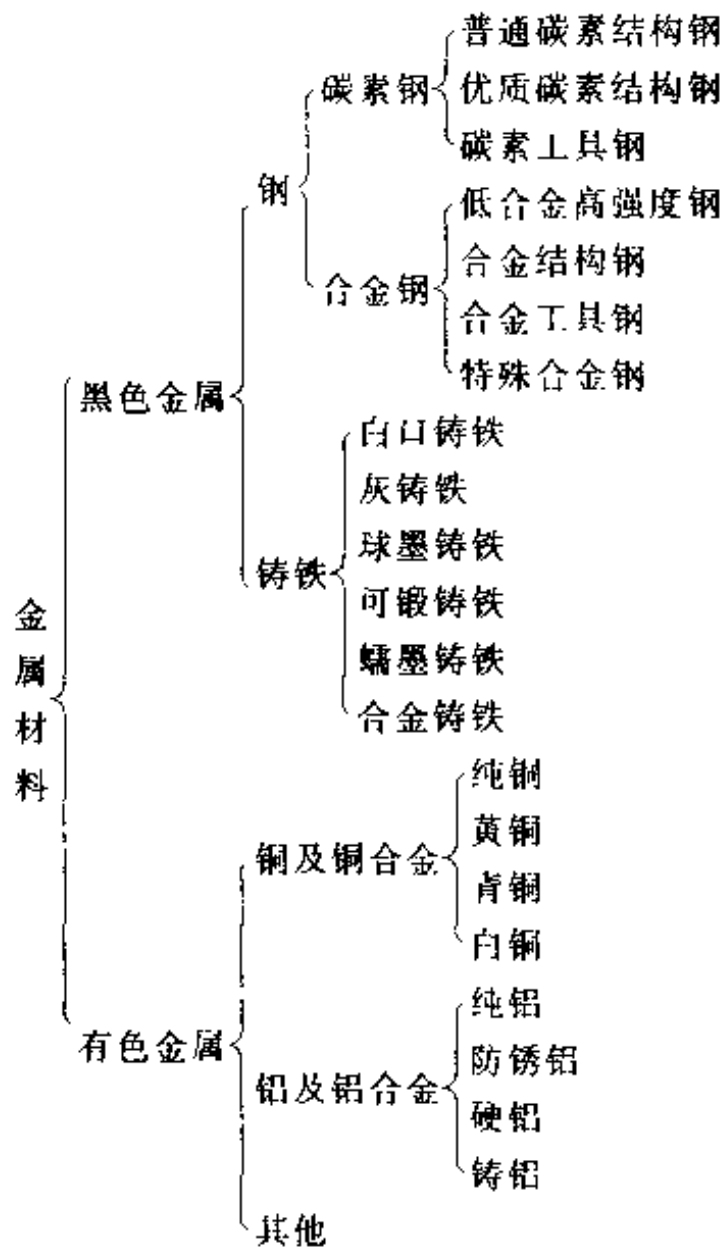
注:新级别按第二方案R_a给出。

四、常用材料及性能

(一) 金属材料的分类

1. 金属材料的分类

常用的金属材料分类如下:



2. 金属材料性能的名词术语(表1-76)

表 1-76 金属材料性能的名词术语

类别	术语	符号	单位	说 明
物理性能	密度	ρ	kg/cm ³	单位体积金属材料的质量
	熔点		℃	由固态转变为液态的温度
	电导电阻率	ρ	$\Omega \cdot m$	金属传导电流的能力。电阻率大,导电性能差;反之,导电性能就好
	热导率	λ	W/(m·K)	单位时间内,当沿着热流方向的单位长度上温度降低1K(或1℃)时,单位面积容许导过的热量
	线胀系数	α_1	1/℃	金属的温度每升高1℃所增加的长度与原来长度的比值
	磁导率	μ	H/m	磁性材料中的磁感应强度(B)和磁场强度(H)的比值

续表 1-76

类别	术语	符号	单位	说明
力	强度极限	σ	MPa	金属在外力作用下,断裂前单位面积上所能承受的最大载荷
	抗拉强度	σ_b	MPa	外力是拉力时的强度极限
	抗压强度	σ_{bc}	MPa	外力是压力时的强度极限
	抗弯强度	σ_{bb}	MPa	外力的作用方向与材料轴线垂直,并在作用后使材料呈弯曲时的强度极限
	屈服强度	σ_s	MPa	开始出现塑性变形时的强度
	冲击韧度	a_K	J/cm ²	指材料抵抗弯曲负荷的能力,即用摆锤一次冲断试样, a 点单位面积所消耗的功
	伸长率	δ	%	金属材料受拉力断裂后,总伸长量与原始长度比值的百分率
	断面收缩率	ψ	%	金属材料受拉力断裂后,其截面的缩减量与原截面之比的百分率
	硬度			金属材料抵抗其它更硬物体压入自己表面的能力
	性能	布氏硬度	HBS (≤ 450) 或 HBW (> 450)	
洛氏硬度		HRC		在特定的压头上以一定压力压入被测材料,根据压痕深度来度量材料的硬度,称为洛氏硬度,用HR表示。HRC是用1471 N(150 kgf)载荷,将顶角为120°的金刚石圆锥形压头压入金属表面测得的洛氏硬度值。主要用于测定淬火钢及较硬的金属材料
		HRA		用588.4 N(60 kgf)载荷和顶角为120°的金刚石圆锥形压头测定的洛氏硬度。一般用于测定硬度很高或硬而薄的材料
		HRB		用980.7 N(100 kgf)载荷和直径为1.59 mm(即1/16 in)的淬硬钢球所测得的洛氏硬度。主要用于测定硬度为60~230 HB的较软的金属材料
维氏硬度		HV		用49.03 N~980.7 N(5 kgf~100 kgf)的载荷,将顶角为136°的金刚石正四棱锥压头压入金属表面,所加载荷除以压痕面积所得的商即为维氏硬度值。主要用于检验很薄(0.3 mm~0.5 mm)的金属材料或厚度为0.03 mm~0.05 mm的零件表面的硬化层

续表 1-76

类别	术语	符号	单位	说明
力学性能	肖氏硬度	HS		一定质量(2.5 g)的钢球或金刚石球自一定的高度(一般为254 mm)落下,撞击金属后球回跳到某一高度 h ,此高度即为肖氏硬度值

(二) 钢

1. 常用钢牌号表示方法(表1-77)

表 1-77 常用钢牌号表示方法

产品名称	牌号表示方法说明	牌号举例
碳素结构钢 (GB/T 700—1988)	<p>Q 235 — A F</p> <p>——代表碳素钢</p> <p>——屈服点(MPa)</p> <p>——质量等级代号,有 A、B、C、D</p> <p>——脱氧方法 { F 沸腾钢 b 半镇静钢 Z 镇静钢 TZ 特殊镇静钢</p> <p>Z、TZ 可省略</p>	<p>Q235—A·F</p> <p>Q195</p> <p>Q215</p> <p>Q225</p> <p>Q275</p>
优质碳素结构钢 (GB/T 699—1999)	<p>50 Mn F A</p> <p>——碳平均万分质量分数</p> <p>——锰含量较高(质量分数为 0.70% ~ 1.00%)时标出锰元素符号</p> <p>——脱氧方法与普通碳素钢相同</p> <p>——质量等级 { 无符号 优质 A 高级优质</p> <p>专门用途的该类钢在其数字后注专用符号,见举例</p>	<p>10, 10F, 45,</p> <p>15A</p> <p>45Mn, 60Mn</p> <p>20g</p>
碳素工具钢 (GB/T 1298—1986)	<p>T 8 Mn A</p> <p>——代表工具钢</p> <p>——碳的名义千分质量分数</p> <p>——锰含量较高(质量分数为 0.40% ~ 0.60%)的钢,标出锰元素符号</p> <p>——质量等级 { 无符号 优质 A 高级优质</p>	<p>T8, T10,</p> <p>T12, T8Mn</p> <p>T8A, T10A</p>

续表 1-77

产品名称	牌号表示方法说明	牌号举例
合金结构钢 (GB/T 3077-1999)	<p>钒元素符号, 其名义质量分数小于 0.07% ~ 0.12%</p> <p>锰的质量分数为 1.30% ~ 1.60%</p> <p>碳的平均万分质量分数</p>	Q390, Q345 25Cr2MoVA 30CrMnSi 40CrMnMo
合金工具钢 (GB/T 1299-1985)	<p>钒元素符号</p> <p>锰的质量分数</p> <p>锰元素</p> <p>碳的名义千分质量分数</p>	Cr06, 9Cr2 8MnSi 5CrW2Si Cr5Mo1V 9CrWMn 3Cr3Mo3W2V 4Cr5MoSiV
弹簧钢 (GB/T 1222-1984)	<p>锰的质量分数为 0.6% ~ 0.9%</p> <p>硅的名义质量分数</p> <p>硅的元素符号</p> <p>碳的平均万分质量分数</p>	70, 65Mn 50CrVA
易切削钢	<p>S, SP 易切削钢不标元素符号 Ca, Pb, Si 等易切削钢标元素符号含锰较高注出 Mn, 一般含锰量不注</p> <p>平均含碳量, 用万分之几表示</p> <p>易切削钢的符号</p>	Y15, Y30 Y40Mn

2. 常用钢的牌号及用途

(1) 碳素结构钢牌号及用途(表 1-78)。

表 1-78 碳素结构钢牌号及用途

牌号	等级	σ_b /MPa	与旧标准牌号对照	用途
Q195	--	315~390	A ₁	用于制造承载较小的零件、铁丝、垫圈、垫铁、开口销、拉杆、冲压件以及焊接件等
Q215	A	335~410	A ₂	用于制造拉杆、套圈、垫圈、渗碳零件以及焊接件等
	B		C ₂	

续表 1-78

牌号	等级	σ_b /MPa	与旧标准牌号对照	用途
Q235	A	375~460	A ₁	A、B级用于制造金属结构件、心部强度要求不高的渗碳件或碳氮共渗件、拉杆、连杆、吊钩、车钩、螺栓、螺母、套筒、轴以及焊接件 C、D级用于制造重要的焊接结构件
	B		C ₃	
	C			
	D			
Q225	A	410~520	A ₁	用于制造转轴、心轴、吊钩、拉杆、摇杆、楔等强度要求不高的零件。此钢焊接性尚可
	B		C ₃	
Q275		190~610	C ₃	用于制造轴类、链轮、齿轮、吊钩等强度要求较高的零件

注：牌号中的Q代表屈服点，后面的数字代表屈服点数值

(2) 常用优质碳素结构钢牌号及用途(表 1-79)。

表 1-79 常用的优质碳素结构钢牌号及用途

钢组	牌号	热处理类型	硬度 HBS 小于或等于	用途	
普通 锰 含量 钢	15 Mn	正火	148	塑性、韧性、焊接性能和冷冲压性能均极好，但强度较低，用于制造受力不大、韧性要求较高的零件、紧固件、冲压件以及不要求热处理的低负荷零件，例如螺栓、螺钉、拉条、法兰盘等	
		正火 回火	99~143		
	20 Mn	正火	156	用于制造不经受很大应力而要求很高韧性的机械零件，例如杠杆、轴套、螺钉、起重钩等。还可用于制造表面硬度高而心部有一定强度和韧性的渗碳零件	
		正火 回火	103~156		
	45 Mn	正火	197~241	用于制造要求强度较高，韧性中等的零件，通常在调质、正火状态下使用，表面淬火硬度一般在40~50 HRC，例如齿轮、齿条、链轮、轴、键、销、压缩机及泵的零件和轴辊等。可代替渗碳钢制造齿轮、轴、活塞销等，但要经过高频淬火或火焰表面淬火	
		正火 回火	156~217		
		调质	217~255		
	60 Mn			229~255	具有相当高的强度和弹性，但淬火时有产生裂纹的倾向，仅小型零件才能进行淬火，大型零件多采用正火。用于制造轴、弹簧、垫圈、离合器、凸轮等。冷变形时塑性较低

续表 1-79

钢组	牌号	热处理类型	硬度 HBS 小于或等于	用途
较高锰含量钢	20Mn	正火	197	此钢为高锰低碳渗碳钢。可用于制造凸轮轴、齿轮、联轴器、铰链、拖杆等。此钢焊接性能尚可
	60Mn	正火	229~269	此钢的强度较高,淬透性较碳素弹簧钢好,脱碳倾向性小,但有过热敏感性,容易产生淬火裂纹,并有回火脆性。适于制造螺旋弹簧、板簧、各种扁圆弹簧、弹簧环和片以及冷拔钢丝(小于7 mm)和发条等

注:牌号中数字表示平均碳的质量分数为万分之几。例如,45钢,表示平均碳的质量分数为0.45%。60Mn钢,表示平均碳的质量分数的0.6%,锰的质量分数为0.70%~1.0%。

(3) 常用的合金结构钢牌号及用途(表1-80)。

表 1-80 常用的合金结构钢牌号及用途

牌 号	热 处 理					硬 度 HBS 小于或等于	用 途
	淬 火		回 火				
	温度/°C		淬火 介质	温度 /°C	冷却 介质		
	第一次 淬火	第二次 淬火					
20Mn2	850 880		水、油 水、油	200 400	水、空气 水、空气	187	对于截面较小的零件,此钢性能相当于20Cr钢,可用于制造渗碳小齿轮、小轴、活塞销、气门推杆、缸套等。渗碳淬火后硬度为56~62 HRC
20MnVB	860		油	200	水、空气	207	此钢可代替20CrNi钢制造渗碳零件,也可代替20Cr钢使用,渗碳淬火后硬度为56~62 HRC
20SiMnVB	900		油	200	水、空气	207	此钢可代替20CrMnTi钢制造高级渗碳齿轮等,渗碳淬火后硬度为56~62 HRC
15Cr	880	800	水、油	200	水、空气	179	用于制造心部要求韧性高的渗碳零件,例如螺栓、活塞销、凸轮、凸轮轴等

续表 1 80

牌 号	热 处 理					硬度 HBS 小于或等于	用 途
	淬 火			回 火			
	温度/℃		淬火 介质	温度 /℃	冷却 介质		
	第 一 次 淬 火	第 二 次 淬 火					
20Cr	880	800	水、油	200	水、空气	179	用于制造心部要求强度较高、表面承受磨损的尺寸较大的渗碳零件,例如齿轮、活塞销、轴等。渗碳淬火后硬度为56~62 HRC
渗碳、两次淬火、回火							
20CrMn	850		油	200	水、空气	187	用于制造无级变速器、摩擦轮、齿轮与轴。此钢性能相当于20CrMnNi钢,热处理后性能比20Cr钢好
20CrMo	880		水、油	500	水、油	197	此钢为较高级的渗碳用钢,有较高的高温强度,可在500℃~520℃下工作
20CrMnMo	850		油	200	水、空气	217	性能同15CrMnMo钢,用于制造截面较大的零件,渗碳淬火后硬度为50~62 HRC
	渗碳、淬火,回火						
	两次淬火、回火					心部硬度 28~33 HRC	
20CrMnTi	880	870	油	200	水、空气	217	此钢为重要齿轮材料,用于制造一般要求强度、韧性均高的减速齿轮,渗碳淬火后硬度为56~62 HRC
20CrNi	850		水、油	460	水、油	197	用于制造承受较高载荷的渗碳件,例如齿轮、轴、花键轴、活塞销、键等
12CrNi3	860	780	油	200	水、空气	217	用于制造高载荷的渗碳齿轮、小轴及销等

续表 1 80

牌 号	热 处 理					硬 度 HBS 小于或等于	用 途
	淬 火		淬 火 介 质	回 火			
	温 度 / (°C)	温 度 / (°C)		温 度 / (°C)	冷 却 介 质		
第 一 次 淬 火	第 二 次 淬 火						
38CrMoAl	940		水、油	540	水、油	229	用于制造要求高耐磨性、高疲劳强度和较高强度的渗氮零件,例如工作温度在450°C的阀杆、阀门、板簧、套筒、轴套等。渗氮后表面硬度达1100~1200 HV
	调质						
35Mn2	840		水	500	水	207	零件截面小时(≤ 15 mm),此钢性能与40Cr钢相当,用于制造各种重要的螺栓及小轴等,表面淬火后硬度为40~50 HRC
	正火 回火					207~241	
15Mn2	840		油	550	水、油	217	此钢强度、耐磨性及淬透性均较高,调质后有良好的力学性能,也可在正火后使用。零件截面在50 mm以下时可代替40Cr钢表面淬火后硬度为15~55 HRC
	正火					187~242	
	正火 回火					178~241	
35SiMn	900		水	590	水、油	229	除了要求低温(-20°C)冲击韧度很高时外,此钢可全面代替40Cr钢制造截面60 mm以下的调质零件,也可部分代替40CrNi钢,用于制造轴、齿轮以及在430°C以下工作的重要紧固件。表面淬火后硬度为45~55 HRC
	调 质					196~286	
42SiMn	880		水	590	水	229	此钢与35SiMn钢性能相同,主要用于制造截面较大需要表面淬火的零件,例如齿轮、轴等

续表 1 80

牌 号	热 处 理					硬度 HBS 小于或等于	用 途
	淬 火			回 火			
	温 度 / (淬 火 介 质	温 度 / (冷 却 介 质		
	第 一 次 淬 火	第 二 次 淬 火					
40Cr	850		油	500	水、油	267	用于制造较重要的调质零件,例如连杆、螺栓、进气阀、重要齿轮、轴、曲轴、曲柄等。表面淬火后硬度为48~55 HRC。零件截面在50 mm以下时,油淬后有较高的疲劳强度
	调 质					217~286	
38CrSi	900		油	600	水、油	255	此钢比40Cr钢的淬透性能好,低温冲击韧度较高,一般用于制造直径为30 mm~40 mm的强度和耐磨性要求较高的零件,例如汽车、拖拉机上的轴、齿轮、气阀等

注:牌号表示方法举例:20Mn2钢,表示平均碳的质量分数为0.20%、平均锰的质量分数为2%,12CrNi3钢,表示平均碳的质量分数为0.12%、平均铬的质量分数小于1.5%、平均镍的质量分数为3%。

(4) 常用的弹簧钢牌号及用途(表 1 81)。

表 1 81 常用的弹簧钢牌号及用途

牌 号	热 处 理			硬度 HBS 小于或等于	用 途
	淬 火 温 度 / (淬 火 介 质	回 火 温 度 / (
65	840	油	500	285	此钢经热处理后强度高,具有适宜的塑性和韧性,但淬透性低,只能淬透12 mm~15 mm的直径。用于制造一般机械用的板簧及螺旋弹簧
65Mn	830	油	540	302	此钢强度高,淬透性较好,可淬透20 mm直径,脱碳倾向小,但有过热敏感性,易产生淬火裂纹,并有回火脆性。适于制造较大尺寸的扁圆弹簧、座垫板簧、弹簧发条、弹簧环、冷卷簧等

续表 1 81

牌 号	热 处 理			硬 度 HBS 小于或等于	用 途
	淬 火 温 度 / C	淬 火 介 质	回 火 温 度 / C		
55Si2Mn 60Si2Mn 60Si2MnA	870	油	480	321	此钢高温回火后,具有良好的综合力学性能。主要用于制造重要的板簧、螺旋弹簧(弹簧截面可达 25 mm)、安全阀或止回阀用弹簧以及其他高应力下工作的重要弹簧,还可用作耐热(<250 C)弹簧等
60Si2CrA 60Si2CrVA	870 850	油	420 410	302	此钢综合力学性能很好,强度高,冲击韧度好,过热敏感性较低,高温性能较稳定。用于制造高应力弹簧以及最重要的、承受高负荷、耐冲击或耐热(≤350 C)的弹簧
50CrVA	850	油	500	321	此钢具有较高的综合力学性能、良好的冲击韧度,回火后强度高,高温性能稳定,淬透性很好,适于制造大截面(50 mm)的高应力或耐热(<350 C)的螺旋弹簧

(5) 铬轴承钢的牌号及用途(表 1-82)。

表 1 82 铬轴承钢的牌号及用途

牌 号	热 处 理			硬 度 HRC	用 途
	淬 火 温 度 / C	淬 火 介 质	回 火 温 度 / C		
GCr6	830~ 850	油、水	150~ 160	61~65	用于制造直径小于 10 mm 的滚珠、滚柱、滚锥、滚针; 20 mm 以内滚动轴承、壁厚小于 14 mm、外径小于 250 mm 的轴承套, 20 mm~50 mm 的钢球, 直径 25 mm 的滚柱或滚轮、靠模、衬套、销子等易磨损零件等
GCr15	840~ 860	油	180~ 200 150~ 160	58~62 61~65	用于制造壁厚大于 14 mm, 外径为 250 mm 的套圈、直径为 50 mm~200 mm 的钢球, 其它同 GCr15 钢

注: 牌号表示方法举例: GCr15SiMn, 表示平均碳的质量分数为 1%, 平均铬的质量分数为 1.5%, 平均硅的质量分数为 0.5%, 平均锰的质量分数为 1%。

(6) 常用不锈钢、耐热钢、耐酸钢的牌号及用途(表 1-83)。

表 1 83 常用不锈钢、耐热钢、耐酸钢的牌号及用途

牌 号	用 途
1Cr13	此钢具有较高韧性,用于制造受冲击负荷的零件,例如结构件、不锈钢设备衬里、螺栓、螺母等
3Cr13	此钢具有较高的硬度和耐磨性,用于制造热油泵轴、阀片、阀门、轴承、医疗器械、弹簧等零件
2Cr13Ni2	此钢为抗大气腐蚀性能良好的易切削钢,可作为自动机床上加工光滑表面零件用
2Cr15Mn15Ni2N	用于制造低磁性能的零件,具有良好的低磁稳定性
1Cr7Ni2	用于制造具有较高要求的耐硝酸及耐有机酸腐蚀的零件、容器和设备等
1Cr18Ni9	用于制造耐酸器具的外壳,浮筒以及其他设备的低磁性零件
8Cr17	用于制造不锈钢切片机械刀具、手术刀片和高耐酸设备零件等
1Cr18Ni9Ti	用于制造焊芯、抗磁仪表、医疗器械、耐酸容器衬里、输送管道等设备和零件

(7) 碳素工具钢的牌号及用途(表 1-84)。

表 1-84 碳素工具钢的牌号及用途(GB/T 1298—1986)

牌 号	用 途
T7、T7A	用于制作承受撞击、振动载荷、韧性较好、硬度中等且切削能力不高的各种工具,如小尺寸风动工具(冲头、镟子),木工用的凿和锯,压模、锻模、钳工工具,铆钉冲模、车床顶尖、钻头、钻软岩石的钻头,镰刀、剪铁皮的剪子,还可用于制作弹簧、销轴、杆、垫片等耐磨、承受冲击、韧性不高的零件,T7还可制作手用大锤、钳工锤头、瓦工用抹子
T8、T8A	用于制造切削刃口在工作中不变热的、硬度和耐磨性较高的工具,如木材加工用的铣刀、埋头钻、铰钻、斧、凿、纵向手锯、圆锯片、滚子、铅锡合金压铸板和型芯、简单形状的模子和冲头、软金属切削刀具、打眼工具、钳工装置工具、铆钉冲模、虎钳口以及弹性垫圈、弹簧片、卡子、销子、夹子、止动圈等
T9、T9A	用于制作硬度、韧性较高,但不受强烈冲击振动的工具,如冲头、冲模、中心冲、木工工具、切草机刀片、收割机中切割零件
T10、T10A	用于制造切削条件较差,耐磨性较高、且不受强烈振动、要求韧性及锋刃的工具,如钻头、丝锥、车刀、刨刀、扩孔刀具、螺纹板牙、铣刀、切烟和切纸机的刀刀、锯条、机用细木工具、拉丝模、直径或厚度为 6 mm~8 mm,断面均匀的冷切边模及冲孔模、卡板量具以及用于制作冲击不大的耐磨零件,如小轴、低速传动轴承、滑轮轴、销子等

续表 184

牌 号	用 途
T11, T11A	用于制造钻头、丝锥、手用锯金属的锯条、形状简单的冲头和凹模、剪边模和剪冲模
T12, T12A	用于制造冲击小、切削速度不高、高硬度的各种工具,如铣刀、车刀、钻头、铰刀、扩孔钻、丝锥、板牙、刮刀、切螺纹刀具、锉刀、锯片、切黄铜用工具、羊毛剪刀、小尺寸的冷切边模及冲孔模以及高硬度但冲击小的机械零件
T13, T13A	用于制造要求极高硬度但不受冲击的工具,如刮刀、剃刀、拉丝工具、刻锉刀纹的工具、钻头、砵石加工用的工具、锉刀、雕刻用工具、剪羊毛刀片等

(8) 易切削钢牌号及用途(表 185)。

表 185 易切削钢牌号及用途(GB/T 8731-1988)

牌 号	用 途
Y12	用作制造机械上使用的螺钉、螺杆、螺母、联接机件用的螺栓、转向拉杆球形螺栓、油泵传动齿轮等
Y15	用作制造汽车用螺杆、螺母以及要求表面光洁的其他零件
Y20	用作制造缝纫机、打字机、计算机等小型机器上难于加工的复杂断面的零件,以及内燃机凸轮轴、离合器开关、球形卡头的销钉等
Y30	用于要求抗拉强度更高的部件,一般都以冷拉状态使用
Y40Mn	用于要求表面光洁的机床丝杠

(9) 合金工具钢的牌号及用途(表 1-86)。

表 1-86 合金工具钢的牌号及用途(GB/T 1299-1985)

牌 号	用 途
9SiCr	适用于耐磨性高、切削不剧烈、且变形小的刃具,如板牙、丝锥、钻头、铰刀、齿轮铣刀、拉刀等,还可用作冷冲模及冷轧辊
8MnSi	多用作木工凿子、锯条及其他工具,制造穿孔器与扩孔器工具以及小尺寸热锻模和冲头、热压锻模、螺栓、道钉冲模、拉丝模、冷冲模及切削工具
Cr06	多经冷轧成薄钢带后,用于制作剃刀、刀片及外科医疗刀具,也可用作刮刀、剃刀、锉刀等
W	多用于工作温度不高、切削速度不大的刀具,如小型麻花钻、丝锥、板牙、铰刀、锯条、辊式刀具等
9Mn2V	适用于制作各种变形小,耐磨性高的精密丝杠、磨床主轴、样板、凸轮、量块、量具及丝锥、板牙、铰刀以及压铸轻金属和合金的推入装置

(10) 高速工具钢的牌号及用途(表1-87)。

表 1-87 高速工具钢的牌号及用途(GB/T 9941~9943 1988)

牌 号	用 途
W18Cr4V	普通高速钢,容易磨得光洁锋利。适于制造形状复杂、热处理后刃形需要磨制的刀具,如拉刀、齿轮刀具等
W9Cr4V2	含钨量较W18Cr4V减少一半,所以价格略低,但它的低温时耐磨性较差,不易磨得光洁锋利,而且淬火困难(温度要求严格)。故只适用于制造刃形简单的中速刀具,如车刀、铣刀、扩孔钻等
W12Cr4V4Mo	高钒高速钢的硬度、热硬性、耐磨性较普通高速钢有显著的提高。热稳定性好,易脱碳,过热敏感性较大,磨削性能差。仅用来制造形状简单的车刀
W6Mo5Cr4V2 W6Mo5Cr4V3	高钨高速钢碳化物分布均匀,热塑温度范围较宽,利用压力加工,普通用于制造麻花钻

(三) 铸铁

1. 铸铁名称、代号及牌号表示示例(表1-88)

表 1 88 铸铁名称、代号及牌号表示示例

铸铁名称	代号	牌号表示示例	铸铁名称	代号	牌号表示示例
灰铸铁	HT	HT100	抗磨白口铸铁	KmTB	KmTBMn5W3
			抗磨球墨铸铁	KmTQ	KmTQMn6
蠕墨铸铁	RuT	RuT120	冷硬铸铁	LT	LTCrMoR
球墨铸铁	QT	QT400-18	耐蚀铸铁	ST	STSn15R
			耐蚀球墨铸铁	STQ	STQA15Si5
黑心可锻铸铁	KTH	KTH300-06	耐热铸铁	RT	RTCr2
白心可锻铸铁	KTB	KTB350-01			
珠光体可锻铸铁	KTZ	KTZ450-06	耐热球墨铸铁	RQT	RQTA122
耐磨铸铁	MT	MTCuPTi-150	奥氏体铸铁	AT	

注: 1. 牌号中常规碳、锰、硫、磷元素,一般不标注,有特殊作用时,才标注其元素符号及含量,其质量分数大于或等于1%时,用整数表示,小于1%时,一般不标注。

2. 牌号中代号后面的一组数字,表示抗拉强度值;有两组数字时,第一组表示抗拉强度值,第二组表示伸长率。

3. 当牌号中标注元素符号及含量还需标注抗拉强度时,其抗拉强度置于最后,之间用“-”隔开。

2. 常用铸铁牌号表示方法(表1-89)

表 1-89 常用铸铁牌号表示方法(新旧标准对照)

标准	新标准(GB/T 9439—1988)	旧标准(GB 976—1967)
代号意义举例	HT 100 -----抗拉强度(MPa) -----灰铸铁代号	HT 10 26 -----抗弯强度(kgf/mm ²) -----抗拉强度(kgf/mm ²) -----灰铸铁代号
标准	新标准(GB/T 1348—1988)	旧标准(GB 1348—1978)
代号意义举例	QT 400—18 -----伸长率(%) -----抗拉强度(MPa) -----球铁代号	QT 400—17 -----伸长率(%) -----抗拉强度(kgf/mm ²) -----球铁代号
标准	新标准(GB/T 9440—1988)	旧标准(GB 978—1967, GB 5679—1985)
代号意义举例	KTH 300—06 -----伸长率(%) -----抗拉强度(MPa) -----黑心可锻铸铁代号 KTB 350—04 -----伸长率(%) -----抗拉强度(MPa) -----白心可锻铸铁代号	KT 30—6 -----延伸率(%) -----抗拉强度(kgf/mm ²) -----黑心可锻铸铁代号 KTZ 45—5 -----延伸率(%) -----抗拉强度(kgf/mm ²) -----珠光体可锻铸铁代号
标准	新标准(GB/T 8491—1987)	旧标准(JB 2262—1978)
代号意义举例	ST Si 11 Cu 2 Cr RE -----稀土代号, 残留质量 -----分数 ≤ 0.1% -----铬的元素符号 -----铜的平均质量分 -----数为 0.20% -----铜的元素符号 -----硅的平均质量分 -----数为 0.11% -----硅的元素符号 -----高硅耐蚀铸铁代号	ST Si 11 Cr Cu 2 Xt -----稀土元素 -----铜的含量 -----铜的元素符号 -----铬的元素符号 -----硅的含量 -----硅的元素符号 -----“蚀铁”二字汉语 -----拼音第一个字母

3. 常用铸铁的牌号及用途

(1) 常用的灰铸铁牌号及用途(表 1-90)

表 1-90 常用的灰铸铁牌号及用途

牌 号	硬 度 HBS	用 途
HT150	129~192	用于制造端盖、泵体、轴承座、阀壳、管子及管路附件、手轮、一般机床附件、底座、床身以及其他复杂零件、滑座、工作台等
HT200	150~255	用于制造气缸、齿轮、底架、机体、飞轮、齿条、衬筒；一般机床铸有导轨的床身以及中等压力的液压筒、液压泵及阀门壳体等
HT250	163~255	用于制造阀门壳体、液压缸、气缸、联轴器、机体、齿轮、齿轮箱外壳、飞轮、衬筒、凸轮、轴承座等
HT300	185~278	用于制造齿轮、凸轮、车床卡盘；高压液压筒、液压泵和滑阀壳体等

(2) 常用的可锻铸铁牌号及用途(表 1-91)

表 1-91 常用的可锻铸铁牌号及用途

牌 号	硬 度 HBS	用 途
铁素体可锻铸铁(黑心可锻铸铁)		
KTH300-06 KTH330-08 KTH350-10 KTH370-12	不大于150	具有高的冲击韧度和适度的强度,用于制造承受冲击、振动及扭转负荷下工作的零件,如薄壁铸件、机床零件、管道配件、低压阀门、运输机零件等
珠光体可锻铸铁(白心可锻铸铁)		
KTZ450-06 KTZ550-04 KTZ550-02 KTZ700-12	150~200 180~230 210~260 240~290	韧性较低,但强度高,耐磨性好,且加工性好,可用来代替低碳、中碳、低合金钢及有色合金,制造要求较高强度和耐磨性的重要零件,例如曲轴、连杆、齿轮、摇臂、活塞环等,是近代机械工业中得到广泛应用及有发展前途的结构材料

(3) 常用的球墨铸铁牌号及用途(表 1-92)

表 1-92 常用的球墨铸铁牌号及用途

牌 号	硬 度 HBS	用 途
QT450-10	<207	具有较高的塑性、韧性和低温冲击韧度,用于制造 1.6 MPa~6.4 MPa 的阀门壳体等
QT500-7	147~241	用于制造油泵齿轮、阀体以及承受中等载荷的夹具体和零件等
QT600-3 QT700-2	229~302 231~304	用于制造曲轴、凸轮轴、滚轮、机床主轴及重要夹具体和零件等

(4) 常用的高硅耐蚀铸铁牌号及用途(表 1-93)

表 1-93 常用的高硅耐蚀铸铁牌号及用途

牌 号	硬 度 HBS	用 途
STSi11Cu2CrR	≤42	卧式离心泵、潜水泵、阀门、旋塞、塔罐、冷却排水管、弯头等化工设备和零部件等
STSi15R	≤48	各种离心泵、阀类、旋塞、管道配件、塔罐、低压容器及各种非标准零部件
STSi17R		
STSi15Mo3R		
STSi15Cr4R		在外加电流的阴极保护系统中,大量用作辅助阳极铸铁

(四) 有色金属及其合金

1. 有色金属及其合金产品代号表示方法(表 1-94)

表 1-94 有色金属及其合金产品代号表示方法

金属及其合金名称		牌号(代号)	表示方法说明
纯金属	冶炼产品 铜 铝 铅	Cu-1,Cu 2 Al-1,Al-02 Pb 1,Pb-2	用元素符号结合顺序号表示,工业纯度金属随顺序号增加而纯度降低,高纯度金属横线之后加一个“0”表示高纯。“0”后第一个数字表示主成分“9”的个数
	加工产品 铜 铝 镍 锌 铅	T1,T2 L1,L2 N2,N4 Zn1,Zn2 Pb1,Pb2	
合金加工产品	黄铜	H90,H62 HPb59-1 HSn62-1 HMn57-3 1	普通黄铜用汉语拼音字母“H”加铜的含量,三元以上的黄铜用“H”加第二个主添加元素符号及除锌以外的成分数字组
	青铜	QSn4-3 QAl10-3-1.5 QSi1-3	用汉语拼音字母“Q”加第一主添加元素符号及除基元素铜外的成分数字组
	白铜	B16 BMn3-12	用汉语拼音字母“B”加镍含量,三元以上的加第二个主添加元素符号及除基元素铜外的成分数字组

续表 1-94

金属及其合金名称		牌号(代号)	表示方法说明
合金加工产品	镍合金	NCr9 NMn2-2-1	用汉语拼音字母“N”加第一个主添加元素符号及除基元素镍外的成分数字组
	铝合金	LY1, LF2	用“L”加表示合金组别的汉语拼音字母及顺序号表示
	镁合金	MB1, MB2	用“M”加表示变形加工的汉语拼音字母“B”及顺序号表示

2. 铜及铜合金

(1) 工业纯铜加工产品的代号及用途(表 1-95)

表 1-95 工业纯铜加工产品的代号及用途(GB/T 5231-1985)

牌 号	代 号	铜的质量分数 (%)	用 途
一号铜	T1	99.95	用于制造电线、导电螺钉、储存器和各种管道等
二号铜	T2	99.90	用于制造电线、电缆、导电螺钉、储存器和各种管道等
三号铜	T3	99.70	用于制造电器开关、垫圈、垫片、铆钉、管嘴、油管、管道等

(2) 常用的铸造铜合金代号及用途(表 1-96)

表 1-96 常用的铸造铜合金代号及用途(GB/T 1176-1987)

组别	代 号	硬度 HBS	用 途
铸造锡青铜	ZCuSn5Pb5Zn5	60~65	此合金切削加工性能好,适合成形铸造和离心铸造。用于制造承受中等冲击负荷和在液体或半液体润滑及耐蚀条件下工作的零件,例如轴承、轴瓦、蜗轮、螺母等
	ZCuSn10Pb1	80~90	此合金硬度适中,热稳定性好,适于离心浇铸。用于制造重要的耐磨、耐冲击零件,例如齿圈、蜗轮、螺母及主轴轴承等
	ZCuSn10Pb5	70	用于制造重要用途的轴承、齿轮、套圈和轴套等
铸造铅青铜	ZCuPb30	25	用于制造变载荷和有冲击载荷工作条件下的轴承
铸造铝青铜	ZCuAl10Fe3	100~110	此合金强度高、减磨性、耐蚀性、受压、铸造性均良好,用于受摩擦和腐蚀的零件,例如蜗轮、衬套、螺母等

续表 1-96

组别	代 号	硬度 HBS	用 途
铸造铝青铜	ZCuAl10Fe3Mn2	100~110	此合金加工性能、耐磨性能好,用于制造电器设备零件、简单的铸件和在250℃以下工作的零件
铸造黄铜	ZCuZn38	60~70	熔炼工艺简单,铸造性能良好,用于制作一般零件及异型铸件,如法兰、支架、阀座、手柄、螺母等
铸造铅黄铜	ZCuZn40Pb2	100~120	机械加工性能好,成本低,用于制作各种化工、造船用零件,如阀门、轴承、垫圈等耐磨零件
铸造铝黄铜	ZCuZn25Al 6Fe3Mn3	160	用于制造丝杠螺母、受重载荷的螺旋杆、锁紧螺母、在重载荷下工作的大型蜗轮轮缘等
	ZCuZn31Al2	80~90	用于制造普通机器零件中的耐腐蚀零件
铸造锰黄铜	ZCuZn38Mn2Pb2	70~80	用于制造轴承、轴套和其他减磨零件

(3) 常用的加工铜合金代号及用途(表 1-97)

表 1-97 常用的加工铜合金代号及用途

组别	代 号	硬度 HBS		用 途
		软的	硬的	
普通 黄铜	H96	—	—	冷凝管、散热器及导电零件
	H80	53	145	薄壁管、筛网
	H70	—	150	机械和电器零件
	H68	—	150	复杂的冷冲件、深冲件、散热器外壳
	H65	—	—	小五金、小弹簧及机械零件
	H62	56	164	销钉、铆钉、螺母、垫圈
铅黄铜	HPb63-3	—	—	一般强度的机械零件
	HPb61-1	—	—	结构零件
	HPb59-1	90	140	热冲压及切削加工零件,例如销子、螺钉等
锡黄铜	HSn90-1	58	148	弹性套管等
	HSn70-1	—	—	船舶、热电厂中高温耐蚀冷凝器
	HSn62-1	—	—	与汽油接触的零件
铝黄铜	HA160-1-1	95	180	齿轮、蜗轮、衬套及其他耐蚀零件
锰黄铜	HMn58-2	85	175	弱电用的零件
	HMn57-3-1	115	175	
铁黄铜	HFe59-1-1	88	160	在摩擦及腐蚀下工作的零件,例如垫圈、衬套等
	HFe58-1-1	—	—	

续表 1-97

组别	代 号	硬度 HBS		用 途
		软的	硬的	
镍黄铜	HNi65-5			压力计管、冷凝管等
锡青铜	QSn4-3	60	160	弹性元件、耐磨零件和抗磁元件
	QSn4-4-2.5	60	160~180	承受摩擦的零件,例如轴套等
	QSn6.5-0.1	70~90	160~200	弹簧接触片、精密仪器中的耐磨零件和抗磁元件
	QSn6.5-0.4	70~90	160~200	金属网、弹簧及耐磨零件
	QSn7 0.2	75	-	承受摩擦的零件,例如轴承、蜗轮等以及弹性元件、电器零件等
铝青铜	QA15	60	200	弹簧
	QA19-2	100	160~180	在250℃以下工作的管配件
	QA19-4	110	160~200	船舶零件及电器零件
	QA110-3-1.5	140	160~200	高强度抗蚀零件,例如齿轮、轴承等
铍青铜	QBe2	100	330	重要的弹性和弹簧零件、耐磨零件以及高压、高速、高温工作条件下轴承等
硅青铜	QSi1-3	—	150~200	工作条件在300℃以下的摩擦零件
	QSi3-1	80	180	弹簧、耐蚀零件以及蜗轮、蜗杆、齿轮等

(4) 常用的锡基和铅基铸造轴承合金代号及用途(表1-98)

表 1-98 常用的锡基和铅基铸造轴承合金代号及用途

组别	代 号	硬度 HBS ≥	用 途
锡铋轴承合金	ZSnSb4Cu4	20	此合金具有耐蚀、耐热、耐磨性能,适于制造高速度轴承及轴衬
	ZSnSb8Cu4	24	此合金韧性与ZSnSb4Cu4相同,适用于制造一般大型机器轴承及轴衬,负荷压力大
铅铋轴承合金	ZPbSb16Sn16Cu2	30	用于浇注各种机器轴承的上半部
	ZPbSb15Sn5Cu3Cd2	32	用于浇注各种机器的轴承

3. 铝及铝合金

(1) 常用的铸造铝合金代号及用途(GB/T 1173—1995)(表1-99)

表 1-99 常用的铸造铝合金代号及用途

组 别	代号	硬度 HBS	用 途
铝硅合金	ZL102	50	用于制造形状复杂、负荷不大而耐蚀的薄壁零件或用作压铸零件
	ZL104	50~70	用于制造形状复杂的高温静载荷或受冲击作用的大型零件
	ZL106	75~90	用于制造齿轮、液压泵壳体
	ZL110	80~90	用于制造承受重载荷在高温下工作并对表面粗糙度有一定要求的中等壁厚、不太复杂的零件
铝铜合金	ZL203	60~70	用于制造承受重载荷的对表面粗糙度有一定要求的形状不复杂的壁厚件
铝镁合金	ZL301	60	用于制造承受冲击载荷、重复载荷及受海水腐蚀的零件
铝锌合金	ZL401	80~90	此合金铸造性能较好,可不进行热处理,用于制造形状复杂的大型薄壁零件,但耐蚀性较差

(2) 常用的变形铝合金代号及用途(表 1-100)

表 1-100 常用的变形铝合金代号及用途

合金类别	代号	材料状态	硬度 HBS	用 途
工业用铝	L6	退火的冷作硬化的	25	用于制造不受力的结构件,通风系统零件、电线保护套、垫片、装饰件等
	L4		32	
防锈铝合金	LF21	退火的冷作硬化的	30	用于制造在液体中用的焊接件以及管道、容器、轻载荷零件、铆钉等
			40	
防锈铝合金	LF2	退火的冷作硬化的	45	用于制造在液体中用的焊接件以及管道、容器、中等载荷零件、铆钉、焊条等
			60	
			70	
硬铝合金	LY11	淬火并经自然时效的退火的包铝的,淬火并经自然时效的包铝的,退火的	100	用于制造中等强度的结构件、冲压的连接件,例如骨架、模锻的固定接头、支柱、螺栓、铆钉等
			45	
			100	
			45	
	LY4	淬火并经自然时效的,退火的	80	用于制造 120℃~250℃ 下工作的结构件铆钉等

续表 1-100

合金类别	代号	材料状态	硬度 HBS	用途
硬铝合金	LY1	淬火并经自然时效的,退火的	70 38	是铆接铝合金结构的主要材料,适用于制造中等强度、100℃以下工作的结构件铆钉等

(五) 粉末冶金材料

1. 粉末冶金材料的应用范围(表1-101)

表 1-101 粉末冶金材料的应用范围

应用范围		合金实例
多孔制品	含油轴承过滤器、热交换器	Fe-C, Fe-Cu, Fe-Cu-C, Cu-Sn, Cu-Sn-Pb, Cu-Sn, Ni-3Ti, QSn-10, 15, NCu28-2.5-1.5
硬质合金	切削刀具	WC-Co, WC-TiC-Co, WC-TiC-TaC(NbC)-Co
复合合金	电触头	Ag-W, Cu-W, Ag-WC, Cu-WC, Ag-Ni, Ag-Cu, Ag-C
	集电弓滑块	Cu-Sn-Fe-C, Cu-Sn-P-Cr-C, Fe-Cu-Pb
	离合制动器等摩擦材料	Cu-Sn-Pb-C, Cu-Sn-Pb-SiO ₂ -C, Fe-C-SiC
	金刚石砂轮修整器	D-Cu-Sn, D-Fe-C
高熔点金属	灯泡,真空管材料	W, Mo, Ti, Nb, Re 等类合金
金属陶瓷	超耐热材料,切削刀具	TiC-Ni, TiC-Ni-Cr, TiC-Ni-Cr-Co, Al ₂ O ₃ -Cr ₃ C 系
弥散型复合合金	抗蠕变材料	Al-Al ₂ O ₃ , Cu-Al ₂ O ₃ , Ni-ThO ₂
原子能反应堆材料	燃料,结构材料	UO ₂ -Al(Zr), UC-Al(Zr), Zr, Be, Al, Th
磁性材料	烧结金属磁铁	Al-Ni-Co-Cu, Fe-Ni-Al
铁氧体	磁铁,磁性材料	CoO·Fe ₂ O ₃ , FeO·Fe ₂ O ₃ , BaO-Fe ₂ O ₃
机械零件	凸轮,齿轮,其他	Fe, Fe-C, Fe-Cu, Fe-Cu-C, Cu-Sn

2. 铁基粉末冶金材料种类、性能、特点及应用(表1-102)

表 1-102 铁基粉末冶金材料种类、性能、特点及应用

种类	主要成分			性能			特点及适用范围
	Fe	C	S	含油率 (%)	硬度 HBS	压溃强度系数 /MPa	
纯铁	全部	<0.25		>30	15~10	>98	质软、强度低、润滑油充分,用于单位压力小、速度较高、轴未热处理、要求自润滑条件
纯铁硫化	全部	<0.25	热处理成 FeS	少量	20~60	>117	摩擦系数小、抗咬合性良好、许用 PV 值高、切削性良好,用于高压低速或高速低压、摆动、往复运动、要补加润滑油、一般要切削加工
铁石墨	余量	0.3~3.0		>12~18	30~110	196~294	硬度调整范围大、强度高、碳的质量分数为1.5%时强度最高、游离石墨起固定润滑剂作用
铁石墨硫	余量	1~2	0.5~1.0		35~70	>196	抗咬合性、耐磨性均较好,摩擦系数较小,用于减摩性比铁石墨略高的工作条件

注:粉末冶金材料主要有铁基和铜基两种。其中,常用的为铁基粉末冶金材料。

(六) 常用工程塑料主要性能及应用(表 1-103)

表 1-103 常用工程塑料主要性能及应用

塑料类别	名称	热变形温度/C	线胀系数 ($10^{-3}/K$)	抗拉强度 /MPa	硬度	应用举例
热塑性塑料	MC 尼龙	205	8.3	88.2~95	14~21HBS	齿轮、垫圈、接头等较高载荷,较高温度下工作零件
	尼龙 6 (干态)	180	7.9~8.7	55	R114	轻负荷、中等温度(最高 80°C~100°C)、耐磨受力传动件、手动齿轮
	ABS 树脂	98	7.0~10	34.5~61.7	R121	护罩、轿车车身
	尼龙 1010 (未增强)		10.5	50.9~53.9	7.1HBS	高压油管、轻载荷、温度不高、湿度变化较大工作零件

续表 1 103

塑料类别	名称	热变形温度/°C	线胀系数 ($10^{-5}/K$)	抗拉强度 /MPa	硬度	应用举例
热塑性塑料	聚碳酸酯 (PC)未增强	130	6~7	65.6	12.8HBS	各种齿轮齿条垫圈、 泵叶轮、摩擦零件
	聚甲醛共聚 (POM)	158	11	屈服 60.7~66.6	R120 M94	轴承、齿轮、凸轮、喷 雾器的各种代铜零件
	聚四氟乙烯 (PTFE、F-4)	121	10~12	13.7~24.5	R58	耐腐蚀、耐高温密封 件、轴承、导轨、耐磨件
	聚苯乙烯 (204)	175~205	5~5.5	≥ 49	M65~80	透明件、油窗、灯罩
	聚氯乙烯 (硬质PVC)	56~73	5~8	44~49	D70~90	耐磨蚀材料和设备衬 里管、棒、板、管件、罩
	低压聚乙烯 (HDPE)	60~82	12.6~16	断裂 14.7~15.6	D60~70	耐蚀管道、阀、泵结构 件、电缆包皮护罩
	有机玻璃 (372)	85~100	5~6	≥ 49	\geq HBS10	有一定强度的透明结 构件

第二章 铣床型式及常用辅具

一、常用铣床型式及主要技术参数

1. 卧式铣床

(1) 卧式铣床的型号与技术参数(表 2-1)

表 2-1 卧式铣床的型号与技术参数

技术参数		机 床 型 号					
		X6030	X6120	X6120B	XQ6125A	X6130	X6132
工作台工作面尺寸 (长×宽)/(mm×mm)		1000×300	900×200	900×200	900× 200 250	1100×300	1320×320
工作台 行程/ mm	纵向 (机/手)	650/620	500	500	500	680	700
	横向 (机/手)	250/220	190	190	190	260	255
	垂向 (机/手)	390/385	340	340	340	390	320
工作台 进给量/ (mm/ min)	纵向	16~800	12~720		12~800	15~1150	12~960
	横向	16~800	12~720		8~565	15~1150	12~960
	垂向	5~270	4~240		4~268	5~380	4~320

X6030、X6120、X6120B、XQ6125A、X6130、X6132 卧式铣床

技术参数		机 床 型 号					
		X6030	X6120	X6120B	XQ6125A	X6130	X6132
工作台 快速移 动速度/ (mm/ min)	纵向						
	横向						
	垂向						

续表 2-1

X6030、X6120、X6120B、XQ6125A、X6130、X6132 卧式铣床							
技术参数		机 床 型 号					
		X6030	X6120	X6120B	XQ6125A	X6130	X6132
工件最大质量(工作台上)/kg			500		150	300	500
工作台最大回转角/(°)			+45		±45	+45	±45
主轴 转速/ (r/min)	级数	12	12	12	12	18	18
	范围	30~1200	40~1800	40~1800	40~1800	32~1600	30~1500
工作 精度	直线度						
	平行度		100 : 0.02		100 : 0.03	100 : 0.03	0.03
	垂直度		100 : 0.02		100 : 0.02	100 : 0.02	100 : 0.02
	平面度		100 : 0.02	300 : 0.02	0.02	100 : 0.02	0.02
	表面粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$		2.5	2.5	3.2	2.5	1.6
电动机 功率/ kW	主电动机	4	3	3	1.5	4	7.5
	总功率	4.86	3.64	3.79	2.22	4.84	9.09
外形 尺寸/ mm	长	1900	1330	1750	1450	1770	2300
	宽	1540	1418	1422	1300	1670	1655
	高	1590	1480	1595	1800	1600	1630
XA6132、X61、X61W、X62W、X63W 卧式铣床							
技术参数		机 床 型 号					
		XA6132	X61	X61W	X62W	X63W	
工作台工作面 (长×宽)/(mm×mm)		2000×425	1000×250	1000×250	1250×320	1600×400	

续表 2-1

技术参数		机 床 型 号				
		X6132	X61	X61W	X62W	X63W
工作台行程/ mm	纵向 (机/手)	1200	620/620	620/620	700/680	900/880
	横向 (机/手)	360	190/170	85/170	255/240	315/300
	垂向 (机/手)	360	350/350	310/310	320/300	350/330
工作台进给量/ (mm/ min)	纵向	10~1250	35~980	35~980	23.5~1180	23.5~1180
	横向	10~1250	25~765	25~765	23.5~1180	23.5~1180
	垂向	25~315	12~380	12~380	8~394	8~394
工作台快速移动速度/ (mm/ min)	纵向		2900	2900	2300	
	横向		2300	2300	2300	
	垂向		1150	1150	770	
工件最大质量(工作台上)/kg		800				
工作台最大回转角/ (°)		±45		±45		±15
主轴转速/ (r/min)	级数	18	16	16	18	18
	范围	30~1500	65~1800	65~1800	30~1500	30~1500
工作精度	直线度					
	平行度	100 : 0.03				
	垂直度					
	平面度	0.02	300 : 0.02	300 : 0.02		
	表面粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$	2.5	2.5	2.5		

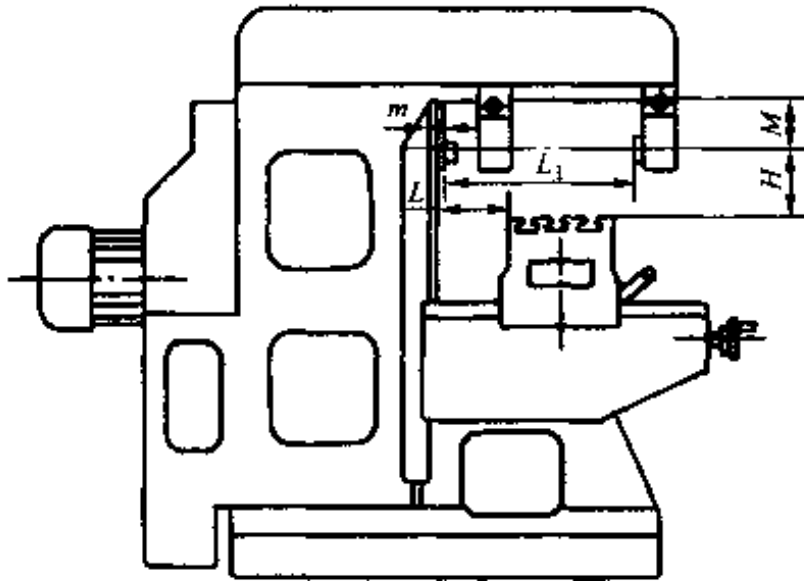
续表 2-1

技术参数		机床型号				
		X6132	X61	X61W	X62W	X63W
电动机 功率/ kW	主电动机	7.5	4	4	7.5	10
	总功率	9.125	5.23	5.225	9.125	13.125
外形 尺寸/ mm	长	2294	2000	2000	2294	2556
	宽	1770	1525	1525	1770	2159
	高	1630	1590	1590	1630	1800

(2) 卧式铣床联系尺寸(表 2-2)

表 2-2 卧式铣床联系尺寸

(mm)



机床型号	主轴轴线至工作台面距离 H	主轴轴线至悬臂底面距离 M	主轴端面至刀杆托架轴承端面最大距离 L_1	主轴端面至垂直导轨距离 m	主轴孔锥度	主轴孔径	工作台中线至垂直导轨距离	工作台后侧面至垂直导轨距离 L	T形槽		
									槽数	槽宽	槽距
X6030	30~420	150	515	30	1	18	175~425	25~275	3	14	60
X6120	20~360	136	420	28	7:24 №40 7:24			50~240	3	14	65

续表 2 2

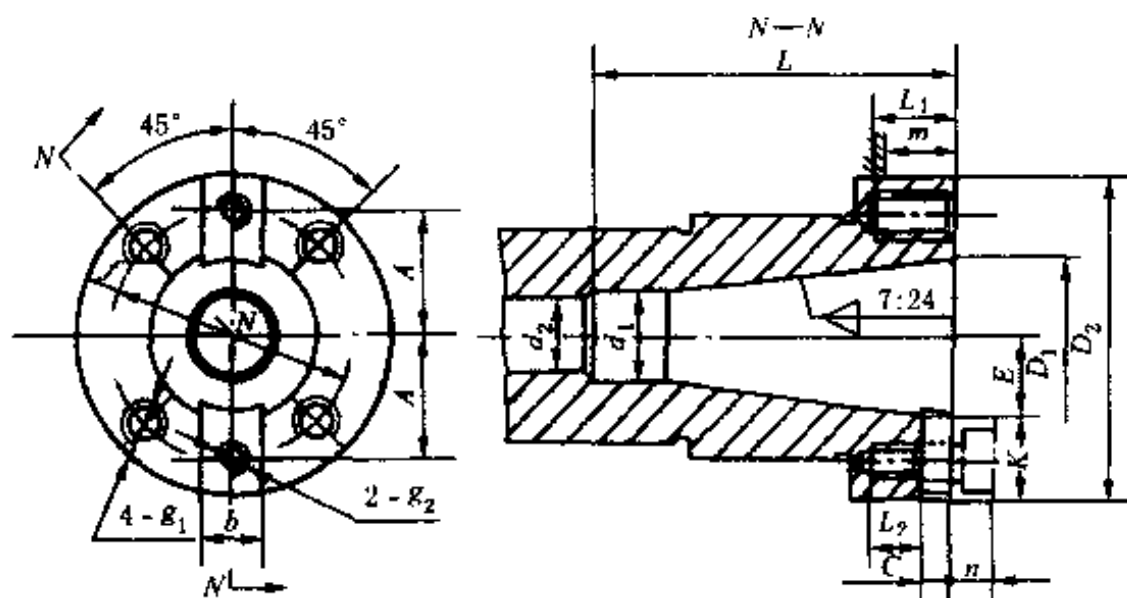
(mm)

机床型号	主轴轴线至工作台面距离 H	主轴轴线至悬臂底面距离 M	主轴端面至刀杆托架轴承端面最大距离 L_1	主轴端面至垂直导轨距离 m	主轴孔锥度	主轴孔径	工作台中线至垂直导轨距离	工作台后侧面至垂直导轨距离 L	T形槽		
									槽数	槽宽	槽距
X6120B	≤ 20	140			7:24		170~365				
XQ6125A	20~360	140	436	142	№40			75~265	3	14	45
					7:24			50~240			
X6130	10~410	175	550	26	№40			10~290	3	14	63
					7:24						
X6132	30~350	155	630	50	№50		215~470	55~310	3	18	80
					7:24						
X6132	30~350	155	630	50	№40		215~470	55~310	3	18	70
					7:24						
X61	30~380	150	470					40~230			
X61W	30~340	150	470					50~235			
X62W	30~350	155	680	50	7:24	29	215~170	10~310	3	18	70
X63W	30~380	190	850	50	7:24	29	255~570	40~360		18	90

(3) 7:24 铣床主轴联系尺寸(表 2-3)

表 2-3 7:24 铣床主轴联系尺寸(GB/T 3837.1-1983)

(mm)



续表 2 3

(mm)

锥度号	30	40	45	50	55	60
D_1	31.75	44.15	57.15	69.85	88.90	107.95
$d_1(H12)$	17.4	23.3	32.4	39.6	50.4	60.2
d_{2min}	17	17	21	27	27	35
L_{max}	73	100	120	140	178	220
$D_2(h5)$	69.832	88.882	101.600	128.370	152.400	221.440
m_{min}	12.5	16	18	19	25	38
f	54	66.7	80	101.6	120.6	177.8
g_1	M10	M12	M12	M16	M20	M20
L_{Lmin}	16	20	20	25	30	30
$h(M6)$	15.9	15.9	19	25.4	25.4	25.4
C_{min}	8	8	9.5	12.5	12.5	12.5
n_{max}	8	8	9.5	12.5	12.5	12.5
R_2	M6	M6	M8	M12	M12	M12
J_2	9	9	12	18	18	18
E_{min}	16.5	23	30	36	48	61
K_{max}	16.5	19.5	19.5	26.5	26.5	45.5
$A \pm 0.2$	25	33	40	49.5	61.5	84.73
端面键用螺钉 GB/T 70—1985	M6×16		M8×20	M12×25		

2. 立式铣床

(1) 立式铣床的型号与技术参数(2-4)

表 2-4 立式铣床的型号与技术参数

技术参数	机 床 型 号					
	X5020B	X5025	X5025A	X5030	X5032	X52A
工作台工作面(长×宽)/(mm×mm)	900×200	1100×250	1120×250	1000×300	1320×320	1250×320
工作台行程/ mm	500	630	600/580	650/620	700	680/700
纵向 机/手	190	235	230/210	250/220	255	240/255
横向 机/手	360	400	400/380	390/385	370	330/350
垂向 机/手	20~540, 14~380	12~720	22.4~560	16~800	12~960	
工作台进给量/ (mm/min)	7~190	2~240	7.5~190	5~270	4~320	
工作台快速移动速度/ (mm/min)		2100	2360			
工件最大质量(工作台上)/kg	150	700	788		500	
立铣头最大回转角(°)	±45°	±45°	±45°	±45°	±45°	
主轴轴向移动距离/mm		60			70	
主轴转速/ (r/min)	8	12	12	12	18	18
范围	60~1650	35~1600	50~1600	40~1500	30~1500	30~1500
直线度/mm				平行度	平行度	
平面度/mm	0.02	250±0.02		150±0.02	250±0.03	400±0.02
表面粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$	2.5	2.5		1.6	1.6	1.6
主电动机 /kW	3	4	4	4	7.5	7.5
总功率	3.79	4.84	4.675	4.86	9.09	9.125
长	1700	1685	1620	1900	2323	2294
宽	1300	1535	1590	1540	1770	1770
高	1650	1845	1795	1820	2068	2054

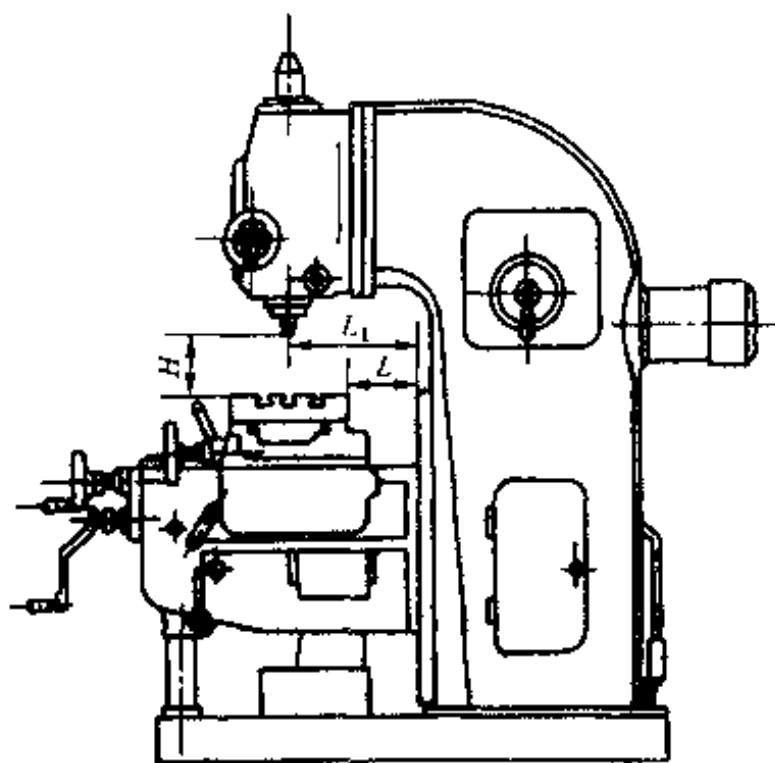
续表 2-4
X52K, X53K, X53T, XS5040, B₁400K 立式铣床

技术参数	机 床 型 号				
	X52K	X53K	X53T	XS5040 B ₁ 400K	
工作台工作面(长×宽)/(mm×mm)	1250×320	1600×400	2000×425	1600×400	
工作台行程/ mm	纵向 机/手	900/880	1260/1250	900/880	
	横向 机/手	255/240	315/300	310/300	
	垂向 机/手	370/350	385/365	410/400	385/365
工作台进给量/ (mm/min)	纵向、横向	23.5~1180, 15~786	23.5~1180, 15~786	10~1250	40~2000, 27~1530
	垂向	8~394	8~394	2.5~315	13.5~665
工作台快速移动速度/ (mm/min)	纵向、横向	2300, 1540	2300, 1540	3200	4000, 2665
	垂向	770	770	800	1330
工作台最大承重/kg		800	500		
立铣头最大回转角(°)	+45°	+45°	±45°	±45°	±45°
主轴轴向移动距离/mm	70	85	90	85	
	18	18	20	18	18
主轴转速/ (r/min)	30~1500	30~1500	18~1400	30~2500	30~1500
	直线度/mm		150±0.02	150±0.02	
工作精度	平行度	300±0.04	100±0.02	150±0.02	
	垂直度	300±0.03	100±0.02	100±0.02	
	平面度	300±0.04	0.02		300±0.02
	表面粗糙度 R _a /μm		2.5		2.5
电动机功率 /kW	7.5	10	11	13	11
	总功率	9.125	13.125	14.14	16.125
外形尺寸 /mm	长	2294	2556	2530	2556
	宽	1770	2159	2770	2159
	高	2059	2258	2490	2298

(2) 立式铣床联系尺寸(表2-5)

表2-5 立式铣床联系尺寸

(mm)



机床型号	主轴端面至工作台距离 H	主轴轴线至床身导轨距离 L_1	主轴孔锥度	主轴孔径	刀杆直径	工作台中线至床身垂直导轨距离	工作台后侧面至床身垂直导轨距离 L	T形槽		
								槽数	槽宽	槽距
X5020B	10~370	265					75~265	3	14	45
X5025	40		№40					3	11	90
X5025A	70~470	280	№40 7:24	44.45				3	14	50
X5030	30~420	300	I 7:24	18		175~425	25~275	3	14	60
X5032	60~430	350	№40 7:24				55~310	3	18	80
X52A	30~470	350								
X52K	30~400		7:24	29	32.5			3	18	70
X53K	30~500	450	№50 7:24	29	32~50			3	18	90
X53T	30~500	450	7:24	69.85				3	18	90
XS5040	30~500	450	7:24	29						
B ₁ -400K	30~500	450								

注: 主轴联系尺寸见表2-3。

3. 龙门铣床

(1) 龙门铣床的型号与技术参数(表 2-6)

表 2-6 龙门铣床的型号与技术参数

		XA2010、XA2012、X2016 龙门铣床		
技术参数		机 床 型 号		
		XA2010	XA2012	X2016
最大加工尺寸(长×宽×高)/ (mm×mm×mm)		3000×1000×1000	4000×1250×1250	5000×1600×1600
工件最大质量/kg		8000	10000	20000
主轴箱数(个)		3(4)	3(4)	4
主轴箱回转角度(°)	垂直头	±30°	+30°	
	水平头	+30° -15°	+30° -15°	
主轴转速/(r/min)	级数	12	12	12
	范围	50~630	50~630	31.5~630
工作台进给量/mm	级数	无级	无级	无级
	范围	10~1000, 快速 4000	10~1000, 快速 4000	10~1000
推荐刀盘最大直径/mm		350	350	400
工作精度	平面度	300±0.02	300±0.02	300±0.02
	表面粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$	2.5	2.5	2.5
电动机功率/ kW	主电动机	15	15	22
	总功率	60(73)	62(73)	107
外形尺寸/ mm	长	9640	11710	13500
	宽	4740	4865	6240
	高	3915	4515	5140
		X2020、XQ209/2M、XQ209/3M 龙门铣床		
技术参数		机 床 型 号		
		X2020	XQ209/2M	XQ209/3M
最大加工尺寸(长×宽×高)/ (mm×mm×mm)		6000×2000×2000	1700×900×650	2700×900×650

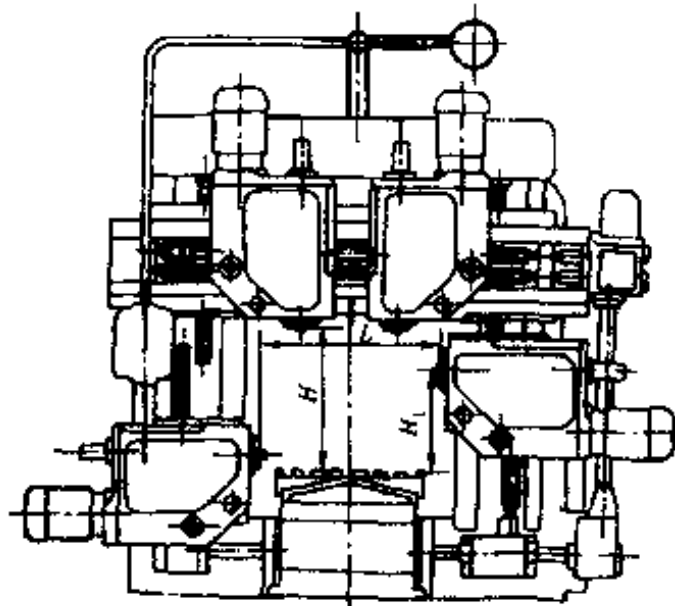
续表 2 6

技术参数		X2020、XQ209/2M、XQ209/3M 龙门铣床		
		机 床 型 号		
		X2020	XQ209/2M	XQ209/3M
工件最大质量/kg		30000	3000	4500
主轴箱数/个		4	3	3
主轴转速/(r/min)	级数	12	6	6
	范围	31.5~630	70~398	70~398
工作台进给量/mm	级数	无级	无级	无级
	范围	10~1000	80~1300	80~1300
推荐刀盘最大直径/mm		400	200	200
工作精度	平面度	300 : 0.02	300 : 0.03	300 : 0.03
	表面粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$	2.5	2.5	2.5
电动机功率/ kW	主电动机	22	5.5	5.5
	总功率	107	27.8	27.8
外形尺寸/ mm	长	15500	7100	9100
	宽	6640	3700	3700
	高	5840	2800	2800

(2) 龙门铣床联系尺寸(表 2-7)

表 2-7 龙门铣床联系尺寸

(mm)



续表 2-7

(mm)

型 号	垂直主轴端面至工作台面的距离 H	水平主轴轴线至工作台面的距离 H_1	水平主轴端面距离 L	工 作 台		
				台面尺寸 (长×宽)	T型槽尺寸 (槽数×槽宽×槽距)	最大行程
XA2010	205~1105	-125~835	830~1230	3000×1000	5×28×200	3600
XA2012	205~1355	-125~1085	1080~1480	4000×1250	7×28×200	4600
X2016	200~1700	-150~1380	1340~1940	5000×1600	7×36×210	5750
X2020	200~2100	-150~1780	1740~2340	6000×2000	9×36×230	6750
XQ209/2M	200~750	50~540	820~1120	2000×900	5×28×170	2000

4. 万能工具铣床

(1) 万能工具铣床的型号与技术参数(表 2-8)

表 2 8 万能工具铣床的型号与技术参数

技术参数		机 床 型 号			
		X8120	X8126	X8130	X8140
工作台工作面(长×宽)/(mm×mm)		650×200	700×270	800×300	800×400
铣头回转角度/(°)		±45	垂直主轴 ±45	垂直主轴 ±60	垂直主轴 ±180
工作台最大行程/mm	纵向	320	300/300	500	纵向滑鞍 550/ 220 手动 280
	横向	200			手动 200
	垂向	360	330/300	350	400
工作台进给量/(mm/min)	纵向		25~285	8~400	12~254
	横向		水平轴横向 25~285	水平主轴体 8~400	12~254
	垂向		25~285	8~400	12~254
主轴转速/(r/min)	级数	18	8	18	18
	范围	50~200	水平 110~1230 垂直 150~1660	40~2000	45~2110

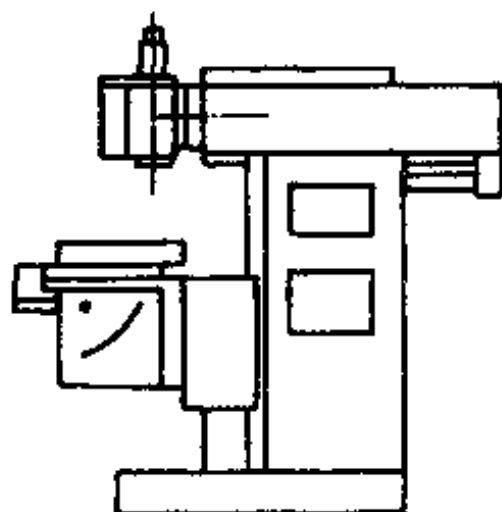
续表 2-8

技术参数		机 床 型 号			
		X8120	X8126	X8130	X8140
工作精度	平面度	300 : 0.02	水平主轴 300 : 0.02 垂直主轴 200 : 0.015	水平、垂直 主轴 150 : 0.015	150 : 0.02
	平行度		200 : 0.015	150 : 0.015	150 : 0.02
	垂直度		水平主轴 300 : 0.02 垂直主轴 100 : 0.01	150 : 0.015	150 : 0.02
	圆度				
	表面粗糙度 $R_a / \mu\text{m}$	1.6			
电动机功率/ kW	主电动机	1.1	3	2.2	2.5
	总功率	2	3.125	2.29	3.73
外形尺寸/ mm	长	1075	1080	1170	2050
	宽	1068	1110	1350	1330
	高	1570	1650	1600	1800

(2) 万能工具铣床联系尺寸(表 2-9)

表 2-9 万能工具铣床联系尺寸

(mm)



续表 2.9

(mm)

机床型号	水平轴轴线至 工作台面距离	垂直轴端面至 工作台面距离	主 轴 孔 锥 度		水平主轴体端 面至垂直轴轴 线的距离
			水平轴	垂直轴	
X8120	10~400	0~350	莫氏 1 号	莫氏 4 号	155
X8126	35~365	0~265	莫氏 4 号	莫氏 1 号	
X8130	55~455	25~425	莫氏 4 号	莫氏 4 号	
X8140	30~430			№40 7:24	

机床型号	垂直主轴轴 线至床身垂 直导轨距离	插头滑枕 至工作 台最小距离	插头刀具 孔尺寸	T 形 槽		
				槽数	槽宽	槽距
X8120	160~360					
X8126						
X8130				1	4	50
X8140	120~470	70	20×20	5	11	63

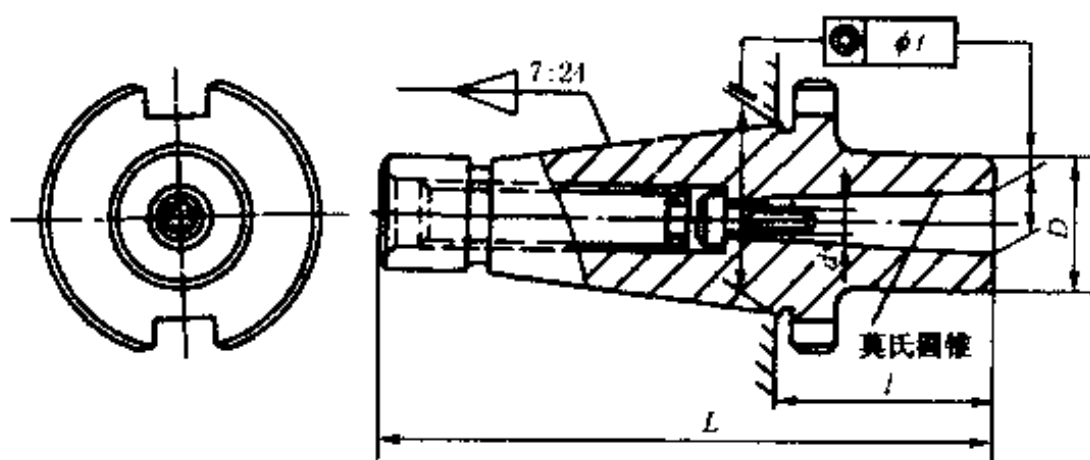
二、铣床辅具

1. 中间套

(1) 7:24 圆锥/莫氏圆锥中间套(表 2-10)。

表 2.10 7:24 圆锥/莫氏圆锥中间套(JB 3512—1983)

(mm)



注：螺钉的形状和固定方法仅作为一个示例。

标记示例

外锥为 7:24 圆锥 40 号、内锥为莫氏圆锥 2 号的 7:24 圆锥/莫氏圆锥中间套

标记为：中间套 40-2 JB 3512—1983

续表 2-10

(mm)

7:24 圆锥号	莫氏 圆锥号	D	d	L_{max}	$l_{max} \approx$	t
30	1	25	M6	118	50	0.012
	2	32	M10			
40	1	25	M6	143	65	0.016
	2	32	M10			
	3	40	M12	158	95	
	4	48	M16	188	95	
45	2	32	M10	157	50	0.016
	3	40	M12			
	4	48	M16	182	75	
50	2	32	M10	187	60	0.020
	3	40	M12	192	65	
	4	48	M16	212	85	
	5	63	M20	247	120	
55	3	40	M12	225	60	0.020
	4	48	M16			
	5	63	M20	260	95	
60	5	63	M20	292	85	0.020
	6	80	M24	327	120	

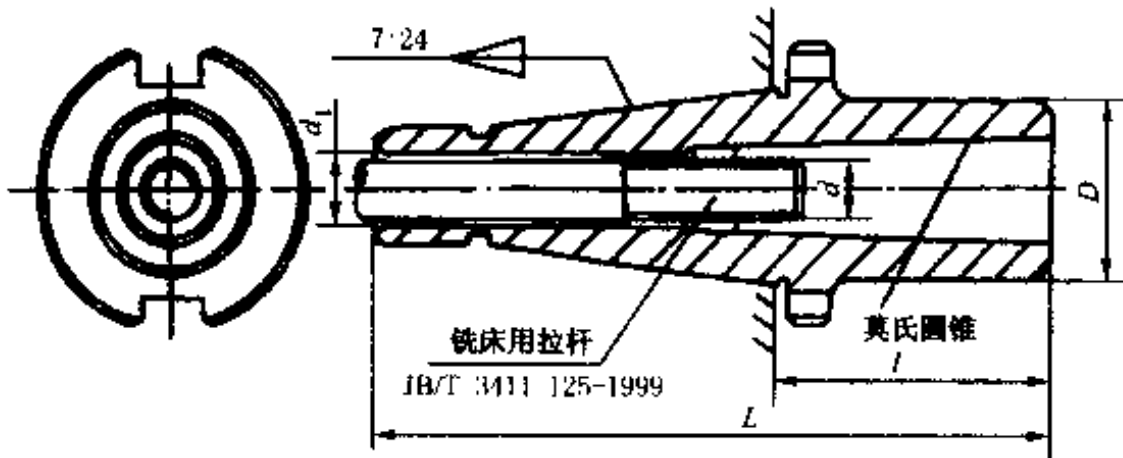
注：1. 7:24圆锥的尺寸和偏差按GB/T 3837.3-1983《机床工具7:24圆锥联结 工具锥柄》。

2. 莫氏圆锥的尺寸和偏差按GB/T 1443-1996《机床和工具柄用自夹圆锥》。

(2) 7:24圆锥/莫氏圆锥长型中间套(表 2-11)

表 2-11 7:24 圆锥/莫氏圆锥长型中间套(JB 3513-1983)

(mm)



标记示例

外锥为 7:24 圆锥 40 号、内锥为莫氏圆锥 4 号的 7:24 圆锥/莫氏圆锥长型中间套标记为:

中间套 40-4 JB 3513-1983

7:24 圆锥号	莫氏 圆锥号	D	d	d_1	L_{max}	$l_{max} \approx$
40	3	40	M12	17	158	65
					188	95
45	4	48	M16	21	182	75
50					212	85
	55	5	63	M20	26	247
4		48	M16	225		60
60	5	63	M20	32	260	95
	6	80	M24		292	85
					327	120

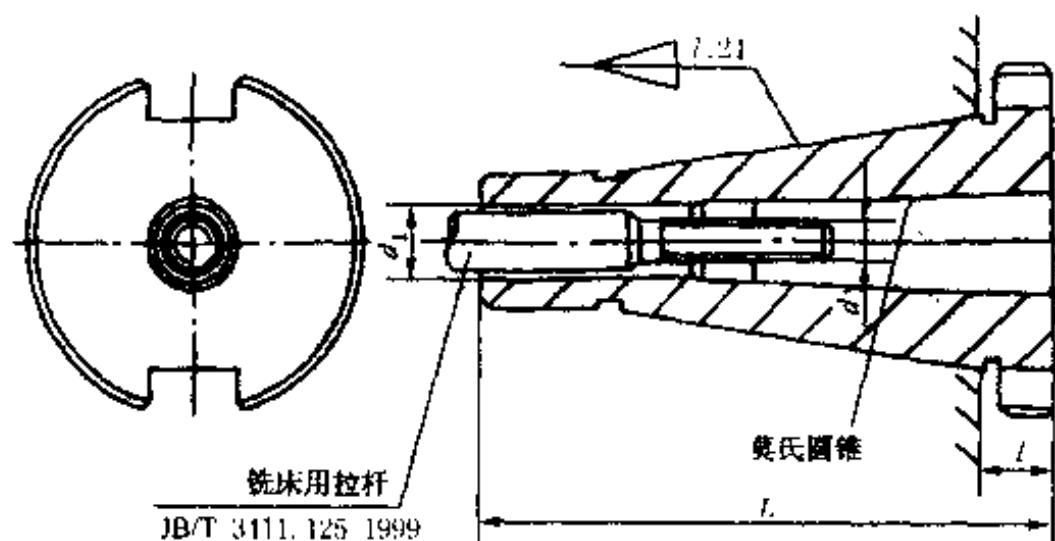
注: 1. 7:24 圆锥的尺寸和偏差按 GB/T 3837.3-1983《机床工具 7:24 圆锥联结 工具锥柄》。

2. 莫氏圆锥的尺寸和偏差按 GB/T 1443-1996《机床和工具柄用自夹圆锥》。

(3) 7:24 圆锥/莫氏圆锥短型中间套(表 2-12)

表 2-12 7:24 圆锥/莫氏圆锥短型中间套 (JB 3514 1983)

(mm)



标记示例

外锥为 7:24 圆锥 40 号, 内锥为莫氏圆锥 2 号的 7:24 圆锥/莫氏圆锥短型中间套标记为:

中间套 40 2 JB 3514 1983

7:24 圆锥号	莫氏 圆锥号	d	d_1	L_{max}	l	
					基本尺寸	极限偏差
40	2	M12	17	105	11.6	±0.1
45					13.2	
50	3	M16	26	142	15.2	
	4				17.2	
55	5	M20	32	226	19.2	
60						

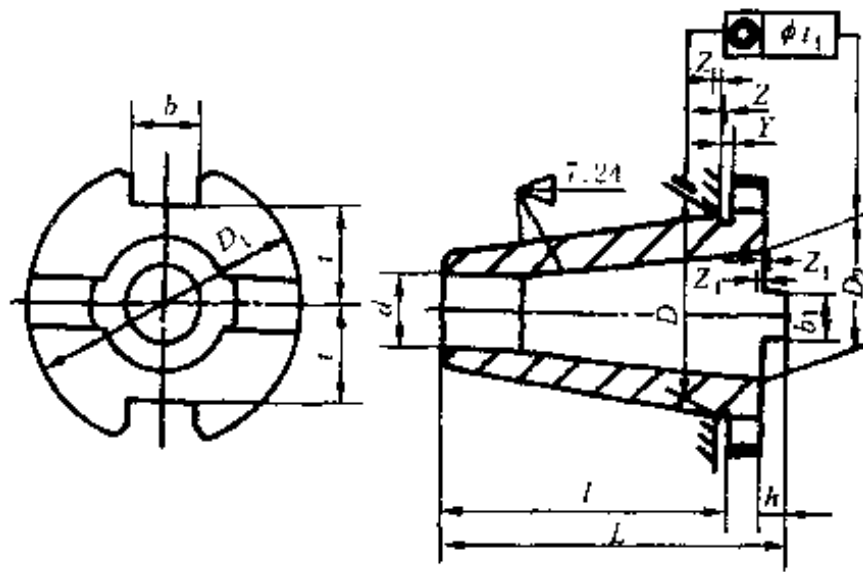
注: 1. 7:24 圆锥的尺寸和偏差按 GB/T 3837.3-1983《机床工具 7:24 圆锥联结 工具锥柄》。

2. 莫氏圆锥的尺寸和偏差按 GB/T 1443-1996《机床和工具柄用自夹圆锥》。

(4) 7:24 圆锥中间套(表 2-13)

表 2-13 7:24 圆锥中间套 (JB 3519-1983)

(mm)



标记示例

外锥为 50 号、内锥为 40 号的 7:24 圆锥中间套标记为:

中间套 50 40 JB 3519-1983

7:24 圆锥号		内 锥								
外锥	内锥	D	D_1	L_{max}	l_{max}	Y	Z	b		l_{max}
								基本尺寸	极限偏差 H12	
40	30	44.45	63	85.0	67	1.6	±0.4	16.1	+0.180 0	22.3
45	40	57.15	80	104.0	86	3.2		19.3	+0.210 0	29.0
50	30	69.85	100	125.0	105			25.7		
	40			126.5						
55	40	88.90	130	152.0	130					
	45			153.5						
60	50	107.95	160	156.5	165					
	40			189.0						
	45			190.5						
	50			193.5					60.0	

续表 2-13

(mm)

外 锥							
D_2	d		b_1		h_{max}	Z_1	t_1
	基本尺寸	极限偏差 H12	基本尺寸	极限偏差 h9			
31.75	17.4	+0.180 0	15.9	0 -0.043	8.0	±0.4	0.016
44.45	25.3	+0.210 0					
31.75	17.4	+0.180 0					
44.45	25.3	+0.210 0					
57.15	32.4	+0.250 0	19.0	0 -0.052	9.5		
44.45	25.3	+0.210 0	15.9	0 -0.043	8.0		
57.15	32.4	+0.250 0	19.0	0 -0.052	9.5		0.020
69.85	39.6		25.4	0 -0.043	12.5		
44.45	25.3	+0.210 0	15.9	0 -0.052	8.0		
57.15	32.4	+0.250 0	19.0		9.5		
69.85	39.6		25.4		12.5		

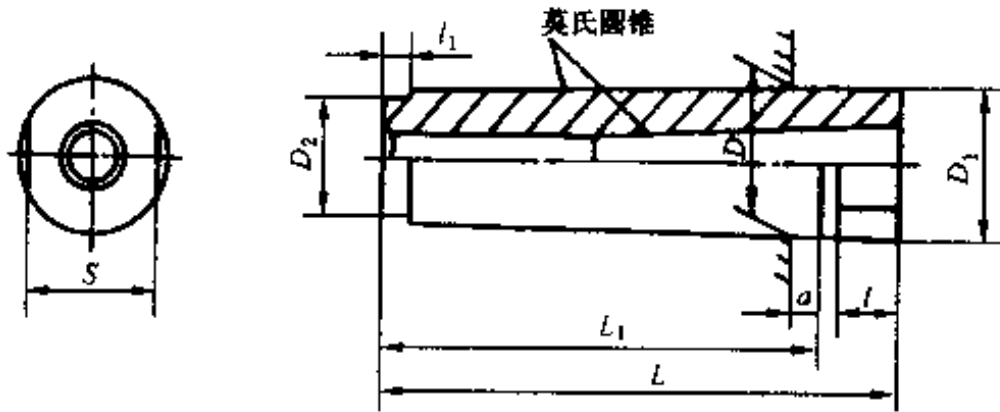
注：1. Z 等于圆锥的大端和通过基本直径 D 的平面之间的最大允许偏差，适用于该平面的两侧面。

2. Z_1 等于在前端面的任何一边，基准平面 D_2 对前端面公称重合位置的最大允许偏差。

(5) 莫氏圆锥中间套(表 2-14)

表 2-14 莫氏圆锥中间套(JB 3520—1983)

(mm)



标记示例

外锥为 3 号、内锥为 1 号的莫氏圆锥中间套标记为:

中间套 3-1 JB 3520—1983

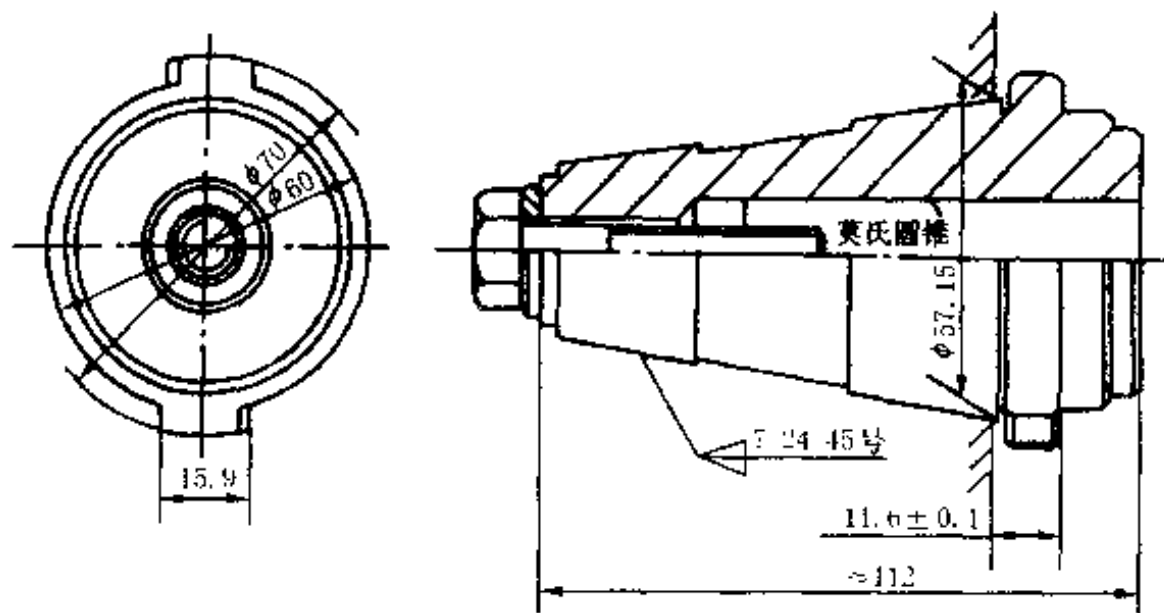
莫氏圆锥号		D	$D_1 \approx$	D_{2max}	L_{max}	L_1	a	l	l_{1max}	S
外锥	内锥									
3	1	23.825	24.1	19.0	80	65	5	12	7	21
	2									
4	3	31.267	31.6	25.0	90	70	6.5	12	9	27
	2									
5	3	44.399	44.7	35.7	110	85	6.5	12	10	36
	4									
6	5	63.348	63.8	51.0	130	105	8	15	16	55
	4									

注: 莫氏圆锥的尺寸和偏差按 GB/T 1443—1996《机床和工具柄用自夹圆锥》。

(6) 快换中间套(表 2-15)

表 2-15 快换中间套 (JB 3539-1983)

(mm)



标记示例

外锥为 7:24 圆锥 45 号、内锥为莫氏圆锥 3 号的快换中间套标记为:

中间套 45-3 JB 3539-1983

外 锥	内 锥
7:24 圆锥号	莫氏圆锥号
45	2
	3
	4

注: 莫氏圆锥的尺寸和偏差按 GB/T 1413-1996《机床和工具柄用自夹圆锥》。

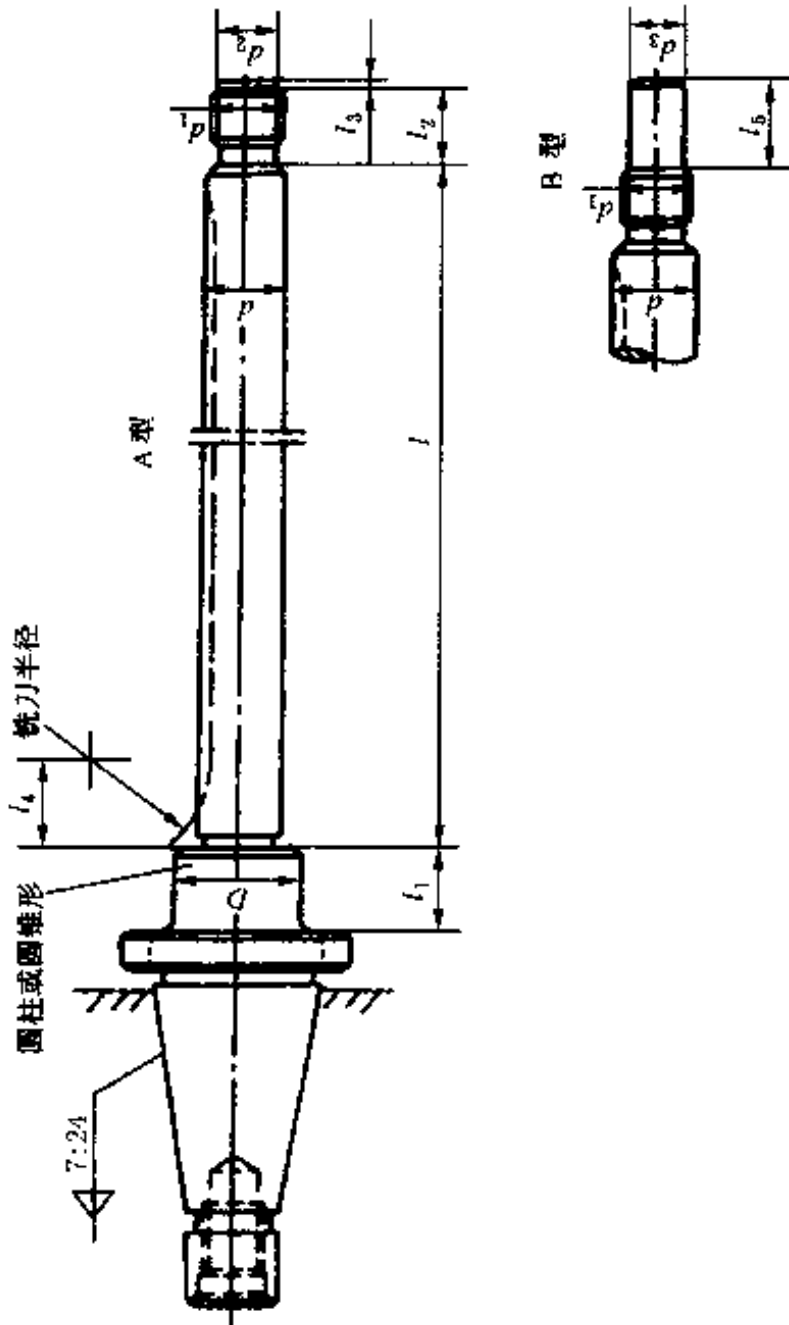
2. 铣刀杆

(1) 7:24 锥柄铣刀杆 (表 2-16)

(2) 莫氏锥柄铣刀杆 (表 2-17)

(mm)

表 2-16 7:24 锥柄铣刀杆 (JB 3521—1983)



标记示例

7:24 圆锥为 40 号、 $d=22\text{ mm}$ 、 $l=315\text{ mm}$ 的 A 型 7:24 锥柄铣刀杆标记为:

刀杆 A40 22×315 JB 3521 1983

7:24 圆锥号	d		有效长度 l						
	基本尺寸	极限偏差 h6	A 型			B 型			
30	16	0	63	100	160	200	250	315	
		-0.011							
	22	0	63	100	160	200	250	315	400
	27	-0.013	63	100	160	200	250	315	400

(mm)

续表 2-16

7:24 圆锥号	d		有效长度 l															
	基本 尺寸	极限偏差 h ₆	A 型					A 型					B 型					
40	16	$\begin{matrix} 0 \\ -0.011 \end{matrix}$	63	100	160	200	250	315	400									
	22	$\begin{matrix} 0 \\ -0.013 \end{matrix}$	63	100	160	200	250	315	400	500(450)								
	27	$\begin{matrix} 0 \\ -0.013 \end{matrix}$	63	100	160	—	250	315	400	500(450)	630(560)							
	32	$\begin{matrix} 0 \\ -0.016 \end{matrix}$	63	100	160	—	250	315	400	500(450)	630(560)							
	40	$\begin{matrix} 0 \\ -0.016 \end{matrix}$	—	100	160	—	—	315	400	500(450)	630(560)							
45	22	$\begin{matrix} 0 \\ -0.013 \end{matrix}$	63	100	160	200	250	315	400									
	27	$\begin{matrix} 0 \\ -0.013 \end{matrix}$	63	100	160	—	250	315	400	500(450)								
	32	$\begin{matrix} 0 \\ -0.016 \end{matrix}$	63	100	160	—	—	315	400	500(450)	630(560)							
	40	$\begin{matrix} 0 \\ -0.016 \end{matrix}$	—	100	160	—	—	—	400	500(450)	630(560)							
	22	$\begin{matrix} 0 \\ -0.013 \end{matrix}$	63	100	160	200	250	315	400	500(450)	630(560)							
50	27	$\begin{matrix} 0 \\ -0.013 \end{matrix}$	63	100	160				400	500(450)	800(710)							
	32	$\begin{matrix} 0 \\ -0.016 \end{matrix}$	63	100	160				400	500(450)	800(710)	1000(900)						
	40	$\begin{matrix} 0 \\ -0.016 \end{matrix}$		100	160				400	500(450)	800(710)	1000(900)						
	50	$\begin{matrix} 0 \\ -0.019 \end{matrix}$							400	500(450)	800(710)	1000(900)						
	60	$\begin{matrix} 0 \\ -0.019 \end{matrix}$							400	500(450)	800(710)	1000(900)						

(mm)

续表 2-16

7:24 圆锥号	有效长度 l									
	A 型		B 型							
d	基本尺寸	极限偏差 h_6	d_2	d_3						
60	50	0 -0.016	13	基本尺寸 13	极限偏差 g_6 -0.006 -0.017	l_1	l_2	l_{3mm}	l_4	l
	60	0 -0.019	16	16		20	$1 \sim 1.25d_1 + 2$	2	23	20
	80		20	20					25	25
	100			13	13				26	32
30	27	0 -0.022	13	13					23	20
	34		16	16					25	25
	41		20	20					26	32
	47		23	23					27	32
40	27		13	13					23	20
	34		16	16					25	25
	41		20	20					26	32
	55		29	29					28	32

(mm)

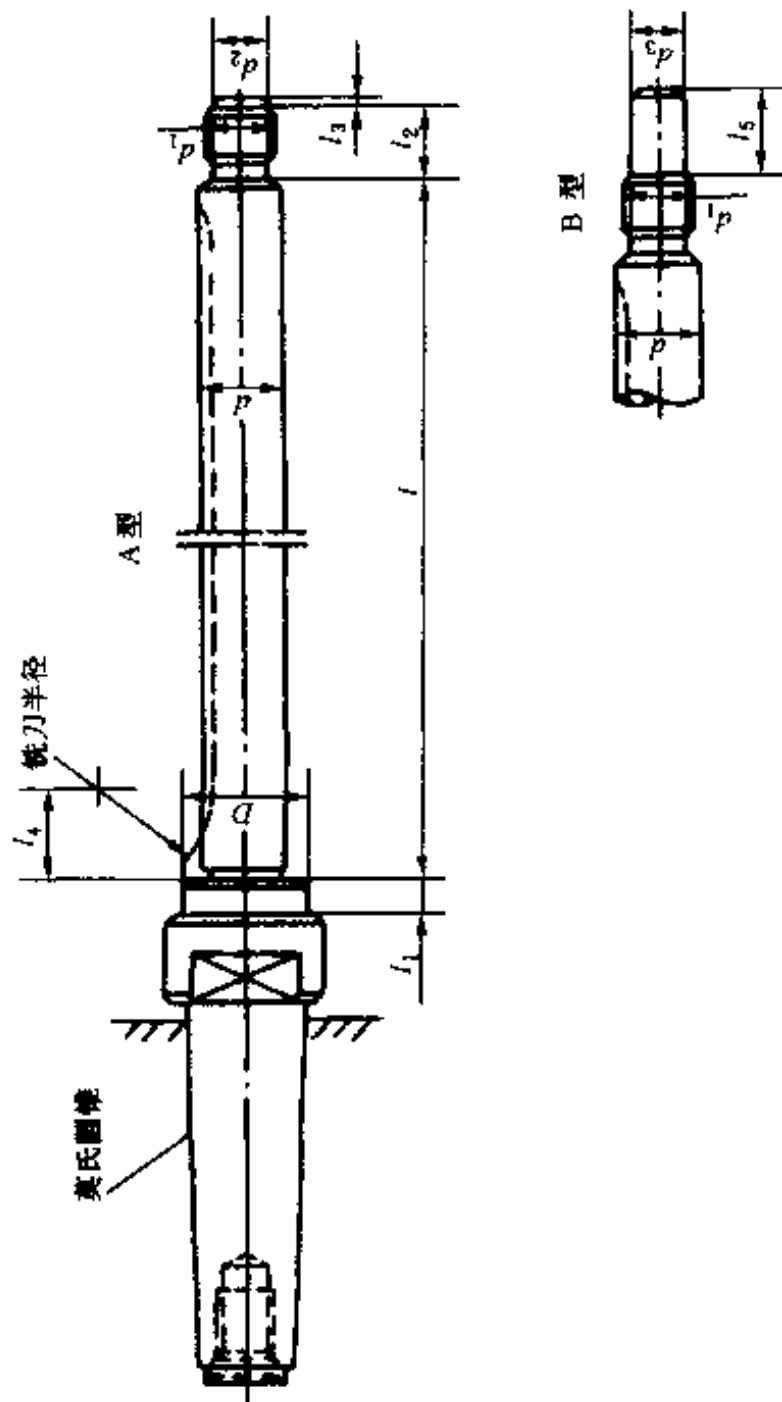
续表 2-16

7:24 圆锥号	D_{min}	d_1	d_2	d_3		l_1	l_2	l_{min}	l_3	l
				基本 尺寸	极限偏差 g6					
45	34	M20×2	16	16	-0.006 -0.017	30	1~1.25 d_1 +2	2	25	25
	41	M24×2	20	20	-0.007 -0.020				26	26
	47	M27×2	23	23					27	27
	55	M33×2	29	29					28	28
50	34	M20×2	16	16	-0.006 -0.017	30	1~1.25 d_1 +2	2	25	25
	41	M24×2	20	20	-0.007 -0.020				26	26
	47	M27×2	23	23					27	27
	55	M33×2	29	29					28	28
	69	M39×3	31	31	-0.009 -0.025				29	29
	84	M45×3	40	40					30	30
60	69	M39×3	34	34	40	1~1.25 d_1 +2	3	5	29	56
	84	M45×3	40	40					30	30
	109	M56×4	49	49					31	31
	134	M68×4	61	61					33	33

注: 1. 7:24 圆锥的尺寸和偏差按 GB/T 3837.3 1983《机床工具 7:24 圆锥联结 工具锥柄》。

2. 括号中的有效长度 l 尽可能不采用。

表 2-17 莫氏锥柄铣刀杆 (JB 3522 1983) (mm)



标记示例

莫氏圆锥为 4 号, $d=22$ mm, $l=315$ mm 的 B 型莫氏锥柄铣刀杆标记为:

刀杆 B4-22×315 JB 3522 1983

莫氏圆锥号	有效长度 l		A 型		B 型		
	基本尺寸	极限偏差 h_6	—	—	—	—	
3	16	0 -0.011	63	—	200	250	315
	22	0	63	100	200	250	315
	27	-0.013	63	100	160	200	250

(mm)

续表 2-17

莫氏圆锥号	有效长度 l										
	d		A型			A型			B型		B型
	基本尺寸	极限偏差 b_6									
4	16	0 -0.011	63	-	200	250	315	400			
	22	0 -0.013	63	100	200	250	315	400	500(450)		
			63	100	-	250	315	400	500(450)	630(560)	
	32	0 -0.016	63	100	160	250	315	400	500(450)	630(560)	
			40	-	100	160	-	315	400	500(450)	630(560)
	5	22	0 -0.013	63	100	200	250	315	400	500(450)	630(560)
27		0 -0.013	63	100	160	160	315	400	500(450)	630(560)	800(710)
			63	100	160	160	315	400	500(450)	630(560)	800(710)
32		0 -0.016	63	100	160	160	315	400	500(450)	630(560)	800(710)
			40	-	100	160	160	315	400	500(450)	630(560)
50		-	-	160	160	160	315	400	500(450)	630(560)	800(710)

续表 2-17 (mm)

莫氏 圆锥号	有效长度 l									
	d		A型		A型		B型			
	基本 尺寸	极限偏差 h_6								
6	50	0 -0.016	160			630(560)	800(710)	1000(900)		
	60	0 -0.019	160			630(560)	800(710)	1000(900)		
	80		160				800(710)	1000(900)		
	100	0 -0.022	160				800(710)	1000(900)		
3	D_{\min}	d_1	d_2	d_3		l_1	l_2	l_{\min}	l_3	l_4
				基本 尺寸	极限偏差 g_6					
	27	M16×1.5	13	13	-0.006 -0.017					20
	34	M20×12	16	16		10	$1 \sim 1.25d_1 + 2$	2	27	25
41	M24×12	20	20	20	-0.007 -0.020					32

续表 2-17 (mm)

莫氏圆锥号	D_{max}	d_1	d_2	d		t_1	t_2	l_{min}	l_1	l_2	l_3	l_4	
				基本尺寸	极限偏差 g6								
4	27	M16×1.5	13	13	0.006 -0.017	10	1~1.25 d_1 +2	2	20	27	30	20	
	34	M20×2	16	16	-0.007 -0.020								
	41	M24×2	20	20									
	47	M27×2	23	23									
5	55	M33×2	29	29		20							
	34	M20×2	16	16	0.006 -0.017	10							25
	41	M24×2	20	20	-0.007 -0.026								
	47	M27×2	23	23									
6	55	M33×2	29	29		20							
	69	M39×3	34	34									
	69	M39×3	34	34									
	84	M45×3	40	40									
6	109	M56×4	49	49		30							
	134	M68×4	61	61									

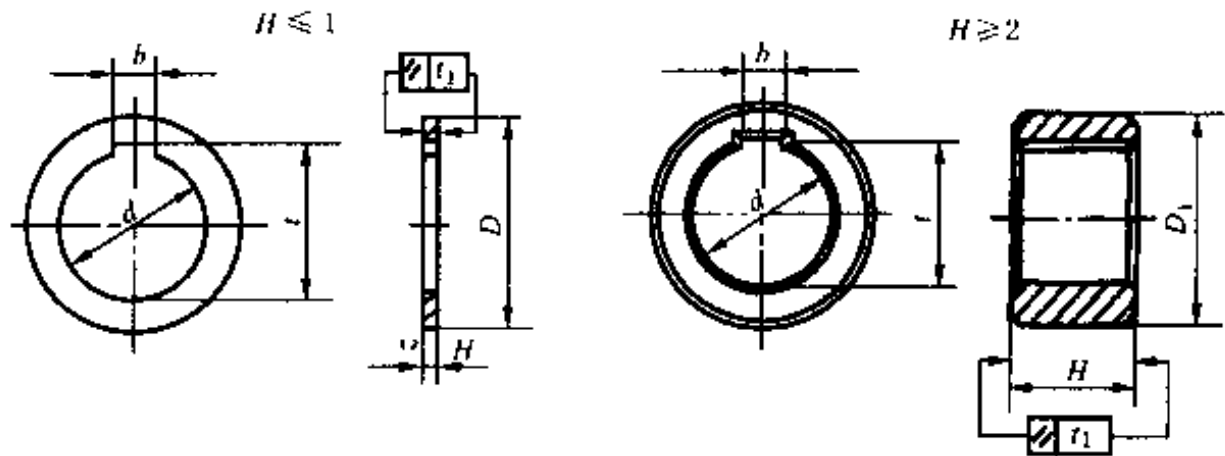
注: 1. 莫氏圆锥的尺寸和偏差按 GB/T 4133-1984《莫氏圆锥的强制传动型式及尺寸》。

2. 括号中的有效长度 l 尽可能不采用。

(3) 调整垫圈(表 2-18)

表 2 18 调整垫圈(JB 3523—1983)

(mm)



注:对于厚垫圈可以有一个直径等于 $d+1$ mm,长度等于 $\frac{H}{2}$ mm 的空刀。

标记示例

$d = 22$ mm, $H = 20$ mm 的调整垫圈标记为:

垫圈 22×20 JB 3523—1983

d	基本尺寸	16	22	27	32	40	50	60	80	100
	极限偏差 C11	+0.205 +0.095	+0.240 +0.110	+0.280 +0.120		+0.290 +0.130	+0.330 +0.140	+0.340 +0.150	+0.390 +0.170	
D	基本尺寸	26	33	40	46	54	68	83		—
	极限偏差 h11	0 -0.130	0 -0.160		0 0.190		0 -0.220			
D_1	基本尺寸	27	34	41	47	55	69	84	109	134
	极限偏差 h11	0 -0.130	0 -0.160		0 -0.190		0 -0.220		0 -0.250	
b	基本尺寸	4	6	7	8	10	12	14	18	25
	极限偏差 C11	+0.145 +0.070		+0.170 +0.080			+0.205 +0.095			+0.240 +0.110
t	基本尺寸	17.7	24.1	29.8	34.8	43.5	53.5	64.2	85.5	107.0
	极限偏差	+0.1 0		+0.2 0						

续表 2-18

(mm)

H	(0.03);(0.04);0.05;0.1;0.2;0.3;0.6;1			
	2;3;6			
	10			
				(12)(13)(16)
	20			
	30			
	60			
	100			
t ₁	0.004	0.005	0.006	

注：1. 括号内的尺寸尽可能不采用。

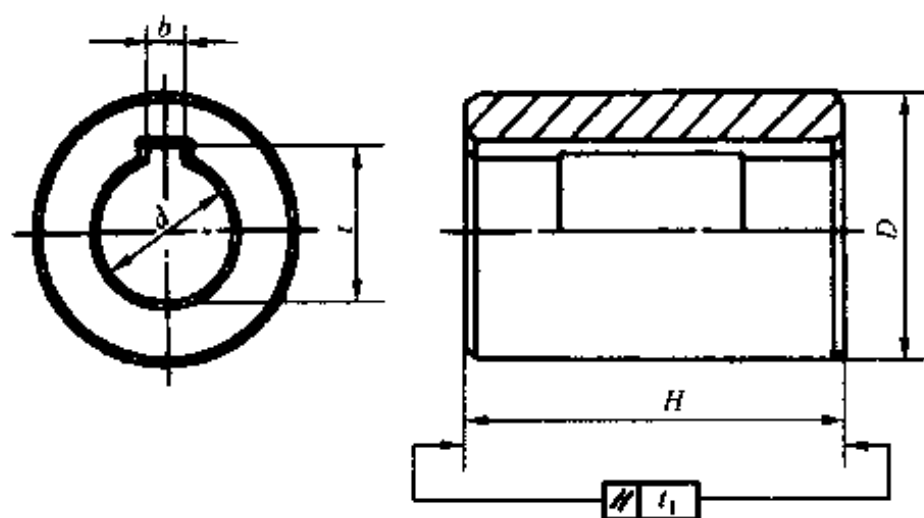
2. 厚度 $H \geq 2$ mm 时, 其极限偏差为 ± 0.1 mm。

3. 厚度 $H \leq 1$ mm 时, 可采用钢带 65Mn, I-G-Q-Gn, JB/T 6350 1992 冲压制造。

(4) 铣刀杆轴套(表 2-19)

表 2-19 铣刀杆轴套(JB 3524 · 1983)

(mm)



注：如要空刀, 其尺寸为：直径等于 $d+1$ mm, 长度等于 $\frac{H}{2}$ mm。

标记示例

$d=22$ mm, $D=42$ mm 的铣刀杆轴套标记为：

轴套 22×42 JB 3524 · 1983

续表 2-19

(mm)

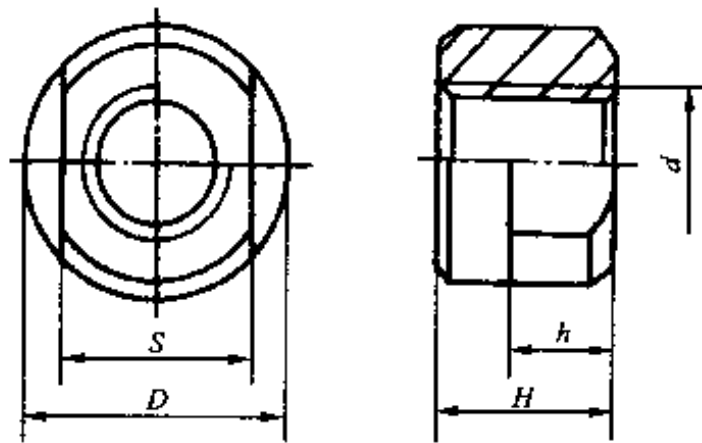
d		b		t		D							
基本尺寸	极限偏差 H7	基本尺寸	极限偏差 C11	基本尺寸	极限偏差	42	48	56	70	85	110	140	
						H							
16	+0.018 0	4	+0.145 +0.070	17.7	+0.1 0								
22	+0.021 0	6		24.1									
27		7		29.8									
32		8	+0.170 +0.080	31.8									
40	+0.025 0	10		43.5									
50		12		53.5	+0.2 0								
60	+0.030 0	14	+0.205 +0.095	64.2									
80		18		85.5									
100	+0.035 0	25	+0.240 +0.110	107.0									
t_1													
						0.004		0.005		0.006			

注: 1. 尺寸 D 的极限偏差为 $g6$ 。2. 尺寸 H 的极限偏差为 ± 0.1 mm。

(5) 螺母(表 2-20)

表 2 20 螺母(JB 3525-1983)

(mm)



标记示例

 $d=M20 \times 2$ 的螺母标记为:

螺母 M20×2 JB 3525—1983

续表 2-20

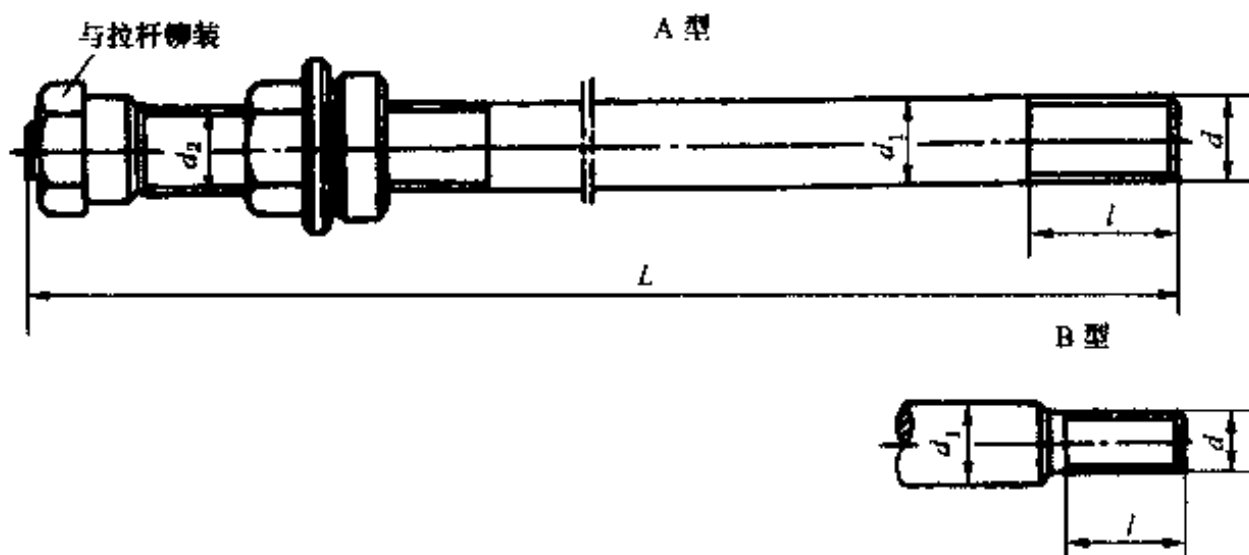
(mm)

d		M16×1.5	M20×2	M24×2	M27×2	M33×2	M39×3	M45×3	M56×4	M68×4
$D \approx$		27	34	41	47	55	69	84	109	134
H		$(1 \sim 1.25)d$								
S	基本尺寸	22	27	32	41	46	55	70	85	105
	极限偏差	h13	0 -0.33			--				
		h14				0 -0.62	0 -0.74	0 -0.87		
h		大于相应扳手的宽度								
适用刀杆直径		16	22	27	32	40	50	60	80	100

(6) 铣床用拉杆(表 2-21)

表 2-21 铣床用拉杆(JB 3544-1983)

(mm)



标记示例

 $d = M12, d_1 = 25 \text{ mm}, L = 700 \text{ mm}$ 的铣床用 B 型拉杆标记为:

拉杆 B M12×25×700 JB 3544—1983

型号	d	d_1	d_2	l	L											
B	M10	16	M16	25												
	M12	25	M24													
A	M16	16	M16	32												
B		25	M24		400	500	550	575	600	625	650					

续表 2 21

(mm)

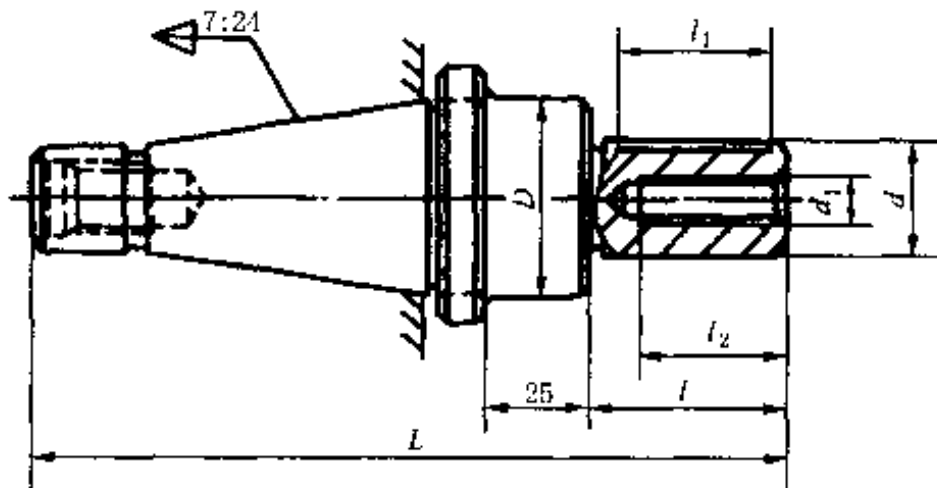
型号	d	d_1	d_2	l	L												
					700	720	750	775	800	850	875	900	950	975	1000		
A	M20	20	M20	40	700	720	750	775	800	850	875	900	950	975	1000		
					1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500			
B	M24	25	M24	50	1550	1600											
					1650	1700											
	M36	40	M40	80	1800	1900											
					M48	52	M52	100									

注：铣床用拉杆的长度 L 可根据机床规格按需表中选取。

(7) 7:24 锥柄带纵键端铣刀杆(表 2-22)

表 2-22 7:24 锥柄带纵键端铣刀杆(JB 3526 1983)

(mm)



标记示例

7:24 圆锥 40 号, $d=27$ mm, $L=61$ mm 的 7:24 锥柄带纵键端铣刀杆标记为:

刀杆 40-27×61 JB 3526--1983

7:24 圆锥号		30		40			45			50		
d	基本尺寸	16	22	16	22	27	16	22	27	22	27	
	极限偏差 h6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		-0.011	-0.013	-0.011	-0.013	-0.013	-0.011	-0.013	-0.011	-0.013	-0.013	
	l_{max}	29	37	29	37	21 61	29	37	21 61	37	21 61	
	D_{min}	28	36	28	36	43	28	36	43	36	43	
	d_1	M8	M10	M8	M10	M12	M8	M10	M12	M10	M12	
	L	132	140	159	167	151 191	174	182	166 206	204	188 228	
	l_1	22	32	22	32	14 50	22	32	14 50	32	14 50	
	l_2		28		28	32		28	32	28	32	

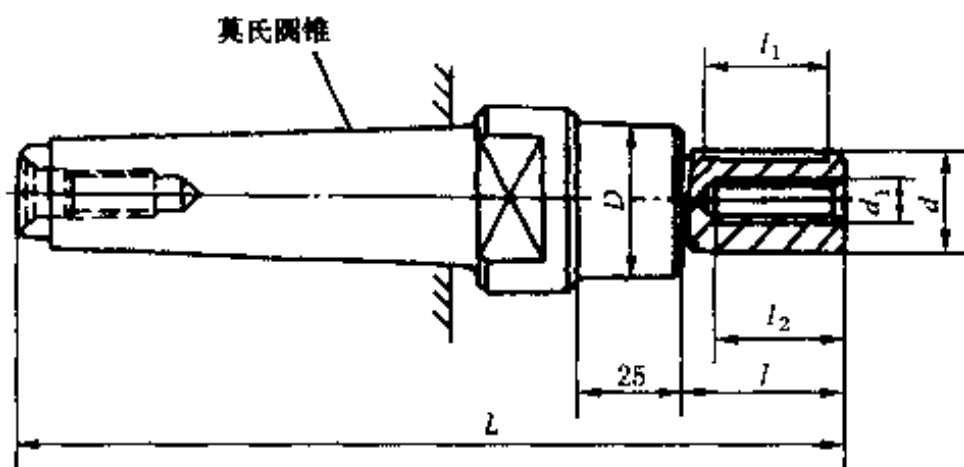
注：7:24 圆锥的尺寸和偏差按 GB/T 3837.3—1983(机床工具 7:24 圆锥联结 工具锥

柄。

(8) 莫氏锥柄带纵键端铣刀杆(表 2-23)

表 2-23 莫氏锥柄带纵键端铣刀杆(JB 3527-1983)

(mm)



标记示例

莫氏圆锥 4 号, $d=22$ mm, $l=37$ mm 的莫氏锥柄带纵键端铣刀杆标记为:

刀杆 4-22×37 JB 3527-1983

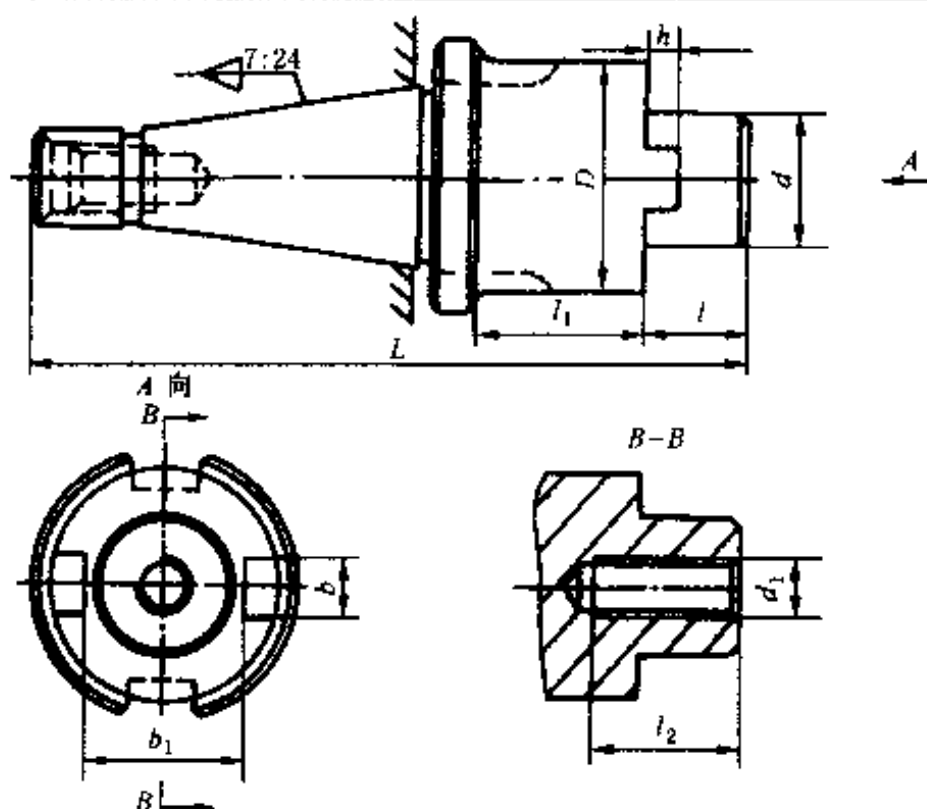
莫氏圆锥号		3		4				5			
d	基本尺寸	16	22	16	22	27		16	22	27	
	极限偏差 h6	0 -0.011	0 -0.013	0 -0.011	0 -0.013		0 -0.011		0 -0.013		
l_{max}		29	37	29	37	21	61	29	37	21	61
D_{min}		28	36	28	36	43		28	36	43	
d_1		M8	M10	M8	M10	M12		M8	M10	M12	
L		158	166	186	194	178	218	218	226	210	250
l_1		22	32	22	32	14	50	22	32	16	50
l_2			28		28	32			28	38	

注: 莫氏圆锥的尺寸和偏差按 GB/T 4133-1984《莫氏圆锥的强制传动型式及尺寸》。

(9) 7:24 锥柄带端键端铣刀杆(表 2-24)

表 2-24 锥柄带端键端铣刀杆 (JB 3528-1983)

(mm)



注: 端键的具体结构由设计决定。

标记示例

7:24 圆锥 40 号, $d=32$ mm 的 7:24 锥柄带端键端铣刀杆标记为:

刀杆 40-32 JB 3528-1983

7:24 圆锥号	d		l_{max}	D_{min}	l_1	b		h		b_{1min}	l_2	d_1	L_{max}
	基本尺寸	极限偏差 h6				基本尺寸	极限偏差 h11	基本尺寸	极限偏差 h11				
30	16	0 -0.011	17	32	25	8	0 -0.090	5.0	0 -0.075	17.0	22	M8	120
	22	0 -0.013	19	40		10	5.6	22.5	28	M10	122		
	27	0 -0.013	21	48		12	6.3 -0.110	28.5	32	M12	124		
40	16	0 -0.011	17	32	25	8	0 -0.090	5.0	0 -0.075	17.0	22	M8	147
	22	0 -0.013	19	40		10	5.6	22.5	28	M10	149		
	27	0 -0.013	21	48		12	6.3 -0.110	28.5	32	M12	151		
	32	0 -0.016	24	58	40	14	7.0 -0.090	33.5	36	M16	169		
	40	0 -0.016	27	70		16	8.0	44.5	45	M20	172		

续表 2-24

(mm)

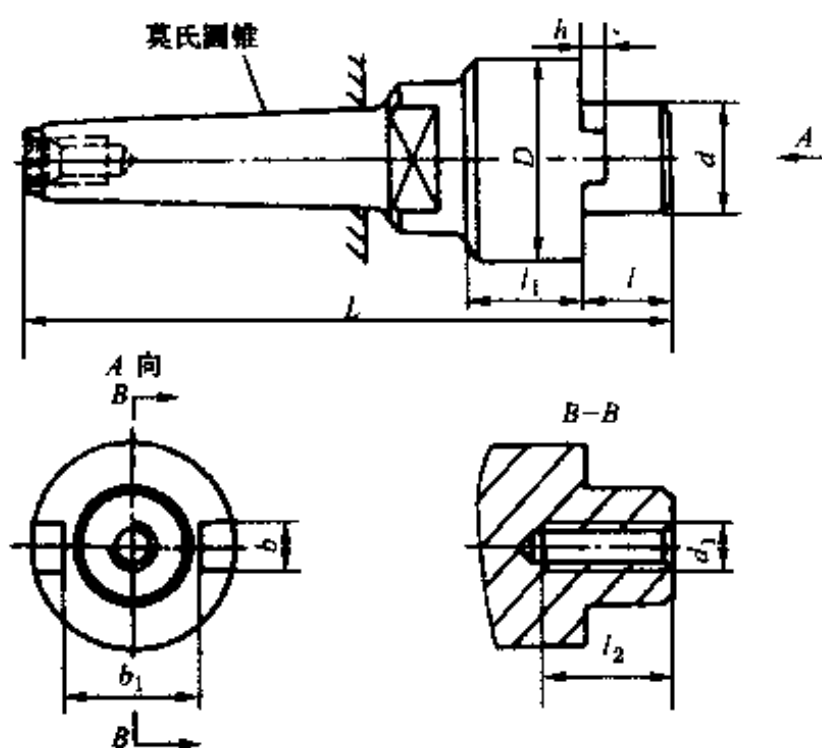
7:24 圆锥号	d		l_{max}	D_{min}	l_1	b		h		b_{1min}	l_2	d_1	l_{max}
	基本尺寸	极限偏差 h6				基本尺寸	极限偏差 h11	基本尺寸	极限偏差 h11				
45	22	0 -0.013	19	40	40	10	0 -0.090	5.6	0 -0.075	22.5	28	M10	179
	27		21	48		12		6.3		28.5	32	M12	181
	32	0	24	58		14		7.0		33.5	36	M16	184
	40	-0.016	27	70		16		8.0		44.5	45	M20	187
50	27	0 -0.013	21	48	40	12	0 -0.110	6.3	0 -0.090	28.5	32	M12	203
	32	0	24	58		14		7.0		33.5	36	M16	206
	40	-0.016	27	70		16		8.0		44.5	45	M20	209
	50		30	90		18		9.0		55.0	50	M24	212

注：7:24圆锥的尺寸和偏差按GB/T 3837.3-1983《机床工具7:24圆锥联结 工具锥柄》。

(10) 莫氏锥柄带端键端铣刀(表2-25)

表 2-25 莫氏锥柄带端键端铣刀杆(JB 3529-1983)

(mm)



注：端键的具体结构
由设计决定。

标记示例

莫氏圆锥3号, $d=27$
mm的莫氏锥柄带端
键

端铣刀杆标记为:

刀杆 3-27

JB 3529-1983

莫氏 圆锥号	d		l_{max}	D_{min}	l_1	b		h		b_{1min}	l_2	d_1	l_{max}
	基本尺寸	极限偏差 h6				基本尺寸	极限偏差 h11	基本尺寸	极限偏差 h11				
3	16	0 -0.011	17	32	25	8	0 -0.090	5.0	0 -0.075	17.0	22	M8	146
	22		19	40		10		5.6		22.5	28	M10	148
	27	0 -0.013	21	48		12	0 -0.110	6.3	0 -0.090	28.5	32	M12	150

续表 2-25

(mm)

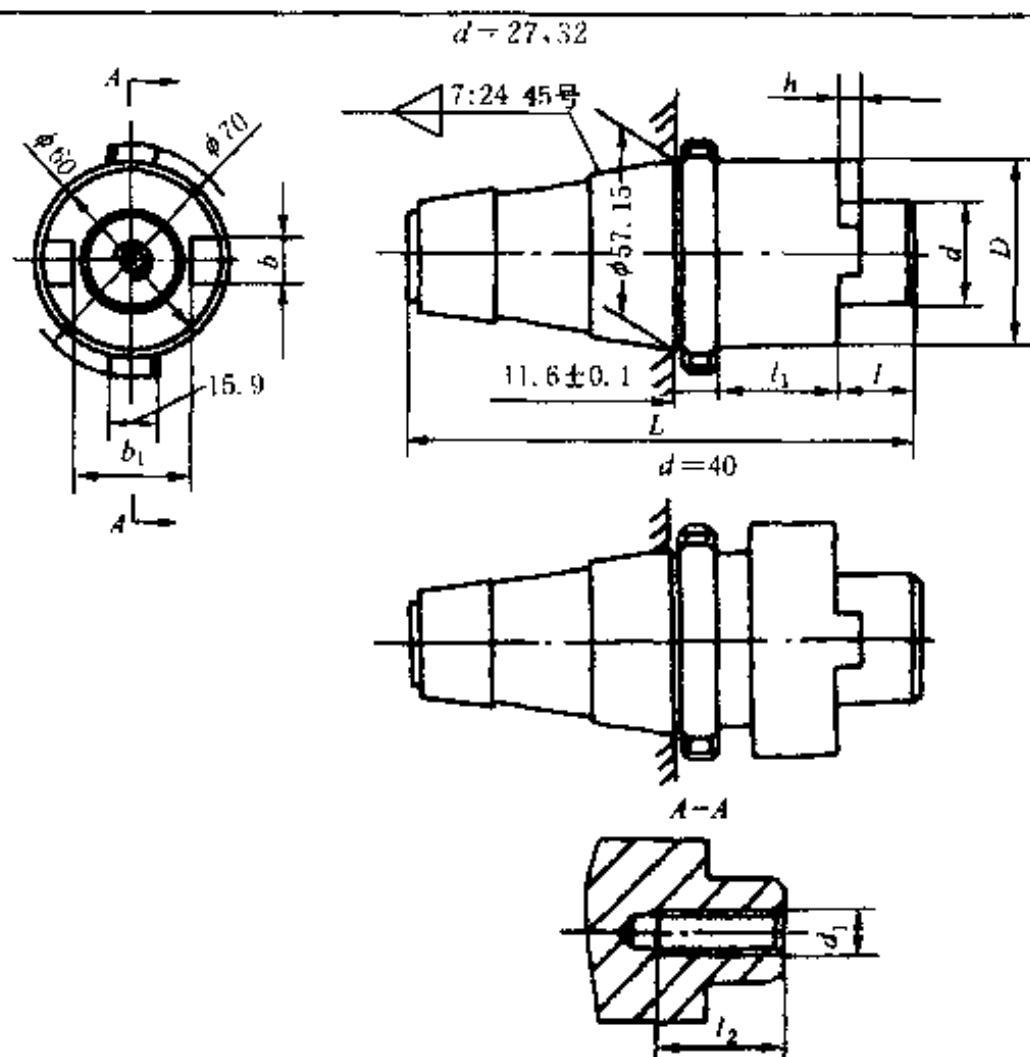
莫氏圆锥号	d		l_{max}	D_{min}	l_1	b		h		b_{1min}	l_2	d_1	L_{max}				
	基本尺寸	极限偏差 h6				基本尺寸	极限偏差 h11	基本尺寸	极限偏差 h11								
4	22	0	19	10	25	10	0	5.6	0	22.5	28	M10	176				
		0.013					-0.090		-0.075								
	27		21	48		12		6.3						28.5	32	M12	178
	32	0	24	58		14		7.0						33.5	36	M16	196
	40	-0.016	27	70	16		8.0		44.5	45	M20	199					
5	27	0	21	18	40	12	0	6.3	0	28.5	32	M12	225				
		-0.013					-0.110		-0.090								
	32		24	58		14		7.0						33.5	36	M16	228
	40	0	27	70		16		8.0						41.5	45	M20	231
	50	0.016	30	90		18		9.0						55.0	50	M24	234

注：莫氏圆锥的尺寸和偏差按 GB/T 4133 - 1984《莫氏圆锥的强制传动型式及尺寸》。

(11) 快换端铣刀杆(表 2-26)

表 2-26 快速端铣刀杆(JB 3541 1983)

(mm)



注：端键的具体结构由设计决定。

标记示例

锥柄为 7:24 圆锥 45 号、 $d = 27$ mm 的快换端铣刀杆标记为：

刀杆 45-27

JB 3541 1983

续表 2-26

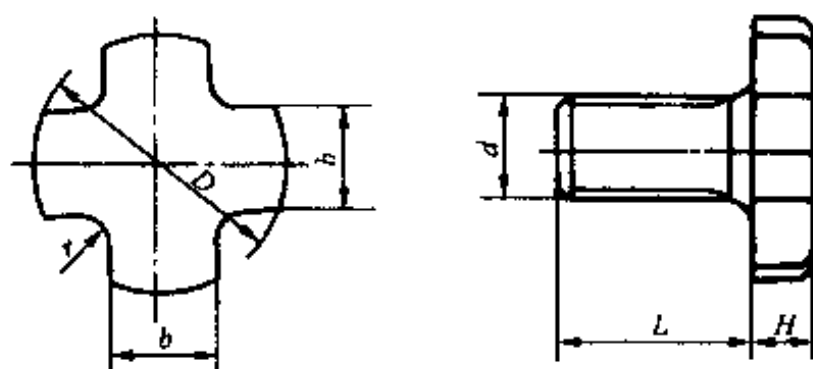
(mm)

d		l_{\max}	b		b_{\min}	h		D_{\min}	d_1	l_{\max}	l_1	l_2
基本尺寸	极限偏差 h6		基本尺寸	极限偏差 h11		基本尺寸	极限偏差 h11					
27	0 -0.013	21	12	0 -0.110	28.5	6.3	0 -0.090	48	M12	142	25	32
32	0	24	14		33.5	7.0		58	M16	160	40	36
40	-0.016	27	16		44.5	8.0		70	M20	163		45

(12) 端铣刀杆螺钉(表 2-27)

表 2-27 端铣刀杆螺钉(JB 3545—1983)

(mm)



标记示例

 $d=M16$ 的端铣刀杆螺钉标记为:

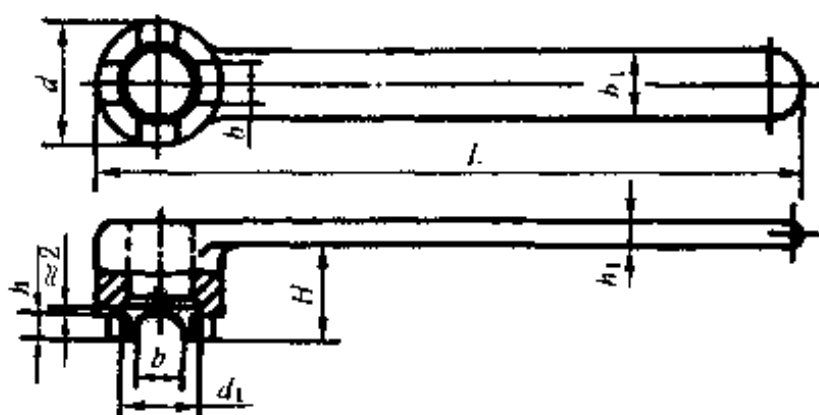
螺钉 M16 JB 3545—1983

d	b	D_{\max}	L_{\min}	H	r	适用刀杆直径
M8	8	20	16	6	2	16
M10	10	28	18	7		22
M12	12	35	22	8		27
M16	16	42	26	9		32
M20	20	52	30	10	4	40
M24	24	63	36			50

(13) 端铣刀杆螺钉扳手(表 2-28)

表 2-28 端铣刀杆螺钉扳手 (JB 3546—1983)

(mm)



标记示例

公称直径为 16 mm 的端铣刀杆螺钉扳手标记为:

扳手 16 JB 3546—1983

公称直径 (螺纹直径)	b		$b_1 \approx$	d	d_1	L	H	h	$h_1 \approx$
	基本尺寸	极限偏差 H11							
8	8.1	+0.090	12	20	15	180	20	6.2	5
10	10.1	0	16	28	19	200	25	7.2	6
12	12.1	+0.110	20	35	22	225	32	8.5	8
16	16.2	0	25	40	28	250	36	9.5	
20	20.2	+0.130	30	52	35	280	40	11.0	
24	24.2	0		63	41	315	45		

3. 铣夹头 (JB/T 6350—1992)

(1) 铣夹头圆锥柄参数 (表 2-29)

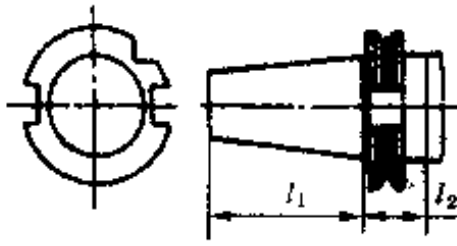
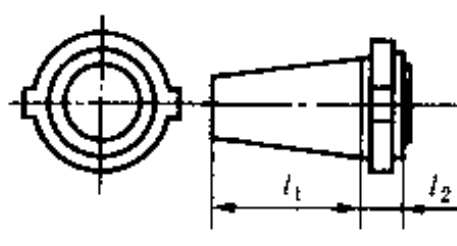
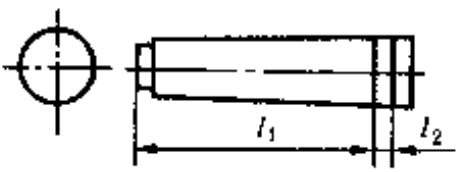
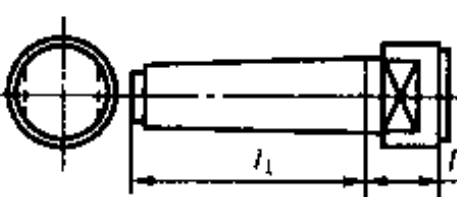
表 2 29 铣夹头圆锥柄参数

(mm)

圆锥柄			简 图	尺 寸	
锥度	型号	标准号		l_1	l_2
7:24	XT	GB/T 3837.3		68.4	9.6
				93.4	11.6
				106.8	13.2
				126.8	15.2

续表 2 29

(mm)

圆锥柄			简 图	尺 寸		
锥度	型 号	标准号		l_1	l_2	
7:24	JT	40	GB 10914		68.40	35
		45			82.70	
		50			101.75	
	KT ^①	30			48.4	-
		40			63.4	
		45			82.8	
莫氏	MS	3	GB/T 1443		81	5
		4			102.5	6.5
		5			129.5	
莫氏	QMS	3	GB/T 4133		81	23
		4			102.5	29.5
		5			129.5	34.5

① KT 型圆锥柄只限于与快换铣夹头主体配套使用。

注：XT 表示机床用 7:24 锥柄；

JT 表示自动换刀机床用 7:24 锥柄；

KT 表示快换夹头用 7:24 锥柄；

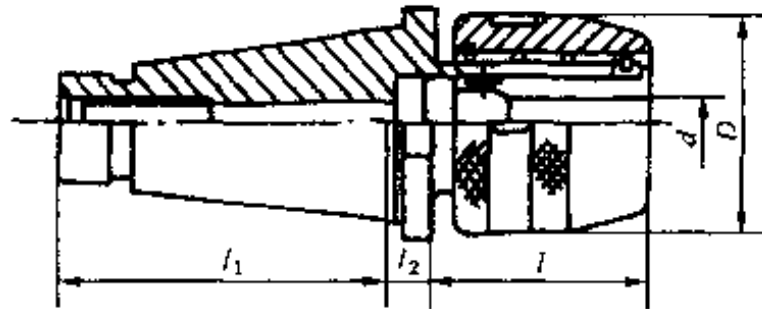
MS 表示工具柄自锁圆锥莫氏锥柄；

QMS 表示强制传动莫氏锥柄。

(2) 滚针铣夹头参数(表 2-30)

表 2-30 滚针铣夹头参数

(mm)

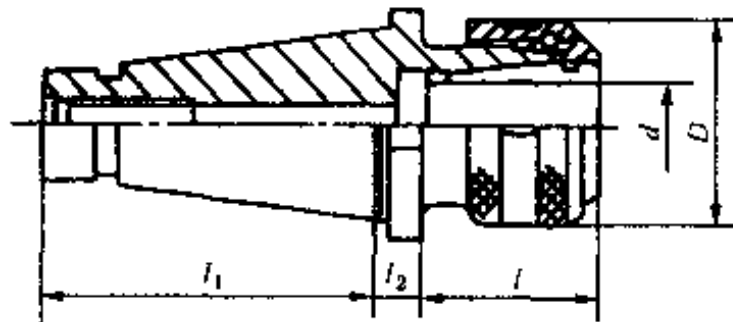


最大夹持 孔直径 d	夹持范围	D	l	l_1	l_2	圆锥柄型号					
						7:24			莫氏		
16	4~16	54	56	见表 2-29		XT	30	KT	30	MS QMS	3
25	6~25	70	70			XI	45		40		15
						JT	50	5			
32	10~32	90	100			50			5		

(3) 弹性铣夹头参数(表 2-31)

表 2-31 弹性铣夹头参数

(mm)

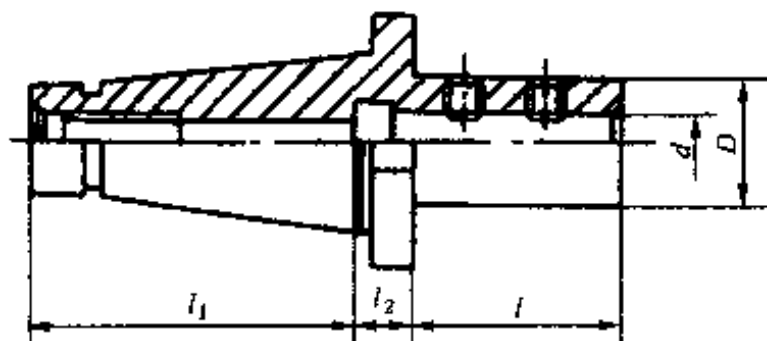


最大夹持 孔直径 d	夹持范围	D	l	l_1	l_2	圆锥柄型号					
						7:24			莫氏		
16	4~16	42	50	见表 2-29		XT	30	KT	30	MS QMS	3
32	6~32	70	65			XI	40		15		40
						JT	50	5			
40	6~40	94	80			50			5		

(4) 削平柄铣刀铣夹头参数(表 2-32)

表 2-32 削平柄铣刀铣夹头参数

(mm)

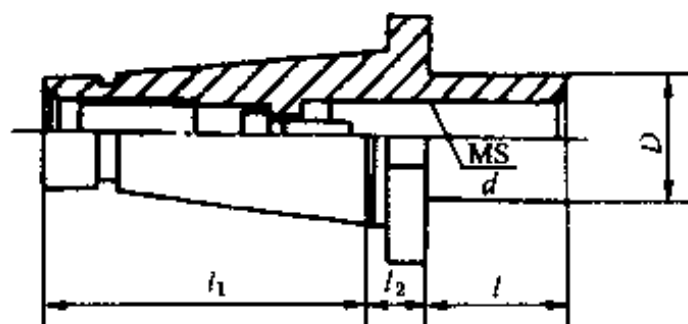


夹持孔 直径 d	D	l	l_1	l_2	圆锥柄型号				
					7:24		莫氏		
6	25	30	见表 2-29	XT JT	40	XT KT	30	QMS	3
8	28						40		4
10	35						45		5
12	42						50		5
16	48	40			40	45	4	5	
20	52	50							
25	65	60							
32	72	70			45	50	45	4	5
40	90								
50	100								
63	130	90	50						

(5) 锥柄铣刀铣夹头参数(表 2-33)

表 2-33 锥柄铣刀铣夹头参数

(mm)



续表 2-33

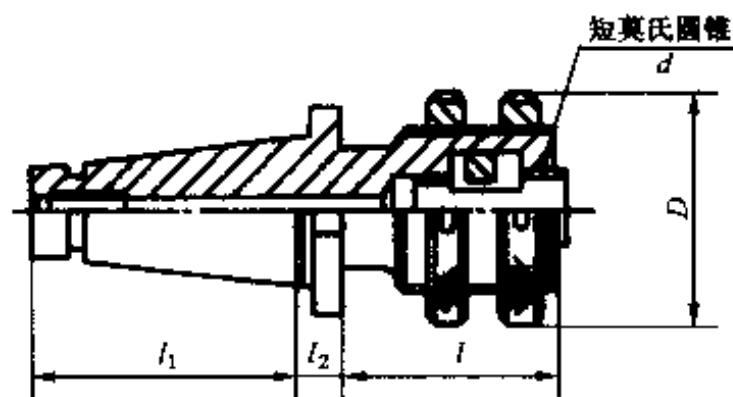
(mm)

夹持孔圆锥号 d		D	l	l_1	l_2	圆锥柄型号 (7:24)		
MS	1	25	35	见表 2-29	XT JT	XT KT	40	30
	2	32	50				45	40
	3	40	70				50	45
	4	50					40	40
	5	63	85				45	45
					50	45		

(6) 短锥柄铣刀铣夹头的参数(表 2-34)

表 2-34 短锥柄铣刀铣夹头的参数

(mm)

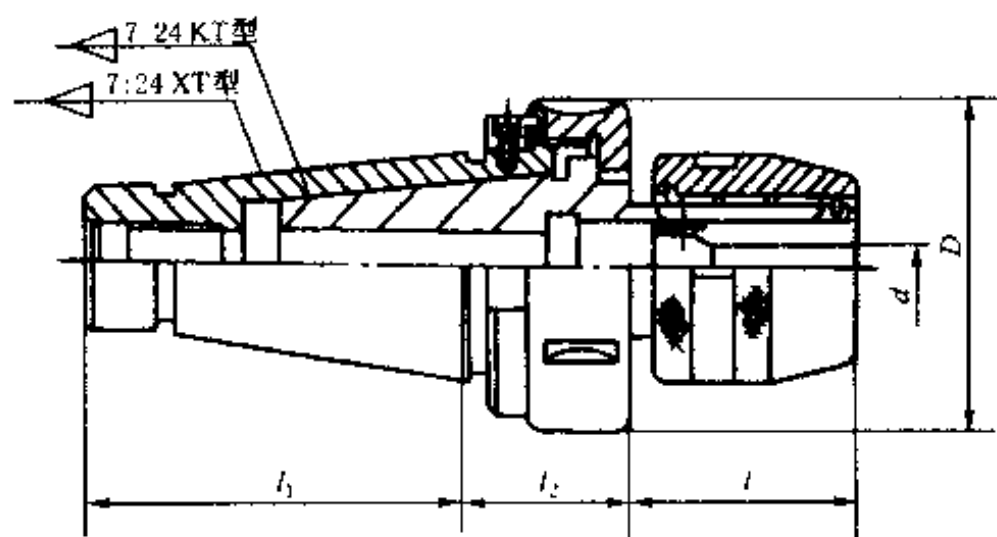


最大夹持孔 圆锥号 d	夹持 范围	D	l	l_1	l_2	圆锥柄型号					
						7:24			莫氏		
短莫氏圆锥	3	72	50	见表 2-29		XT	30	KT	30	QMS	3
						XT	40		40		
		15	45								
	4	78	63			JT	50	45	5		

(7) 快换铣夹头参数(表 2-35)

表 2 35 快换铣夹头参数

(mm)



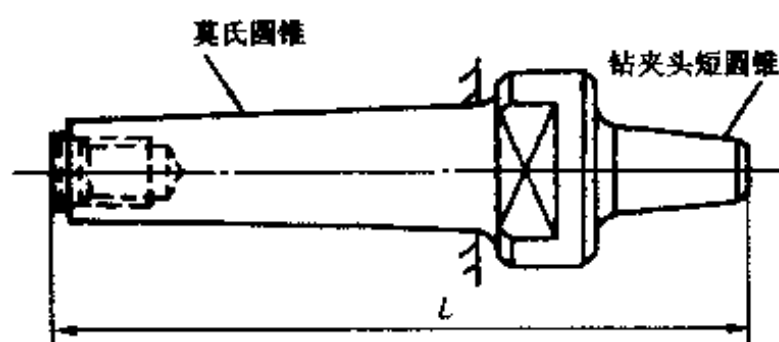
主轴夹持孔 圆锥号		d	l	D	l_1	l_2	圆锥柄型号 (7+24)	
KT	30	见表 2-30~ 表 2-34		80	见表 2 29	35	XT	40
	40			108		45		50
	45							

注：快换铣夹头由主体与各种型式的带KT型锥柄的铣夹头配套组成。例如滚针快换铣夹头、弹性快换铣夹头、削平柄铣刀快换铣夹头、锥柄铣刀快换铣夹头、短锥柄铣刀快换铣夹头等。

(8) 铣床用钻夹头接杆(表 2-36)

表 2-36 铣床用钻夹头接杆(JB 3537-1983)

(mm)



标记示例

锥柄为莫氏圆锥 3 号、钻夹头短圆锥为 D4 的铣床用钻夹头接杆标记为：
接杆 3-D4 JB 3537-1983

续表 2-36

(mm)

莫氏圆锥号	钻夹头短圆锥号	L
3	D3	129
	D4	136
	D5	144
	D6	153
4	D3	157
	D4	164
	D5	172
	D6	181
5	D3	189
	D4	196
	D5	204
	D6	213

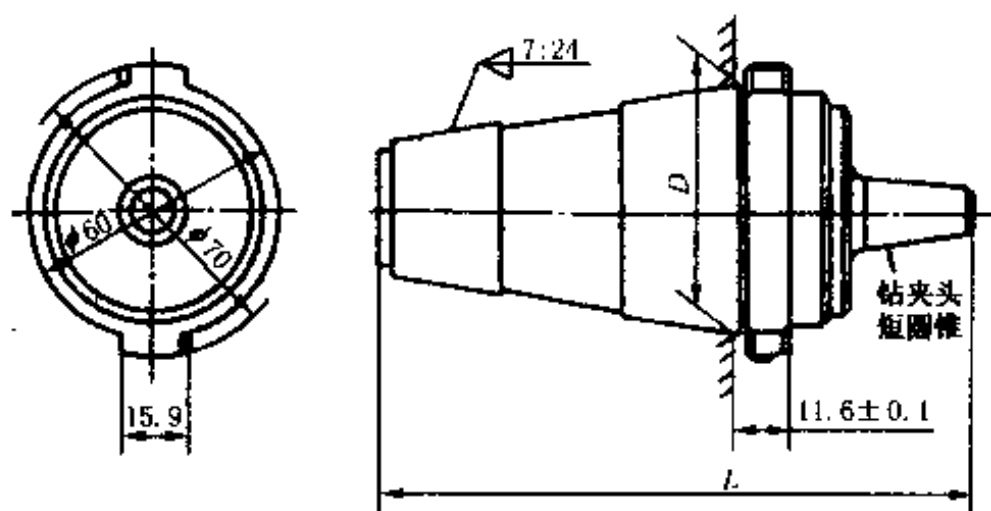
注：1. 莫氏圆锥的尺寸和偏差按 GB/T 4133—1984《莫氏圆锥的强制传动型式及尺寸》。

2. 钻夹头短圆锥的尺寸和偏差按 GB/T 6090—1993《钻夹头圆锥》。

(9) 快换钻夹头接杆(表 2-37)

表 2-37 快换钻夹头接杆(JB 3540—1983)

(mm)



标记示例

锥柄为 7:24 圆锥 45 号、钻夹头短圆锥为 D4 的快换钻夹头接杆标记为：

接杆 45-D4 JB 3540—1983

续表 2-37

(mm)

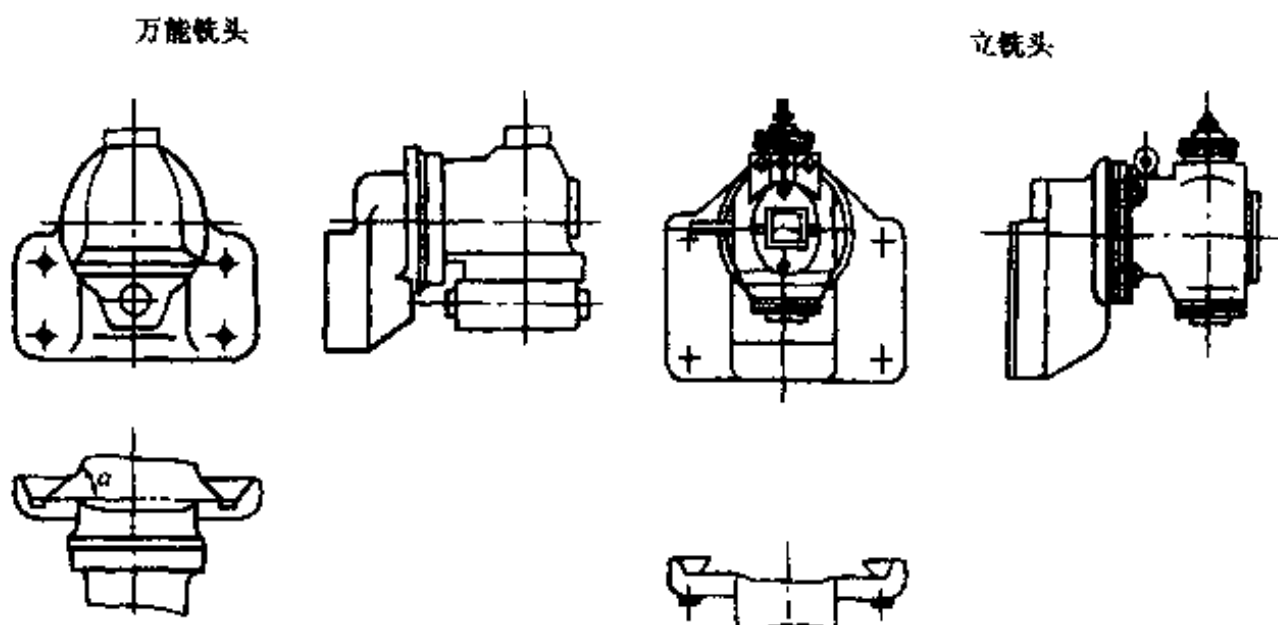
7:21 圆锥号	钻夹头短圆锥号	D	$L \approx$
45	D4	57.15	144

注：钻夹头短圆锥的尺寸及偏差按 GB/T 6090-1993《钻夹头圆锥》。

三、铣床附件及通用工具

1. 铣头规格尺寸(表 2-38)

表 2-38 铣头规格尺寸



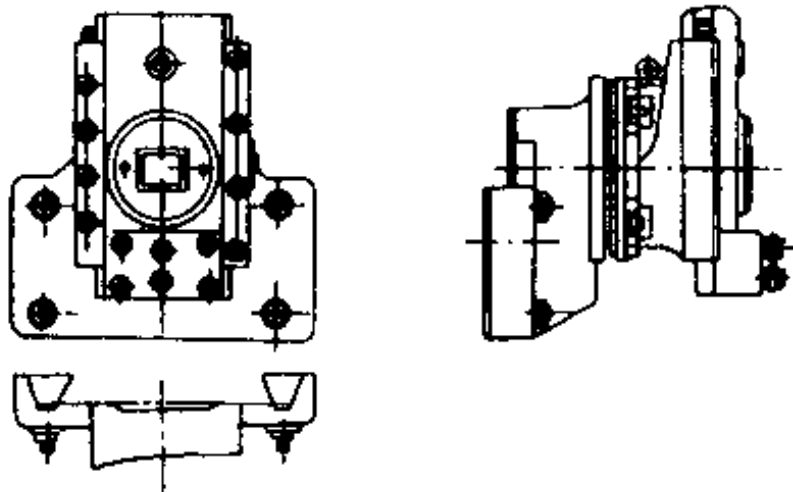
产品名称	型号	技术规格						外形尺寸/ (mm×mm ×mm) (长×宽×高)	
		与铣床主轴 联接的锥 柄锥度号	导轨 宽度 /mm	燕尾 角度 /(°)	铣头主轴孔 锥度号	铣头与 铣床 速比	回转 角度 /(°)		配套机床
台座式 万能 铣头	XC604	7:24.40号	250	55	莫氏4号 ($\phi 31.267\text{mm}$)	1:1	360	X60、X60W	400×345×330
	XC614		280	50				X61、X61W	389×375×325
	XC61254		280	55				X6025、X6125	384×335×325
	XC624C		340	90				X62W	438×500×400
	XC624A	7:24.50号	320	55				X62、X62W	503×450×394
	XC63T4		360	50				X63T、X63WT	513×490×384
	XC634A		400	55				X63、X63W	513×530×344

续表 2-38

产品名称	型号	技术规格						外形尺寸/ (mm × mm × mm) (长 × 宽 × 高)	
		与铣床主轴 联接的锥 柄锥度号	导轨 宽度 /mm	燕尾 角度 /(°)	铣头主轴孔 锥度号	铣头与 铣床 速比	回转 角度 /(°)		配套机床
台座式 立铣头	XC57-32	莫氏 3 号	192	60	莫氏 4 号 ($\phi 31.267\text{mm}$)	1:1.5	360	X57-3 铣床	359 × 300 × 359
	XC602		250	55				X60, X60W	367 × 345 × 319
	XC612	7:24,40 号	280	50		X61, X61W	356 × 375 × 361		
	XC61252		280	55		X61, X61W	351 × 375 × 361		
	XC622		320	55		X62, X62W	500 × 150 × 160		
	XC63T2	7:24,50 号	360	50		X63T, X63WT	510 × 490 × 150		
	XC632		400	55		X63, X63W	510 × 530 × 440		

2. 插头规格尺寸(表 2-39)

表 2-39 插头规格尺寸

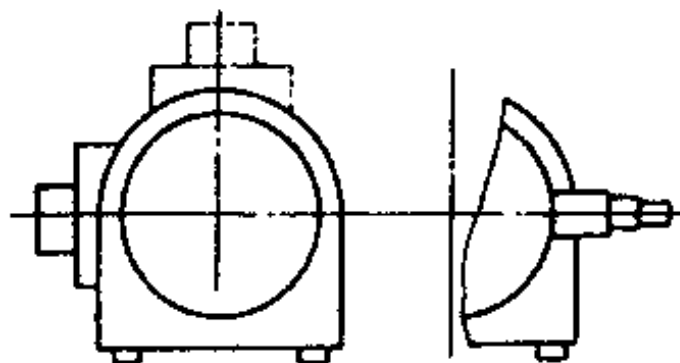


产品名称	型号	技术规格						外形尺寸/ (mm × mm × mm) (长 × 宽 × 高)	
		与铣床主轴 联接的锥柄 锥度号	与机床导轨 联接尺寸		最大插 削行程 /mm	插头 与 铣床 速比	回转 角度 /(°)		配套机床
			导轨 宽度 /mm	燕尾 角度 /(°)					
台座式 插头	XC603	7:24,40 号	250	55	60	1:1	+90	X60, X60W	375 × 345 × 412
	XC613		280	50				X61, X61W	364 × 375 × 427
	XC61253		280	55				X6025, X6125	359 × 375 × 427
	XC623	7:24,50 号	320	55	100			X62, X62W	425 × 450 × 465
	XC63T3		360	50				X63T, X63WT	435 × 490 × 422
	XC633		400	55				X63, X63W	435 × 530 × 445

3. 分度头

(1) 机械分度头型号及技术规格(表 2-40)

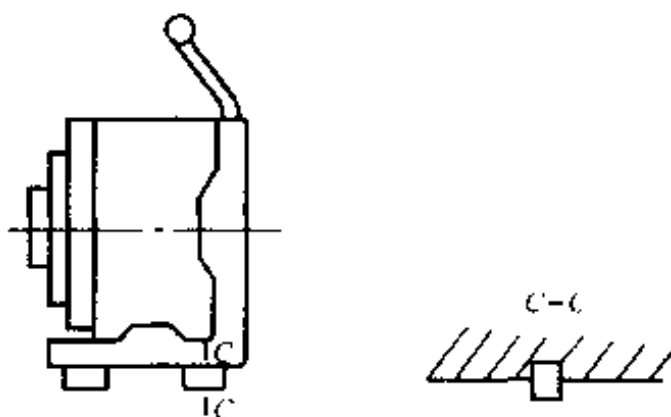
表 2-40 机械分度头型号及技术规格



产品名称	型号	原型号	技术规格				蜗轮副传动比	
			中心高/mm	主轴锥孔锥度号(莫氏)	主轴锥孔大端直径/mm	主轴法兰盘定位短锥直径/mm		
万能分度头	F1180	FW80	80	3号	$\phi 23.825$	$\phi 36.541$	40	
	F11125	FW125	125	1号	$\phi 31.267$	$\phi 53.975$		
	F11160	FW160	160	4号	$\phi 31.267$	$\phi 53.975$		
	F11100A		100	3号	$\phi 23.825$	$\phi 41.275$		
	F11125A		125	4号	$\phi 31.267$	$\phi 53.975$		
	F11160A		160					
半万能分度头	F1280	FB80	80	3号	$\phi 23.825$	$\phi 36.511$	40	
	F12100	FB100	100			$\phi 41.275$		
	F12125	FB125	125	4号	$\phi 31.267$	$\phi 53.975$		
	F12160	FB160	160					
产品名称	技术规格						外形尺寸/(mm×mm×mm) (长×宽×高)	净重/kg
	主轴水平位置升降角	定位键宽度/mm	配套卡盘型号	分度精度		重复精度		
						普通	精密	普通
万能分度头	+90°~ -6°	14	K11125 K11160 K11260	1'			334×334×147	36
		18					116×373×209	80
	14	±1'		±45"	477×477×260	125		
	18				410×375×190	67		
							470×330×225	119
半万能分度头		14		1'			317×206×117	27
							389×251×186	57
		18					477×318×225	88
							477×318×260	95

(2) 等分分度头型号及技术规格(表 2-41)

表 2 41 等分分度头型号及技术规格



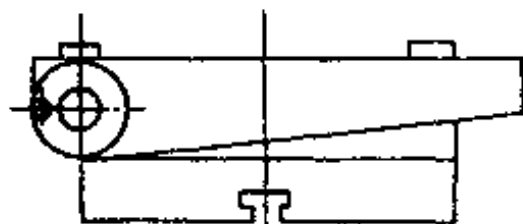
产品名称	型号	原型号	技术规格				工作台直径/mm	
			中心高/mm	主轴锥孔锥度号(莫氏)	主轴锥孔大端直径/mm	可等分数		
立卧等分分度头	F43125A	FNL125A	125	4号	φ31.267	2,3,4	φ125	
	F43160A	FNL160A	160			6,8		
	F43160	FNL160				12,24		
	F43100C	FNL100C	100	3号	φ23.825	2,3,4,6		φ160
	F43125C	FNL125C	125	1号	φ31.267	8,12,24		φ200
	F43160C	FNL160C	160					

产品名称	技术规格					外形尺寸/(mm×mm×mm) (长×宽×高)	净重/kg
	立时轴肩面至底面高度/mm	主轴法兰盘定位短锥直径/mm	定位键宽度/mm	配套卡盘型号	分度精度		
立卧等分分度头		φ53.975	18	K11160	2'	245×185×225	75
				K11200		245×185×257	87
						300×265×180	92
	<125	φ41.275	14	11	1'	153.5×275×178.5	67
	<150	φ53.975	18	18		172×282×222.5	
						172×282×262.5	

4. 回转工作台

(1) 回转工作台规格尺寸(表 2-42)

表 2-42 回转工作台规格尺寸



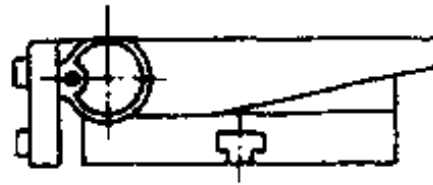
产品名称	型号	原型号	技术规格				
			工作台 台面直径 /mm	中心锥孔 锥度号 (莫氏)	中心锥孔 大端直径 /mm	定位孔 直径 /mm	定位键 宽度 /mm
机动回转 工作台	T11320	TJ320	320	4号	$\phi 31.267$	$\phi 38, \phi 40$	18
	T11400	TJ400	400				
	T11500	TJ500	500	5号	$\phi 44.399$	$\phi 50$	
	T11630	TJ630	630				
精密手动 回转工作台	TM12250C	TS250C	$\phi 250$	3号	$\phi 23.825$	$\phi 30$	11
	TM12320C	TS320C	$\phi 320$	4号	$\phi 31.267$	$\phi 40$	18
	TM12600	HCPZJ60	$\phi 600$	3号	$\phi 23.825$	手柄回转对工作 台回转速比	
		F1360		4号	$\phi 31.267$	1:360	
手动回转 工作台	T12160A	TS160A	$\phi 160$	2号	$\phi 17.780$	$\phi 25$	12
	T12200A	TS200A	$\phi 200$	3号	$\phi 23.825$	$\phi 30$	14
	T12250A	TS250A	$\phi 250$				
	T12320A	TS320A	$\phi 320$	4号	$\phi 31.267$	$\phi 40$	18
	T12160	TS160	$\phi 160$	2号	$\phi 17.780$	$\phi 30$	12
	T12200	TS200	$\phi 200$	3号	$\phi 23.825$	$\phi 32$	14
	T12250	TS250	$\phi 250$				
	T12320	TS320	$\phi 320$				18
	T12400	TS400	$\phi 400$				
	T12500	TS500	$\phi 500$	5号	$\phi 44.399$	$\phi 50$	22
T12630	TS630	$\phi 630$	5号	$\phi 44.399$	$\phi 50$		
T12800	TS800	$\phi 800$	6号	$\phi 63.348$	$\phi 75$	28	
手动机械 回转工作台	T 12250-1	TS250-1	$\phi 250$	3号	$\phi 23.825$	$\phi 32$	14

续表 2-42

产品名称	技 术 规 格					外形尺寸/ (mm×mm×mm) (长×宽×高)	净重 /kg	
	T形槽 宽度 /mm	度、分、秒 刻划值	蜗轮副 传动比	分度精度				重复精度
				普通	精密			
机动 回转工作台	14	4°、2'	90	1'		586×450×132	77	
		3°、2'	120			630×483×140	97	
	18					669×538×140	125	
						695×570×140	132	
		2°、1'	180			748×627×150	173	
					855×925×150	280		
精密手动 回转工作台	12	1°、5"	180	30"		台面最 大载荷 (kg)	413.5×413.5×370	
	14					75		494.5×450×146
	T形槽 槽数			10"	4"	200	806×761×180	300
	8	1°、1"		4"				
						250	840×750×180	270
手动回转 工作台	10	1°、2"	90	1'	45"	蜗杆每转 转台转角 4'	285×343×125	16.5
	12						303×382×125	22.5
	14						345×432×125	35.5
	10						410×469×140	65.0
	12			1'		315×240×85	14.0	
						342×270×90	18.0	
						430×330×95	32.0	
	14					610×420×133	76.0	
			120			640×520×133	100.0	
	20					595×605×140	110.0	
20	1°、1'	180			823×750×145	130.0		
22					1100×800×200	800.0		
手动机械 回转工作台	12	1°、2'	90	1'		335×435×100	31	

(2) 立卧回转工作台规格尺寸(表 2-43)

表 2-43 立卧回转工作台规格尺寸

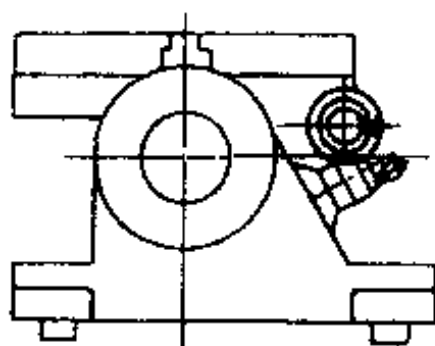


产品名称	型号	原型号	技术规格				
			工作台 台面直径 /mm	主轴锥孔 锥度号 (莫氏)	主轴锥孔 大端直径 /mm	定位孔 直径 /mm	定位键 宽度 /mm
立卧回转 工作台	T13160	TSL160	φ160	2号	φ17.780	φ30	12
	T13200	TSL200	φ200	3号	φ23.825	φ32	14
	T13250	TSL250	φ250			φ32 φ30	
	T13320	TSL320	φ320	4号	φ31.267	φ40	18
精密立卧 回转工作台	TM13250B	TSL250B	φ250	3号	φ23.825	φ30	14
	TM13320B	TSL320B	φ320	4号	φ31.267	φ40	18

产品名称	技术规格						外形尺寸/ (mm×mm×mm) (长×宽×高)	净重 /kg
	T形槽 宽度 /mm	蜗轮副 传动比	立时中 心高 /mm	度、分、秒 刻划值	分度 精度	重复 精度		
立卧回转 工作台	10	90	155		1'		306×270×115	28.0
	12		175				335×300×125	35.0
			150				302×380×125	13.0
			200				390×370×130	40.0
			170				335×433×125	58.5
	14		250				521×421×133	80.0
	210	410×506×140	95.0					
精密立卧 回转工作台	12	180	185	1°、1'、5"	30"		374.5×370×125	
	14		225				450×444.5×146	

(3) 可倾回转工作台规格尺寸(表 2-44)

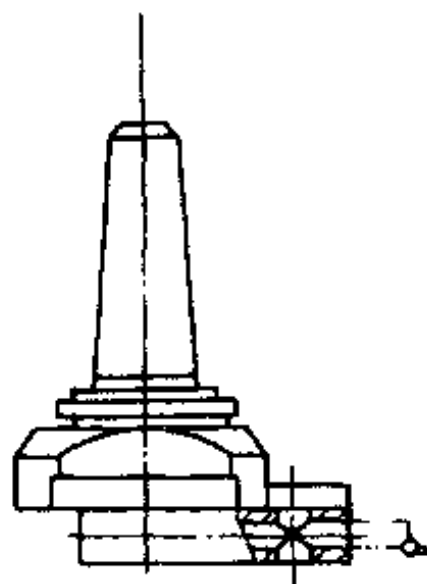
表 2 44 可倾回转工作台规格尺寸



产品名称	型号	原型号	技术规格					定位键宽度/mm
			工作台台面直径/mm	主轴锥孔锥度号(莫氏)	主轴锥孔大端直径/mm	定位孔直径/mm	定位键宽度/mm	
可倾回转工作台	T11250	TSK250	φ250	3号	φ23.825	φ30H7	11	
	T14320	TSK320	φ320	4号	φ31.267	φ40H7	18	
	T14400	φ400	φ400	5号	φ44.399	φ20		
万能回转工作台	T15440	HCMZJ44	φ440	3号	φ23.825	T形槽槽数(个)	度、秒刻划值	
						8	1°, 1'	
产品名称	技术规格						外形尺寸/(mm×mm×mm) (长×宽×高)	净重/kg
	T形槽宽度/mm	蜗轮副传动比	最小分辨率	台面最大载荷/kg	分度精度 普通 精密	台面最大倾角		
可倾回转工作台	12	1:90			45"	90°	378×497×210	80
	14						432×602×255	135
		1:360	1"	100	10"		840×585×320	350
万能回转工作台			235	200	10" 5"		790×580×320	350

5. 微调镗头规格尺寸(表2-45)

表 2 45 微调钻头规格尺寸



产品名称	型号	原型号	技 术 规 格						锥柄锥度号
			最大切削直径 /mm	滑块最大行程 /mm	微进给(每格) /mm	刀杆孔直径 /mm	衬套孔直径 /mm	刀柄方孔尺寸 /mm	
万 能 钻 头	Z11150	F212	φ150	±15	0.005	φ18	φ1、φ8、 φ12	16	莫氏 2、3、4 号; Z32、40 号(3:20); 7:24 30、 40、45、50 号; R8
	Z11200A	F212A	φ200	±15	0.005	φ18	φ6、φ8、 φ10、φ12	18	莫氏 3、4、5 号; Z32、40 号(3:20); 7:24 10、 45、50 号; R8
	Z11350A	F213A	φ350	±25	0.005	φ22	φ8、φ10、 φ12、φ14	10	莫氏 4、5、6 号; Z40、50 号(3:20); 7:24 40、 45、50 号; R8
	Z11350A	F213A	φ350	±25	0.005	φ22	φ8、φ10、 φ12、φ14	10	莫氏 4 号
	Z11450A	F214A	φ450	±50	0.005	φ22	φ8、φ10、 φ12、φ14	110	莫氏 4、5、6 号; Z40、50 号(3:20); 7:24 10、 45、50 号; R8
	Z11450A	F214A	φ450	±35	0.005	φ22	φ8、φ10、 φ12、φ14	10	莫氏 5、6 号; Z40、50 号(3:20); 7:24 40、 45、50 号; 1:3φ76

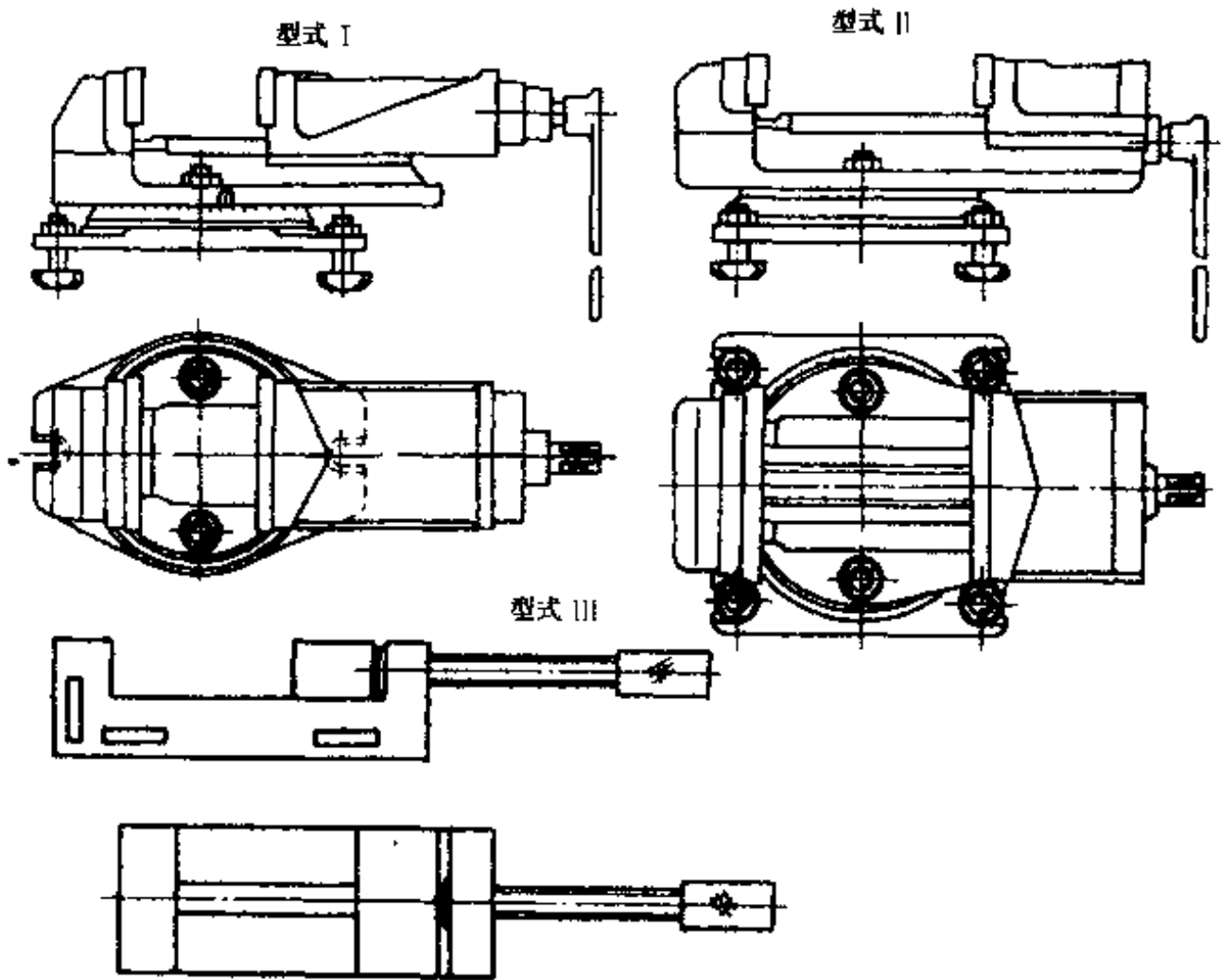
续表 2-45

产品名称	型号	原型号	技 术 规 格						
			最大镗 削直径 /mm	滑块最 大行程 /mm	微进给 (每格) /mm	刀杆孔 直 径 /mm	衬套孔 直 径 /mm	刀柄方 孔尺寸 /mm	锥 柄 锥 度 号
精 密 镗 头	F211		φ65		0.020	φ12			莫氏 2、3、4、5 号; Z32、40、50 号(3:20) 7:24 30、40、50 号; R8
	DBL-202		φ100		0.020	φ12.70			莫氏 3、4、5 号; 7:24 30、40 号;R8
	F242		φ100		0.010	φ18			莫氏 2、3、4、5 号; Z32、40、50 号(3:20) 7:24 30、40、50 号; R8
	F243		φ160		0.010	φ22	φ8、φ10 φ12、φ14		莫氏 2、3、4、5 号; Z32、40、50 号(3:20) 7:24 30、40、50 号; R8
	DBL 203		φ150		0.020	φ19.05			莫氏 3、4、5 号; 7:24 30、40 号;R8
	F24		φ250		0.010	φ22	φ8、φ10 φ12、φ14		莫氏 2、3、4、5 号; Z32、40、50 号(3:20) 7:24 30、40、50 号; R8

6. 机床用平口虎钳

(1) 机用平口虎钳规格尺寸(表 2-46)

表 2-46 机用平口虎钳规格尺寸



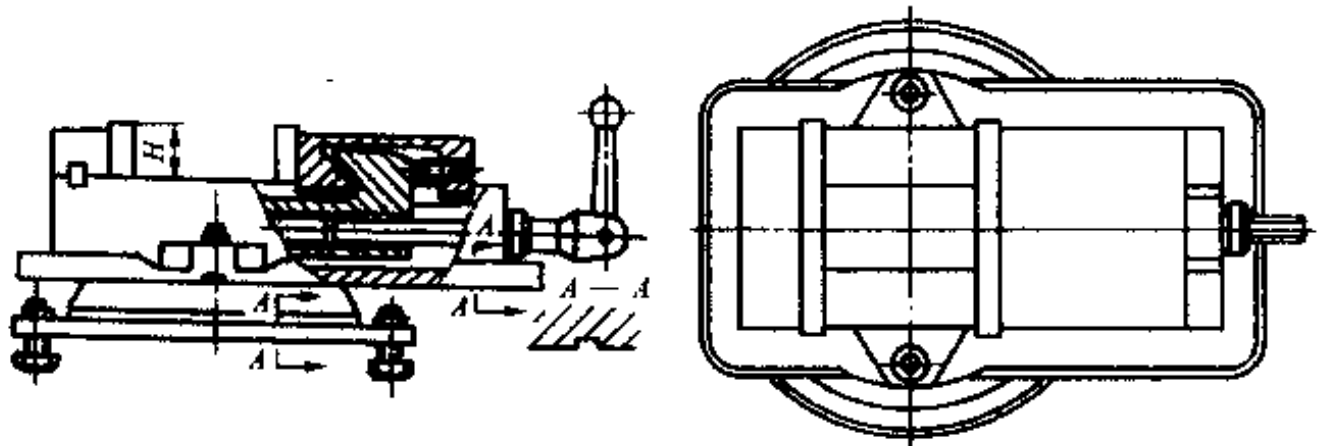
产品名称	型号	原型号	技术规格					外形尺寸 长×宽×高 (mm×mm ×mm)
			钳口 宽度/ mm	钳口最大 张开度/ mm	钳口 高度/ mm	定位键 宽度/ mm	紧固螺 栓直径/ mm	
铣床用平 口虎钳	Q1280	QH80	80	65	35			259×130×103
	Q12100	QH100	100	80	40	11	M12	310×160×120
	Q12125	QH125	125	100	45			343×180×123
	Q12160	QH160	160	125	50	18	M16	404×230×155
	Q12200	QH200	200	160	63			468×270×175
	Q12250	QH250	250	200	56	22		640×340×250
刨床用平 口虎钳	Q13125I	QB125A	125	140	40	14	M12	325×123×94
	Q13160I	QB160A	160	180	50	18	M16	170×230×155
	Q13160	QB160						470×260×155
	Q13200I	QB200A	200	220	63			558×270×175
	Q13200	QB200						558×330×175

续表 2-46

产品名称	型号	原型号	技术规格					外形尺寸 长×宽×高 (mm×mm ×mm)
			钳口 宽度/ mm	钳口最大 张开度/ mm	钳口 高度/ mm	定位键 宽度/ mm	紧固螺 栓直径/ mm	
刨床用平 口虎钳	Q13250	QB250	250	280	70			642×330×195
	Q13320	QB320	320	360	80	22	M20	740×400×220
钻床用平 口虎钳	Q1975	75	75	50	20			204×124×48
	Q19100	100	100	75	25			254×161×56
	Q19125	125	125	100	28			325×185×61
	Q19150	150	150	125	32			338×210×66
精密机床 用平口虎钳	QM1180	80×70	80	70	30		M11	169×80×55
	QM11100	100×90	100	90	36		M16	206×100×65
	QM11125	125×100	125	100	43		M18	231×125×80
	QM11160	PL160	160	130	45	17.5	2-M12	425×325×159
精密磨床 用平口虎钳	QM1885	MJQ85	85	100	28		11 M8	209×85×60
	QM18120	MJQ120	120	140	40		11--M10	287×120×85
高精度磨 床用平口虎 钳	QG1860	QGG60A	60	80	30			268×60×63
	QG1880	QGG80A	80	100	35			298×80×70
	QG18100	QGG100A	100	125	40			335×100×80

(2) 角度压紧机用平口钳规格尺寸(表 2-47)

表 2-47 角度压紧机用平口钳规格尺寸

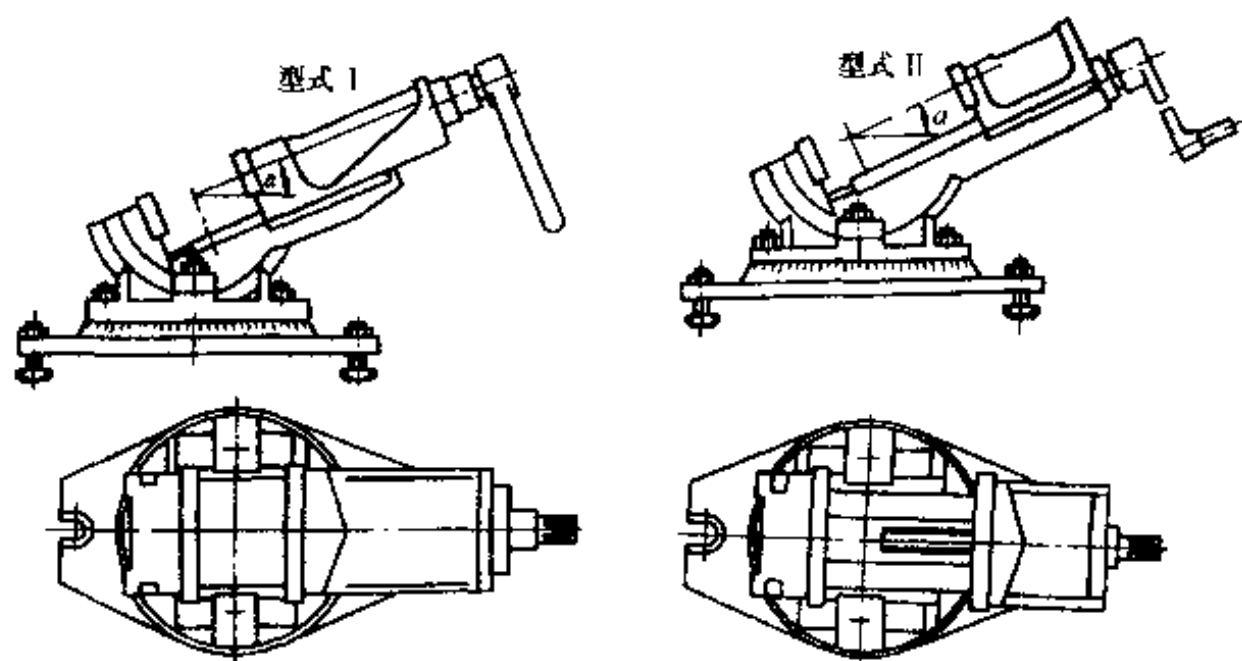


续表 2-47

产品名称	型号	原型号	技术规格					外形尺寸 长×宽×高/ (mm×mm×mm)
			钳口 宽度/ mm	钳口最大 张开度/ mm	钳口 高度/ mm	定位键 宽度/ mm	紧固螺 栓直径/ mm	
精密角度压紧 机用平口虎钳	QM16100		100	90, 149, 216, 270	32	14	M12	330×216×120
	QM16125		125	112, 165, 250, 305	38			384×270×139
	QM16160		160	140, 210, 300, 370	45	18	M16	446×315×165
	QM16200		200	190, 275, 385, 470	56			547×365×186
	QM16250		250	250, 355, 500, 605	75	22	M20	694×452×223

(3) 可倾机用平口虎钳规格尺寸(表 2-48)

表 2 48 可倾机用平口虎钳规格尺寸



产品名称	型号	原型号	技术规格										外形尺寸 长×宽×高/ (mm×mm ×mm)
			钳口 宽度/ mm	钳口 最大 张开度/ mm	钳口 高度/ mm	丝杆 方头 对边 宽度/ mm	定位 键宽 度/ mm	紧固 螺栓 直径/ mm	水平 回转 角度/ (°)	前倾 最大 角度/ (°)	度盘 刻值/ (°)	夹紧 力/ N	
可倾 机床 用平 口虎 钳	Q41100	QHK100	100	80	40	17	14	M12	360	90	1	20000	319×180×147
	Q41125	QHK125	125	100	45							25000	383×226×159
	Q41160	QHK160	160	125	50		18	M16				30000	442.5×250×196

(4) 正弦机用平口虎钳(表 2-49)

表 2-49 正弦机用平口虎钳规格尺寸

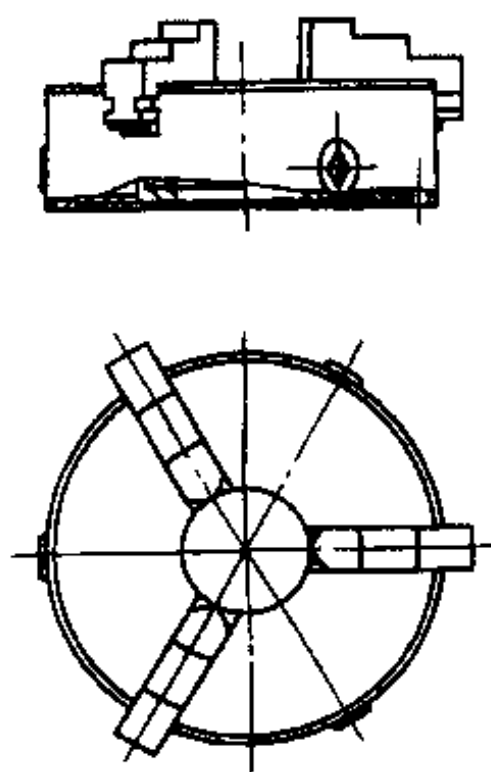
产品名称	型号	原型号	技 术 规 格							外形尺寸 长×宽×高/ (mm×mm×mm)	
			钳口 宽度/ mm	钳口最 大张开 度/mm	钳口 高度/ mm	丝杆 直径/ mm	水平回 转角度 /(°)	前倾角 度范围 /(°)	两圆柱 中心距/ mm		正弦圆 柱直径 mm
正弦机用平口 虎钳	Q4680		80	100	35			0~45	150		285×110×126
	QM4660	60×100	60	50	23	M12		0~90	100		170×97×80
	QM4680	80×120	80	70	30	M14			120		210×124×93
	QM4685	Z×QM85	85	100	28			0~45	150	φ20	214×133×108
	QM46100	100×150	100	90	36	M16		0~90			212×148×108
精密正弦回转机 床用平口虎钳	QM4760	60×150×360°	60	50	23	M12		0~90	100		109×60×150
	QM4780	80×120×360°	80	70	30	M14	360		120		120×80×200
	QM47100	100×150×360°	100	90	36	M16			150		150×160×250

7. 卡盘

(1) 三爪自定心卡盘

① 短圆柱型三爪自定心卡盘(表 2-50)

表 2-50 短圆柱型三爪自定心卡盘



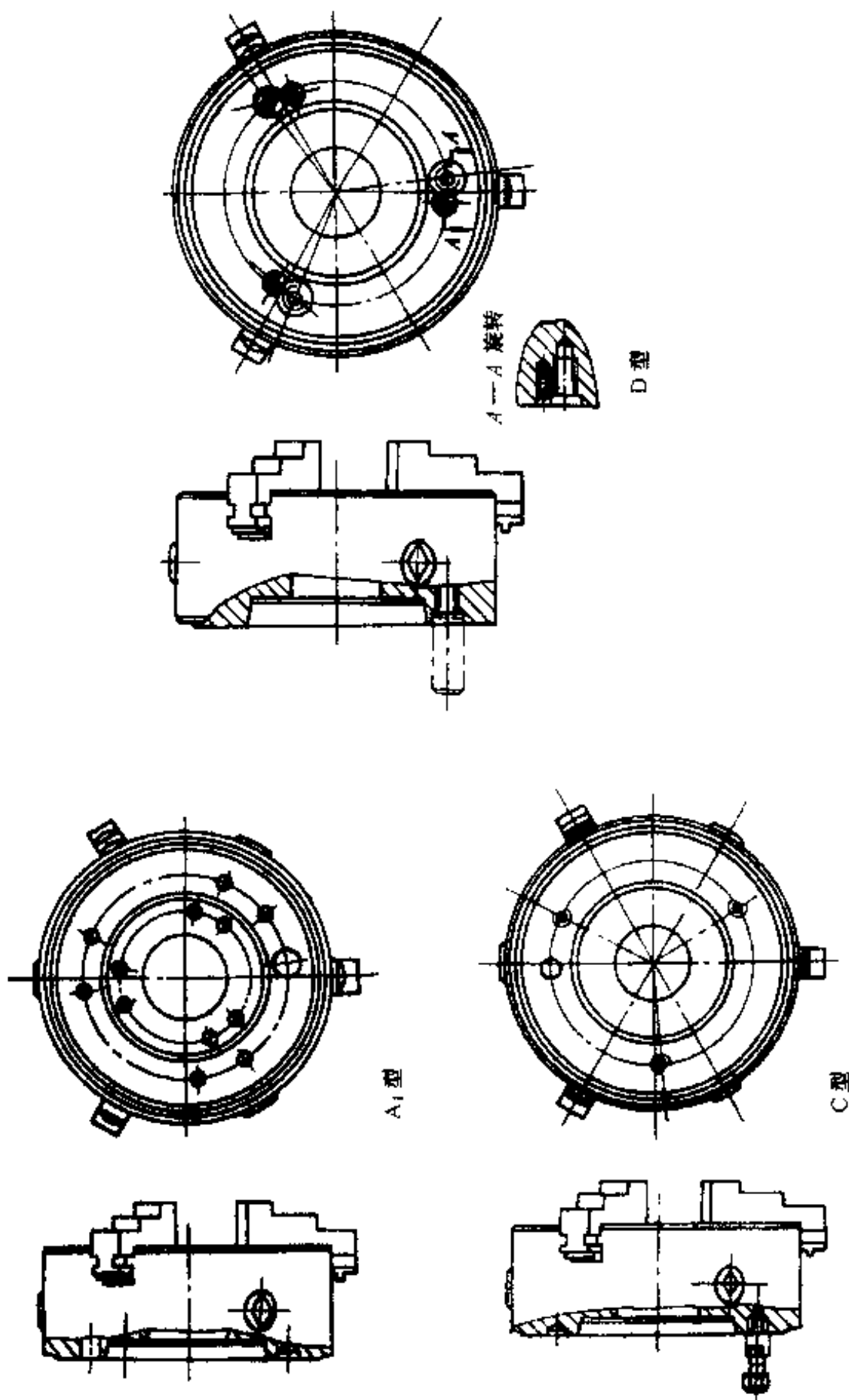
产品名称	型号	原型号	技 术 规 格										外形尺寸/ (mm×mm) (卡盘直径 ×高度)	净重 /kg
			卡盘 直径 /mm	卡盘 孔径 /mm	正爪夹 紧范围 /mm	正爪撑 紧范围 /mm	反爪夹 紧范围 /mm	定心 精度 /mm	止口 孔径 /mm	止口 深度 /mm	螺钉个数 ×直径 /mm	螺孔定 位直径 /mm		
短圆柱型 三爪 自定 心卡 盘(连 身爪)	K11125	KZ125	φ125	φ30	φ2.5~φ40	φ38~φ125	φ38~φ110	0.080	φ95	3.5	3×M8	φ108	φ125×78.0	4.7
	K11130	KZ130	φ130	φ30	φ3.0~φ40	φ40~φ130	φ42~φ120	φ100	3.5	φ115	φ142	φ130×86.0		5.6
														8.8
	K11160	KZ160	φ160	φ45 φ40	φ3~φ55	φ50~φ160	φ55~φ145	φ130	5.0	φ180	φ200×109.0	9.0		
												9.0		
	K11200	KZ200	φ200	φ65 φ60	φ4~φ85	φ65~φ200	φ65~φ200	φ165	3×M10	φ226	φ200×109.0	15.5		
												15.9		
	K11250	KZ250	φ250	φ80	φ5~φ110	φ80~φ250	φ90~φ250	φ206	3×M12	φ290	φ250×120.0	24.9		
												43.1		
	K11320	KZ320	φ320	φ100	φ10~φ140	φ95~φ320	φ100~φ320	φ265 φ270	3×M16	φ320×144.0	φ320×154.5	45.0		
												45.0		

续表 2-50

产品名称	型号	原型号	技 术 规 格										外形尺寸/ (mm)×(mm) (卡盘直径 ×高度)	净重 /kg		
			卡盘 直径 /mm	卡盘 孔径 /mm	正爪夹 紧范围 /mm	正爪撑 紧范围 /mm	反爪夹 紧范围 /mm	定心 精度 /mm	止口 孔径 /mm	止口 深度 /mm	螺钉个数 ×直径 /mm	螺孔定 位直径 /mm			活爪两 螺孔中 心距 /mm	
短圆 柱型 三爪 自定 心卡 盘(活 爪)	K11200A	KZ200-1	φ200	φ65	φ4~φ85	φ65~φ200	φ65~φ200	φ65~φ200	0.100	φ165	5.0	3×M10	φ180	44.4	φ200×122.0	16.0
			φ60								6.0				φ200×124.0	17.0
	K11250A	KZ250-1	φ250	φ80	φ6~φ110	φ80~φ250	φ80~φ250	φ90~φ250		φ206	5.0	3×M12	φ226	54.0	φ250×136.0	28.5
	K11320A	KZ320-1	φ320	φ100	φ10~φ140	φ95~φ320	φ100~φ320	φ100~φ320	0.125	φ265	5.0	3×M16	φ290	63.5	φ320×154.0	43.0
K11400A	KZ400-1	φ400	φ130	φ15~φ210	φ120~φ400	φ120~φ400	φ120~φ400		φ340	5.0		φ368	76.2	φ400×164.0	71.5	

② 短圆锥型三爪自定心卡盘(表 2·51)

表 2 51 短圆锥型三爪自定心卡盘



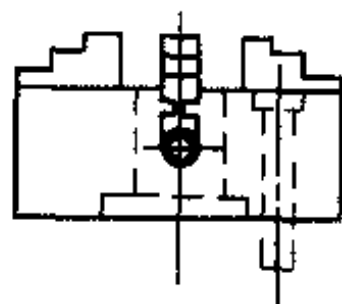
续表 2-51

产品名称	技术规格										外形尺寸/ (mm×mm) (卡盘直径 × 高度)	净重 /kg			
	型号	原型号	卡盘 直径/mm	卡盘 孔径/mm	正爪夹 紧范围 /mm	正爪撑 紧范围 /mm	反爪夹 紧范围 /mm	定心 精度 /mm	配套 主轴 头号	短圆锥 大端直径 /mm			螺钉 个数 × 直径 /mm	螺孔 定位 直径 /mm	活爪 两螺 孔中 心距 /mm
短圆锥型三爪自定心卡盘	K11200/A ₁₄	KY200/A ₁₄	φ200	φ60	φ4~φ85	φ55~φ200	φ55~φ200	φ55~φ200	0.100	A ₁₄	φ63.513	3×M10	φ82.6	φ200×128.0	18.0
	K11200C/A ₂₄		φ40							A ₂₄				φ200×101.0	16.6
	K11250/A ₁₆	KY250-A ₁₆	φ250	φ55	φ6~φ110	φ80~φ250	φ80~φ250	φ60~φ250		A ₁₆	φ106.375	6×M12	φ133.4	φ250×149.0	32.0
	K11250A/A ₁₆	KY250-1A ₁₆							0.100					φ250×143.0	28.0
	K11250C/A ₁₆														
	K11400A/A ₁₁	KY400-1A ₁₁	φ400	φ130	φ15.0~φ210	φ120~φ400	φ120~φ400	φ120~φ400	0.125	A ₁₁	φ196.869	6×M18	φ235.0	φ400×193.5	117.0
	K11200-C5	KY200C5	φ200	φ50	φ4~φ85	φ55~φ200	φ55~φ200	φ55~φ200	0.100	C5	φ82.503	4×M10	φ104.8	φ200×118.0	18.5
	K11250A-C6	KY250-1C6	φ250	φ70	φ6~φ110	φ80~φ250	φ80~φ250	φ90~φ250		C6	φ106.375	4×M12	φ133.4	φ250×151.0	20.0
	K11250A/C8	KY250-1C8		φ80						C8	φ139.719	4×M16	φ171.4	φ250×151.0	20.0
	K11315A/C11	KY315-1C11	φ315	φ100	φ10~φ140	φ95~φ315	φ95~φ315	φ100~φ315	0.125	C11	φ196.869	6×M20	φ235.0	φ315×170.0	43.0
	K11200A-D4	KY200-1D4	φ200	φ40	φ4~φ85	φ65~φ200	φ65~φ200	φ65~φ200	0.100	D4	φ63.513	3×M10 ×1	φ82.6	φ200×133.0	20.0
	K11250A/D6	KY250-1D6	φ250	φ70	φ6~φ110	φ80~φ250	φ80~φ250	φ90~φ250		D6	φ106.375	6×M16 ×1.5	φ133.4	φ250×154.0	32.0
	K11325C/D8		φ325	φ100	φ11.5~φ155	φ90~φ350	φ90~φ350	φ105~φ340	0.125	D8	φ139.719	6×M20 ×1.5	φ171.4	φ325×164.5	53.0

(2) 四爪单动卡盘

① 短圆柱型四爪单动卡盘(表 2-52)

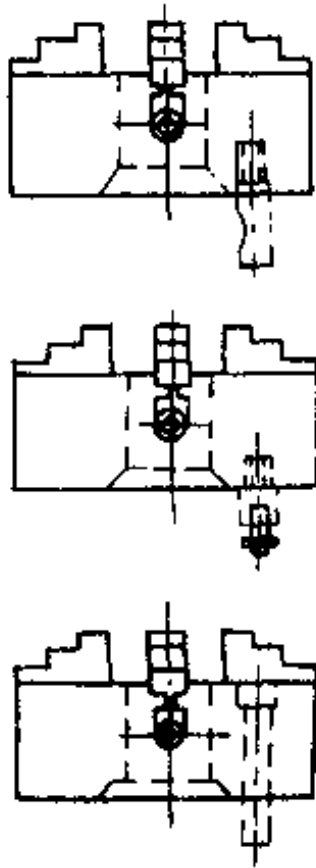
表 2-52 短圆柱型四爪单动卡盘



产品名称	型号	原型号	技 术 规 格										外形尺寸/ (mm×mm) (卡盘直径 ×高度)	净重 /kg
			卡盘 直径 /mm	卡盘 孔径 /mm	正爪夹 持范围 /mm	反爪夹 持范围 /mm	止口 孔径 /mm	止口 深度 /mm	螺钉个数 ×直径 /mm	螺孔定 位直径 /mm	卡盘外圆 径向跳动 /mm			
短圆柱 四爪 单动 卡盘	K72200	KN200	φ200	φ50	φ10~φ100	φ63~φ200	φ80	6	4×M10	φ95.0 φ112.0	0.060	φ200×106.0	15.0	
			φ250	φ75	φ15~φ130	φ80~φ250	φ110 φ100	6	4×M12	φ130 φ120				
	K72300	KN300	φ300	φ75	φ18~φ160	φ90~φ300	φ152	6	4×M12	φ130	0.075	φ250×120.0	21.5	
			φ400	φ95	φ20~φ170	φ100~φ320	φ140	6	4×M16	φ165				
	K72320	KN320	φ320	φ125	φ25~φ250	φ118~φ400	φ160	8		φ185		φ300×128.5	30.0	
	K72400	KN400	φ400	φ125	φ25~φ250	φ118~φ400	φ160	8		φ185		φ300×132.0	30.0	
												φ320×134.0	39.3	
												φ400×143.0	55.5	

② 短圆锥型四爪单动卡盘(表 2-53)

表 2 53 短圆锥型四爪单动卡盘



短圆锥 A₂ 型

短圆锥 C 型

短圆锥 D 型

产品名称	型号	原型号	技 术 规 格							外形尺寸/ (mm×mm) (卡盘直径 × 高度)	净重 /kg		
			卡盘 直径 /mm	卡盘 孔径 /mm	正爪夹 持范围 /mm	反爪夹 持范围 /mm	配套号 轴头号 (1:4 锥度)	短圆锥大 端孔径 (锥角: 7°7'30'') /mm	螺钉个数 × 直径 /mm			螺孔定 位直径 /mm	卡盘外 圆径向 跳动 /mm
短圆锥型四爪单动卡盘	K72200/A ₂ 4	KH200-A24	φ200	φ55	φ10~φ100	φ63~φ200	A ₂₄	φ63.513	4×M10	φ85.0	0.060	φ200×107	13.5
	K72250/A ₁ 6		φ250	φ56	φ15~φ130	φ80~φ250	A ₁₆	φ106.375	4×M12	φ133.4		φ200×106	15.0
	K72320/A ₃ 6		φ320	φ95	φ20~φ170	φ110~φ320	A ₃₆					φ250×120	21.5
	K72400/A ₁ 6	KH400 A16	φ400	φ95	φ25~φ250	φ118~φ400	A ₁₆	φ106.375	8×M12	φ133.4		φ320×134	40.0
	K72200/C4	KH200-C4	φ200	φ55	φ10~φ100	φ63~φ200	C4	φ63.513	4×M10	φ85.0	0.060	φ200×113	35.9
	K72250/C5	KH250-C5	φ250	φ75	φ15~φ130	φ80~φ250	C5	φ82.563	4×M10	φ104.8		φ250×120	28.7
	K72350/C8	KH350-C8	φ350	φ95	φ20~φ260	φ100~φ350	C8	φ139.719	4×M16	φ171.4		φ350×143	51.8
	K72400/C8	KH400-C8		φ125			C8	φ139.719	4×M16	φ171.4		φ400×143	61.3
	K72500/C8	KH500-C8		φ125	φ35~φ300	φ125~φ500	C8	φ139.719	4×M16	φ171.4	0.100	φ500×160	100.0
	K72200/D4		φ200	φ55	φ10~φ100	φ63~φ200	D4	φ63.513	3×M10×1	φ85.0		φ200×107	13.5
	K72250/D5	KH250-D5	φ250	φ75	φ15~φ130	φ80~φ250	D5	φ82.563	6×M12×1	φ104.8		φ250×120	
	K72250/D6	KH250-D6		φ95	φ20~φ170	φ100~φ315	D6	φ106.375	6×M16×1.5	φ133.4		φ250×125	25.0
	K72315/D6	KH315-D6		φ400	φ125~φ250	φ120~φ400	D6	φ106.375	6×M16×1.5	φ133.4	0.075	φ315×134	36.6
	K72400/D8			φ125			D8	φ139.719	6×M20×1.5	φ171.4		φ400×143	56.0

第三章 渐开线齿轮基本尺寸及计算

一、齿轮基本要素

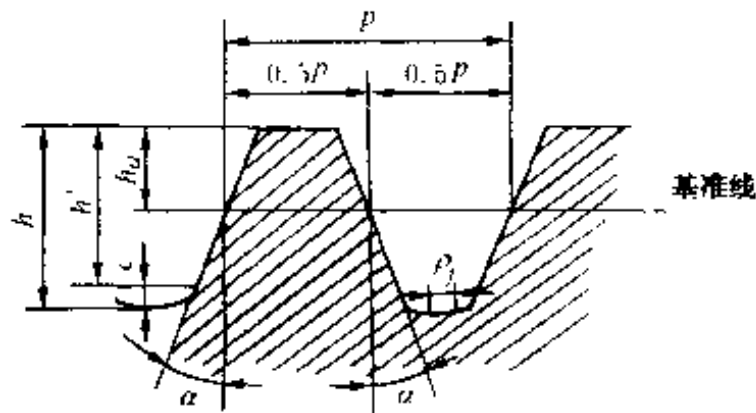
1. 齿轮几何要素名称和代号(表3-1)

表3-1 齿轮几何要素名称和代号(GB T 2821 1992)

代 号	要 素 名 称	代 号	要 素 名 称
a	中心距,标准中心距	q	蜗杆的直径系数
b	齿宽	r	半径,分度圆半径
c	顶隙	s	齿厚,分度圆齿厚
d	直径,分度圆直径	u	齿数比
e	槽宽,分度圆槽宽,偏心距	v	线速度,分度圆上的线速度
h	齿高,全齿高	x	径向变位系数
i	传动比	y	中心距变动系数
j	侧隙	z	齿数
k	跨越齿数,跨越槽数(用于内齿轮)	M	量柱或量球的测量距
m	模数	F	径节
n	转数	R	锥距,外锥距
p	齿距,分度圆齿距	W	公法线长度
Σ	轴交角	h_f	齿根高
α	压力角,齿形角,分度圆压力角	h_a	刀具齿高
β	螺旋角,分度圆螺旋角	$\operatorname{inv} \alpha$	α 角的渐开线函数
ν	导程角	P_x	导程
δ	锥角,分锥角	R_i	内锥距
ϵ	重合度	R_m	中点锥距
τ	齿距角,冠轮上的齿距角	r_a	齿顶圆半径
ω	角速度	r_f	齿根圆半径
d'	节圆直径	\bar{S}	弦齿厚,分度圆弦齿厚
d_a	齿顶圆直径	\bar{S}_f	固定弦齿厚
d_b	基圆直径	x_f	切向变位系数
d_f	齿根圆直径	z_v	当量齿数
h'	工作高度	z_o	刀具齿数
h_a	齿顶高	δ'	节锥角
h_a^*	齿顶高系数	δ_a	顶锥角
h_s	弦齿高	δ_f	根锥角
h_{su}	刀具齿顶高	θ_a	齿顶角
h_c^-	固定弦齿高	θ_f	齿根角

2. 齿轮基本齿廓及其参数(表3-2)

表3-2 基本齿廓及其参数(GB/T 1356- 1988)



参 数	代 号	数 值
齿顶高	h_n	m
工作高度	h'	$2m$
顶隙	c	$0.25m$
全齿高	h	$2.25m$
齿距	p	πm
齿根圆角半径	ρ_f	$\approx 0.38m$

- 注：1. 考虑到某些工作要求，顶隙 c 允许增大至 $0.35m$ ；齿根圆角半径允许减小至 $0.25m$ 。
 2. 为提高齿根强度，在传动时不产生干涉的条件下允许增大齿根圆角半径，也允许做成单圆弧。
 3. 需要短齿时推荐 $h_n=0.8m, h'=1.6m, c=0.3m, h=1.9m, \rho_f=0.46m$
 4. 为提高齿轮的综合强度，需增大齿形角时，推荐 $\alpha=25^\circ, h_n=m, h'=2m, h=2.2m, c=0.2m, \rho_f=0.35m$ 。齿根圆角为单圆弧。
 5. 为改善传动质量，在齿的工作高度范围内，允许齿顶修缘。

3. 模数

(1) 渐开线圆柱齿轮模数(表3-3)

表3-3 渐开线圆柱内轮模数(GB/T 1357 1987)

第一系列	0.1 0.12 0.15 0.2 0.25 0.3 0.4 0.5 0.6 0.8 1 1.25 1.5 2 2.5 3 4 5 6 8 10 12 16 20 25 32 40 50
第二系列	0.35 0.7 0.9 1.75 2.25 2.75 (3.25) 3.5 (3.75) 4.5 5.5 (6.5) 7 9 (11) 14 18 22 28 (30) 36 45

- 注：1. 本表适用于渐开线圆柱齿轮，对斜齿轮是指法向模数，对圆锥齿轮是指大端模数。
 2. 优先选用第一系列，括号内的模数尽可能不用。
 3. 模数代号是 m ，单位是 mm 。

(2) 锥齿轮模数(表 3-4)

表 3-4 锥齿轮模数(GB/T 12368—1990)

0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.125
1.25	1.375	1.5	1.75	2	2.25	2.5	2.75
3	3.25	3.5	3.75	4	4.5	5	5.5
6	6.5	7	8	9	10	11	12
14	16	18	20	22	25	28	30
32	36	40	45	50			

4. 渐开线圆柱齿轮精度等级(GB/T 10095—1988)

(1) 划分齿轮及齿轮副共有12个精度等级,其精度从1至12级依次降低(表 3-5)

表 3-5 齿轮精度等级的划分

精度等级	属于哪类精度
3~5	高精度等级
6~8	中精度等级
9~12	低精度等级

注: 1、2级加工和测量较困难。目前,我国以3~12级划分为高、中、低三类。

(2) 各种机器齿轮传动所采用的精度等级(表 3-6)

表 3-6 齿轮传动等级应用范围

应用范围	精度等级	应用范围	精度等级
测量用齿轮	2~5	航空发动机	4~7
汽轮机齿轮	3~6	拖拉机	6~10
精密切削机床	3~7	一般减速器	6~9
一般切削机床	5~8	轧钢机	6~10
内燃机车、电气机车	6~7	起重机械	7~10
轻型汽车	5~8	地质矿山绞车	8~10
载重汽车	6~10	农业机械	8~11

(3) 各精度等级齿轮各项误差的公差数值,可查 GB/T 10095—1988

5. 模数、径节对照表(表37)

表37 模数、径节对照表

模数 m /mm	径节 P /in	模数 m /mm	径节 P /in	模数 m /mm	径节 P /in
50.800 0	1/2	10.106 3	2.513 3	2.25	11.288 9
50	0.508 0	10	2.540 0	2.116 7	12
48.510 4	0.523 6	9.236 4	2 ³ / ₄	2.021 3	12.566 4
15	0.564 4	9.095 7	2.792 5	2	12.700 0
41.761 9	0.571 2	9	2.822 2	1.953 8	13
40.425 3	0.628 3	8.466 7	3	1.814 3	14
10	0.635 0	8.085 1	3.141 6	1.75	14.514 3
36.382 8	0.698 1	8	3.175 0	1.693 3	15
35	0.725 7	7.579 7	3.351 0	1.587 5	16
33.866 7	3/4	7.257 1	3 ¹ / ₂	1.516 0	16.755 2
32.310 3	0.785 4	7.074 4	3.590 1	1 ¹ / ₂	16.933 3
30.314 0	0.837 8	7	3.628 6	1.494 1	17
30	0.816 7	6.569 1	3.886 6	1.411 1	18
28.297 7	0.897 6	6 ¹ / ₂	3.907 8	1.336 8	19
26.276 5	0.956 6	6.350 0	4	1.270 0	20
25.400 0	1	6.063 8	4.188 8	1.25	20.320 0
25	1.016 0	6	4.233 3	1.154 5	22
24.255 2	1.047 2	5.558 5	4.569 6	1.058 3	24
22.233 9	1.142 4	5 ¹ / ₂	4.618 2	1.016 0	25
20.320 0	1 ¹ / ₄	5.080 0	5	1.010 6	25.132 8
21.212 7	1.256 6	5.053 2	5.026 5	1	25.400 0
20	1.270 0	5	5.080 0	0.976 9	26
18.191 4	1.396 3	4.547 8	5.585 1	0.907 1	28
18	1.411 1	4 ¹ / ₂	5.644 3	0.846 7	30
16.933 3	1 ¹ / ₂	4.233 3	6	0.793 7	32
16.170 1	1.570 8	4.012 5	6.283 2	0.75	33.866 7
16	1.587 5	4	6.350 0	0.747 0	34
15.159 5	1.675 5	3.75	6.773 0	0.705 6	36
15	1.693 3	3.628 6	7	0.668 4	38
14.514 3	1 ³ / ₄	3.537 2	7.180 8	0.635 0	40
14.148 9	1.795 2	3 ¹ / ₂	7.257 1	0.604 8	42
11	1.814 3	3.25	7.815 4	0.577 3	44
13.138 2	1.933 3	3.175 0	8	0.552 2	46
13	1.953 8	3.031 9	8.377 6	0.529 2	48
12.700 0	2	3	8.466 7	0.508 0	50
12.127 6	2.094 4	2.822 2	9	0.505 3	50.265 6
12	2.116 7	2.75	9.236 3	1/2	50.800 0
11.288 9	2 ¹ / ₄	2.540 0	10	0.453 6	56
11.117 0	2.284 8	2.526 6	10.053 1	0.423 3	60
11	2.309 1	2 ¹ / ₂	10.160 0		
10.160 0	2 ¹ / ₂	2.309 1	11		

注: $m = \frac{25.4}{P}$

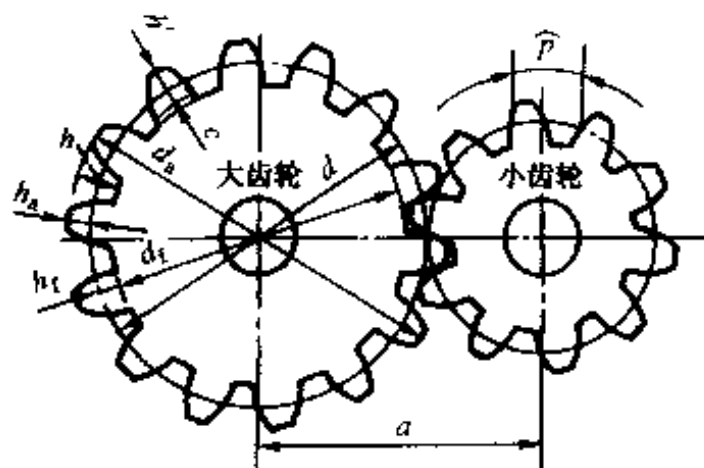
二、齿轮的几何尺寸计算

1. 直齿圆柱齿轮几何尺寸计算

(1) 模数齿轮计算公式(表3-8)

表3-8 模数齿轮计算公式

(mm)



名称	代号	计算公式	名称	代号	计算公式
模数	m	$m = \frac{p}{\pi} = \frac{d}{z} = \frac{d_a}{z+2}$	齿顶高	h_a	$h_a = m = \frac{p}{\pi}$
齿距	p	$p = \pi m = \frac{\pi d}{z}$	齿根高	h_f	$h_f = 1.25m$
齿数	z	$z = \frac{d}{m} = \frac{\pi d}{p}$	齿高	h	$h = 2.25m$
分度圆直径	d	$d = mz = d_a - 2m$	齿厚	s	$s = \frac{p}{2} = \frac{\pi m}{2}$
齿顶圆直径	d_a	$d_a = m(z+2) = d + 2m$ $= \frac{p}{\pi}(z+2)$	中心距	a	$a = \frac{z_1 + z_2}{2} m = \frac{d_1 + d_2}{2}$
齿根圆直径	d_f	$d_f = d - 2.5m = m(z - 2.5)$ $= d_a - 2h = d_a - 4.5m$			

【例】有一直齿圆柱齿轮，模数 $m = 3\text{mm}$ ，齿数 $z = 24$ ，求各部尺寸。

【解】 $p = \pi m = 3.14 \times 3 = 9.42\text{mm}$

$$d = mz = 3 \times 24 = 72\text{mm}$$

$$d_a = m(z+2) = 3 \times (24+2) = 78\text{mm}$$

$$d_f = d - 2.5m = 72 - 2.5 \times 3 = 64.5\text{mm}$$

$$h_a = m = 3\text{mm}$$

$$h_f = 1.25m = 1.25 \times 3 = 3.75\text{mm}$$

$$h = 2.25m = 2.25 \times 3 = 6.75\text{mm}$$

$$s = \frac{p}{2} = \frac{9.42}{2} = 4.71\text{mm}$$

(2) 径节齿轮计算公式(表 3-9)

表 3-9 径节齿轮计算公式

(in)

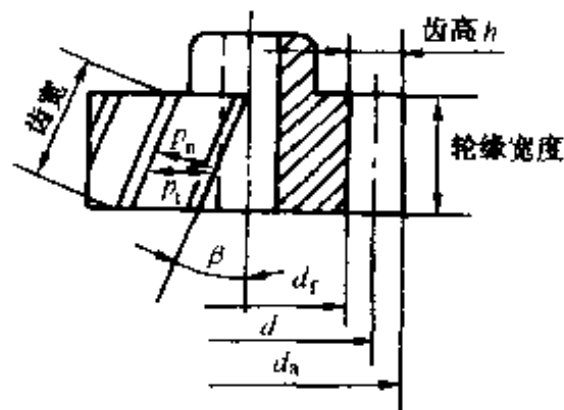
名称	代号	计算公式	名称	代号	计算公式
径节	P	$P = \frac{\pi}{p} = \frac{z}{d} = \frac{z+2}{d_o}$	齿顶高	h_a	$h_a = \frac{1}{P} = 0.3183P$
齿距	p	$p = \frac{\pi d}{z}$	齿根高	h_f	$h_f = \frac{1.157}{P} = 0.3683P$
齿数	z	$z = dP = d_o P - 2 = \frac{\pi d}{p}$	齿高	h	$h = \frac{2.157}{P} = 0.6866P$
分度圆直径	d	$d = d_o - 2h_a = \frac{z}{P} = \frac{z d_o}{z+2}$	齿厚	s	$s = \frac{1.5708}{P} = \frac{p}{2}$
齿顶圆直径	d_o	$d_o = \frac{z+2}{P} = (z+2)h$	中心距	a	$a = \frac{z_1 + z_2}{2P}$
齿根圆直径	d_f	$d_f = d_o - 2h = d_o - \frac{4.314}{P}$			

2. 斜齿圆柱齿轮几何尺寸计算

(1) 模数齿轮计算公式(表 3-10)

表 3-10 模数齿轮计算公式

(mm)



名称	代号	计算公式
法向模数	m_n	$m_n = \frac{p_n}{\pi} = m_t \cos \beta$
端面模数	m_t	$m_t = \frac{d}{z} = \frac{m_n}{\cos \beta}$
法向齿距	p_n	$p_n = \pi m_n$
端面齿距	p_t	$p_t = \pi m_t$

续表 3-10

名称	代号	计算公式
齿数	z	$z = \frac{d}{m_n} = \frac{\pi d}{p_t} = \frac{d \cos \beta}{m_n}$
齿高	h	$h = 2.25m_n$
齿顶高	h_a	$h_a = m_n$
齿根高	h_f	$h_f = 1.25m_n$
分度圆直径	d	$d = Zm_t = d_n \cos \beta$
齿顶圆直径	d_a	$d_a = d + 2m_n$
齿根圆直径	d_f	$d_f = d - 2.5m_n$
法向齿厚	s_n	$s_n = \frac{p_n}{2}$
中心距	a	$a = \frac{(z_1 + z_2)m_n}{2 \cos \beta}$
螺旋角	β	$\cos \beta = \frac{z m_n}{d}; \tan \beta = \frac{\pi d}{P_z}$
导程	P_z	$P_z = \pi d \tan \beta$

【例】有一斜齿圆柱齿轮，齿数 $z = 20$ ，分度圆直径 $d = 103 \text{ mm}$ ，螺旋角 $\beta = 13^\circ 50'$ ，求齿轮各部尺寸。

$$\begin{aligned} \text{[解]} \quad m_n &= \frac{d}{z} \cos \beta = \frac{103}{20} \times \cos 13^\circ 50' \\ &= 5.15 \times 0.971 = 5.00065 \end{aligned}$$

$$m_t = \frac{d}{z} = \frac{103}{20} = 5.15$$

$$\begin{aligned} d_a &= d + 2m_n = 103 + 2 \times 5 \\ &= 113 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p_t &= \pi m_t = 3.14 \times 5.15 \\ &= 16.18 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p_n &= \pi m_n = 3.14 \times 5 \\ &= 15.7 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$s_n = \frac{p_n}{2} = \frac{15.7}{2} = 7.85 \text{ mm}$$

$$h_a = m_n = 5 \text{ mm}$$

$$h_f = 1.25m_n = 1.25 \times 5 = 6.25 \text{ mm}$$

$$h = 2.25m_n = 2.25 \times 5 = 11.25 \text{ mm}$$

$$P_z = \pi d \cot \beta = 3.14 \times 103 \times \cot 13^\circ 50' = 1313.08 \text{ mm}$$

(2) 径节齿轮计算公式(表 3-11)

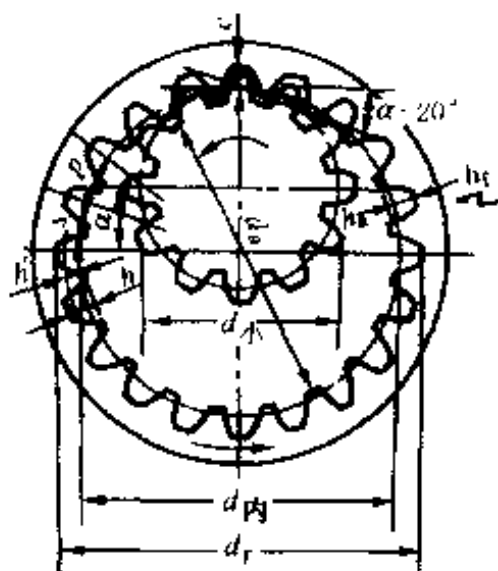
表 3-11 径节齿轮计算公式 (in)

名称	代号	计算公式	名称	代号	计算公式
垂直径节	P_n	$P_n = \frac{P_t}{\cos\beta} = \frac{\pi}{p_n} = \frac{z}{d \cos\beta}$	分度圆直径	d	$d = \frac{z}{P_n \cos\beta} = \frac{z}{P_t}$
端面径节	P_t	$P_t = \frac{z}{d} = P_n \cos\beta$	齿顶圆直径	d_a	$d_a = d + \frac{2}{P_n}$
法向齿距	p_n	$p_n = P_t \cos\beta = \frac{\pi d}{z} \cos\beta$	齿根圆直径	d_f	$d_f = d - \frac{2.314}{P_t}$
端面齿距	p_t	$p_t = \frac{\pi}{P_t}$	弧齿厚	s	$s = \frac{P_m}{2}$
齿数	z	$z = p_t d = d P_n \cos\beta$	中心距	a	$a = \frac{(z_1 + z_2)}{2 P_n \cos\beta}$
齿高	h	$h = \frac{2.157}{P_n}$	螺旋角	β	$\cos\beta = \frac{z}{P_n d}$
齿顶高	h_a	$h_a = \frac{1}{P_t}$	导程	P_t	$P_t = \pi d \cot\beta$
齿根高	h_f	$h_f = \frac{1.157}{P_n}$			

3. 内齿轮几何尺寸计算

(1) 模数齿轮计算公式(表 3-12)

表 3-12 模数齿轮计算公式 (mm)



名称	代号	计算公式
内齿轮齿顶圆直径	d_a	$d_a = (z - 2)m$
内齿轮齿根圆直径	d_f	$d_f = (z + 2.5)m$
中心距	a	$a = \frac{m(z_1 - z_2)}{2}$

注：其余计算公式与直齿圆柱齿轮相同。为避免干涉必须使： $z_1 - z_2 \geq 16$ ； $z_1 - z_2 \geq 8z_2$ 。
 内齿轮齿数： z_0 ——插齿刀齿数； z_1 ——小齿轮齿数。

(2) 径节齿轮计算公式(表3-13)

表3-13 径节齿轮计算公式

(in)

名称	代号	计算公式
内齿轮齿顶圆直径	d_o	$d_o = \frac{z \cdot 2}{P}$
内齿轮齿根圆直径	d_f	$d_f = \frac{z + 2 \cdot 314}{P}$
中心距	a	$a = \frac{z_1 + z_2}{2P}$

注：其他计算公式与直齿圆柱齿轮相同。为避免干涉必须使： $z_2 - z_1 \geq 12$ ； $z_1 - z_2 \geq 12$ 。

4. 齿条几何尺寸计算公式(表3-14)

表3-14 齿条几何计算公式

(mm)

名称	代号	计算公式	名称	代号	计算公式
齿距	p	$p = \pi m$	工作高度	h'	$h' = 2m$
齿厚	s	$s = 1.5708m$	全齿高	h	$h = 2.25m$
顶隙	c	$c = 0.25m$ (取标准值)	模数	m	m (取标准值)
齿顶高	h_a	$h_a = m$	齿形角	α	α (取标准值) 20°
齿根高	h_f	$h_f = 1.25m$			

5. 变位直齿圆柱齿轮

(1) 齿轮变位类型及方法的选择(表3-15)

表3-15 齿轮变位类型及方法的选择

小齿轮的齿数	齿轮对的齿数和	中心距	变位系数	变位类型	主要目的
$z_1 < 17$	$z_1 + z_2 \geq 34$	$a = \frac{m}{2}$ ($z_1 + z_2$)	$x_1 = -x_2$	高变位	避免根切
		$a' \neq \frac{m}{2}$ ($z_1 + z_2$)	$x_1 + x_2 \neq 0$	角变位	避免根切
	$z_1 + z_2 < 34$	$a' = \frac{m}{2}$ ($z_1 + z_2$)	$x_1 + x_2 > 0$	角变位	避免根切

续表 3 15

小齿轮的齿数	齿轮对的齿数和	中心距	变位系数	变位类型	主要目的
$z_1 > 17$	$z_1 + z_2 > 34$	$a = \frac{m}{2}$ ($z_1 + z_2$)	$x_1 = -x_2$	高变位	改善啮合性能或修复旧齿轮
		$a' \neq \frac{m}{2}$ ($z_1 + z_2$)	$x_1 + x_2 \neq 0$	角变位	改善啮合性能或凑合中心距

注： a 为未变位中心距； a' 为变位中心距。

(2) 高变位直齿圆柱齿轮几何计算公式(表 3-16)

表 3 16 高变位直齿圆柱齿轮几何计算公式 (mm)

名称	代号	计算公式
模数	m	根据结构设计强度计算决定,按 GB/T 1357—1987 选用
分度圆直径	d	$d = mz$
齿顶圆直径	d_a	$d_a = d + 2m(h_a^* + x)$
齿根圆直径	d_f	$d_f = d - 2m(h_a^* + c^* - x)$
最小变位系数	x_{\min}	$x_{\min} = \frac{17 - z}{17}$
齿顶高系数	h_a^*	$h_a^* = 1$
顶隙系数	c^*	$c^* = 0.25$
齿顶高	h_a	$h_a = m(h_a^* + x)$
齿根高	h_f	$h_f = m(h_a^* + c^* - x)$
全齿高	h	$h = m(2h_a^* + c^*)$
中心距	a	$a = (z_1 + z_2)m/2$
分度圆弦齿厚	\bar{s}	$\bar{s} = z m \sin \frac{90^\circ + 41.7^\circ x}{z}$
分度圆弦齿高	\bar{h}	$\bar{h} = h + \frac{mz}{2} \left(1 - \cos \frac{90^\circ + 41.7^\circ x}{z} \right)$

续表 3-16

名 称	代 号	计 算 公 式
固定弦齿厚	s_c	$s_c = m \cos^2 \alpha \left(\frac{\pi}{2} + 2x \tan \alpha \right)$
固定弦齿高	\bar{h}_c	$\bar{h}_c = h_c - \frac{1}{2} s_c \tan \alpha$
公法线长度	W_k	$W_k = m \cos \alpha [\pi(k-0.5) + \operatorname{inv} \alpha + 2x \cdot \tan \alpha]$
跨越齿数	k	$k = z \alpha / 180^\circ + 0.5 - 2x \cot \alpha / \pi$, 当 $\alpha = 20^\circ$ 时查表

注: $\operatorname{inv} \alpha$ 是渐开线函数, 查表 6-61。

[例] 已知一对变位齿轮: $z_1 = 10, z_2 = 36, m = 1.5, a = 34.5, \alpha = 20^\circ, h_a^* = 1, c = 0.25$, 求齿轮的各部尺寸。

[解]

$$a = \frac{m}{2} (z_1 + z_2) = \frac{1.5}{2} \times (10 + 36) \text{mm} = 34.5 \text{mm}$$

$a = a'$, 选用高变位

$$x_{\text{non}} = \frac{17 - z_1}{17} = \frac{17 - 10}{17} = 0.412$$

圆整后取 $x_1 = 0.4$

则 $x_2 = -x_1 = -0.4$

$$d_1 = mz_1 = 1.5 \times 10 \text{mm} = 15 \text{mm}$$

$$d_2 = mz_2 = 1.5 \times 36 \text{mm} = 54 \text{mm}$$

$$d_{a1} = d_1 + 2m(1 + x_1)$$

$$= [15 + 2 \times 1.5(1 + 0.4)] \text{mm} = 19.2 \text{mm}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m(1 + x_2)$$

$$= [54 + 2 \times 1.5(1 - 0.4)] \text{mm} = 55.8 \text{mm}$$

$$h = m(2h_a^* + c) = 1.5(2 \times 1 + 0.25) \text{mm} = 3.38 \text{mm}$$

$$h_a = m(h_a^* + x) = 1.5(1 + 0.4) \text{mm} = 2.1 \text{mm}$$

$$\begin{aligned} \bar{s}_1 &= z_1 m \sin \frac{90^\circ + 41.7^\circ x_1}{z_1} = 10 \times 1.5 \sin \frac{90^\circ + 41.7^\circ \times 0.4}{10} = 10 \times 1.5 \times \sin 10^\circ 40' \\ &= 15 \times 0.18509 = 2.776 \text{mm} \end{aligned}$$

$$\bar{h}_{a1} = h_a + \frac{mz_1}{2} \left(1 - \cos \frac{90^\circ + 41.7^\circ x_1}{z_1} \right)$$

$$= \left[2.1 + \frac{1.5 \times 10}{2} \left(1 - \cos \frac{90^\circ + 41.7^\circ \times 0.4}{10} \right) \right] \text{mm}$$

$$= [2.1 + 7.5(1 - \cos 10^\circ 40')] \text{mm} = [2.1 + 7.5(0.01728)] \text{mm}$$

$$= (2.1 + 0.1296) \text{mm} = 2.2296 \text{mm}$$

$$\begin{aligned} \bar{s}_{c1} &= m \cos^2 \alpha (\pi/2 + 2x \tan \alpha) = 1.5 \cos^2 20^\circ (3.14/2 + 2 \times 0.4 \times \tan 20^\circ) \text{mm} \\ &= 2.373 \text{mm} \end{aligned}$$

$$\bar{h}_{c1} = h_a - 0.182 \bar{s}_{c1} = (2.1 - 0.182 \times 2.373) \text{mm} = 1.668 \text{mm}$$

(3) 角变位直齿圆柱齿轮几何计算公式(表 3-17)

表 3-17 角变位直齿圆柱齿轮几何计算公式

(mm)

名 称	代 号	计 算 公 式
模 数	m	由结构设计,强度计算决定,按GB/T 1357-1987选用
齿形角	α	$\alpha = 20^\circ$
啮合角	α'	$\cos \alpha' = \cos \alpha \cdot a/a'$ $\text{inv} \alpha' = \frac{2 \tan \alpha (x_1 + x_2)}{z_1 + z_2} + \text{inv} \alpha$
未变位中心距	a	$a = (z_1 + z_2)m/2$
中心距变动系数	y	$y = \frac{a' - a}{m}$, 或 $y = \frac{z_1 + z_2}{2} \left(\frac{\cos \alpha}{\cos \alpha'} - 1 \right)$
实际中心距	a'	$a' = m \left(\frac{z_1 + z_2}{2} + y \right)$
总变位系数	x_Σ	$x_\Sigma = x_1 + x_2 = \frac{z_1 + z_2}{2 \tan \alpha} (\text{inv} \alpha' - \text{inv} \alpha)$
齿高变位系数	Δy	$\Delta y = x_\Sigma - y$
齿顶高	h_a	$h_a = (h_a^* + x - \Delta y)m$
齿根高	h_f	$h_f = (h_a^* + c^* - x)m$
齿高	h	$h = (2h_a^* + c^* - \Delta y)m$
分度圆直径	d	$d = mz$
齿顶圆直径	d_a	$d_a = d + 2h_a$
齿根圆直径	d_f	$d_f = d - 2h_f$
1	分度圆弦齿厚	$\bar{s} = z m \sin \frac{90^\circ + 41.7^\circ x}{z}$
	分度圆弦齿高	$\bar{h} = \frac{zm}{2} \left(1 - \cos \frac{90^\circ + 41.7^\circ x}{z} \right) + h_a$

续表 3-17

名称	代号	计算公式
2	固定弦齿厚	$\bar{s}_c = m \cos^2 \alpha \left(\frac{\pi}{2} + 2x \tan \alpha \right)$, 当 $\alpha = 20^\circ$, $\bar{s}_c = m \bar{s}^*$
	固定弦齿高	$\bar{h}_c = h_a - 0.182 \bar{s}_c$, 当 $\alpha = 20^\circ$ 时 $\bar{h}_c = m \bar{h}_c^*$
3	公法线跨齿数	$k = z \alpha / 180^\circ + 0.5 + 2x \cot \alpha / \pi$
	公法线长度	$W_k = m \cos \alpha [\pi(k - 0.5) + z \operatorname{inv} \alpha + 2x \tan \alpha]$

注: 1. 公式中 x 本身应带正负号代入。

2. 1、2、3 测量尺寸, 可任选一组。

[例] 有一对齿轮, $z_1 = 21, z_2 = 29, m = 8 \text{ mm}, \alpha = 20^\circ, h_a^* = 1, c^* = 0.25$, 要安装在中心距 208 mm 的两根轴上, 求各部尺寸。

$$\begin{aligned} \text{[解]} \quad a &= \frac{m}{2}(z_1 + z_2) = \frac{8}{2} \times (21 + 29) \\ &= 200 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$a' = 208 > a \quad \text{选用角变位}$$

$$y' = \frac{a' - a}{m} = \frac{208 - 200}{8} = 1$$

$$\begin{aligned} \alpha' &= \arccos \left(\frac{a}{a'} \cos 20^\circ \right) \\ &= \arccos \left(\frac{200}{208} \cos 20^\circ \right) = 25^\circ 22' 15'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_2 &= \frac{z_1 + z_2}{2 \tan \alpha} (\operatorname{inv} \alpha' - \operatorname{inv} \alpha) \\ &= \frac{21 + 29}{2 \tan 20^\circ} (\operatorname{inv} 25^\circ 22' 15'' - \operatorname{inv} 20^\circ) \\ &= \frac{50(0.031407 - 0.014904)}{2 \times 0.36397} \\ &= 1.134 \end{aligned}$$

x_1 与 x_2 各取多少, 应根据齿轮的具体要求而定。

本例由于两齿轮齿数相近, 所以变位系数也可以取为大致相等。取 $x_1 = 0.56, x_2 = 1.134 - 0.56 = 0.574$ 。

$$\Delta y = x_2 - y = 1.134 - 1 = 0.134$$

$$h_{a1} = (h_a^* + x_1 - \Delta y)m$$

$$= (1 + 0.56 \cdot 0.134) \times 8$$

$$= 11.408 \text{ mm}$$

$$h_{a_2} = (h_a^* + x_2 - \Delta y)m$$

$$= (1 + 0.574 - 0.134) \times 8$$

$$= 11.52 \text{ mm}$$

$$h_{f_1} = (h_f^* + c^* - x_1)m = (1 + 0.25 - 0.56) \times 8$$

$$= 5.52 \text{ mm}$$

$$h_{f_2} = (h_f^* + c^* - x_2)m = (1 + 0.25 - 0.574) \times 8$$

$$= 5.408 \text{ mm}$$

$$h = (2h_f^* + c^* - \Delta y)m$$

$$= (2 \times 1 + 0.25 - 0.134) \times 8 = 16.928 \text{ mm}$$

$$d_1 = mz_1 = 8 \times 21 = 168 \text{ mm}$$

$$d_2 = mz_2 = 8 \times 29 = 232 \text{ mm}$$

$$d_{a_1} = d_1 + 2h_{a_1} = 168 + 2 \times 11.408 = 190.816 \text{ mm}$$

$$d_{a_2} = d_2 + 2h_{a_2} = 232 + 2 \times 11.52 = 255.04 \text{ mm}$$

$$d_{f_1} = d_1 - 2h_{f_1} = 168 - 2 \times 5.52 = 156.96 \text{ mm}$$

$$d_{f_2} = d_2 - 2h_{f_2} = 232 - 2 \times 5.408 = 221.184 \text{ mm}$$

$$\bar{s}_{c_1} = m \cos^2 \alpha \left(\frac{\pi}{2} + 2x_1 \tan \alpha \right)$$

$$= 8 \cos^2 20^\circ \left(\frac{3.14}{2} + 2 \times 0.56 \times \tan 20^\circ \right)$$

$$= 13.97 \text{ mm}$$

$$\bar{s}_{c_2} = m \cos^2 \alpha \left(\frac{\pi}{2} + 2x_2 \tan \alpha \right)$$

$$= 8 \cos^2 20^\circ \left(\frac{3.14}{2} + 2 \times 0.574 \times \tan 20^\circ \right)$$

$$= 14.05 \text{ mm}$$

$$\bar{h}_{c_1} = h_{a_1} - 0.182 \bar{s}_{c_1} = 11.408 - 0.182 \times 13.97$$

$$= 8.87 \text{ mm}$$

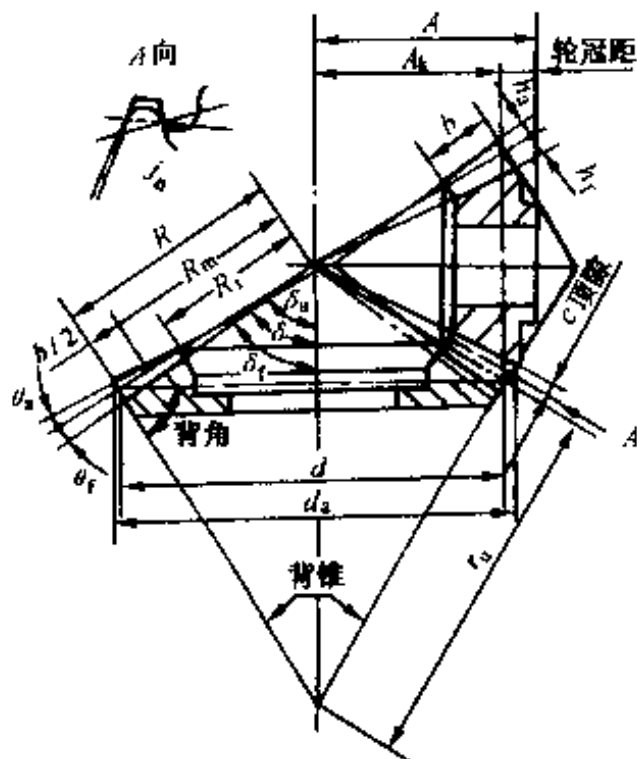
$$\bar{h}_{c_2} = h_{a_2} - 0.182 \bar{s}_{c_2} = 11.52 - 0.182 \times 14.05$$

$$= 8.96 \text{ mm}$$

6. 直齿锥齿轮几何尺寸计算(表3-18)

表3-18 直齿锥齿轮几何尺寸计算

(mm)



R—外锥距 R_i —内锥距 R_m —中点锥距
 r_o —背锥距 A 安装距 A_k —冠顶距
 $A - A_k$ —轮冠距 b—齿宽 h_a —齿顶高
 h_f —齿根高 θ_a —齿顶角 θ_f —齿根角
 d_a —齿顶圆直径 d—分度圆直径
 δ_a —顶锥角 δ —节锥角 δ_i —根锥角

名称	代号	计算公式	
		小 轮	大 轮
模 数	m	大端模数 $m = d_1/z_1 = d_2/z_2$	
齿 数	z	z_1	z_2
轴交角	Σ	根据要求	
节锥角	δ	$\Sigma = 90^\circ$ 时 $\delta_1 = \arctan \frac{z_1}{z_2}$	$\delta_2 = \Sigma - \delta_1$
		$\Sigma < 90^\circ$ 时 $\delta_1 = \arctan \frac{\sin \Sigma}{\frac{z_2}{z_1} + \cos \Sigma}$	$\delta_2 = \Sigma - \delta_1$
		$\Sigma > 90^\circ$ 时 $\delta_1 = \arctan \frac{\sin(180^\circ - \Sigma)}{\frac{z_2}{z_1} - \cos(180^\circ - \Sigma)}$	$\delta_2 = \Sigma - \delta_1$
分度圆直径	d	$d_1 = mz_1$	$d_2 = mz_2$

续表 3-18

名称	代号	计算公式	
		小 轮	大 轮
外锥距	R	$R = \frac{d_1}{2\sin\delta_1}$ 当 $\Sigma = 90^\circ$ 时, $R = \frac{d_1}{2\sin\delta_1} = \frac{m}{2} \sqrt{z_1^2 + z_2^2}$	
齿 宽	b	$\frac{R}{3} \geq b \leq 10m$	
齿顶高	h_a	m	
齿根高	h_f	$1.2m$	
全齿高	h	$2.2m$	
大端齿顶圆直径	d_a	$d_{a1} = d_1 + 2h_{a1}\cos\delta_1$	$d_{a2} = d_2 + 2h_{a2}\cos\delta_2$
齿根角	θ_f	$\theta_{f1} = \arctan \frac{h_{f1}}{R}$	$\theta_{f2} = \arctan \frac{h_{f2}}{R}$
齿顶角	θ_a	等齿顶间隙收缩齿	
		$\theta_{a1} = \theta_{a2} = \arctan \frac{h_{f2}}{R}$	$\theta_{a2} = \theta_{a1} = \arctan \frac{h_{f1}}{R}$
		不等齿顶间隙收缩齿	
		$\theta_{a1} = \arctan \frac{h_{a1}}{R}$	$\theta_{a2} = \arctan \frac{h_{a2}}{R}$
顶圆锥角	δ_a	等齿顶间隙收缩齿	
		$\delta_{a1} = \delta_1 + \theta_{f2}$	$\delta_{a2} = \delta_2 + \theta_{f1}$
		不等齿顶间隙收缩齿	
		$\delta_{a1} = \delta_1 + \theta_{a1}$	$\delta_{a2} = \delta_2 + \theta_{a2}$
根圆锥角	δ_f	$\delta_{f1} = \delta_1 - \theta_{f1}$	$\delta_{f2} = \delta_2 - \theta_{f2}$
冠顶距	A_k	$\Sigma = 90^\circ$ 时	
		$A_{k1} = \frac{d_2}{2} - h_{a1}\sin\delta_1$	$A_{k2} = \frac{d_1}{2} - h_{a2}\sin\delta_2$
		$\Sigma \neq 90^\circ$ 时	
		$A_{k1} = R\cos\delta_1 - h_{a1}\sin\delta_1$	$A_{k2} = R\cos\delta_2 - h_{a2}\sin\delta_2$

续表 3-18

名称	代号	计算公式	
		小 轮	大 轮
大端分度圆弧齿厚	s	$s_1 = \frac{\pi m}{2}$	$s_2 = \frac{\pi m}{2}$
大端分度圆弦齿厚	\bar{s}	$\bar{s}_1 = s_1 - \frac{s_1^3}{6d_1^2}$	$\bar{s}_2 = s_2 - \frac{s_2^3}{6d_2^2}$
大端分度圆弦齿高	\bar{h}	$\bar{h}_{a1} = h_{a1} + \frac{s_1^2}{4d_1} \cos \delta_1$	$\bar{h}_{a2} = h_{a2} + \frac{s_2^2}{4d_2} \cos \delta_2$

注：为提高精切齿的精度及精切刀寿命，粗切时可以沿齿宽上切深0.05 mm的增量，即实际齿根高比计算的多0.05 mm。

【例1】有一对直齿圆锥齿轮，两轴夹角为 90° ，模数 $m=4$ mm，小齿轮齿数 $z_1=32$ ，大齿轮齿数 $z_2=40$ ，齿面宽 $b=28$ mm，求小齿轮各部尺寸。

$$[\text{解}] \quad \delta_1 = \arctan \frac{z_1}{z_2} = \frac{32}{40} = 0.8 = 38^\circ 40'$$

$$d_1 = mz_1 = 4 \times 32 = 128 \text{ mm}$$

$$d_2 = mz_2 = 4 \times 40 = 160 \text{ mm}$$

$$R = \frac{m}{2} \sqrt{z_1^2 + z_2^2} = \frac{4}{2} \sqrt{32^2 + 40^2} = 102.45 \text{ mm}$$

$$h_{a1} = m = 4 \text{ mm}$$

$$h_{f1} = 1.2m = 1.2 \times 4 = 4.8 \text{ mm}$$

$$h_1 = 2.2m = 2.2 \times 4 = 8.8 \text{ mm}$$

$$d_{a1} = d_1 + 2h_{a1} \cos \delta_1 = 128 + 2 \times 4 \cos 38^\circ 40' = 134.246 \text{ mm}$$

$$\theta_{f1} = \arctan \frac{h_{f1}}{R} = \arctan \frac{4.8}{102.45} = 2^\circ 41'$$

$$\theta_{a1} = \arctan \frac{h_{a1}}{R} = \arctan \frac{4}{102.45} = 2^\circ 41'$$

$$\delta_{f1} = \delta_1 - \theta_{f1} = 38^\circ 40' - 2^\circ 41' = 35^\circ 59'$$

$$A_{k1} = \frac{d_1}{2} - h_{a1} \sin \delta_1 = \frac{160}{2} - 4 \times \sin 38^\circ 40' = 77.511 \text{ mm}$$

$$s_1 = \frac{\pi m}{2} = \frac{3.14 \times 4}{2} = 6.28 \text{ mm}$$

$$\bar{s}_1 = s_1 - \frac{s_1^3}{6d_1^2} = 6.28 - \frac{6.28^3}{6 \times 128^2} = 6.258 \text{ mm}$$

$$\bar{h}_{a1} = h_{a1} + \frac{s_1^2}{4d_1} \cos \delta_1 = 4 + \frac{6.28^2}{4 \times 128} \cos 38^\circ 40' = 4.06 \text{ mm}$$

【例2】有一对直齿锥齿轮，两轴夹角 $\Sigma=75^\circ$ ，小齿轮 $z_1=15$ ，大齿轮 $z_2=60$ ，求 δ_1 和 δ_2 。

$$\begin{aligned}
 [\text{解}] \quad \delta_1 &= \arctan \frac{\sin \Sigma}{\frac{z_2}{z_1} + \cos \Sigma} = \arctan \frac{\sin 75^\circ}{\frac{60}{15} + \cos 75^\circ} = \frac{0.9659}{4 + 0.2588} \\
 &= 0.2268 = 12^\circ 47' \\
 \delta_2 &= \Sigma - \delta_1 = 75^\circ - 12^\circ 47' = 62^\circ 13'
 \end{aligned}$$

[例3] 有一对直齿锥齿轮, 两轴夹角 $\Sigma = 100^\circ$, 小齿轮齿数 $z_1 = 15$, 大齿轮齿数 $z_2 = 60$, 求 δ_1 和 δ_2 。

$$\begin{aligned}
 [\text{解}] \quad \delta_1 &= \arctan \frac{\sin \Sigma}{\frac{z_2}{z_1} + \cos \Sigma} = \arctan \frac{\sin 100^\circ}{\frac{60}{15} + \cos 100^\circ} = 14^\circ 26' \\
 \delta_2 &= \Sigma - \delta_1 = 100^\circ - 14^\circ 26' = 85^\circ 34'
 \end{aligned}$$

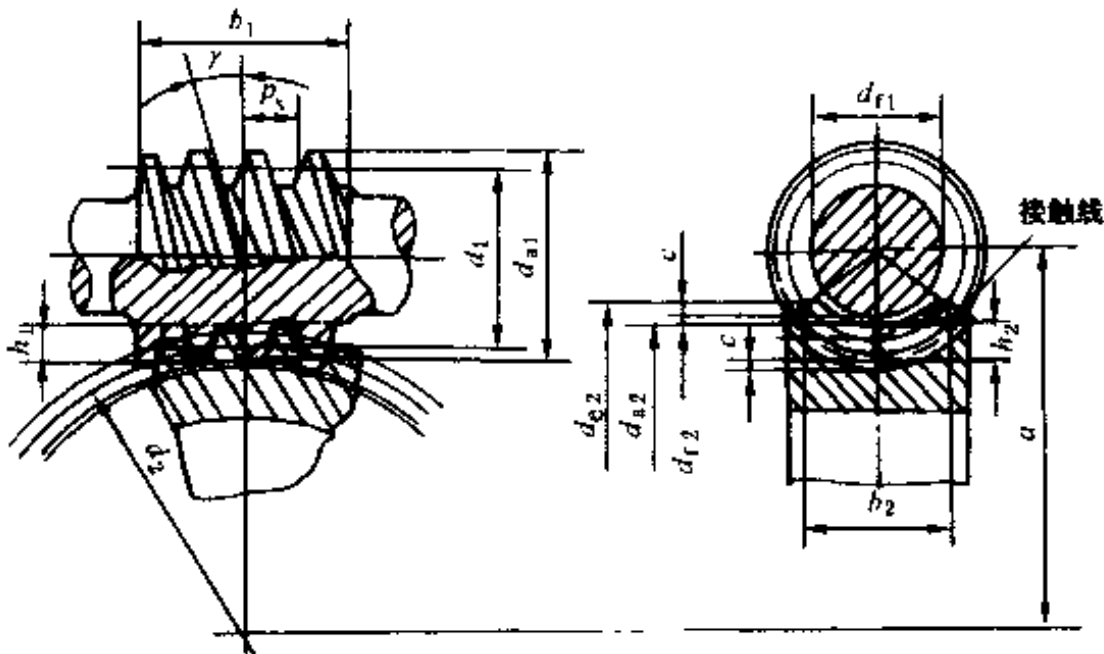
注: 其余计算公式与两轴夹角等于 90° 的直齿锥齿轮相同。

7. 蜗杆和蜗轮

(1) 蜗杆传动几何尺寸计算(表 3-19)

表 3-19 蜗杆传动几何尺寸计算 (GB/T 10085-1988)

(mm)



名称	代号	关系式	说明
中心距	a	$a = (d_1 + d_2 + 2x_2m) / 2$	按规定选取
蜗杆头数	z_1		按规定选取
蜗轮齿数	z_2		按传动比确定
齿形角	α	$\alpha_s = 20^\circ$ 或 $\alpha_n = 20^\circ$	按蜗杆类型确定
模数	m	$m = m_x \frac{m_n}{\cos \gamma}$	按规定选取

续表 3-19

名 称	代号	关 系 式	说 明
传动比	i	$i = n_1 / n_2$	蜗杆为主动,按规定选取
齿数比	u	$u = z_2 / z_1$ 当蜗杆主动时, $i = u$	
蜗轮变位系数	x_2	$x_2 = \frac{a}{m} - \frac{d_1 + d_2}{2m}$	正常蜗轮变位系数取零
蜗杆直径系数	q	$q = d_1 / m$	
蜗杆轴向齿距	p_x	$p_x = \pi m$	
蜗杆导程	P_z	$P_z = \pi m z_1$	
蜗杆分度圆直径	d_1	$d_1 = m q$	按规定选取
蜗杆齿顶圆直径	d_{a1}	$d_{a1} = d_1 + 2h_{a1} = d_1 + 2h_a^* m$	
蜗杆齿根圆直径	d_{f1}	$d_{f1} = d_1 - 2h_{f1} = d_1 - 2(h_a^* m + c)$	
顶隙	c	$c = c^* m$	按规定
渐开线蜗杆基圆直径	d_{b1}	$d_{b1} = d_1 \tan \gamma / \tan \gamma_b = m z_1 / \tan \gamma_b$	
蜗杆齿顶高	h_{a1}	$h_{a1} = h_a^* m = \frac{1}{2}(d_{a1} - d_1)$	按规定
蜗杆齿根高	h_{f1}	$h_{f1} = (h_a^* + c)m = \frac{1}{2}(d_1 - d_{f1})$	
蜗杆齿高	h_1	$h_1 = h_{a1} + h_{f1} = \frac{1}{2}(d_{a1} - d_{f1})$	
蜗杆导程角	γ	$\tan \gamma = m z_1 / d_1 = z_1 / q$	
渐开线蜗杆基圆导程角	γ_b	$\cos \gamma_b = \cos \gamma \cos \alpha_n$	
蜗杆齿宽	b_1		由设计确定
蜗轮分度圆直径	d_2	$d_2 = m z_2 = 2a - d_1 - 2x_2 m$	正常蜗轮 $x_2 = 0$
蜗轮喉圆直径	d_{a2}	$d_{a2} = d_2 + 2h_a$	
蜗轮齿根圆直径	d_{f2}	$d_{f2} = d_2 - 2h_{f2}$	
蜗轮齿顶高	h_{a2}	$h_{a2} = \frac{1}{2}(d_{a2} - d_2) = m(h_a^* + x_2)$	正常蜗轮 $x_2 = 0$
蜗轮齿根高	h_{f2}	$h_{f2} = \frac{1}{2}(d_2 - d_{f2}) = m(h_a^* - x_2 + c^*)$	正常蜗轮 $x_2 = 0$

续表 3-19

名称	代号	关系式	说明
蜗轮齿高	h_2	$h_2 = h_{a2} + h_{f2} = \frac{1}{2}(d_{a2} - d_{f2})$	
蜗轮咽喉母圆半径	r_{a2}	$r_{a2} = a - \frac{1}{2}d_{a2}$	
蜗轮齿宽	b_2		由设计确定
蜗轮齿宽度	θ	$\theta = 2\arcsin\left(\frac{b_2}{d_1}\right)$	
蜗杆轴向齿厚	s_x	$s_x = \frac{1}{2}\pi m$	
蜗杆法向齿厚	s_n	$s_n = s_x \cos\gamma$	
蜗轮齿厚	s_r	按蜗杆节圆处轴向齿槽宽 e_x 确定	
蜗杆节圆直径	d_1	$d_1 = d_t + 2x_2 m = m(q + 2x_2)$	
蜗轮节圆直径	d_2	$d_2 = d_2$	

(2) 计算常用数表

 ① 蜗杆模数 m 值(表 3-20)

 表 3-20 蜗杆模数 m 值(GB/T 10088 1988) (mm)

第一系列	1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3, 3.15, 4, 5, 6, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 31.5, 40
第二系列	1.5, 3, 3.5, 4.5, 5.5, 6, 7, 12, 14

注: 优先采用第一系列。

 ② 蜗杆分度圆直径 d_1 标准值(表 3-21)

 表 3-21 蜗杆分度圆直径 d_1 标准值(GB/T 10088--1988) (mm)

第一系列	18, 20, 22, 4, 25, 28, 31.5, 35, 5, 40, 45, 50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 112, 125, 140, 160, 180, 200, 224, 250, 280, 315, 355, 400
第二系列	30, 38, 48, 53, 60, 67, 75, 85, 95, 106, 118, 132, 144, 170, 190, 300

注: 优先采用第一系列。

 ③ 蜗杆分度圆上的导程角 γ 角度表(表 3-22)

表 3-22 蜗杆分度圆上的导程角 γ 角度表

$z_1 \backslash q$	14	13	12	11	10	9	8
1	4°05'08"	4°23'55"	4°45'49"	5°11'40"	5°42'38"	6°20'25"	7°07'30"
2	8°07'48"	8°41'46"	9°27'14"	10°18'17"	11°18'36"	12°31'44"	14°02'10"
3	12°05'41"	12°59'41"	14°02'10"	15°15'18"	16°41'57"	18°26'06"	20°33'22"
4	15°56'43"	17°06'10"	18°26'06"	19°58'59"	21°48'05"	23°57'45"	26°33'54"

注: z_1 蜗杆头数。(1) 蜗杆头数 z_1 与蜗轮齿数 z_2 的推荐值(表 3-23)表 3-23 蜗杆头数 z_1 与蜗轮齿数 z_2 的推荐值

$1 - \frac{z_2}{z_1}$	z_1	z_2	$1 - \frac{z_2}{z_1}$	z_1	z_2
7~8	4	28~32	25~27	2~3	50~81
9~13	3~4	27~52	28~40	1~2	28~80
14~24	2~3	28~72	≥ 40	1	≥ 40

(3) 蜗杆的基本尺寸和参数(表 3-24)

表 3-24 蜗杆的基本尺寸和参数(GB/T 10085-1988)

模数 m /mm	轴向齿距 p_x /mm	分度圆直径 d_1 /mm	头数 z_1	直径系数 q	齿顶圆直径 d_a /mm	齿根圆直径 d_f /mm	分度圆柱导程角 γ	说明
1	3.141	18	1	18.000	20	15.6	3°10'17"	自锁
1.25	3.927	20	1	16.000	22.5	17	3°34'35"	
		22.4	1	17.920	24.9	19.4	3°11'38"	自锁
1.6	5.027	20	1	12.500	23.2	16.16	4°34'26"	
			2				9°05'25"	
			4				17°44'41"	
		28	1	17.500	31.2	24.16	3°16'14"	自锁
2	6.283	(18)	1	9.000	22	13.2	6°20'25"	
			2				12°31'44"	
			4				23°57'45"	
		22.4	1	11.200	26.4	17.6	5°06'08"	
			2				10°07'29"	

续表 3-24

模数 m /mm	轴向齿距 p_x /mm	分度圆直径 d_1 /mm	头数 z_1	直径系数 q	齿顶圆直径 d_{a1} /mm	齿根圆直径 d_{f1} /mm	分度圆柱导程角 γ	说明
2	6.283	22.4	4	11.200	26.4	17.6	19°39'14"	
			6				28°10'43"	
		(28)	1	14.000	32	23.2	4°05'08"	
			2				8°07'48"	
			4				15°56'43"	
		35.5	1	17.750	39.5	30.7	3°13'28"	自锁
2.5	7.854	(22.4)	1	8.960	27.4	16.4	6°22'06"	
			2				12°34'59"	
			4				21°03'26"	
		28	1	11.200	33	22	5°06'08"	
			2				10°07'29"	
			4				19°39'14"	
			6				28°10'43"	
		(35.5)	1	14.200	40.5	29.5	4°01'42"	
			2				8°01'02"	
			4				15°43'55"	
		45	1	18.000	50	39	3°10'47"	自锁
		3.15	9.896	(28)	1	8.889	34.3	20.4
2	12°40'49"							
4	24°13'40"							
35.5	1			11.270	41.8	27.9	5°04'15"	
	2						10°03'48"	
	4						19°32'29"	
	6						28°01'50"	
(45)	1			14.286	51.3	37.4	4°00'15"	

续表 3-24

模数 m /mm	轴向齿距 p_x /mm	分度圆直径 d_1 /mm	头数 z_1	直径系数 q	齿顶圆直径 d_{at} /mm	齿根圆直径 d_{f1} /mm	分度圆柱 导程角 γ	说明		
3.15	9.896	(45)	2	14.286	51.3	37.4	7°58'11"			
			4				15°38'32"			
		56	1	17.778	62.3	48.4	3°13'10"	自锁		
4	12.566	(31.5)	1	7.875	39.5	21.9	7°14'13"			
			2				14°15'00"			
			4				26°55'40"			
		40	1	10.000	48	30.4	5°42'38"			
			2				11°18'36"			
			4				21°48'05"			
			6				30°57'50"			
		(50)	1	12.500	58	40.4	4°34'26"			
			2				9°05'25"			
			4				17°44'41"			
		71	1	17.750	79	61.4	3°13'28"	自锁		
		5	15.708	(40)	1	8.000	50	28	7°07'30"	
					2				14°02'10"	
4	26°33'54"									
50	1			10.000	60	38	5°42'38"			
	2						11°18'36"			
	4						21°48'05"			
	6						30°57'50"			
(63)	1			12.600	73	51	4°32'16"			
	2						9°01'10"			
	4						17°36'45"			
(90)	1			18.000	100	78	3°10'47"	自锁		

续表 3-24

模数 m /mm	轴向齿距 p_x /mm	分度圆直径 d_1 /mm	头数 z_1	直径系数 q	齿顶圆直径 d_{a1} /mm	齿根圆直径 d_{f1} /mm	分度圆柱 导程角 γ	说明
6.3	19.792	(50)	1	7.936	62.6	34.9	$7^{\circ}10'53''$	
			2				$14^{\circ}08'39''$	
			4				$26^{\circ}44'53''$	
		63	1	10.000	75.6	47.9	$5^{\circ}42'38''$	
			2				$11^{\circ}18'36''$	
			4				$21^{\circ}48'05''$	
			6				$30^{\circ}57'50''$	
		(80)	1	12.698	92.6	64.8	$4^{\circ}30'10''$	
			2				$8^{\circ}57'02''$	
			4				$17^{\circ}29'04''$	
		112	1	17.778	124.6	96.9	$3^{\circ}13'10''$	自锁
		8	25.133	(63)	1	7.875	79	43.8
2	$14^{\circ}15'00''$							
4	$26^{\circ}53'40''$							
80	1			10.000	96	60.8	$5^{\circ}42'38''$	
	2						$11^{\circ}18'36''$	
	4						$21^{\circ}48'05''$	
	6						$30^{\circ}57'50''$	
(100)	1			12.500	116	80.8	$4^{\circ}34'26''$	
	2						$9^{\circ}05'25''$	
	4						$17^{\circ}44'41''$	
140	1			17.500	156	120.8	$3^{\circ}16'14''$	自锁
10	31.416			(71)	1	7.100	91	47
		2	$15^{\circ}43'55''$					
		4	$29^{\circ}23'46''$					

续表 3-24

模数 m /mm	轴向齿距 p_x /mm	分度圆直径 d_f /mm	头数 z_1	直径系数 q	齿顶圆直径 d_{a1} /mm	齿根圆直径 d_{f1} /mm	分度圆柱 导程角 γ	说明		
10	31.416	90	1	9.000	110	66	6°20'25"			
			2				12°31'44"			
			4				23°57'45"			
			6				33°41'24"			
		(112)	1	11.200	132	88	5°06'08"			
			2				10°07'29"			
			4				19°39'14"			
		160	1	16.000	180	136	3°34'35"			
		12.5	39.270	(90)	1	7.200	115	60	7°50'26"	
					2				15°31'27"	
4	29°03'17"									
112	1			8.960	137	82	6°22'06"			
	2						12°34'59"			
	4						24°03'26"			
(140)	1			11.200	165	110	5°06'08"			
	2						10°07'29"			
	4						19°39'14"			
200	1			16.000	225	170	3°34'35"			
16	50.265			(112)	1	7.000	114	73.6	8°07'48"	
					2				15°56'43"	
					4				29°41'42"	
		140	1	8.750	172	101.6	6°31'11"			
			2				12°52'30"			
			4				24°34'02"			
		(180)	1	11.250	212	141.6	5°04'47"			

续表 3-24

模数 m /mm	轴向齿距 p_x /mm	分度圆直径 d_i /mm	头数 z_1	直径系数 q	齿顶圆直径 d_{a1} /mm	齿根圆直径 d_{f1} /mm	分度圆柱 导程角 γ	说明		
16	50.265	(180)	2	11.250	212	141.6	10°04'50"			
			4				19°31'23"			
		250	1	15.625	282	211.6	3°39'43"			
20	62.832	(140)	1	7.000	180	92	8°07'48"			
			2				13°56'43"			
			4				29°44'42"			
		160	8.000	200	112	1	7°07'30"			
						2	11°02'10"			
						4	26°33'54"			
		(221)	11.200	264	176	1	5°06'08"			
						2	10°07'29"			
						4	19°39'14"			
		315	1	15.750	357	267	3°37'59"			
		25	78.510	(180)	1	7.200	230	120	7°54'26"	
					2				15°31'27"	
4	27°03'17"									
200	8.000			250	140	1	7°07'30"			
						2	14°02'10"			
						4	26°33'54"			
(280)	11.200			330	220	1	5°06'08"			
						2	10°07'29"			
						4	19°39'14"			
400	1			16.000	450	340	3°31'35"			

注：1. 括号中的数字尽可能不采用。

2. 本表中所指的自锁是导程角 γ 小于 $3^\circ 30'$ 的圆柱蜗杆。

(4) 蜗杆副精度等级及应用范围(表 3-25)

表 3-25 蜗杆副精度等级及应用范围

序号	精度等级范围	应用范围	序号	精度等级范围	应用范围
1	1~5 级	测量蜗杆	8	5~7 级	冶金机械升降机构
2	1~3 级	分度蜗轮母机的分度转动	9	6~9 级	起重运输机械、电梯的曳引装置
3	3~5 级	齿轮机床的分度转动	10	6~8 级	通用减速器
4	1~4 级	高精度分度装置	11	6~8 级	纺织机械传动装置
5	3~5 级	一般分度装置	12	9~12 级	舞台升降装置
6	5~8 级	机床进给、操纵机构	13	9~12 级	煤气发生炉调速装置
7	5~8 级	化工机械调速传动	14	9~12 级	塑料蜗杆、蜗轮

第四章 铣削用刀具

一、铣刀

(一) 高速钢铣刀

1. 铣刀切削部分几何角度(图4-1、表4-1)

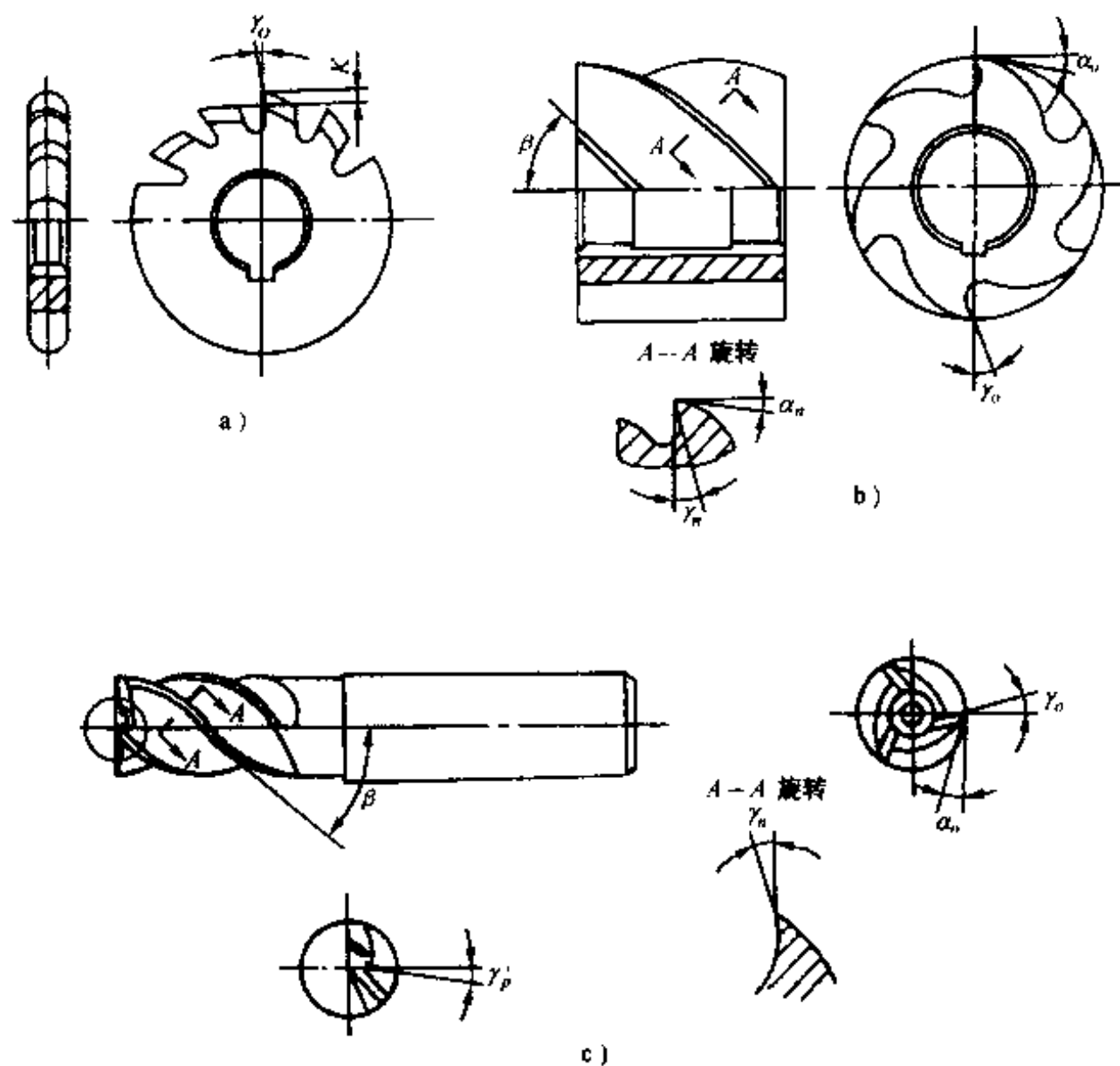
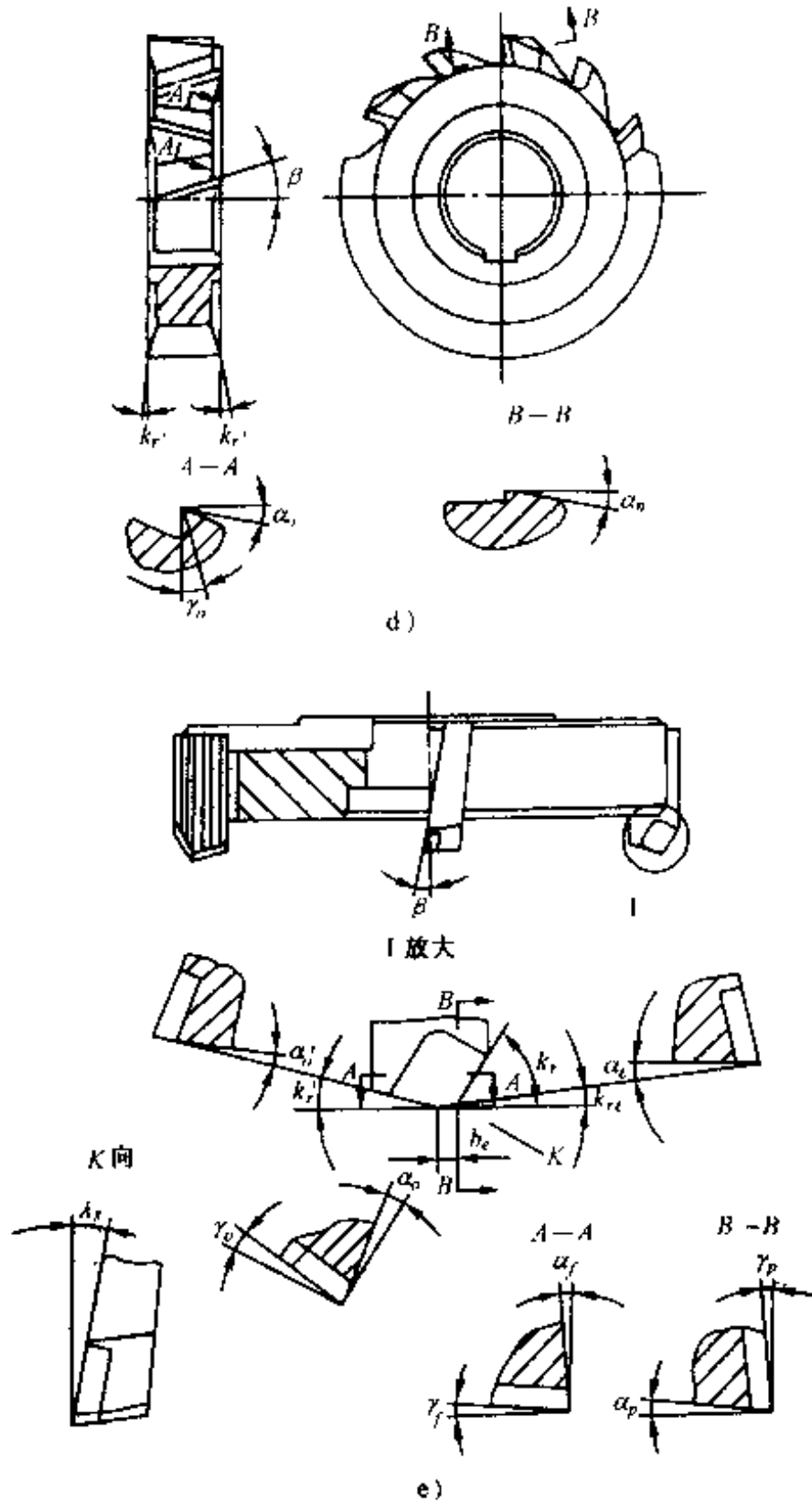


图4-1 各类铣刀几何角度及代号



a) 凸半圆铣刀 b) 圆柱形铣刀 c) 立铣刀 d) 错齿三面刃铣刀 e) 端面铣刀
 γ_n 前角 γ_p 切深前角 γ_f 进给前角 γ_n 法向前角 γ'_p 副切深前角 α_n 后角
 α'_n 副后角 α_p 切深后角 α_f 进给后角 α_n 法向后角 α_e 过渡刃后角 κ_r 主偏角
 κ'_r 副偏角 κ_{rt} 过渡刃偏角 λ 刃倾角 β 刀体上刀齿槽斜角 b_e 过渡刃宽度
 K 铲背量

图 4-1(续)

表4-1 高速钢铣刀角度及选用

(°)

加工材料		端铣刀圆柱形铣刀盘铣刀立铣刀	切槽铣刀、切断铣刀		成形铣刀、角度铣刀		注
			≤3mm	>3mm	粗铣	精铣	
碳钢及合金钢 σ_b /MPa	≤600	20			15	10	1) 用圆柱形铣刀铣削 $\sigma_b < 600\text{MPa}$ 钢料, 当刀齿螺旋角 $\beta > 30^\circ$ 时, 取 $\gamma_o = 15^\circ$ 2) 当 $\gamma_o > 0^\circ$ 的成形铣刀铣削精密轮廓时, 铣刀外形需要修正 3) 用端铣刀铣削耐热钢时, 前角取表中较大值; 用圆柱形铣刀铣削时, 则取较小值
	600~1000	15	5	10		5	
	>1000	10			10		
耐热钢		10~15		10~15	5		
铸铁, HBS	≤150	15			15		
	150~220	10	5	10	10	5	
	>220	5					
铜合金		10	5	10	10	5	
铝合金		25	25	25			
塑料		6~10	8	10			

(2) 后角、偏角及过渡刃长度								
铣刀类型		α_o	α'_o	κ_r	κ'_r	κ_{rc}	b_r /mm	注
端铣刀	细齿	16	8	90	1~2	45	1~2	1) 端铣刀 κ_r 主要按工艺系统刚性选取。系统刚性较好, 铣削余量较小时, 取 $\kappa_r = 30^\circ \sim 45^\circ$; 中等刚性而余量较大时, 取 $\kappa_r = 60^\circ \sim 75^\circ$; 铣削相互垂直表面的端铣刀, 取 $\kappa_r = 90^\circ$ 2) 用端铣刀铣削耐热钢时, 取 $\kappa_r = 30^\circ \sim 60^\circ$ 3) 刃磨铣刀时, 在后刀面上可沿刀刃留一刃带, 其宽度不得超过 0.1mm, 但槽铣刀和切断铣刀(圆锯)不留刃带
	粗齿	12		30~90		15~45		
圆柱形铣刀	整体细齿	16	8	—	—	—		
	粗齿及镶齿	12						
两面刃及三面刃铣刀	整体	20	6	—	1~2	45	1~2	
	镶齿	16						
切槽铣刀		20			1~2			
切断铣刀 ($L > 3\text{mm}$)		20			0.25~1	45	0.5	
立铣刀		14	18		3	45	0.5~1.0	
成形铣刀及角度铣刀	夹齿	16	8	—	—	—		
	铲齿	12						
键槽铣刀	$d_o \leq 16\text{mm}$	20	8	—	1.5~2	—	—	
	$d_o > 16\text{mm}$	16						

续表 4-1

(°)

(3) 螺旋角

铣刀类型		β	铣刀类型		β	
端铣刀	整体	25~40	盘铣刀	两面刃	15	
	镶齿	10		三面刃	8~15	
圆柱形铣刀	细齿	30~45		错齿三面刃	10~15	
	粗齿	40		镶齿 三面刃	$L > 15\text{mm}$	12~15
	镶齿	20~45		$L < 15\text{mm}$	8~10	
立铣刀		30~45		组合齿三面刃		15
键槽铣刀		15~25				

2. 铣刀磨钝标准及耐用度

(1) 铣刀磨钝标准(表 4-2)

表 4-2 铣刀磨钝标准

铣刀类型		后刀面最大磨损限度/mm					
		钢和铸钢		耐热钢		铸 铁	
		粗铣	精铣	粗铣	精铣	粗铣	精铣
圆柱形铣刀 和圆盘铣刀		0.4~0.6	0.15~0.25	0.5	0.20	0.50~0.80	0.20~0.30
端铣刀		1.2~1.8	0.3~0.5	0.70	0.50	1.5~2.0	0.30~0.50
立铣 刀	$d_0 \leq 15\text{mm}$	0.15~0.20	0.1~0.15	0.50	0.40	0.15~0.20	0.10~0.15
	$d_0 > 15\text{mm}$	0.30~0.50	0.20~0.25			0.30~0.50	0.20~0.25
切槽铣刀和 切断铣刀		0.15~0.20	-	--	--	0.15~0.20	-
成形 铣刀	尖 齿	0.60~0.70	0.20~0.30	--	--	0.6~0.7	0.2~0.3
	铲 齿	0.30~0.4	0.20	--	--	0.3~0.4	0.2
扇形圆锯片		0.5~0.7		--		0.6~0.8	

续表 4-2

硬质合金铣刀					
铣刀类型		后刀面最大磨损限度/mm			
		钢和铸钢		铸 铁	
		粗 铣	精 铣	粗 铣	精 铣
圆柱形铣刀		0.5~0.6		0.7~0.8	
圆盘铣刀		1.0~1.2		1.0~1.5	
端 铣 刀		1.0~1.2		1.5~2.0	
立铣刀	带整体刀头	0.2~0.3		0.2~0.4	
	镶螺旋形刀片	0.3~0.5		0.3~0.5	

注 1. 上表适于铣削钢的 YT5、YT14、YT15 和铣削铸铁的 YG8、YG6 与 YG3 硬质合金铣刀。

2. 铣削奥氏体不锈钢时,许用的后刀面最大磨损量为 0.2~0.4mm。

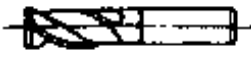
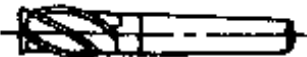



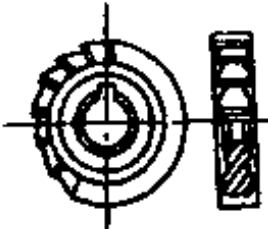
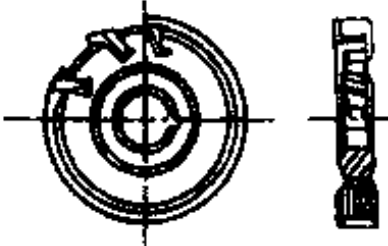
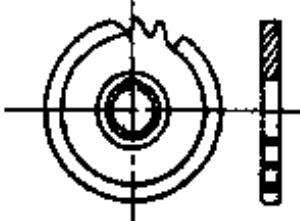
(2) 铣刀耐用度(表 4-3)

表 4-3 铣刀耐用度 T (min)

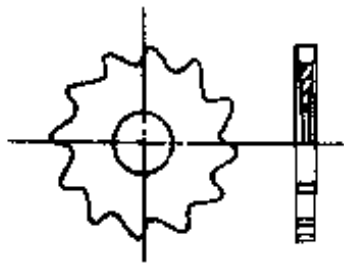
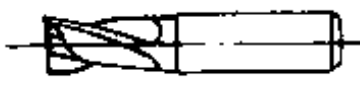
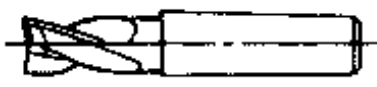
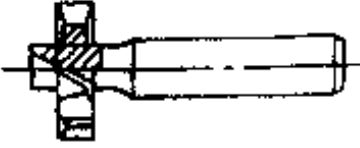
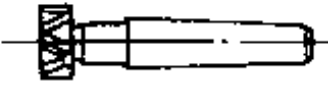
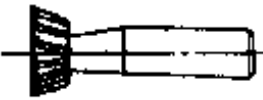
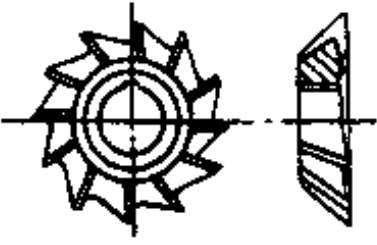
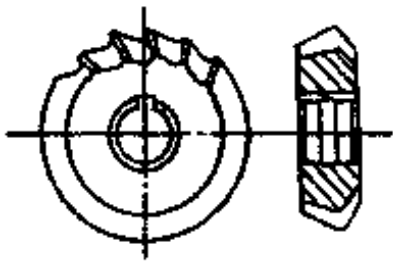
铣刀直径 d_0 /mm \leq		25	40	63	80	100	125	160	200	250	315	400	
高速 钢 铣 刀	细齿圆柱形铣刀	—		120	180		—						
	镶齿圆柱形铣刀	—			180				—				
	圆盘铣刀	—			120		150		180	240	—		
	端铣刀	—	120	180				240		—			
	立铣刀	60	90	120	—								
	切槽铣刀、切断铣刀	—			60	75	120	150	180	—			
	成形铣刀、角铣刀	—	120			180		—					
硬 质 合 金 铣 刀	端铣刀	—			180				240	300	420	—	
	圆柱形齿刀	—			180				—				
	立铣刀	90	120	180	—								
	圆盘铣刀	—			120	150	180	240	—				

3. 铣刀的种类、标准代号和用途(表 4-4)

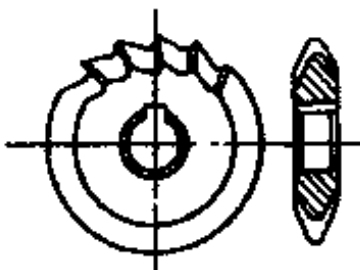
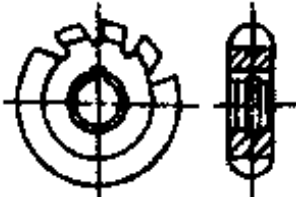
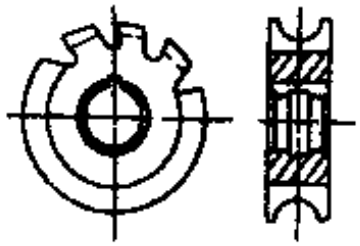
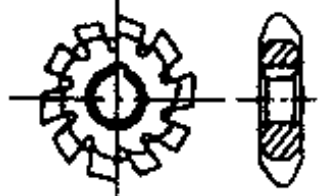
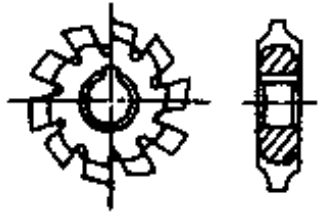
表4-4 铣刀的种类、标准代号和用途

标准代号	品种	简图	用途
GB/T 6117.1—1996	直柄立铣刀		用于铣削平面和台阶。该铣刀分细齿和粗齿两种。细齿用于半精铣平面和台阶；粗齿用于粗铣平面和台阶
GB/T 6117.2 1996	锥柄立铣刀		用于铣削平面和台阶。该铣刀分细齿和粗齿两种。细齿用于半精铣平面和台阶；粗齿用于粗铣平面和台阶
GB/T 1114.1~1114.2 1998	套式立铣刀		用于半精铣平面
JB/T 7954 1995	镶齿套式面铣刀		用于铣切较宽的平面。刀齿磨损后,可以调节径向伸出量
GB/T 1115·1985	圆柱形铣刀		用于铣削平面。圆柱形铣刀分细齿和粗齿两种。细齿用于半精铣平面,粗齿用于粗铣平面
GB/T 6119.1—1996	三面刃铣刀		用于加工凹槽和台阶。该铣刀分直齿和错齿两种。直齿用于半精铣凹槽和台阶,错齿用于粗铣凹槽和台阶
JB/T 7953—1995	镶齿三面刃铣刀		用于加工凹槽和台阶。刀齿磨损后,铣刀宽度可以调整
GB/T 6120 1996	锯片铣刀		用于铣削窄而深的槽或锯断工作。分细齿、中齿和粗齿三种。细齿适用于铣削黑色金属,粗齿适用于铣削轻金属

续表 4-4

标准代号	品种	简图	用途
GB/T 1119 · 1985	尖齿槽铣刀		用于加工 H9 级轴槽
GB/T 1112.1 · 1997 GB/T 1112.3 · 1997	直柄键槽铣刀		用于加工圆头封闭或半封闭式的键槽。键槽铣刀在圆周上及端面上都有切削刃,工作时它能垂直进给及沿轴向进给
GB/T 1112.2 ~ 1112.3 · 1997	排槽键槽铣刀		
GB/T 1127 · 1997	半圆键槽铣刀		用于铣削半圆键槽
GB/T 6124.1--1996 GB/T 6124.2--1996	T形槽铣刀		用于加工 T 形槽
GB/T 6338--1986 GB/T 6339 1986	燕尾槽铣刀		用于加工燕尾槽
GB/T 6128.1 · 1996	单角铣刀		用于铣切角度槽
GB/T 6128.2 · 1996	不对称双角铣刀		用于加工各种刀具的刃沟

续表 4-4

标准代号	品种	简图	用途
GB/T 6128.3-1996	对称双角铣刀		用于加工有螺旋沟的尖齿及铲齿铣刀的刃沟
GB/T 1124.2-1996	凸半圆铣刀		用于铣削半圆槽
GB/T 1124.1-1996	凹半圆铣刀		用于铣削凸半圆形的工件
JB/T 7970.1-1995	盘形齿轮铣刀		主要用于加工精度较低的直齿圆柱齿轮,有时也用于加工斜齿圆柱齿轮、齿条以及有空刀槽的人字齿轮
	盘形直齿锥齿轮铣刀		用于加工精度较低的直齿圆锥齿轮。为与齿轮铣刀区别,在铣刀端面上标有“ \ominus ”标记
	链轮铣刀		用于加工套筒滚子链链轮

4. 常用高速钢铁刀规格尺寸

(1) 立铣刀

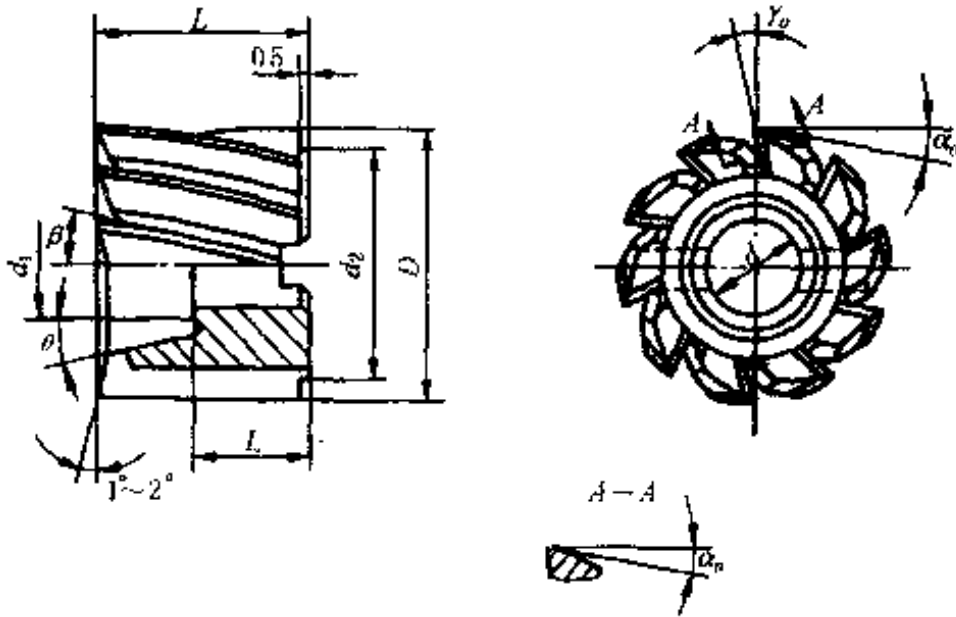
① 直柄立铣刀(表 4-5)

续表 4-6

基本尺寸	极限偏差 js14	L(js16)		I		I		I		参考									
		标准型		长型		标准型		长型		莫氏锥柄号	β	γ_n	γ_f	γ_o	a_o	$\frac{f}{mm}$	齿数		
		I	I	I	I	基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	极限偏差 js16								粗齿	中齿	细齿
9	±0.18	89	108	19	±0.65	38	±0.80	1	16°	0.6	16°	16°	16°	0.6	3	4	5	6	
10		92	115	22		45													5
11	±0.215	96	123	26	±0.80	53	±0.95	2	14°	0.8	14°	14°	14°	0.8	3	4	5	6	
12		111	138	32		63													5
14	±0.26	117	148	38	±0.80	75	±1.10	3	13° ~ 45°	10°	10°	10°	10°	1	4	6	8	8	
16		123	160	45		90													5
18	±0.31	140	177	53	±1.10	106	±1.10	4	12°	1	12°	12°	12°	1	4	6	8	8	
20		147	192	53		106													5
22	±0.31	155	208	53	±1.10	106	±1.10	4	12°	1	12°	12°	12°	1	4	6	8	8	
25		178	231	53		106													5
28	±0.31	178	231	53	±1.10	106	±1.10	4	12°	1	12°	12°	12°	1	4	6	8	8	
32		155	208	53		106													5
36	±0.31	178	231	53	±1.10	106	±1.10	4	12°	1	12°	12°	12°	1	4	6	8	8	
36		178	231	53		106													5

③ 套式立铣刀(表4-7)

表4-7 套式立铣刀(GB/T 1114.1~1114.2 1998)



D		L		l		d		参 考							
mm															
基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差 H7	d_{1min}	d_{2min}	θ	γ_n	α_n	α_n	β	齿数
								mm							
40	± 0.80	32	± 0.8	18	+1 0	16	± 0.018 0	23	33	—					6~8
50		36		20		22	30	41							
63	± 0.95	40	22	27		± 0.021 0	38	49	5°	10°	8°	5°	15°	8~10	
80		45	25	32		45	59	15°		12°	8°	25°			
100	± 1.10	50	± 0.95	28		40	± 0.025 0	56	71	10°					10~12
125	± 1.25	56		31		50	67	91	12~14						
160		63		50		67	91	14~16							

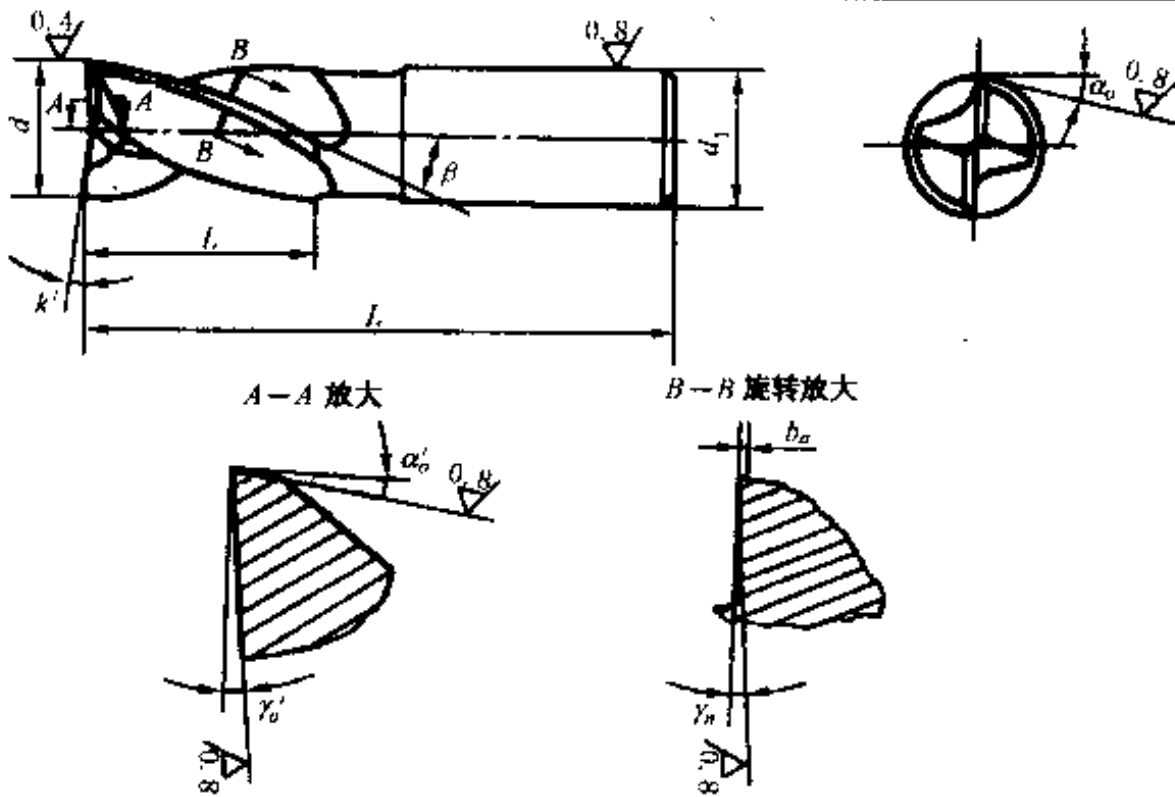
注：按用户要求也可制成左切削的铣刀。

(2) 键槽铣刀

① 直柄键槽铣刀(表4-8)

表 4-8 直柄键槽铣刀 (GB/T 1112.1~1112.3-1997)

(mm)



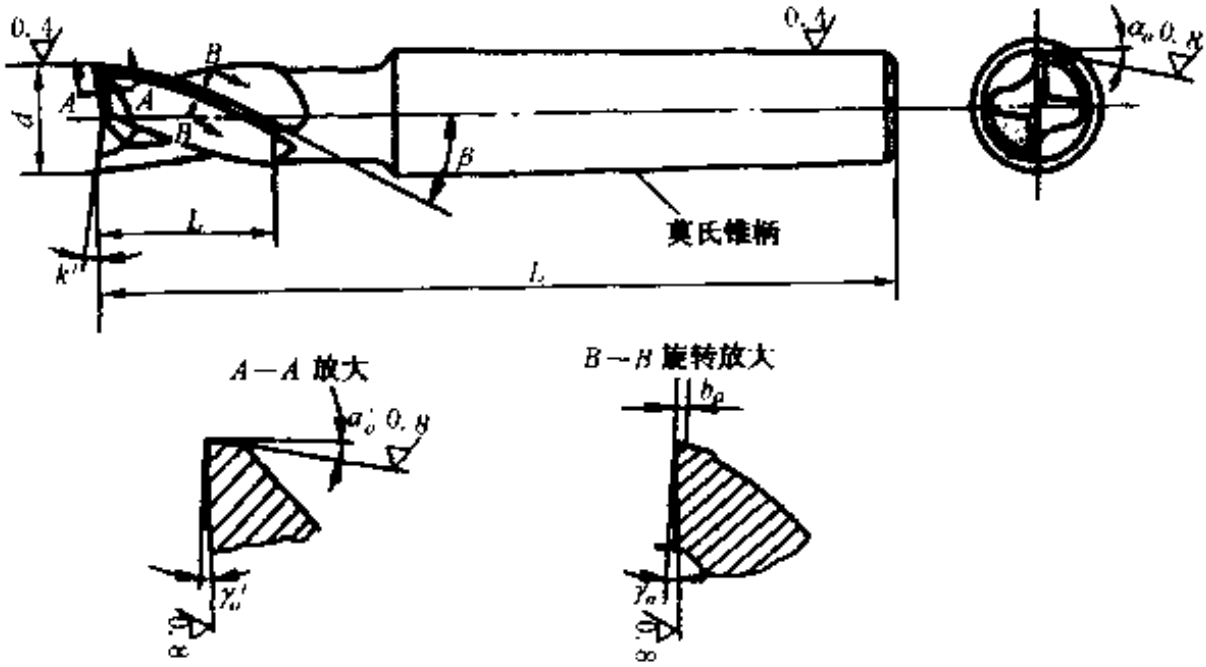
公称尺寸	d		L		l		d ₁		β	γ _n	γ _s	α ₀	α _n	κ'	b _n
	极限偏差	公差带	公称尺寸	极限偏差	公称尺寸	极限偏差	公称尺寸	极限偏差							
2	-0.014	e8	30	0	4	0	3	4*	0	0					
3	-0.028	d8	32	-1.30	5	-0.75	-0.014 - 0.018							18°	
4			36	0	7	0	4		5°	6°	12°			1°30'	
5	-0.020		40	-1.60	8	-0.90	5	0						16°	
6	-0.038		45		10		6	-0.018							
8	-0.025		50	-1.60	14	0	8	0	20°						0.10
10	-0.047		60		18	-1.10	10	-0.022							
12			65		22		12								
14	-0.032		70	-1.90	24	-1.30	14	12*	0	10°	8°	14°	14°	2°	
16	-0.059		75		28		16	-0.027							
18			80		32	0	18	16*							
20	-0.040		85	0	36	-1.60	20	0							0.15
	-0.073			-2.20				-0.033							

* 为国际标准规定,应优先采用。

② 锥柄键槽铣刀(表 4-9)

表 4-9 锥柄键槽铣刀(GB/T 1112.2~1112.3 -1997)

(mm)

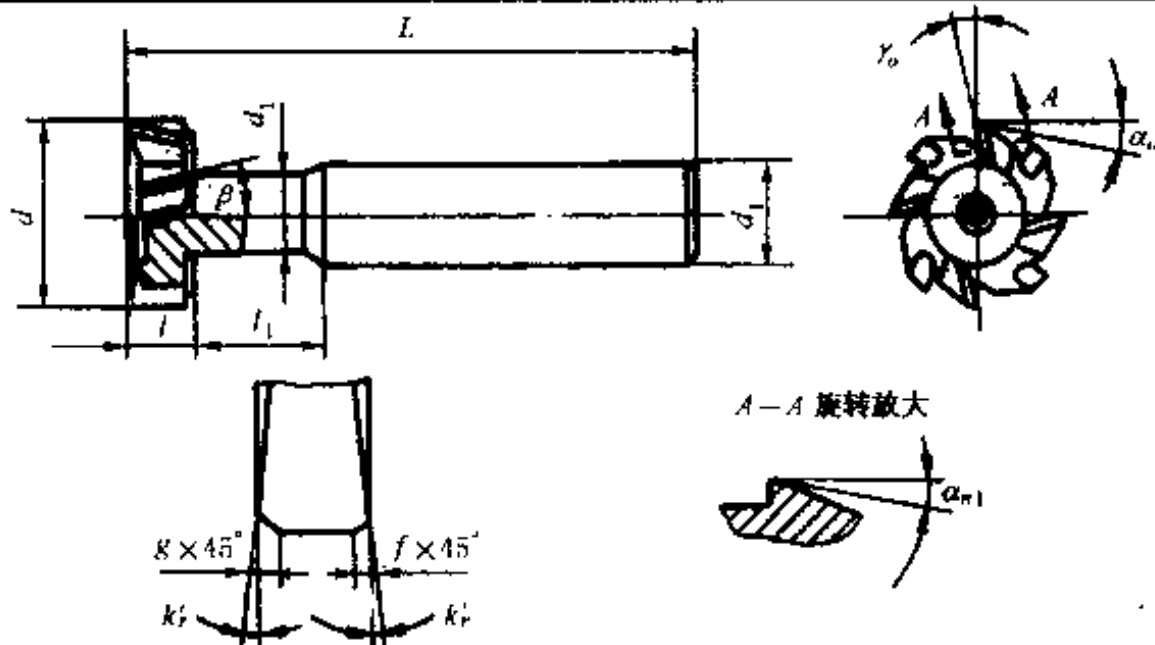


公称尺寸	d		L		l		莫氏锥柄(号)	β	γ_n	γ_s	α_c	α_n	κ'	b_p
	极限偏差		公称尺寸	极限偏差	公称尺寸	极限偏差								
14			110		24	0	2				14°			0.10
16	-0.032	-0.050	115	0	28	-1.30								
18	-0.059	-0.077	120	-2.20	32									
20			125		36	0	3	20°	10°	8°	14°		0.15	
22	-0.040	-0.065	145	0	40	-1.60								
25	-0.073	-0.098	150	-2.50	45									
28			155		50		4				12°			
32			185		55									
36			190	0	60	0								
40	-0.050	-0.080	195	-2.90	65	-1.90								
45	-0.089	-0.119												
50														

(3) T形槽铣刀

① 直柄T形槽铣刀(表4-10)

表4-10 直柄T形槽铣刀(GB/T 6124.1-1996)

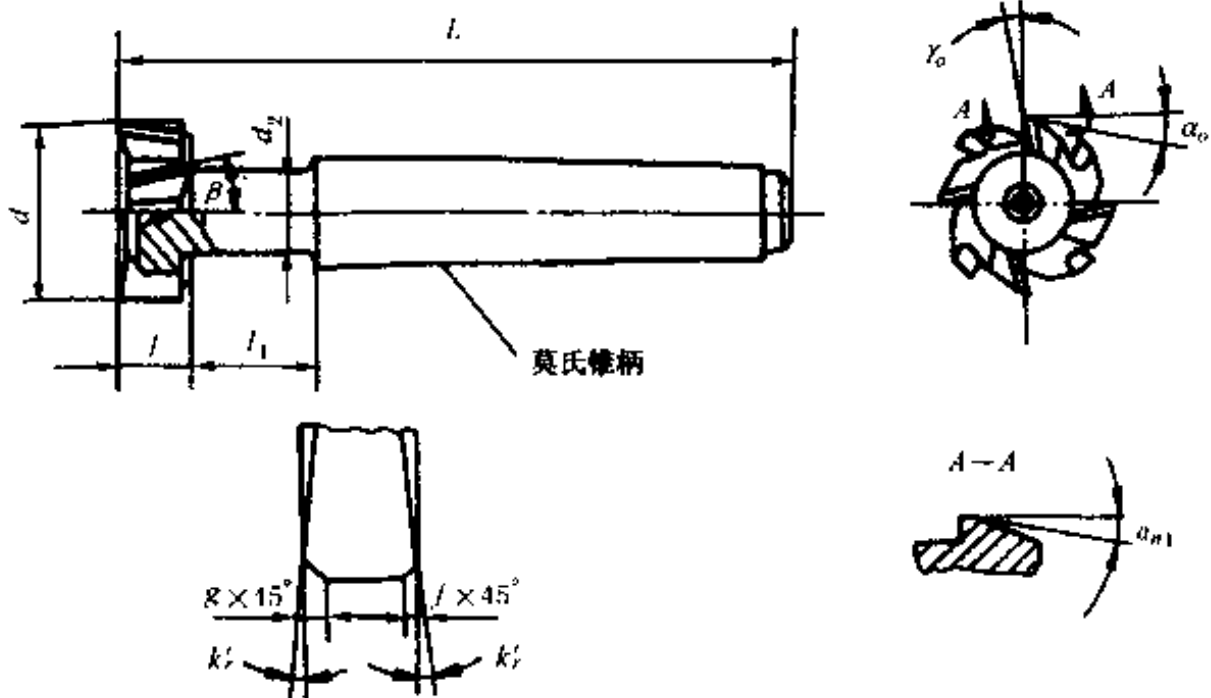


T形槽 基本 尺寸 /mm	d		l		L		d ₁	d ₂	l ₁	f	g	参 考						
	mm																	
	基本 尺寸	极限 偏差 h12	基本 尺寸	极限 偏差 h12	基本 尺寸	极限 偏差 js16	基本 尺寸	极限 偏差 h8	max	min	max	min	β	γ _o	α _o	α _{n1}	κ _r	齿 数
5	11		3.5	0	53.5			4	10									4
6	12.5	0	6	-0.120	57		10	5	11									
8	16	-0.180	8	0	62	±0.95		7	14		1							
10	18		8	-0.150	70		12	8	17									
12	21	0	9		74			10	20								6	
14	25	-0.210	11	0	82		16	12	23									
(16)	29		12.5	0	85			13	24.3		1.6		10°	10°	14°	8°		1°30'
18	32		14	-0.180	90	±1.10		15	28									
(20)	36	0	15.5		101			17	29.5								8	
22	40	-0.250	18	0	108		25	19	34		1							
(24)	45		20		112			21	36									
28	50		22	0	124			25	42		2.5							
(32)	57	0	24	-0.210	131	±1.25	32	28	47								10	
36	60	-0.30	28		139			30	51									

注：T形槽的基本尺寸按GB/T 158--1996《机床工作台 T形槽和相应螺栓》，括号内的尺寸尽量不采用。

② 莫氏锥柄T形槽铣刀(表4-11)

表4-11 莫氏锥柄T形槽铣刀(GB/T 6124.2 1996)



T形槽 基本 尺寸 /mm	d		l		L		d ₂	l ₁	f	g	莫氏 锥柄 号	参 考					
	基本 尺寸	极限 偏差 h12	基本 尺寸	极限 偏差 h12	基本 尺寸	极限 偏差 js16	mm					β	γ _o	α _o	α _{n1}	κ _i	齿 数
							max	min	max	min							
10	18	0 -0.180	8	0 -0.150	82		8	17		1	1						6
12	20	0 -0.210	9	0 -0.180	98	±1.10	10	20	0.6	1							
14	25		11		103		12	23			1.6	2					
(16)	29	12.5	105	13	24.5	1	3	10°	10°	14°			8°	1°30'	8		
18	32	14	111	15	28												
(20)	36	0 -0.250	15.5	0 -0.210	130	±1.25	17	29.5	1	2.5							
22	40		18		138		19	34									
(24)	45	20	140	21	36	4	28	47	4	10							
28	50	22	173	25	42												
32	57	0 -0.300	24	0 -0.210	180	±1.45	30	51	1.6	4	5					12	
36	60		28		188		36	58									
42	72	35	229	42	64	2	6	2	6								
48	85	40	240	44	71												
54	95	-0.350	44	0 -0.250	251	±1.60	44	71	2	6							

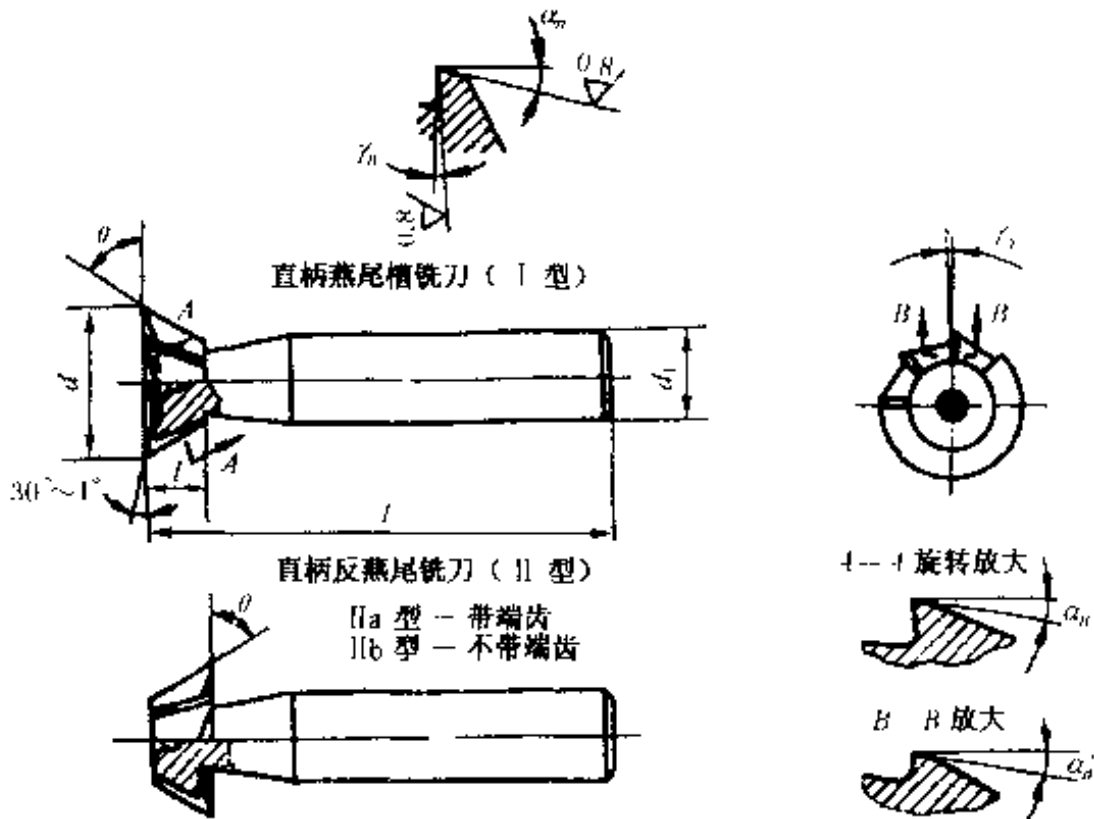
注：1. T形槽的基本尺寸按GB/T 158-1996《机床工作台 T形槽和相应螺栓》，括号内的尺寸尽量不采用。

续表 112

键的基本尺寸 (宽×直径) (mm×mm)	d/mm		b/mm		L/mm		d ₁ /mm		铣刀 型式	β	γ _n , α _n	κ	内 数	
	基本 尺寸	极限 偏差	基本 尺寸	极限 偏差	基本 尺寸	极限 偏差	基本 尺寸	极限 偏差						
3×16	16.9	0	3	0.014 -0.028	60	1.90	10	10	I		3°			
4×16			4											
5×16			5											
1×19	20.10	0	1	0.020	60	1.90	10	10	I		12°	15°	20'	8
5×19			5	0.038										
6×19			6											
6×22	23.20	0	6		60	1.90	12	15	II		12°	10°		
8×22														
10×32	33.90	0	10	0.047	60								30'	10

(5) 直柄燕尾槽铣刀和直柄反燕尾槽铣刀(表 4-13)

表 4-13 直柄燕尾槽铣刀和直柄反燕尾槽铣刀(GB T 6338-1986)



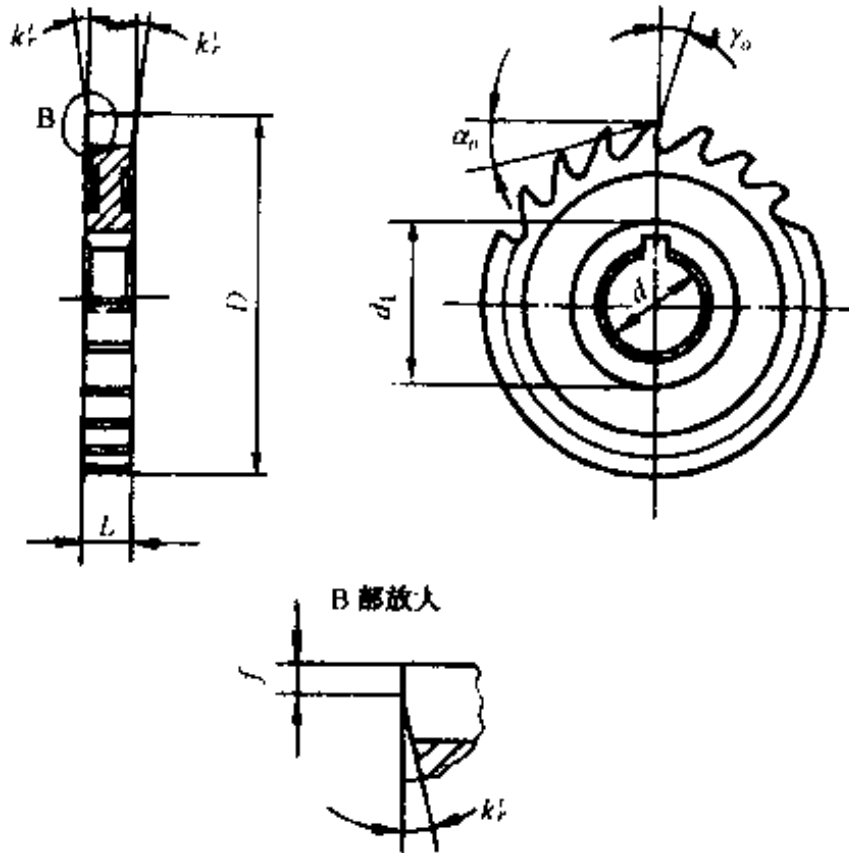
续表 4-13

d/mm		θ		l/mm		L'/mm		d ₁ /mm		型式	参 考			
基本尺寸	极限偏差 js16	基本角度	极限偏差	基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	极限偏差 h8		γ_n	a_n	a_n'	齿数
mm														
16	±0.55	45°		4	±0.375	60		12		I 和 II				6~8
20	±0.65			5		63								8~10
25				6.3	67	10~12								
32	±0.80			8	±0.45	71								16
16	±0.55	50°		5	±0.375	60		12		I	0° ~ 3°	10° 5°		6~8
20	±0.65			6.3	63	8~10								
25				8	±0.45	67								10~12
32	±0.80			10	71	16								12~14
16	±0.55	55°	±30'	6.3	±0.45	60	±0.95	12	0 -0.027	I				6~8
20	±0.65			8		63								8~10
25				10		67								10~12
32	±0.80			12.5		±0.55								71
16	±0.55	60°		6.3	±0.45	60		12		I 和 II				6~8
20	±0.65			8		63								8~10
25				10		67								10~12
32	±0.80			12.5		±0.55								71

(6) 槽铣刀

① 尖齿槽铣刀(表 4-14)

表 4-14 尖齿槽铣刀(GB/T 1119 1985)



D/mm		L/mm		d/mm		参 考					
基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	极限偏差 k8	基本尺寸	极限偏差 H7	d_1	f	γ_0	α_0	κ_r	齿数
						min					
50	±0.80	4	+0.018 0	16	+0.018 0	27	0.51	15°	12°	1°	14
		5									
		6									
		7	+0.022 0								
		8									
		10									
63	±0.95	4	+0.018 0	22	+0.021 0	34					16
		5									
		6									
		7	+0.022 0								

续表 133

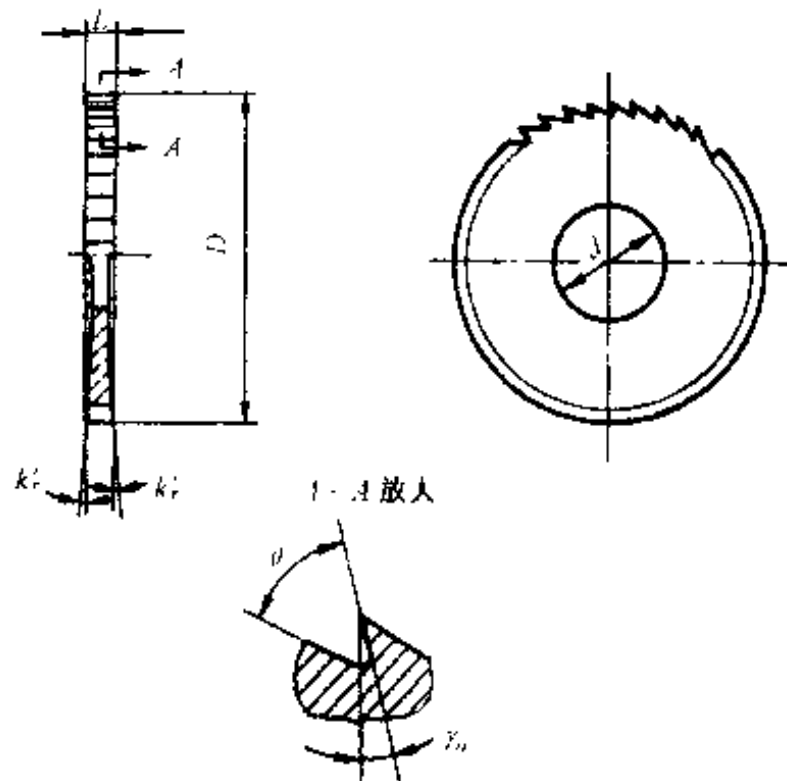
D mm		L mm		d mm		参 考					
基本尺寸	极限偏差 js15	基本尺寸	极限偏差 k8	基本尺寸	极限偏差 H7	d_1 mm	t mm	γ	α	κ	齿数
63		8	+0.022	22		31					16
		10	0								
		12	+0.027								
		14	0								
80	+0.95	5	+0.018	27	-0.021 0	41	0.51				18
		6	0								
		7	+0.022								
		8	0								
		10									
		12									
100	+1.10	14	-0.027	32	-0.025 0	47	0.6 1.2		15°	12	1°
		16	0								
		18									
		20									
		22	-0.033 0								
		25									
		6	+0.018 0								
		7									
		8	+0.022 0								
		10									

续表 1-14

D/mm		L/mm		d/mm		参 考					
基本尺寸	极限偏差 s16	基本尺寸	极限偏差 k6	基本尺寸	极限偏差 H7	d	f	γ_a	α_n	α_s	齿数
						mm					
125	-1.10	8	+0.022	12	+0.025 0	17	0.6 ~ 1.2	15°	12°	1°	22
		10	0								
		12									
		14	+0.025								
		16	0								
		18									
		20	+0.033								
		22	0								
25											

2) 螺钉槽铣刀(表 4-15)

表 4 15 螺钉槽铣刀(JB T 8366 1996)



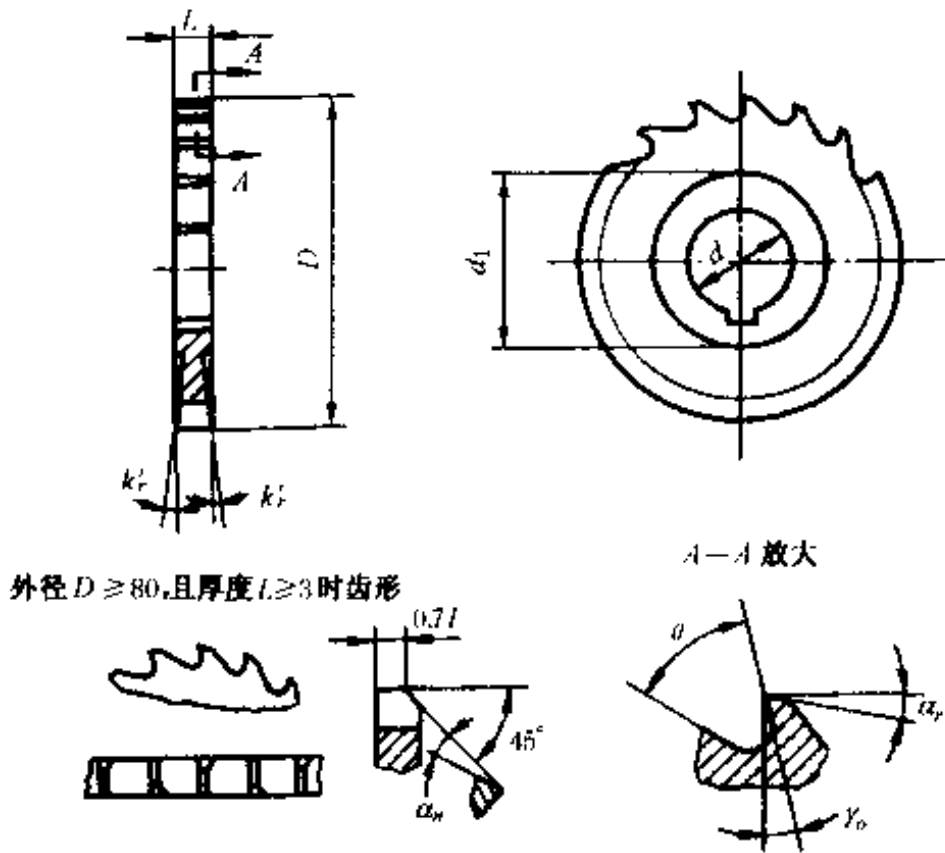
续表 4 15

D/mm		L/mm		d/mm		参 考					
基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	极限偏差		基本尺寸	极限偏差 H7	κ'	θ	γ_0	齿数	
			普通级	精密级						粗	细
60		0.40	+0.15 0.11	—	16	+0.018 0					
		0.50									
		0.60									
		0.80									
		1.00	+0.22 +0.17								
		1.20									
		1.60									
		2.00									
2.50	±0.95	0.60	+0.15 +0.11	—	22	+0.021 0	5' ~ 10'	50° ~ 60°	5°	60	72
0.80											
1.00											
1.20		+0.22 +0.17									
1.60											
2.00											
2.50											
3.00		+0.28 +0.22									
4.00											
5.00											

(7) 锯片铣刀(GB/T 6120—1996)

(i) 粗齿锯片铣刀(表 4-16)

表 4 16 粗齿锯片铣刀



D/mm		L/mm		d/mm		d ₁ /mm	参 考					
基本尺寸	极限偏差 js6	基本尺寸	极限偏差 js13	基本尺寸	极限偏差 H7		γ _o	α _n	α _r	θ	κ'	齿数
63	±0.95	0.8	±0.07	16	+0.018	—	10° ~ 15°	18°	18°	55° ~ 60°	12'	32
		1.0									24	
		1.2									24	
		1.6									25'	
		2.0									35'	
		2.5	±0.09								50'	20
		3.0										
		4.0										
		5.0										
		6.0	16									

续表 4-16

D/mm		L/mm		d/mm		$d_{1\text{mm}}$	参 考					
基本尺寸	极限偏差 js6	基本尺寸	极限偏差 js13	基本尺寸	极限偏差 H7		γ_v	α_n	α_n	θ	κ_r	齿数
80	± 0.95	0.8	± 0.07	22							40	
		1.0									12'	32
		1.2									25'	
		1.6										
		2.0										
		2.5									35'	21
		3.0	± 0.09								20	
		4.0										
		6.0										
100	± 1.1	0.8	± 0.07	22 (27)	10.021 0	34 (40)	10° ~ 15°	16° 16°	55° ~ 60°		40	
		1.0									10'	32
		1.2									20'	
		1.6										
		2.0										
		2.5									30'	24
		3.0										
		4.0										
		5.0	± 0.09								40'	20
6.0												
125	± 1.25	1.0	± 0.07								18	
		1.2									8'	10
		1.6									15'	
		2.0										
		2.5										25'
		3.0										

续表 4-16

D/mm		L/mm		d/mm		d_{mm}	参 考													
基本尺寸	极限偏差 js6	基本尺寸	极限偏差 js13	基本尺寸	极限偏差 H7		γ_r	α_r	α_s	θ	κ'	齿数								
125		1.0	± 0.09	22 (27)	10, 21 0	31 (40)	15°	18°		30'	32									
		5.0									21									
		6.0																		
160	-1.25	1.2	± 0.07							8'	18									
		1.6								12'										
		2.0								20'	19									
		2.5																		
		3.0																		
											1.0	± 0.09							25'	32
											5.0									
6.0																				
200	± 1.15	1.6	± 0.07	32	10, 125 0		10° ~ 15°	11°	11°	75'	18									
		2.0								16'										
		2.5								15'	10									
		3.0																		
				1.0	± 0.09							20'	32							
				5.0																
				6.0																
250		2.0	± 0.07							8'	51									
		2.5								12'	18									
		3.0																		
										4.0	± 0.09							15'	10	
										5.0										
										6.0										

续表 4-16

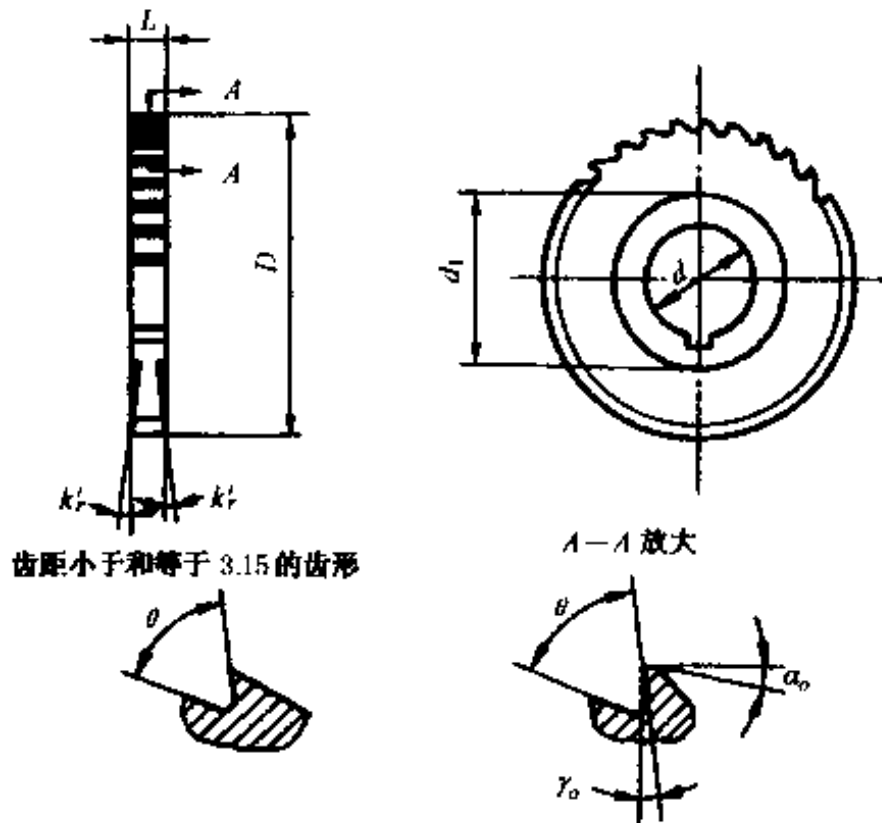
D/mm		L/mm		d/mm		$d_{1\min}$	参 考					
基本尺寸	极限偏差 js6	基本尺寸	极限偏差 js13	基本尺寸	极限偏差 H7		γ_n	α_n	θ	κ'_r	齿数	
315	± 1.45	2.5	± 0.07	40	$+0.025$ 0	80	10° ~ 15°	14°	14°	55° ~ 60°	10'	64
		3.0									12'	48
		4.0										
		5.0										
		6.0										

注：1. 括号内尺寸尽量不采用。

2. 外径 $D \geq 125\text{mm}$ ，且厚度 $L \geq 3\text{mm}$ 时，内孔应制出键槽。

② 细齿锯片铣刀(表 4-17)

表 4-17 细齿锯片铣刀



D/mm		L/mm		d/mm		$d_{1\min}$	参 考				
基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	极限偏差 js11	基本尺寸	极限偏差 H7		γ_n	α_n	θ	κ'_r	齿数
63	± 0.95	0.30	± 0.03	16	$+0.018$ 0	—	5° ~ 10°	—	55° ~ 60°	8'	128
		0.40									

续表 4-17

D/mm		L/mm		d/mm		d_{1min}	参 考							
基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	极限偏差 js11	基本尺寸	极限偏差 H7		γ_o	α_o	θ	κ'_r	齿数			
63	±0.95	0.50	±0.03	16	+0.018 0	34	5° ~ 10°	20°	55° ~ 60°	10'	128			
		0.60								100				
		0.80								12'	80			
		1.00												
		1.20												
		1.60								25'	60			
		2.00												
		2.50	±0.037	22	+0.021 0					35'	48			
		3.00								50'				
		4.00												
		5.00												
6.00	±0.037	22	+0.021 0	34	18°	50'	64							
0.50						±0.03		22	+0.021 0	5° ~ 10°	20°	55° ~ 60°	10'	128
0.60													100	
0.80													12'	80
1.00														
1.20														
1.60													25'	60
2.00														
2.50						±0.037		22	+0.021 0				35'	48
3.00													50'	
4.00														
5.00														
6.00	±0.037	22	+0.021 0	34	18°	50'	64							

续表 4-17

D/mm		L/mm		d/mm		$d_{\text{齿顶}}$	参 考																										
基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	极限偏差 js11	基本尺寸	极限偏差 H7		γ_o	α_o	θ	κ'_r	齿数																						
100	+1.1	0.6	± 0.03	22	+0.021	31	5	18°	55°	8'	160																						
		0.8								10'	60°	8'	160																				
		1.0												15'	128																		
		1.2														23'	100																
		1.6																30'	80														
		2.0																		18°	10'	64											
		2.5																					5	10°	55°	8'	160						
		3.0																										10°	60°	8'	128		
		4.0																														15'	128
		5.0																															
6.0	30'	80																															
0.8			± 0.03	32	-0.02	47	16°	12'	138																								
1.0										8'	160																						
1.2												12'	138																				
1.6														16°	138																		
2.0																16°	138																
2.5																		16°	138														
3.0																				16°	138												
4.0																						16°	138										
5.0																								16°	138								
6.0	16°	138																															

续表 4-17

D/mm		L/mm		d/mm		d_{1min}	参 考									
基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	极限偏差 js11	基本尺寸	极限偏差 H7		γ_v	α_n	θ	κ'	齿数					
160	± 1.25	2.5	± 0.03	32	H7	17	5° ~ 10°	16°	55° ~ 60°	20'	138					
		3.0														
		4.0	± 0.037							25'	160					
		5.0														
		6.0														
200	± 1.15	1.6	± 0.03			32				H7	63	5° ~ 10°	16°	55° ~ 60°	10'	160
		2.0														
		2.5														
		3.0														
		4.0	± 0.037												15'	—
		5.0														
		6.0		20'	128											
250	± 1.15	2.0	± 0.03	32	H7	63	5° ~ 10°	16°	55° ~ 60°	8'	200					
		2.5														
		3.0														
		4.0	± 0.037							12'	160					
		5.0														
		6.0								15'	128					
315	± 1.6	2.5	± 0.03	40	H7	80	5° ~ 10°	16°	55° ~ 60°	10'	200					
		3.0														
		4.0	± 0.037							12'	160					
		5.0														
		6.0														

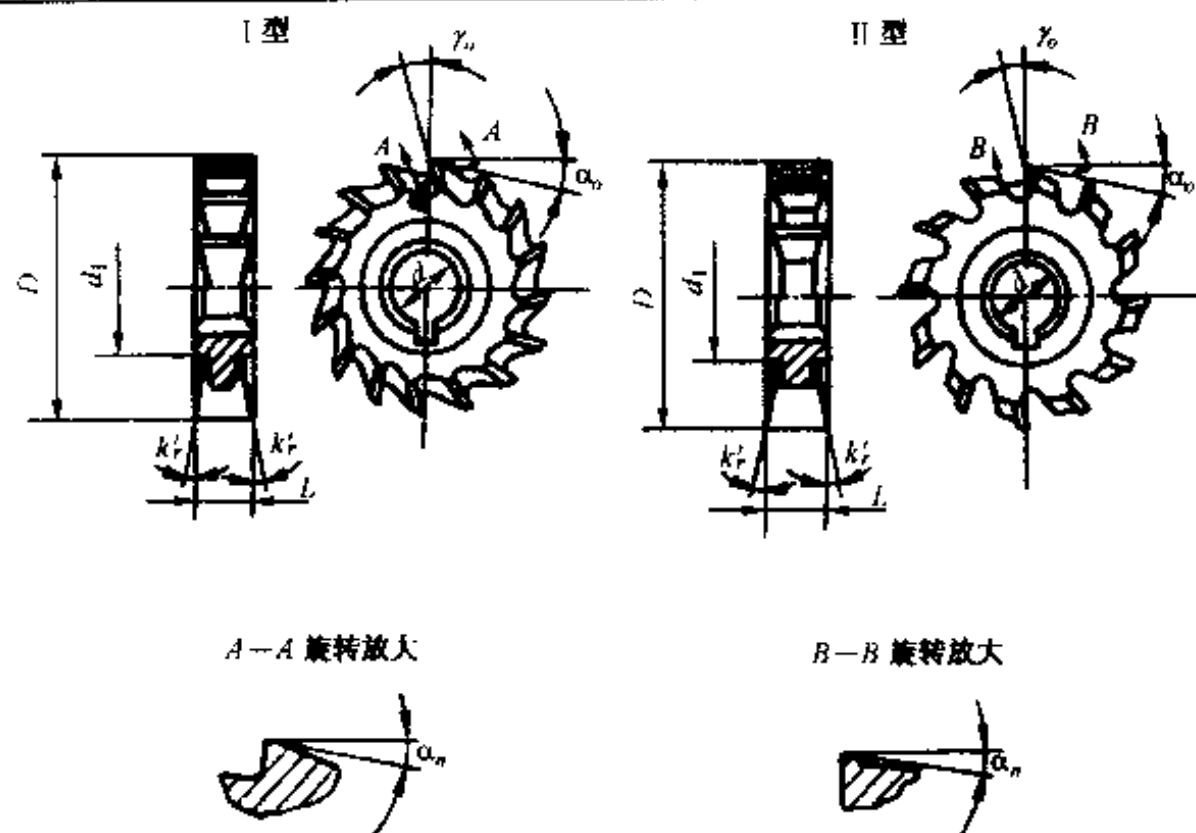
注：1. 括号内尺寸尽量不采用。

2. 外径 $D \geq 125mm$ ，且厚度 $L \geq 3mm$ 时，内孔应制出键槽。

(8) 三面刃铣刀

① 直齿三面刃铣刀(表 4-18)

表 4-18 直齿三面刃铣刀(GB/T 6119.1 1996)



D/mm		L/mm			d/mm		参 考					齿 数	
基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	普通级 k11	精密级 k8	基本尺寸	极限偏差 H7	d_1 /mm	κ_r	γ_n	α_n	α_n	I	II
50	±0.80	4	+0.075	+0.018	16	+0.018 0	27					14	12
		5	0	0									
		6											
		7	+0.090	+0.022									
		8	0	0									
		10											
63	±0.95	4	+0.075	+0.018	22	+0.021 0	34	0~30°	15°	12°	6°	16	14
		5	0	0									
		6											
		7	+0.090	+0.022									
		8	0	0									
		10											
		12	+0.110	+0.027									
		14	0	0									
16													

续表 4-18

D/mm		L/mm			d/mm		参 考									
基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	普通级 k11	精密级 k8	基本尺寸	极限偏差 H7	d_1 /mm	κ'	γ_0	a_n	a_n	齿数				
												i	II			
80	± 0.95	5	+0.175	+0.018	27	+0.021 0	41						18	16		
		6	0	0												
		7	+0.090	+0.022												
		8													0	0
		10														
		12	+0.110	+0.027												
		14													0	0
		16													0	0
		18														
20	+0.130	+0.033														
100	± 1.10	6	+0.075	+0.018	32	+0.025 0	47		0~30'	15°		6°	20	18		
		7	+0.090	+0.022												
		8													0	0
		10														
		12	+0.110	+0.027												
		14													0	0
		16													0	0
		18														
		20	+0.130	+0.033												
22	0	0														
25																
125	± 1.25	8	+0.090	+0.022						10°		22	20			
		10	0	0												
		12	+0.110	+0.027												
		14												0	0	
		16												0	0	
		18														

续表 4-18

D/mm		L/mm			d/mm		参 考					齿数		
基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	普通级 k11	精密级 k8	基本尺寸	极限偏差 H7	d_1 /mm	κ'	γ_0	α_n	α_n	I	II	
125		20	+0.130 0	+0.033 0	32		47					22	20	
		22												
		25												
		28												
160	· 1.25	10	+0.090 0									26	24	
		12												
		14	+0.110											
		16	0											
		18												
		20												
		22	+0.130											
		25	0											
		28												
		32	+0.160 0											
200	±1.45	12	+0.110 0									30	28	
		14												
		16												
		18												
		20												
		22												+0.130
		25												0
		28												
		32												+0.160 0
		36												
		40												

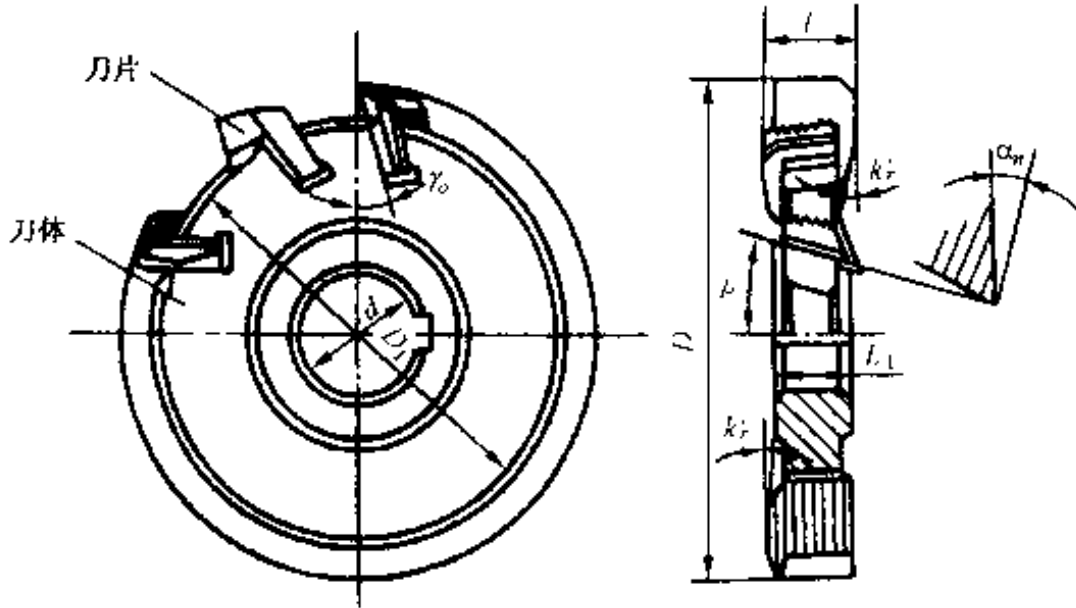
② 错齿三面刃铣刀(表 4-19)

续表 4-19

D/mm		L/mm		d/mm		参 考												
基本尺寸	极限偏差 js 16	基本尺寸	极限偏差 k11	基本尺寸	极限偏差 H 7	d_1 /mm	k_r	β	γ_0	α_n	α_n	齿数						
125		20	+0.0130 0	32		47						18						
		22																
		25																
		28																
160	±1.25	10	+0.090 0	40								24						
		12																
		14	+0.110 0															
		16																
		18	+0.130 0															
		20																
		22																
		25																
		28										+0.025 0	0~30'	10°~15°	15°	10°	6°	22
		32										+0.160 0						
200	±1.45	12	+0.110 0	40		55						28						
		14																
		16																
		18																
		20	+0.130 0															
		22																
		25																
		28																
		32										+0.160 0						
		36																
40																		
	26																	

③ 镶齿三面刃铣刀(表4-20)

表 4-20 镶齿三面刃铣刀(JB/T 7953—1995)



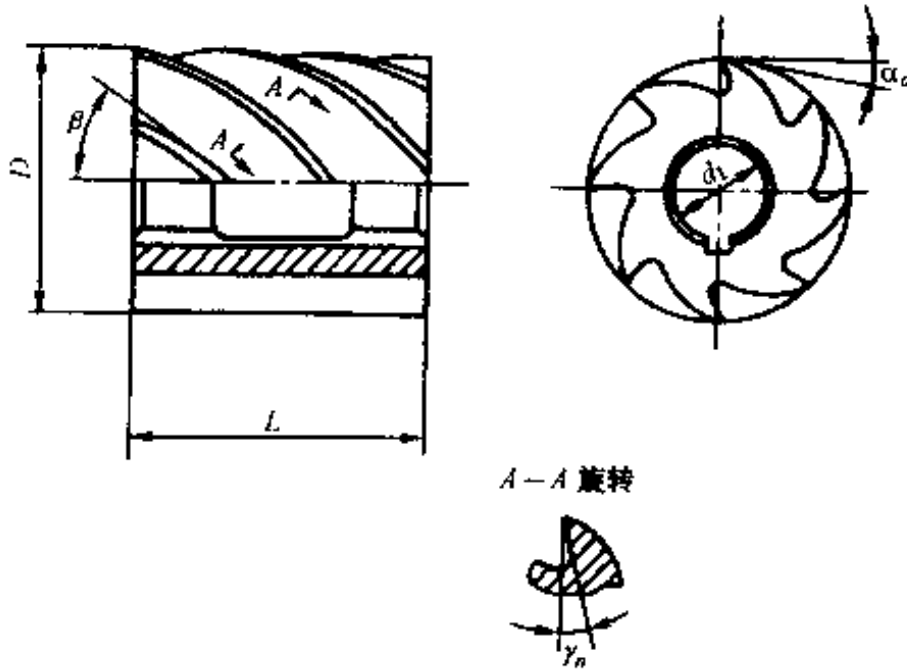
D /mm		L /mm		d /mm		D_1	L_1	参 考				
基本尺寸	极限偏差 ± 0.16	基本尺寸	极限偏差 H12	基本尺寸	极限偏差 H7	mm	f	γ	α_γ	k_r	齿数	
80	± 0.095	12		22		71	8.5	8°			10	
		14	+0.18				11					
		16	0				13					
		18					14.5					
		20	+0.21 0				15	15°				
100	± 0.10	12		27	0.021 0	91	8.5	8°	17°	10°	0° - 30°	12
		14	+0.18				11					
		16	0				13					
		18					14.5					
		20					15					
		22	+0.21 0				17	15°				
		25					19.5					
125	± 0.25	12	+0.18	32	0.025 0	114	9	8°				11
		14	0				11					

续表 4-20

D /mm		L /mm		d /mm		D_2	L_2	参 考							
基本尺寸	极限偏差 μ 16	基本尺寸	极限偏差 H 12	基本尺寸	极限偏差 H 7	mm	β	γ_0	α_0	k'	齿数				
125	± 1.25	16	+0.18	32		114	13	8°				14			
		18	0				14.5								
		20	+0.21			40		111					15	15°	
		22											17		
		25											19.5		
160	± 1.25	14	+0.18	40		146	11	8°				18			
		16	0				13								
		20	+0.21			50		144					15	15°	
		25											19.5		
		28											22.5		
200	± 1.45	14	+0.18	50	+0.025 0	186	10	8°	15°	10°	0°~30'		22		
		18	0				13								
		22	+0.21			50		184					15.5	15°	20
		28	0										22.5		
		32	+0.25										24		
250	± 1.45	16	+0.18	50		236	11	8°				24			
		20	0				14								
		25	+0.21			50		301					19.5	15°	22
		28	0										22.5		
		32	+0.25										24		
315	± 1.60	20	+0.21	50		301	14	15°				26			
		25	0				19								
		32	+0.25			50		297					24	24	24
		36											27		
		40											28.5		

(9) 圆柱形铣刀(表 4-21)

表 4-21 圆柱形铣刀(GB/T 1115-1985)



标记示例

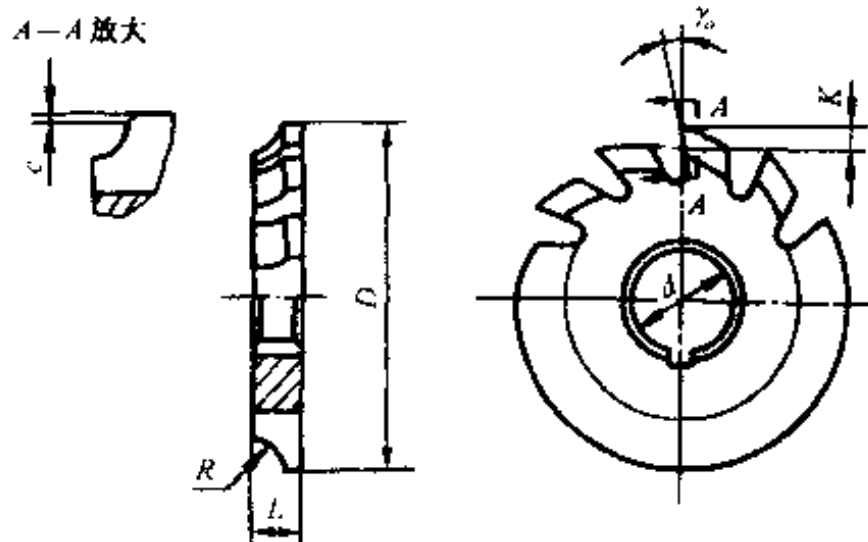
外径 $D=63$ mm 厚度 $L=80$ mm 的粗齿圆柱形铣刀
 铣刀 63×80 GB 1115-1985

D/mm		L/mm		d/mm		参 考				
基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	极限偏差 H7	β	γ_n	α_n	齿 数	
									粗齿	细齿
50	±0.80	50	±0.80	22	+0.021 0	30°~45°	15°	12°	6	8
		63	±0.95							
		80								
63	±0.95	50	±0.80	27	+0.025 0	30°~45°	15°	12°	8	10
		63	±0.95							
		80								
		100	±1.10							
80	±1.10	63	±0.95	32	+0.025 0	30°~45°	15°	12°	8	12
		80	±1.10							
		100	±1.25							
		125								
100	±1.10	80	±0.95	40	+0.025 0	30°~45°	15°	12°	10	14
		100	±1.10							
		125	±1.25							
		160								

(10) 铲背成形铣刀

① 圆角铣刀(表 4-22)

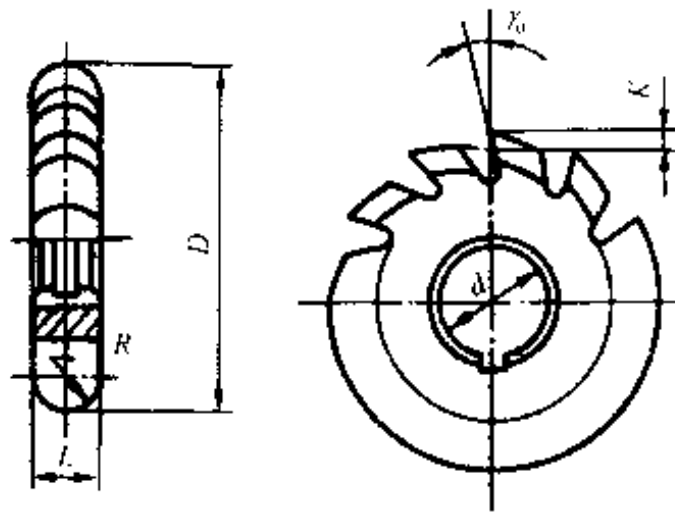
表 4-22 圆角铣刀(GB/T 6122 1985)



R/mm		D/mm		d/mm		L/mm		C/mm	参 考		
基本尺寸	极限偏差 N11	基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	极限偏差 H7	基本尺寸	极限偏差 js16		γ_0	K/mm	齿数
6	0 -0.09	80		27		12	± 0.55	0.6	3	10	
8						16		0.8			
10						18		1.0			
12	-0.11	100	± 1.10	32	+0.025 0	20	1.2	4.5			
16						24	1.6	5.5			
20						28	2.0	7			

2 凸半圆铣刀(表4-23)

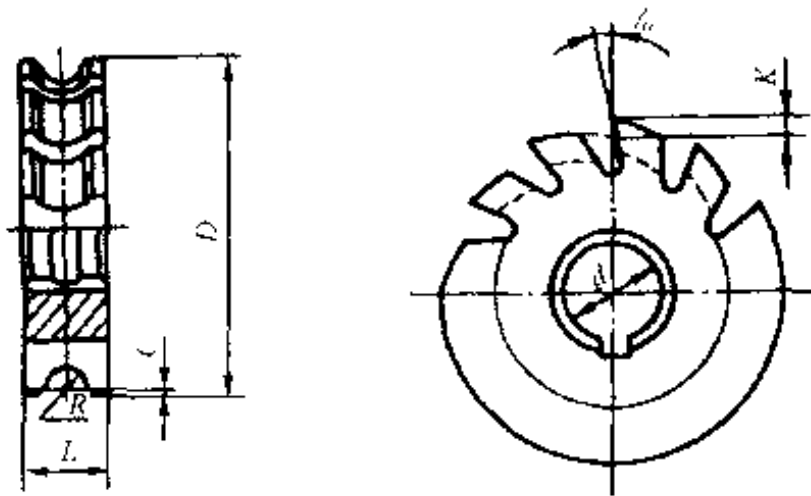
表4-23 凸半圆铣刀(GB T 1124.2-1996)



R /mm		D /mm		d /mm		L /mm		参 考		
基本尺寸	极限偏差 k11	基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	极限偏差 H7	基本尺寸	极限偏差	γ_0	K / mm	齿数
6	+0.090 0	80	± 0.95	27	+0.021 0	12	0 -0.1	5°	4.5	10
8						16				
10	+0.110 0	100	± 1.10	32	+0.025 0	20				
12						24				
16						32				
20	+0.130 0	125	± 1.25			40				

3 凹半圆铣刀(表4-24)

表4-24 凹半圆铣刀(GB/T 1124.1-1996)

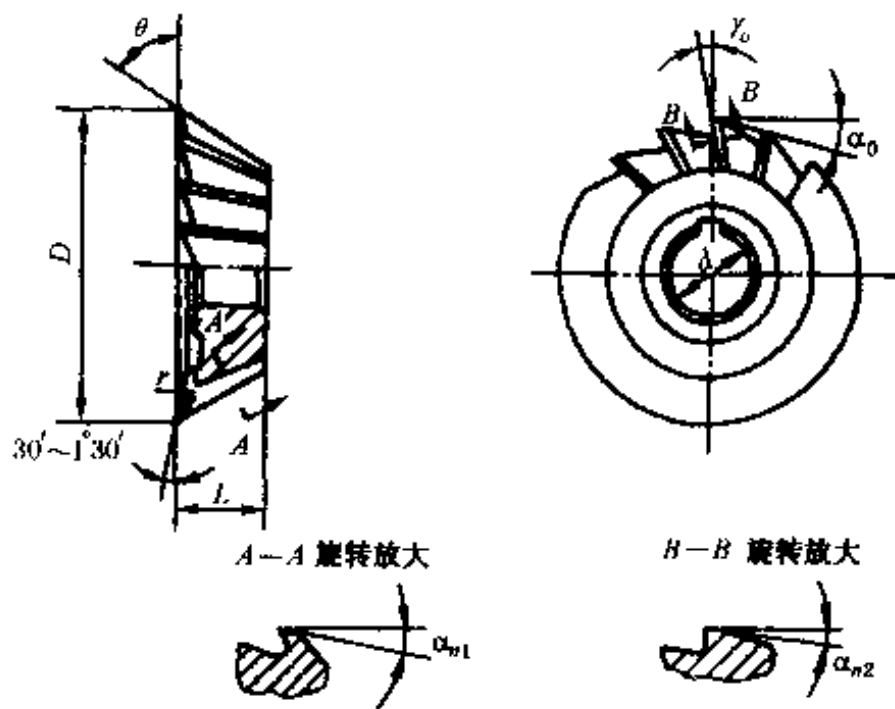


R mm		D mm		d mm		L mm		c mm	参 考		
基本尺寸	极限偏差 N11	基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	极限偏差 H7	基本尺寸	极限偏差 js16		γ	K' mm	齿数
6						24	+0.65	0.6			
		80	± 0.95	27	+0.021 0					4.5	
8	0 0.09					32		0.8			
10						36		1.0			
		100	± 1.10				+0.80		5°	5.5	10
12	0 0.11			32	+0.025 0	40		1.2			
16						50		1.6			
		125	± 1.25							7	
20	0 0.13					60	+0.95	2.0			

(11) 角铣刀

① 单角铣刀(表4-25)

表 4-25 单角铣刀(GB/T 6128.1-1996)



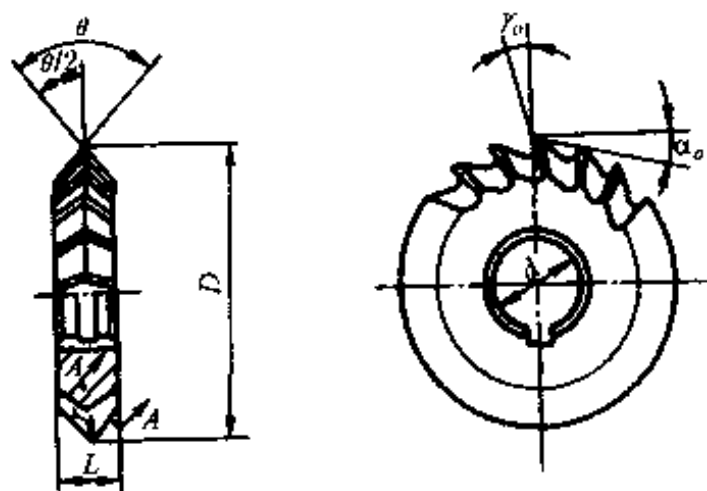
D/mm		θ		L/mm		d/mm		参 考					
基本尺寸	极限偏差 js16	基本角度	极限偏差	基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	极限偏差 H7	r/mm	γ_o	α_o	α_{n1}	α_{n2}	齿数
50	± 0.80	45°, 50°, 55° 60°, 65°, 70° 75°, 80°, 85°, 90°		13	± 0.55	16	+0.018 0						
63	± 0.95	18°	$\pm 20'$	6	± 0.375	22	+0.021 0	1	10°	16°	10°	6°	20
		22°		7									
		25°		8	± 0.45								
		30°, 40°		9									
		45°, 50°, 55° 60°, 65°, 70°		16	± 0.55								
		75°, 80°, 85°, 90°		20	± 0.65								

续表 4-25

D/mm		θ		L/mm		d/mm		参 考					
基本尺寸	极限偏差 js16	基本角度	极限偏差	基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	极限偏差 H7	r/mm	γ_o	α_o	α_{n1}	α_{n2}	齿数
80	+0.95	18°	±20'	10	±0.45	22	+0.021 0	1.5	10°	16°	10°	6°	22
		22°		12									
		25°		13									
		30°,40°		15									
		45°,50°,55°, 60°,65°,70°		22	±0.65	27							
		75°,80°,85°,90°		24									
100	+1.10	18°	±20'	12	±0.55	32	+0.025 0	2	10°	16°	10°	6°	24
		22°		14									
		25°		16									
		30°,40°		18									

② 对称双角铣刀(表 4-26)

表 4-26 对称双角铣刀(GB/T 6128.3—1996)



A-A 旋转放大

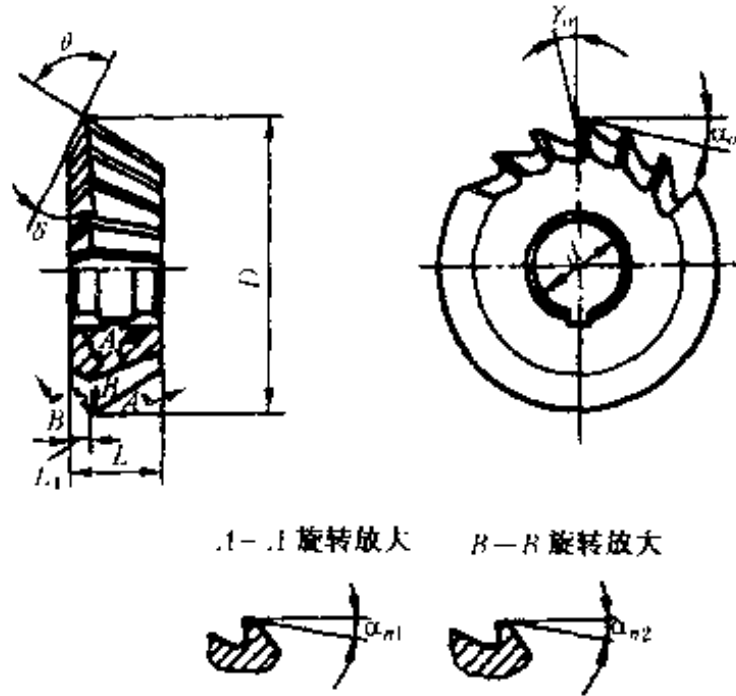


续表 1-26

D' mm		θ		L mm		d' mm		参 考						
基本尺寸	极限偏差 js16	基本角度	半角极限偏差	基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	极限偏差 H7	r mm	γ	a_s	a_n	齿数		
50	± 0.80	45°		8	± 0.45	16	$+0.018$ 0							
		60°		10										
		90°		14									± 0.55	
63	± 0.95	18°	$\pm 15'$	5	± 0.375	22		1				20		
		22°		6										
		25°		7										
		30°、40°		8									± 0.45	
		45°、50°		10										
		60°		11									± 0.55	
		90°		20									± 0.65	-0.021
		18°		8									± 0.45	0
22°	10			10°	16	6°~10°								
80	± 0.95	25°	$\pm 15'$	11	± 0.75	25		1.5				22		
		30°		12										
		40°、45°		12										
		60°		18										
		90°		22									± 0.65	
		18°		10									± 0.45	
		22°		12										
25°	13													
100	± 1.10	30°、40°	$\pm 15'$	14	± 0.55	32	-0.025 0	2.0				21		
		45°		18										
		60°		25									± 0.65	
		90°		32									± 0.8	

3. 不对称双角铣刀(表4-27)

表 4-27 不对称双角铣刀(GB·T 6128.2 1996)



A-A 旋转放大 B-B 旋转放大

D/mm		θ		δ		L, mm		d', mm		参 考						
基本尺寸	极限偏差 js16	基本角度	极限偏差	基本角度	极限偏差	基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	极限偏差 H7	L_1 , mm	r' , mm	γ_n	α_n	α_{n1}	α_{n2}	齿数
50	± 0.80	55°	$\pm 20'$	15°	$\pm 30'$	8	$+0.15$	16	$+0.018$ 0	1.5	0.25	10'	16°	10°	6°	20
		60°														
		65°														
		70°				2										
		75°														
		80°														
		85°				2.5										
		90°														
		100°														
63	± 0.95	55°	13°			10	± 0.45	22	$+0.021$ 0	2						
		60°														
		65°														

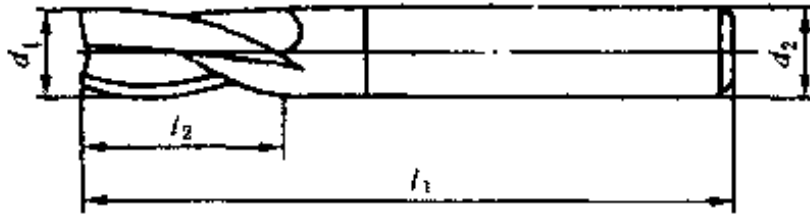
续表 4-27

D/mm		θ		δ		L/mm		d/mm		参 考						
基本尺寸	极限偏差 js16	基本角度	极限偏差	基本角度	极限偏差	基本尺寸	极限偏差 js16	基本尺寸	极限偏差 H7	l_1 /mm	r/mm	γ_0	α_0	α_{n1}	α_{n2}	齿数
63		70°		15°		13		22		2	0.5					20
		75°														
		80°														
		85°														
		90°														
		100°														
80	±0.95	50°	±20'	15°	±30'	13	±0.55	27	+0.021 0	3.2	1.0	10°	16°	10°	6°	22
		55°														
		60°														
		65°														
		70°														
		75°														
		80°														
		85°														
		90°														
		24														
100	±0.10	50°	15°			20	±0.65	32	+0.025 0	4.5	1.5					24
		55°														
		60°														
		65°														
		70°														
		75°														
		80°														
30																

(二) 常用硬质合金铣刀

1. 整体硬质合金直柄立铣刀的形式和尺寸(表4-28)

表 4-28 整体硬质合金直柄立铣刀的形式和尺寸(GB/T 16770.1 1997) (mm)



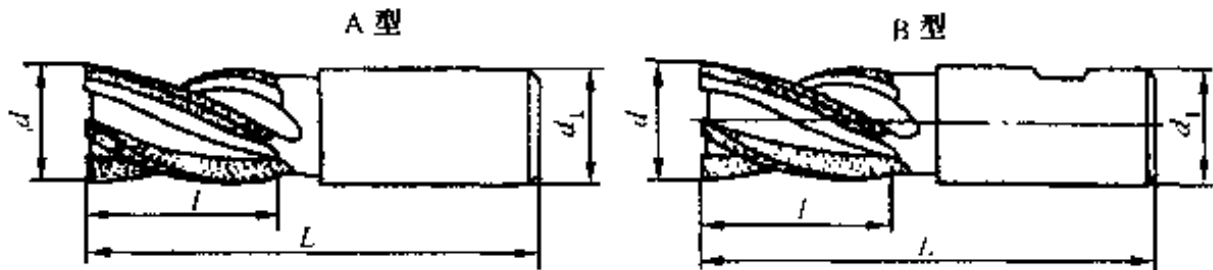
直 径 d_1 (h10)	柄部直径 d_2	总 长 l_1		刃 长 l_2			
		基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差		
1.0	3	38	+2 0	3	+1 0		
	4	43		4			
1.5	3	38				7	
	4	43					
2.0	3	38		+2 0	8	+1 0	
	4	43					
2.5	3	38			8		+1 0
	4	43					
3.0	3	38	10		+1 0		
	6	57					
3.5	4	43	11			+1.5 0	
	6	57					
4.0	4	43	13				+1.5 0
	6	57					
5.0	5	47	13		+1.5 0		
	6	57					
6.0	6	57	16	+1.5 0			
7.0	8	63					
8.0		63	19				
9.0	10	72					19
10.0	10	72	22				
12.0	12	76			22		

续表 4-28

直 径 d_1 (h10)	柄部直径 d_2	总 长		刃 长	
		l_1		l_2	
		基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差
12.0	12	83	-2	26	+2 0
14.0	14	83	0	26	
16.0	16	89	+3 0	32	
18.0	18	92		32	
20.0	20	101		38	

2. 硬质合金螺旋齿直柄立铣刀的形式和尺寸(表4-29)

表4-29 硬质合金螺旋齿直柄立铣刀的形式和尺寸(GB/T 16456.1 1996) (mm)



d (k12)	l		d_1	L	d (k12)	l		d_1	L
	基本尺寸	极限偏差				基本尺寸	极限偏差		
12	20	+2 0	12	75	25	10	+3 0	25	111
	25			80		50			121
16	25		88	32	10	32		120	
	32		95		50			130	
20	32		97	20	40	40		140	
	40	105	63		153				

3. 硬质合金螺旋齿莫氏锥柄立铣刀的形式和尺寸(表4-30)

表4-30 硬质合金螺旋齿莫氏锥柄立铣刀的形式和尺寸(GB/T 16456.1 1996) (mm)

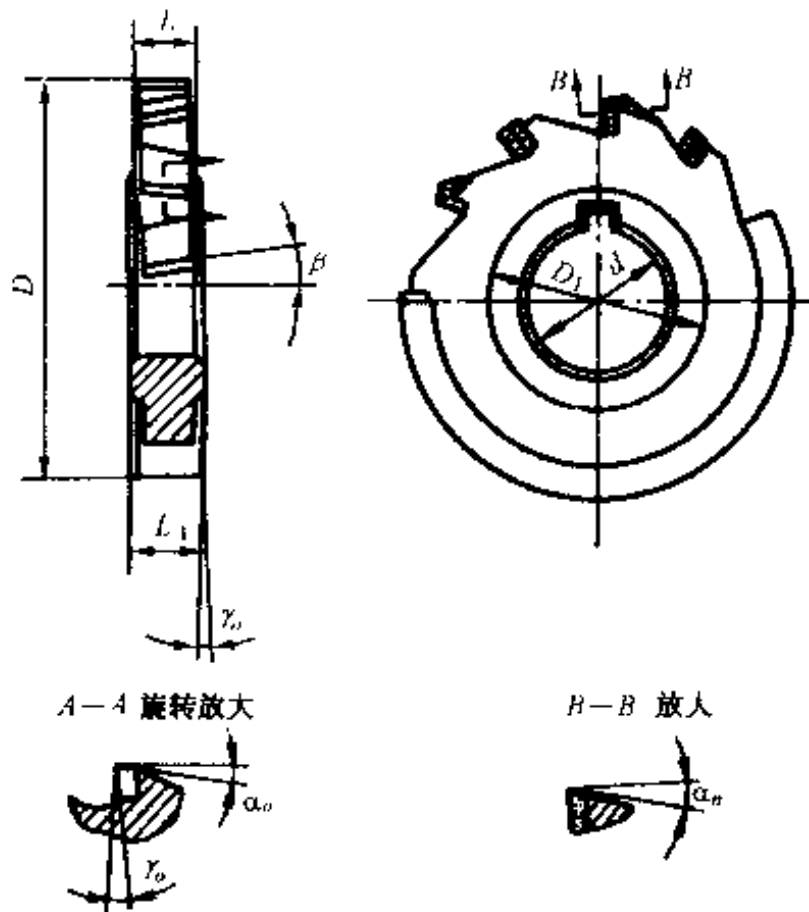


续表 4 30

d (k12)	l	L	莫氏圆锥号	d (k12)	l	L	莫氏圆锥号
16	25	110	2	40	50	181	4
	32	117			63	194	
20	40	125		3	50	63	194
		142	80			238	5
25	50	152	4	63	63	221	5
32	100	165			100	258	
	50	175					

4. 硬质合金错齿三面刃铣刀(表 4 31)

表 4 31 硬质合金错齿三面刃铣刀(GB/T 9062-1988)



续表 4-31

D/mm		L/mm		d/mm		参 考							硬质合金 刀片型号	
基本 尺寸	极限 偏差 js16	基本 尺寸	极限 偏差 k11	基本 尺寸	极限 偏差 H7	齿数	D_1 / mm	L_1 / mm	β	γ_s	α_s	α_n		k_r
63		8	+0.090	22		8	34	9						A108
		10	0					11						D210A
		12	+0.110					13						D214
		14						15						
		16						17						
80	±0.95	8	+0.090	27	+0.021 0	10	41	9	5°~10°	5°	10°	3°~5°	2°	A108
		10	0					11						D210A
		12	+0.110					13						A112
		14						15						
		16						17						
		18	20			D214A								
		20	+0.130			8	22	D218B						
100	±1.10	8	+0.090	32	+0.025 0	12	47	10	5°~10°	5°	10°	3°~5°	2°	A108
		10	0					12						D210A
		12	+0.110					14						A112
		14						16						
		16						18						
		18	20			D214A								
		20	+0.130			22	D220							
		22				24								
		25				27								
		125	±1.25			8	+0.090	32						+0.025 0
10	0			12	D210A									
12	+0.110			14	A112									
14				16										
16				18										
18	20			D214A										
20	+0.130			22	D220									
22				24										
25				27										
28	30			D224										

续表 4-31

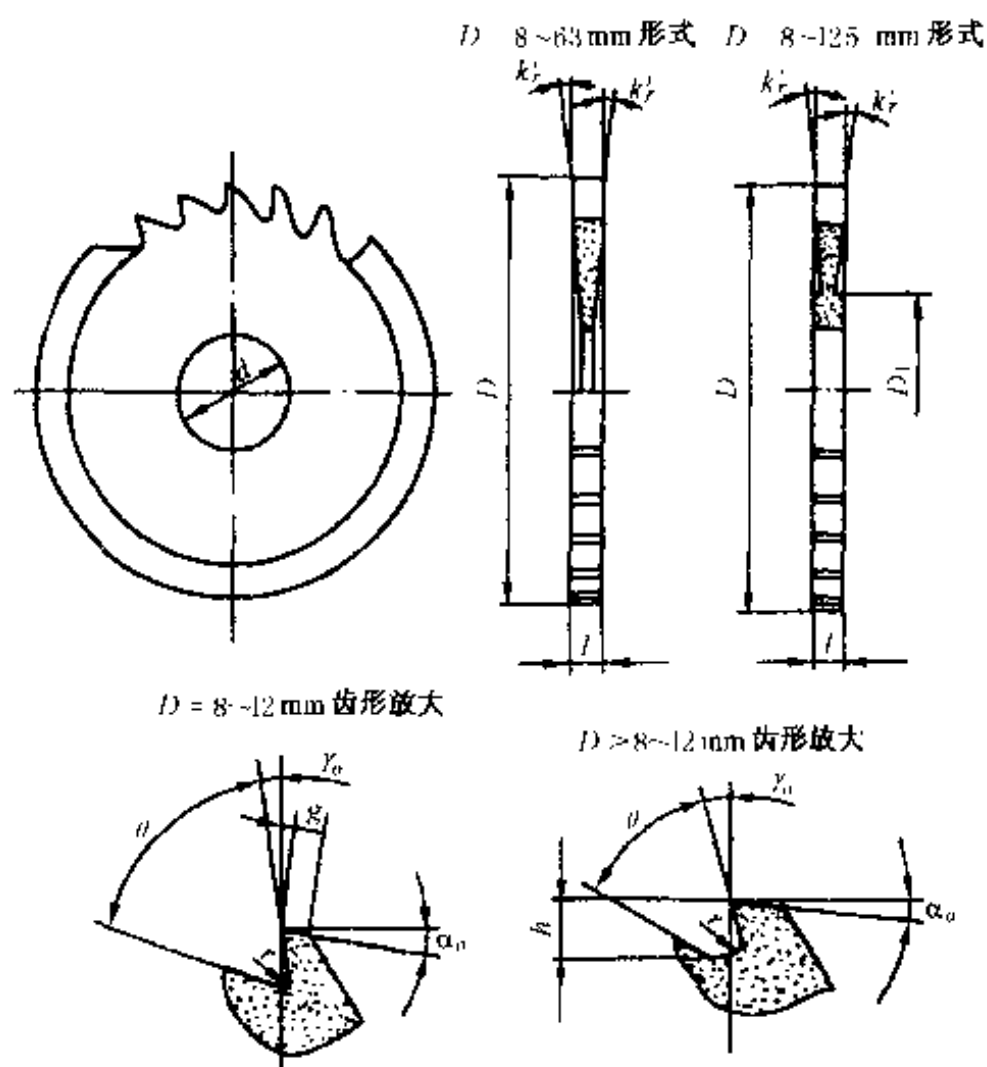
D/mm		L/mm		d/mm		参 考							硬质合金 刀片型号																
基本 尺寸	极限 偏差 js16	基本 尺寸	极限 偏差 k11	基本 尺寸	极限 偏差 H7	齿数	D_1 / mm	L_1 / mm	β	γ_o	α_o	α_n		k_r															
160	± 1.25	10	+0.090 0	40		16		12						D210A															
		12	+0.110 0					14						A112															
		14						16						D214A															
		16						18																					
		18	+0.130 0			14	20	55	34	22	D220																		
		20					24			D222A																			
		22				27	D226																						
		25				30	D230																						
		28	+0.160 0			12																							
		32																18											
12	+0.110 0	14		A112																									
14		16		D214A																									
16		18																											
200	± 1.45	18	+0.130 0	± 0.025 0		16		20	5°~10°	5°	10°	3°~5°	2°	D214A															
		20						22						D220															
		22						24						D222A															
		25						27						D226															
		28	+0.160 0			14																							
		32															20												
		14																									+0.110 0	16	A112
		16																										18	D214A
18	20	D220																											
20	22																												
250		22	+0.130 0	50		18		24						D222A															
		25						27						D226															
		28						30						D230															
		32						34																					
		14	+0.160 0			20																							
		16															18	A112											
18	20	D214A																											

注：切削刃的形状和角度可根据被加工材料和切削条件作适当改变。

5. 整体硬质合金锯片铣刀的形式和尺寸(表4-32)

表 4 32 整体硬质合金锯片铣刀的形式和尺寸

(mm)



D (js13)	l (js10)	d (H7)	参 考 值								
			γ_n	α_n	D_1	h	$r \leq$	g	θ	k_r	齿数
63	0.30, 0.40	16	$0^\circ \sim 5^\circ$	$11^\circ \sim 13^\circ$	31	3.0	0.5	0.4	50°	$0^\circ 15'$	36
	$0^\circ 25'$										
	$0^\circ 35'$										
	$0^\circ 50'$										
	$1^\circ 05'$										
80	0.60	22	$0^\circ \sim 5^\circ$	$11^\circ \sim 13^\circ$	31	3.0	0.3	—	45°	$0^\circ 30'$	36
	$0^\circ 50'$										
	$1^\circ 05'$										
	$1^\circ 30'$										
	$1^\circ 30'$										

续表 4 32

D (js13)	l (js10)	d (H7)	参 考 值								
			γ_v	α_v	D_1	h	$r \leq$	g	θ	k	齿数
100	0.80、1.00、1.20、1.60	22	$0^\circ \sim 5^\circ$	$11^\circ \sim 13^\circ$	34	3.5	0.3	---	45°	$0^\circ 50'$	18
	2.00、2.50、3.00、4.00									$1^\circ 05'$	
	5.00									$1^\circ 30'$	
125	1.00、1.20	22	$0^\circ \sim 5^\circ$	$11^\circ \sim 13^\circ$	34	t	0.3	---	45°	$0^\circ 50'$	36
	1.60、2.00、2.50、3.00、4.00									$1^\circ 50'$	
	5.00									$1^\circ 30'$	

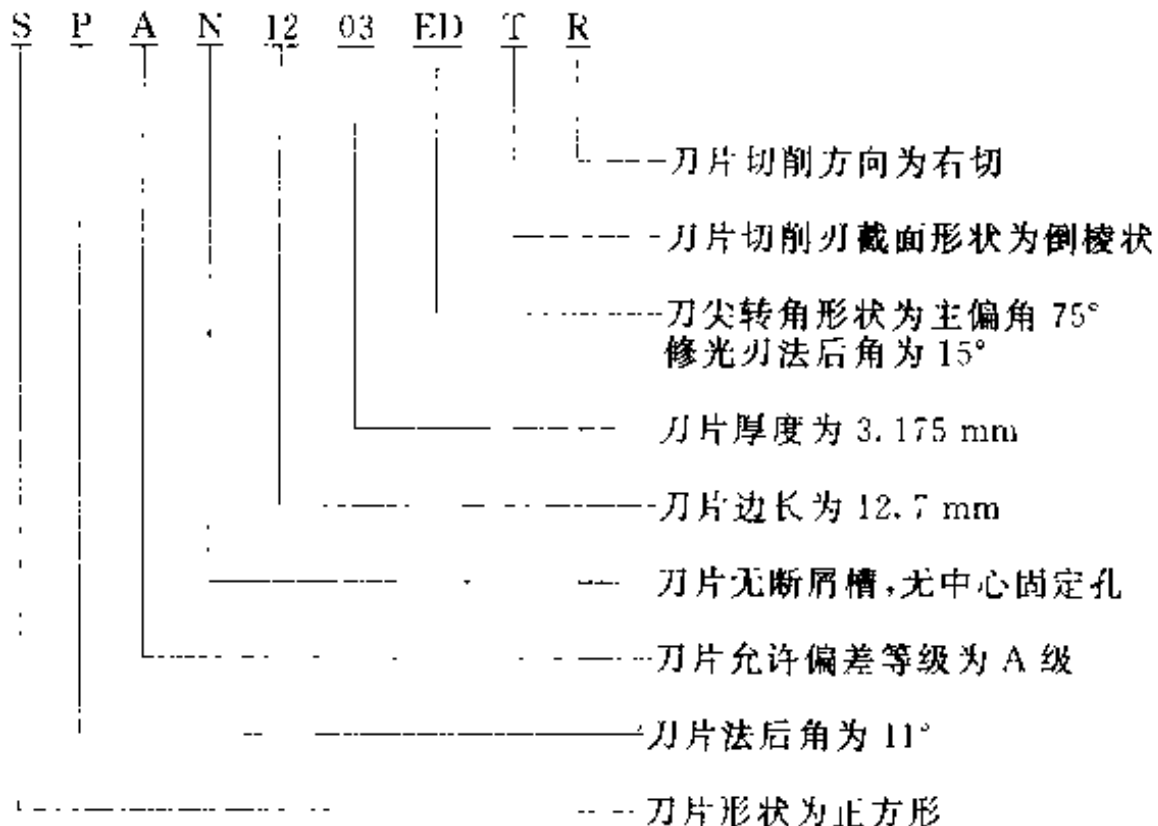
(三) 可转位铣刀

1. 可转位铣刀用刀片

(1) 铣刀片型号表示规则

铣刀片和车刀片型号表示规则基本相同。唯一的区别是刀片型号的第7项，刀片转角形状或刀片圆角半径的代号。

示例：



第1项代号表示刀片形状，如S表示正方形，T表示三角形，F表示不等边不等角六边形，L表示矩形。

第2项代号表示刀片法后角的大小。如P为 11° 。

第3项代号表示刀片主要尺寸允许偏差等级。其中U级、M级和C级使用的较多。其余的还有A、F、H、E、G、J、K、L级。

第4项代号表示刀片有无断屑槽和中心固定孔。如N(刀片无孔、无断屑槽)。

第5项代号表示切削刃长度。切削刃长度是以舍去小数数值部分的刀片切削刃长度(或刀片理论边长)值作代号。如切削刃长度为12.7 mm,则数字代号为12。若舍去小数部分只剩下一位数字,则必须在该数字前加“0”。

第6项代号表示刀片厚度尺寸。刀片厚度也是以舍去小数数值部分的刀片厚度值作代号。如舍去小数部分后,只剩下一位数,则必须在该数字前加“0”。如刀片厚度为3.175 mm,则代号为03。

第7项代号除用两位数字表示刀片的圆角半径外(铣刀片的转角形状除圆角外,还有倒角,即有修光刃)。对于刀片转角形状为倒角的,则用两位字母表示,示例中第一个字母表示刀片安装在刀体上的主偏角大小(75°),第二个字母表示修光刃法后角的大小(15°)。这个字母代号的意义和型号第2项表示刀片法后角大小代号的字母相同,如N= 0° ;P= 11° ;D= 15° ;E= 20° 。尽管同一字母既代表刀片的法后角,又代表修光刃后角,而且大小数值相等,但在型号中所处项位号不同,有时同一刀片的法后角和修光刃后角相同,有时不同,所以不会混淆。

第8项代号表示刀片切削刃截面形状。其中F表示尖锐刀刃,E表示倒圆刀刃,T表示倒棱刀刃,S表示倒棱加倒圆刀刃。

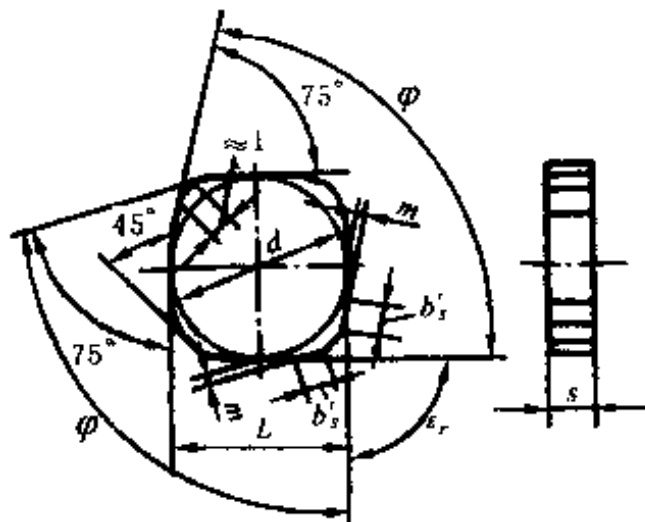
第9项代号表示刀片切削方向。R表示切削方向为右切,L表示左切,N表示既能用于左切,也可用于右切。

(2) 常用铣刀片型号和基本尺寸

① 主偏角 75° 、法向后角 0° 正方形刀片(表4-33)

表 4-33 主偏角 75° 、法向后角 0° 正方形刀片

(mm)

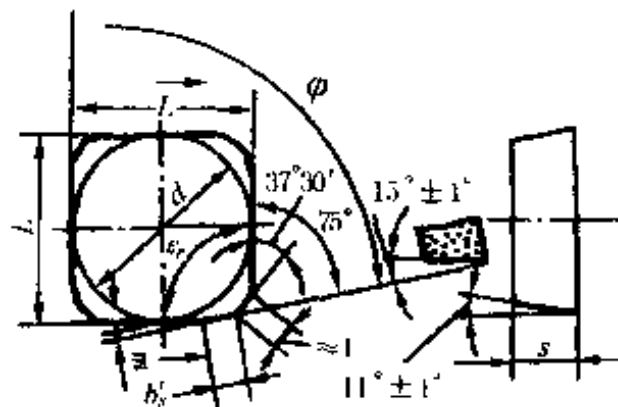


续表 4-33

型 号	$d=L$	S	b_1 \approx	m	ϵ_r		φ	
					度数	允差	度数	允差
SNAN1204ENN	12.70	4.76	1.4	0.80	90°	±8'	75°	0' ~ +15'
SNCN1204ENN								0' ~ +30'
SNKN1204ENN								±30'
SNAN1504ENN	15.875	4.76	1.4	1.50	90°	±8'	75°	0' ~ +15'
SNCN1504ENN								0' ~ +30'
SNKN1504ENN								±30'
SNAN1904ENN	19.05	4.76	2.0	1.30	90°	±8'	75°	0' ~ +15'
SNCN1904ENN								0' ~ +30'
SNKN1904ENN								±30'

② 主偏角 75°、法向后角 11°、修光刃后角 11°或 15°正方形刀片(表 4-34)

表 4 34 主偏角 75°、法向后角 11°、修光刃后角 11°或 15°正方形刀片 (mm)



型 号	$d=L$	S	b_1 \approx	m	ϵ_r		φ	
					度数	偏差	度数	偏差
SPAN1203EDR	12.70	3.175	1.4	0.90	90°	±8'	75°	0' ~ +15'
SPAN1203EDL								0' ~ +30'
SPCN1203EDR								±30'
SPCN1203EDL								±30'
SPKN1203EDR								±30'
SPKN1203EDL								±30'

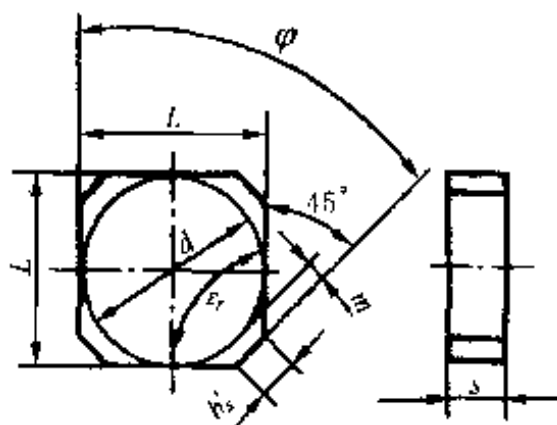
续表 4-34

型 号	$d=L$	S	b_i \approx	m	ϵ_r		φ		
					度数	偏差	度数	偏差	
SPAN1504EDR	5.875	4.76	1.4	1.25	90°	±8'	75°	0' ~ +15'	
SPAN1504EDL									
SPCN1501EDR									
SPCN1504EDL								±30'	0' ~ +30'
SPKN1504EDR									
SPKN1504EDL									

③ 主偏角 45°、法向后角 0° 正方形刀片 (表 4-35)

表 4-35 主偏角 45°、法向后角 0° 正方形刀片

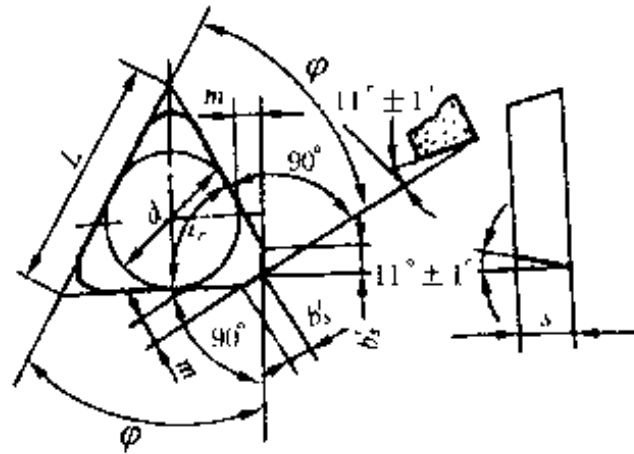
(mm)



型 号	$d=L$	S	b_i \approx	m	ϵ_r		φ	
					度数	偏差	度数	偏差
SNAN1204ANN	12.70	4.76	3.0	2.50	90°	±8'	45°	±8'
SNCN1204ANN								±15'
SNKN1204ANN								±8'
SNAN1504ANN	15.875	4.76	3.0	2.50	90°	±8'	45°	±8'
SNCN1504ANN								±15'
SNKN1504ANN								±30'
SNAN1904ANN	19.05	4.76	3.0	2.50	90°	±8'	15°	±8'
SNCN1904ANN								±15'
SNKN1904ANN								±30'

④ 主偏角 90°、法向后角 11°、修光刃法向后角 11° 三角形刀片 (表 4-36)

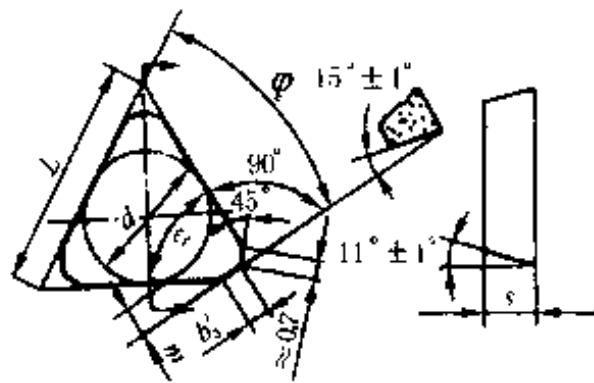
表 4-36 主偏角 90°、法向后角 11°、修光刃法向后角 11° 三角形刀片 (mm)



型号	L ≈	d	S	b	m	ε		φ	
						度数	偏差	度数	偏差
TPAN1103PPN	11.0	6.35	3.175	0.7	1.72	60°	±8'	30°	0' ~ +15'
TPCN1103PPN									0' ~ +30'
TPKN1103PPN									0' ~ ±15'
TPAN1603PPN	16.5	9.525	4.76	1.2	2.45	60°	±8'	30°	0' ~ ±15'
TPCN1603PPN									0' ~ ±30'
TPKN1603PPN									0' ~ ±15'
TPAN2204PPN	22.0	12.70	4.76	1.3	3.55	60°	±8'	30°	0' ~ +15'
TPCN2204PPN									0' ~ +30'
TPKN2204PPN									0' ~ ±15'

⑤ 主偏角 90°、法向后角 11°、修光刃法向后角 15° 三角形刀片 (表 4-37)

表 4 37 主偏角 90°、法向后角 11°、修光刃法向后角 15° 三角形刀片 (mm)



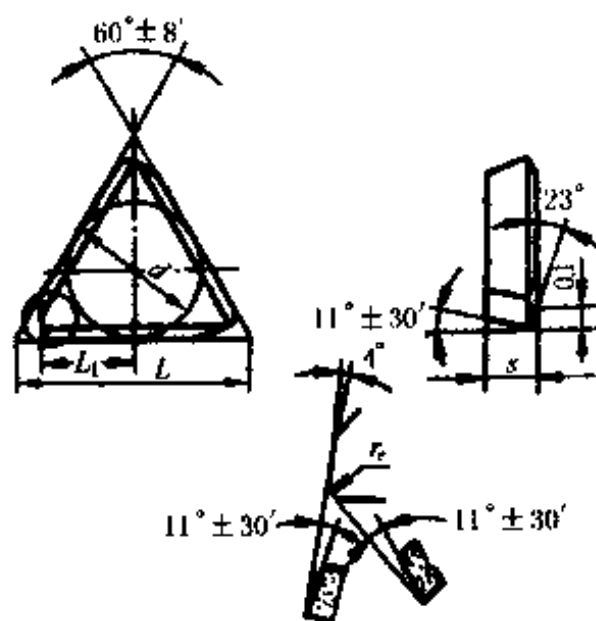
续表 4-37

型 号	L \approx	d	S	b_s	m	e_r		φ		
						度数	偏差	度数	偏差	
TPAN1603PDR	16.5	9.525	3.175	1.3	2.45	60°		30°	0' ~ +15'	
TPAN1603PDL										
TPCN1603PDR										
TPCN1603PDL									±30'	0' ~ +30'
TPKN1603PDR										
TPKN1603PDL										
TPAN2204PDR	22.0	12.70	4.76	1.4	3.55	60°		30°	0' ~ +15'	
TPAN2204PDL										
TPCN2204PDR										
TPCN2204PDL									±30'	0' ~ +30'
TPKN2204PDR										
TPKN2204PDL										

⑥ 主偏角 90°、法向后角 11° 不等边不等角六边形刀片 (表 4-38)

表 4-38 主偏角 90°、法向后角 11° 不等边不等角六边形刀片

(mm)



续表 4-38

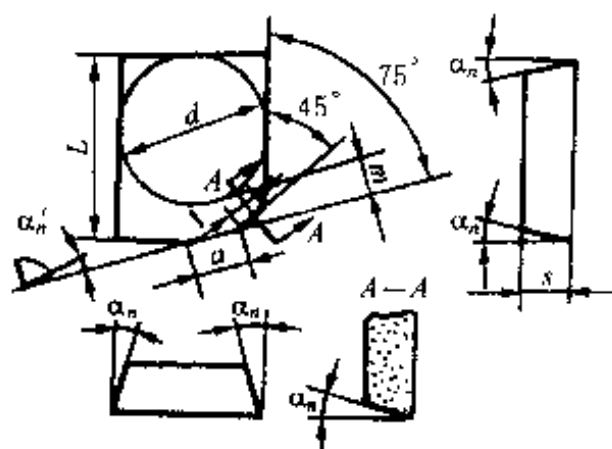
型 号	L ≈	d	S	L_1		γ_c ±0.1
				基本尺寸	偏 差	
FPCN110305R	11.0	6.35	3.175	4.76	±0.013	0.5
FPCN110305L						1.0
FPCN110310R						
FPCN110310L						
FPCN160305R	16.5	9.525	3.175	7.00	±0.013	0.5
FPCN160305L						1.0
FPCN160310R						
FPCN160310L						
FPCN160315R						1.5
FPCN160315L						
FPCN160320R						2.0
FPCN160320L						
FPCN220405R	22.0	12.70	4.76	9.20	±0.013	0.5
FPCN220405L						1.0
FPCN220410R						
FPCN220410L						
FPCN220415R						1.5
FPCN220415L						
FPCN220420R						2.0
FPCN220420L						
FPCN220425R						2.5
FPCN220425L						

续表 4-38

型 号	L \approx	d	S	L_1		γ_c ± 0.1
				基本尺寸	偏 差	
FPCN270605R	27.5	15.875	6.35	11.30	± 0.013	0.5
FPCN270605L						
FPCN270610R						1.0
FPCN270610L						
FPCN270620R						2.0
FPCN270620L						
FPCN270630R						3.0
FPCN270630L						

⑦ 主偏角 75° 、法向后角 11° 、 15° 带修光刃精铣刀片 (表 4-39)表 4-39 主偏角 75° 、法向后角 11° 、 15° 带修光刃精铣刀片

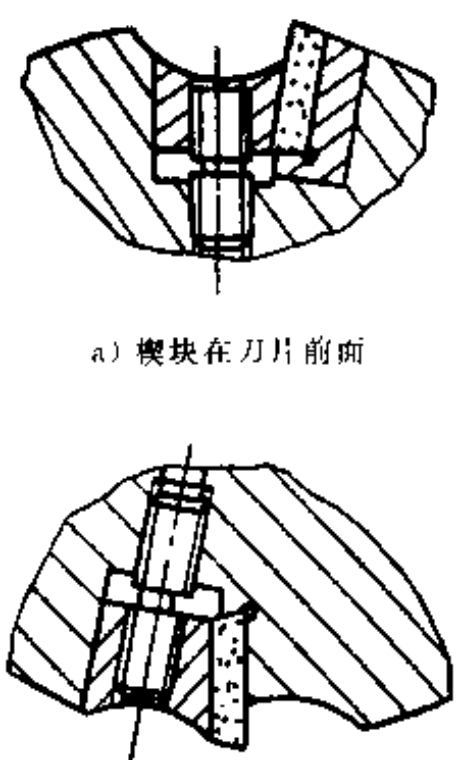
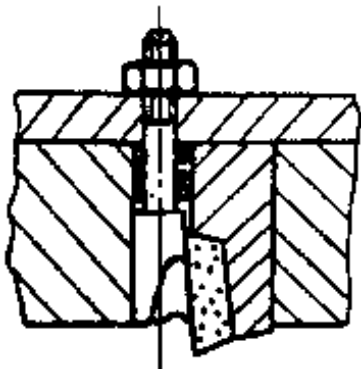
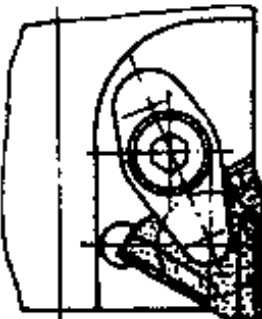
(mm)



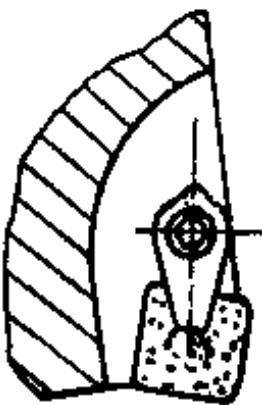
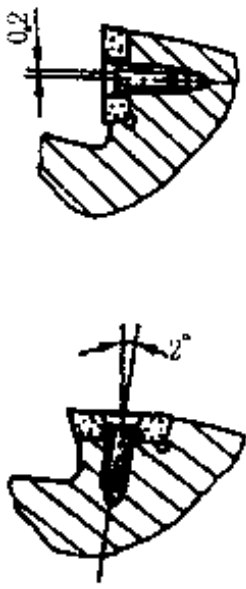
型 号	L	d ± 0.025	S ± 0.025	m ± 0.025	α	α_n $\pm 1^\circ$	α_n' $\pm 1^\circ$	φ	
								度数	偏差
LPEX1403EDR	14.70	12.70	3.175	0.97	8	11°	15°	75°	$0' \sim$
LPEX1403EDL									$+30'$
LPEX1804EDR	18.30	15.875	1.76	1.32	10	11°	15°	75°	$0' \sim$
LPEX1804EDL									$+30'$

2. 可转位铣刀片的定位及夹紧方式 (表 4-40)

表4-40 可转位铣刀片的定位及夹紧方式

夹紧方式	结构简图	说 明
螺钉楔块夹紧	 <p>a) 楔块在刀片前面</p> <p>b) 楔块在刀片后面</p>	<p>这是硬质合金可转位铣刀刀片的基本夹紧形式。其结构简单、工艺性好、制造容易。楔块式夹紧结构有两种形式,一种是在刀片的前面上夹紧,另一种是在刀片的后面上夹紧。前面夹紧刀片的结构,夹紧可靠,刚性好,但刀片的厚度偏差影响定位精度,引起铣刀的径向圆跳动,后面夹紧的结构,由于楔块亦起到刀垫的作用,刀片和楔块贴合必须良好,因此对刀体上的刀片槽和楔块贴合必须良好,因此对刀体上的刀片槽和楔块的制造精度要求较高,优点是刀片的厚度尺寸不会影响铣刀的径向圆跳动。</p>
拉杆楔块夹紧		<p>拉杆和楔块为一整体,拧紧螺母即可将刀片夹紧在刀体上,夹紧可靠,制造方便,结构紧凑,适用于密齿端铣刀。但刀片的轴向圆跳动要由刀片和刀垫的制造精度来保证。</p>
用压板压紧刀片		<p>用夹紧元件从刀片的上面直接将刀片压紧在铣刀体的刀片槽内。夹紧元件形式有蘑菇头形螺钉、爪形压板和桥形压板等。其结构简单,夹紧牢靠,制造方便,承受很大的切削力刀片也不会松动和窜动。</p>

续表 4-40

夹紧方式	结构简图	说 明
用压板 压紧刀片		<p>缺点是刀片位置不可调整,刀片的径向和轴向跳动完全决定于刀槽、刀垫与刀片的制精度。一般用于小直径的面铣刀和立铣刀</p>
用螺钉 夹紧刀片		<p>采用带锥孔的可转位刀片,锥头螺钉的轴线对刀片锥孔轴线应向压紧贴合面偏移 0.2 mm,当螺钉向下移动时,螺钉的锥面推动刀片靠紧定位面并夹紧。结构简单、紧凑,夹紧元件不阻碍切屑流出。</p> <p>缺点是刀片位置精度不能调,要求制造精度高</p>

3. 可转位铣刀的类型和型号表示方法

可转位铣刀按其用途不同,可分为可转位面铣刀,可转位立铣刀,可转位三面刃铣刀以及专用可转位铣刀等。

可转位铣刀型号表示方法如下:

(1) 可转位面铣刀型号的表示方法

按(GB/T 5342—1985)规定,可转位面铣刀的型号表示方法由10位代号组成。各位代号及表示的内容如图4-2所示。

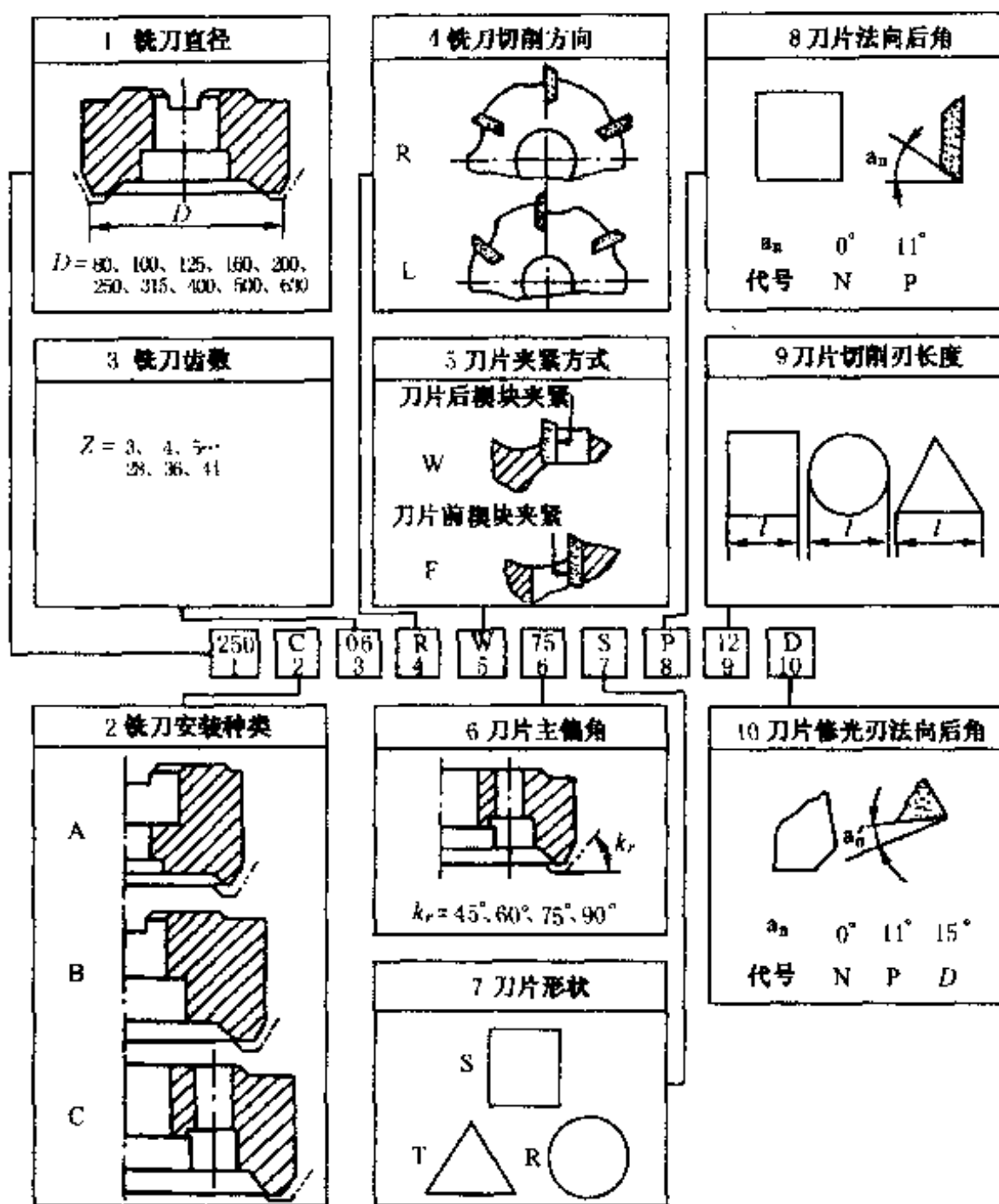


图 4-2 可转位面铣刀型号标记图

(2) 可转位立铣刀型号表示方法

按(GB/T 5340--1985)规定,可转位立铣刀的型号表示方法由11位代号组成,各位代号及表示的内容如图4-3所示。

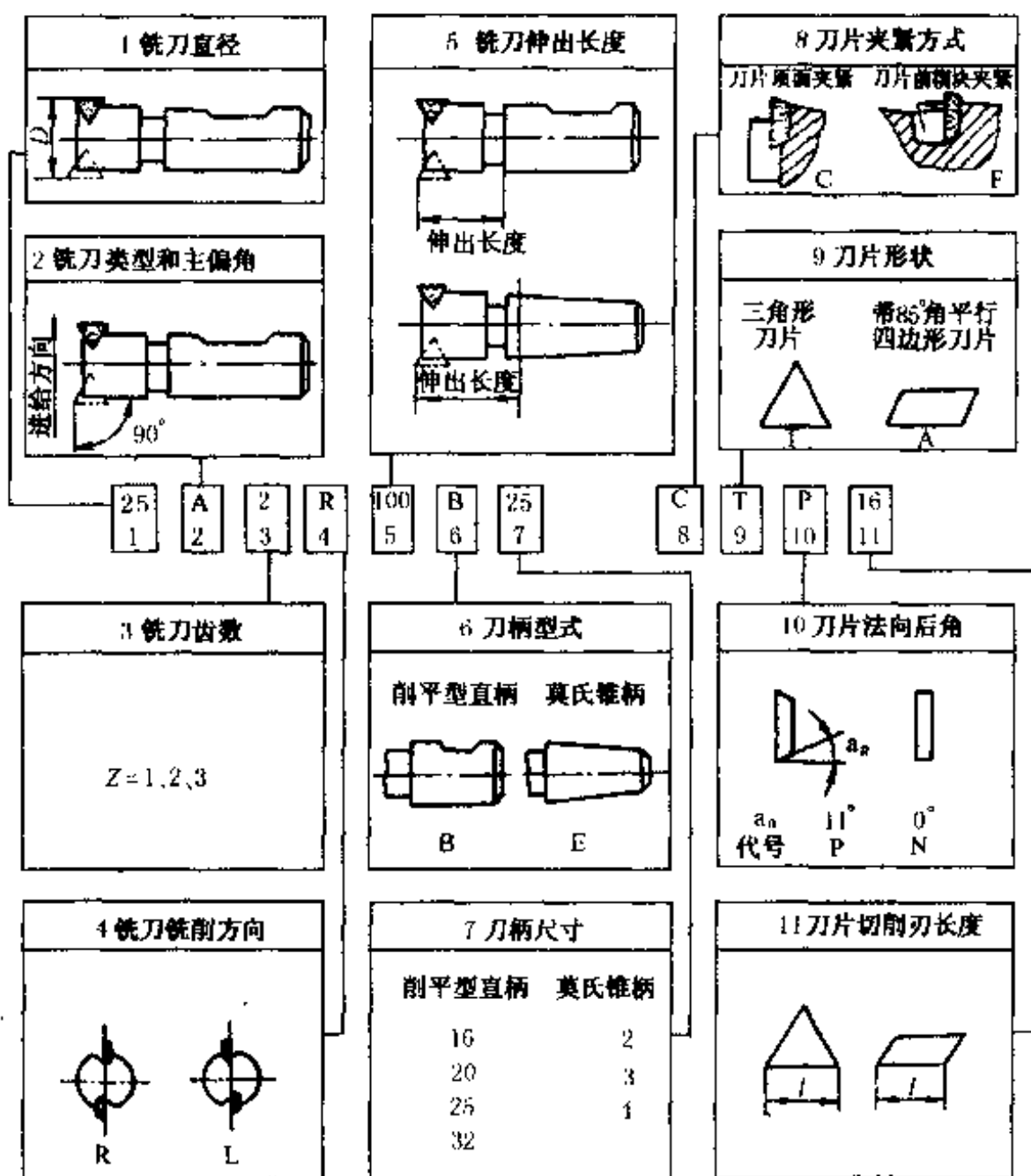


图 4-3 可转位立铣刀型号标记图

(3) 可转位三面刃铣刀型号的表示方法

按(GB/T 5341—1985)规定,可转位三面刃铣刀的型号表示方法由11位代号组成。各位代号及表示的内容如图4-4所示。

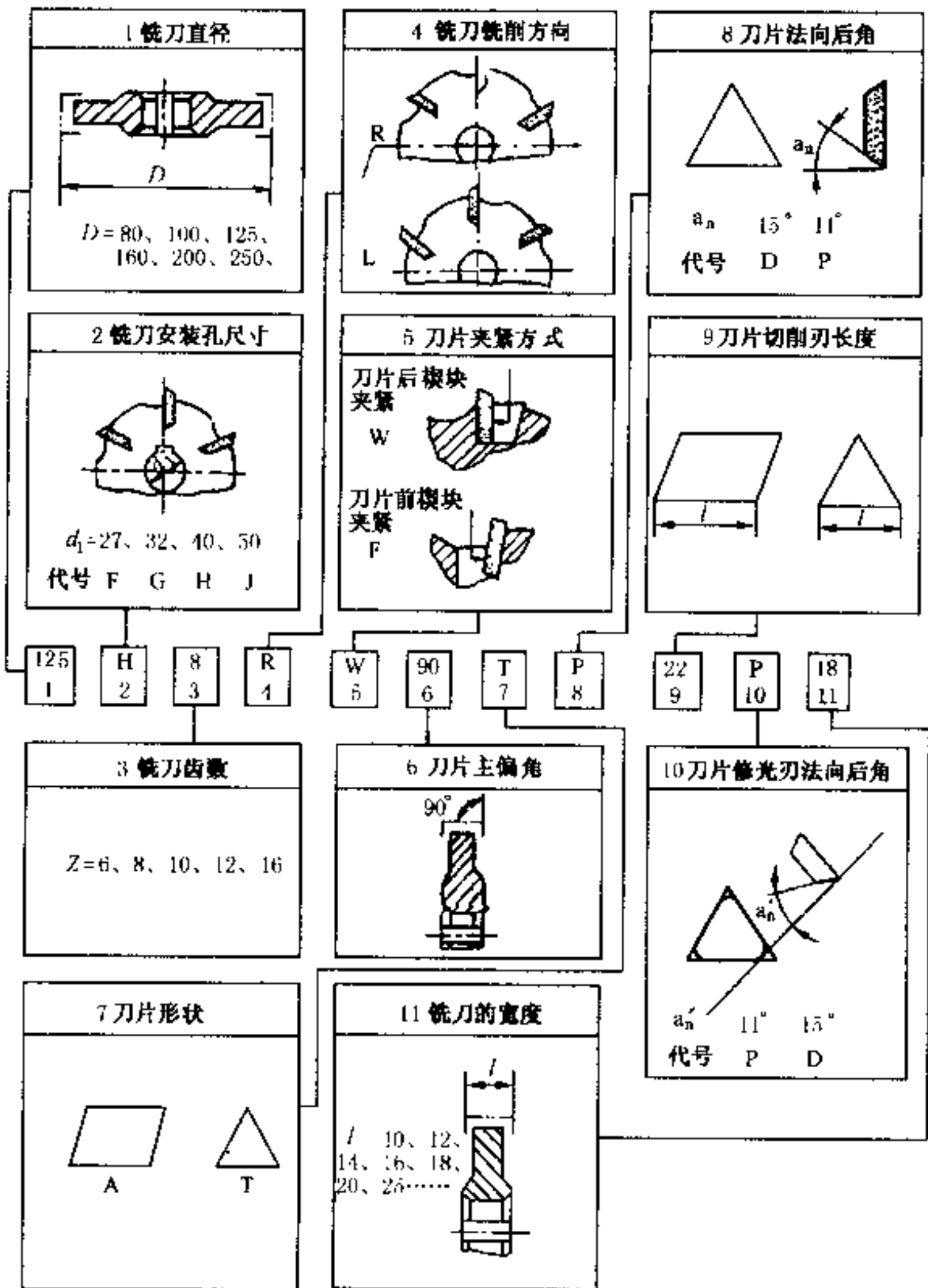


图 4-4 可转位三面刃铣刀型号标记图

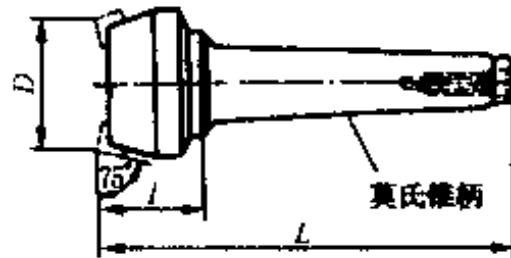
4. 可转位铣刀的型式和基本尺寸

(1) 可转位面铣刀(GB/T 5342—1985)

① 可转位锥柄面铣刀(表 4-41)

表 4-41 可转位锥柄面铣刀

(mm)



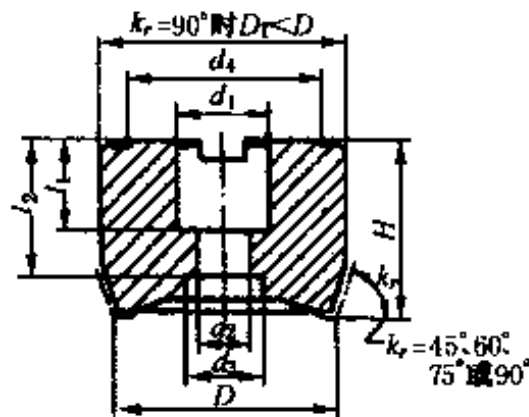
D(js14)		L(h16)		莫氏锥柄号	参考值	
基本尺寸	偏差	基本尺寸	偏差		l	齿数
63	±0.37	157	0	4	48	4
80			-2.5			6

② 可转位套式面铣刀

a. A 类型式(表 4-42)

表 4-42 A 类型式

(mm)

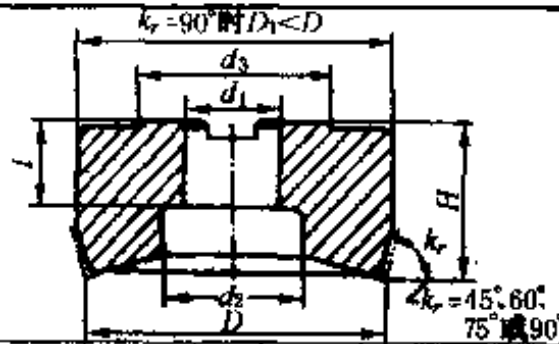


D(js16)		d1(H7)		d2	d3	d4min	H	l1	l2max	齿数(参考)		
基本尺寸	偏差	基本尺寸	偏差							粗	中	细
50	±0.80	22	+0.021 0	11	18	41	40 (50)	20	33	--	3	.
63	±0.95									4		
80			27		13.5	20	49	50	22	37	--	5
100	±1.10	32	+0.025 0	17.5	27	59	(63)	25	33	5	6	8

b. B 类型式(表 4-43)

表 4-43 B 类型式

(mm)



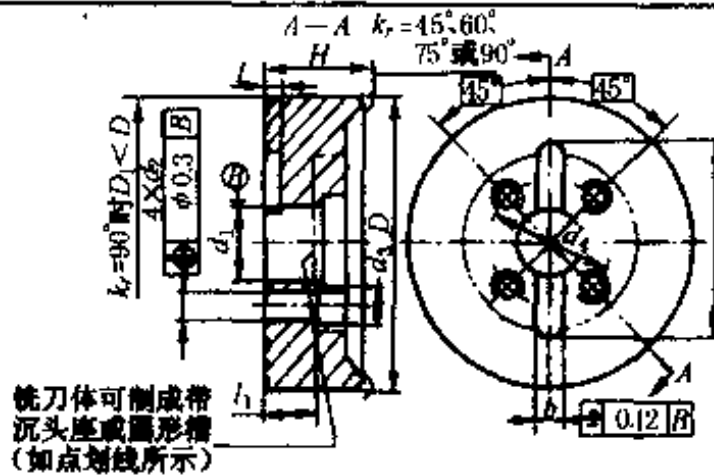
D(js16)		d ₁ (H7)		d ₂	d _{3min}	H	l		齿数(参考)		
基本尺寸	偏差	基本尺寸	偏差				min	max	粗	中	细
80	±0.95	(22)	+0.021	31	49	50	22	30	—	5	
		27									
100	±1.10	(27)	+0.025	38	59	(63)	25	32	5	6	8
		32									
125	±1.25	(32)	0	45	71	63	28	35	6	8	10
160		40		56	90	(70)			8	10	14

注：带括号的尺寸尽量不采用。

c. C 类型式(表 4-44)

表 4-44 C 类型式

(mm)



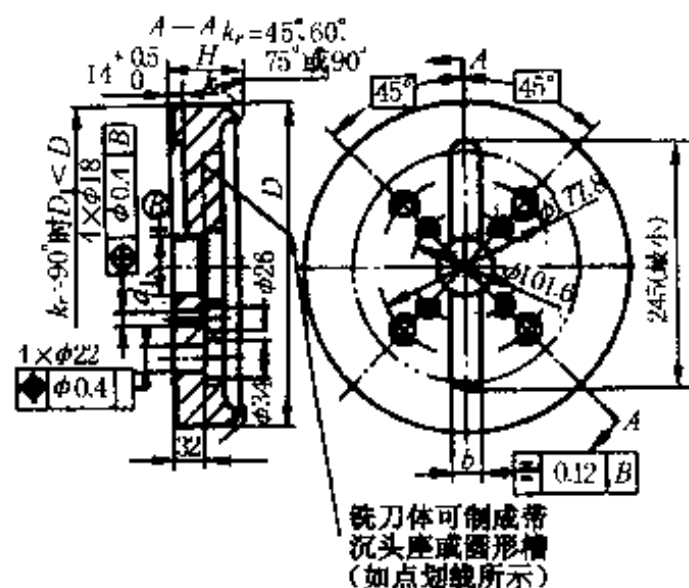
直径 160、200 和 250mm 套式 C 类面铣刀

(mm)

D(js16)		d ₁ (H7)		b(H12)		d ₂	d ₃	d ₄	t (min)	l +0.5 0	l ₁	H	齿数(参考)		
基本尺寸	偏差	基本尺寸	偏差	基本尺寸	偏差								粗	中	细
160	±1.25	40	+0.025	16.4	+0.18	14	20	66.7	105	9	28	63	8	10	14
200		60	+0.03	25.7	+0.21	18	26	101.6	155	14	32		(70)	10	12
250	±1.45	60	0	25.7	0	18	26	101.6	155	14	32	(70)	12	16	22

注：带括号的尺寸尽量不采用。

续表 4-44



直径 315、400 和 500mm 套式 C 类面铣刀

(mm)

$D(js16)$		$d_1(H7)$		$b(H12)$		ll	齿数(参考)		
基本尺寸	偏差	基本尺寸	偏差	基本尺寸	偏差		粗	中	细
315	± 1.6	60	-0.03 0	25.7	$+0.21$ 0	(70)	16	20	28
400	± 1.8						20	26	36
500	± 2.0					26	34	44	

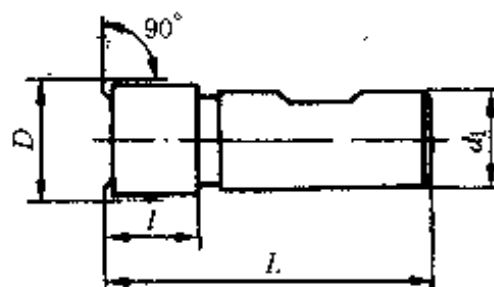
注：带括号的尺寸尽量不采用。

(2) 可转位立铣刀(GB/T 5340—1985)

(1) 可转位削平型直柄立铣刀(表 4-45)

表 4-45 可转位削平型直柄立铣刀

(mm)



$D(js14)$		$d_1(h6)$		$L(h16)$		参考值	
基本尺寸	偏差	基本尺寸	偏差	基本尺寸	偏差	l	齿数
12	± 0.215	12	0 -0.011	70	0 -1.9	20	1
14							

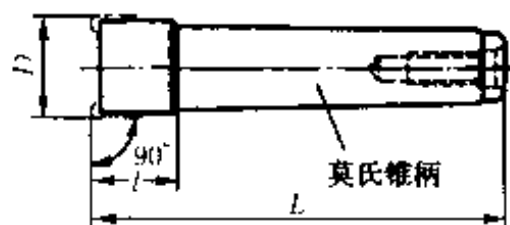
续表 4-45

$D(js14)$		$d_1(h6)$		$L(h16)$		参考值	
基本尺寸	偏差	基本尺寸	偏差	基本尺寸	偏差	l	齿数
16	± 0.215	16	0	75	0	25	1
18			-0.011		-1.9		
20	± 0.26	20	0	82	0	30	2
25		25	-0.013	96		38	
32		32	32	0		100	
40	-0.016			110	48	3	
50							

(2) 可转位莫氏锥柄立铣刀(表 4-46)

表 4-46 可转位莫氏锥柄立铣刀

(mm)

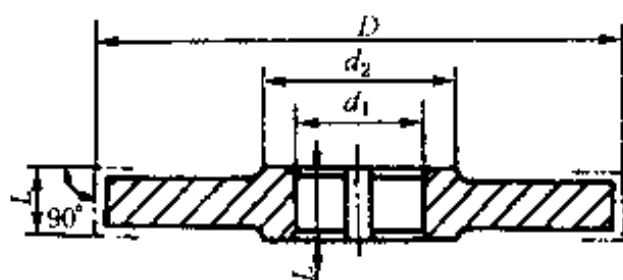


$D(js11)$		$L(h16)$		莫氏锥柄号	参考值	
基本尺寸	偏差	基本尺寸	偏差		l	齿数
12	± 0.215	90	0	2	20	1
14					25	
16		30				
18	± 0.26	94	2.2	3	38	2
20		116				
25		124				
32	± 0.31	157	-2.5	4	18	3
40						
50						

(3) 可转位三面刃铣刀(表 4-47)

表 4-47 可转位三面刃铣刀(GB/T 5341 - 1985)

(mm)



D(js16)		L(H12)		d ₁ (H7)		d ₂	l-3	齿数 (参考)
基本尺寸	偏差	基本尺寸	偏差	基本尺寸	偏差			
80	±0.95	10	+0.15 0	27	+0.021 0	41	10	6
100	±1.10	10	+0.18 0	32	+0.025 0	47	10	8
		12					12	
		14					11	
125	±1.25	12	+0.18 0	40	+0.025 0	55	12	10
		16					16	
		18					18	
160	±1.45	16	+0.21 0	50	+0.025 0	69	16	16
		18					18	
		20					20	
200	±1.45	20	+0.21 0	50	+0.025 0	69	20	12
		22					22	
		25					25	
250	±1.45	20	0.25 0	50	+0.025 0	69	20	16
		25					25	
		28					28	
		32					32	

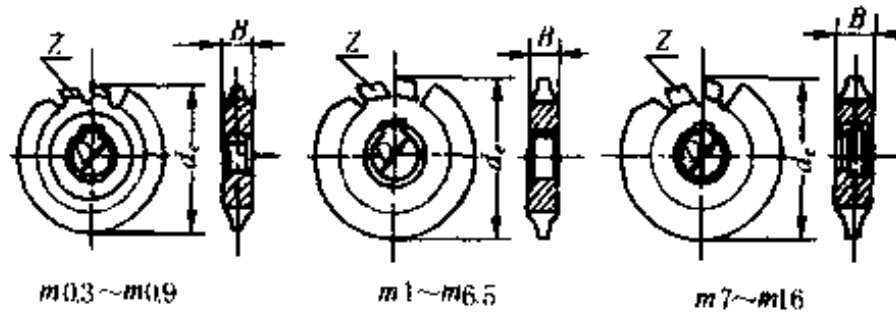
二、齿轮加工刀具

1. 盘形铣刀

(1) 盘形齿轮铣刀基本型式和尺寸(表 4-48)

表 4-48 盘形齿轮铣刀基本型式和尺寸(JB/T 7970.1-1995)

(mm)



模数系列		d	D	B														齿数 Z	铣切深度		
				铣 刀 号																	
1	2			1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8			
0.30																				20	0.66
0.40	0.35																				0.77
																					0.88
0.50	0.70	40	16	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	18	1.10	
																					1.32
0.60																				16	1.54
																					1.76
																					1.98
0.80	0.90																				2.20
1.00		50																		14	
1.25				4.8	4.6	4.4	4.2	4.1	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0			2.75
1.50		55		5.6	5.4	5.2	5.1	4.9	4.7	4.5	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2			3.30
			22	6.5	6.3	6.0	5.8	5.6	5.4	5.2	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9			3.85
2.00	1.75	60		7.3	7.1	6.8	6.6	6.3	6.1	5.9	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	12		4.40
	2.25			8.2	7.9	7.6	7.3	7.1	6.8	6.5	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1			4.95
2.50		65		9.0	8.7	8.4	8.1	7.8	7.5	7.2	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8			5.50

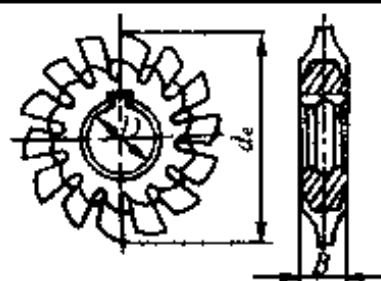
续表 4-48

模数系列		d, D	B														齿数 Z	铣切深度	
			铣 刀 号																
1	2		1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8		
3.00	2.75	70	9.9		9.6		9.2		8.8		8.5		8.2		7.9		7.4		6.05
			10.7		10.4		10.0		9.6		9.2		8.9		8.5		8.1		6.60
	3.25	75	11.5		11.2		10.7		10.3		9.9		9.6		9.3		8.8		7.15
			12.4		12.0		11.5		11.1		10.7		10.3		9.9		9.4		7.70
4.00	3.75	80	13.3		12.8		12.3		11.9		11.4		11.0		10.5		10.0		8.25
			14.1		13.7		13.1		12.6		12.2		11.7		11.2		10.7		8.80
	4.5		15.3		14.9		14.4		13.9		13.6		13.1		12.6		12.0		9.90
5.00		90	16.8		16.3		15.8		15.4		14.9		14.5		13.9		13.2		11.00
	5.5	95	18.4		17.9		17.3		16.7		16.3		15.8		15.3		14.5		12.10
6.00		100	19.9		19.4		18.8		18.1		17.6		17.1		16.4		15.7		13.20
	6.5	105	21.4		20.8		20.2		19.4		19.0		18.4		17.8		17.0		14.30
	7.0		22.9		22.3		21.6		20.9		20.3		19.7		19.0		18.2		15.40
8.00		110	26.1		25.3		24.4		23.7		23.0		22.3		21.5		20.7		17.60
	9.0	115	29.2		28.7		28.1		27.6		27.0		26.6		26.1		25.9		19.80
10		120	32.2		31.7		31.0		30.4		29.8		29.3		28.7		28.5		22.00
	11	135	35.3		34.8		34.0		33.3		32.7		32.1		31.5		31.3		24.20
12		145	38.3		37.7		36.8		36.0		35.3		34.6		33.9		33.6		26.10
	14	160	44.7		43.9		42.9		41.8		40.6		39.5		38.3		37.0		30.80
	16		50.7		49.3		48.1		46.8		45.5		44.1		42.8		41.3		35.20

(2) 盘形锥齿轮铣刀基本型式和尺寸(表4-49)

表 4-49 盘形锥齿轮铣刀基本型式和尺寸

(mm)



续表 4-19

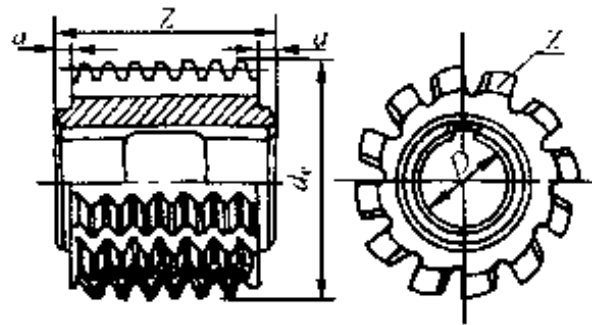
公称规格 <i>m</i>	基本尺寸			公称规格 <i>m</i>	基本尺寸			公称规格 <i>m</i>	基本尺寸		
	<i>d_r</i>	<i>B</i>	<i>D</i>		<i>d_r</i>	<i>B</i>	<i>D</i>		<i>d_r</i>	<i>B</i>	<i>D</i>
0.3	40	1	16	2	60	7.3	22	5.5	95	18.1	32
0.35	40	1	16	2.25	60	8.2	22	6	100	19.9	32
0.4	40	1	16	2.5	65	9.0	22	6.5	105	21.1	32
0.5	40	1	16	2.75	70	9.9	27	7	105	22.9	32
0.6	40	1	16	3	70	10.7	27	8	110	26.1	32
0.7	40	1	16	3.25	75	11.5	27	9	115	29.2	32
0.8	40	1	16	3.5	75	12.4	27	10	120	31.7	32
0.9	40	1	16	3.75	80	13.3	27	11	135	35.3	40
1	40	1	16	1	80	14.1	27	12	145	38.3	40
1.25	50	1.8	22	4.5	80	15.3	27	14	160	41.7	40
1.5	55	5.6	22	5	90	16.8	32	16	170	50.7	40
1.75	60	6.5	22								

2. 滚刀

(1) 齿轮滚刀(表 4-50)

表 4-50 齿轮滚刀(GB/T 6083 1985)

(mm)



模数系数		I 型					II 型				
1	2	<i>d_r</i>	<i>L</i>	<i>D</i>	<i>a_{mm}</i>	<i>Z</i>	<i>d_r</i>	<i>L</i>	<i>D</i>	<i>a_{mm}</i>	<i>Z</i>
1	1.25	63	63	27	5	16	50	32	22	5	12
								40			
1.5	1.75	71	71	32	5	14	63	50	27	5	10
2	2.25	80	80				71	63			
2.5	2.75	90	90	40	5	14	80	71	32	5	10
3	3.25	100	100				90	80			
4	3.75	112	112	40	5	14	90	80	32	5	10
	4.5							90			

续表 4-50

模数系数		I 型					I 型				
1	2	d_r	L	D	a_{\min}	Z	d_r	L	D	a_{\min}	Z
5	5.5	125	125	50	5	12	100	100	32	5	10
6	6.5	140	140				112	112			
	7			118	118	40					
8	9	160	160	60	5		12	118	125	50	
10		180	180			125		132			
			200	200				140	150		
							150	170			

注：本齿轮滚刀的模数为1~10 mm，用于渐开线圆柱齿轮的齿形加工。其基本型式有两种：

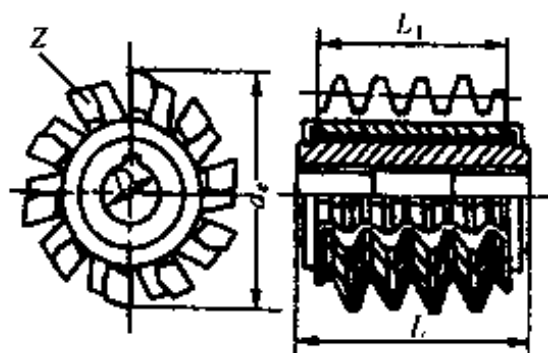
I 型适用于JB/T 3227—1983《高精度齿轮滚刀 通用技术条件》所规定的AAA级滚刀及GB/T 6084—1985《齿轮滚刀通用技术条件》所规定的AA级滚刀。

II 型适用于GB/T 6084—1985所规定的AA、A、B、C四种精度的滚刀。滚刀作成单头、右旋，容屑槽为平行于轴线的直槽。

(2) 镶片齿轮滚刀(表4-51)

表 4-51 镶片齿轮滚刀(GB/T 9205—1988)

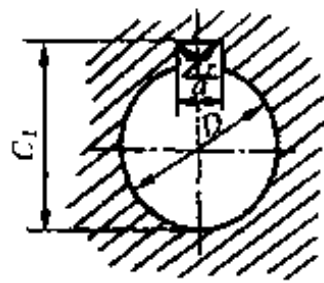
(mm)



模 数		带轴向键槽型					带端面键槽型				
第1系列	第2系列	d_r	L	D	L_1	Z	d_r	L	D	L_1	Z
	9	185	195	50	160	10	185	215	50	160	10
10		190	200		165		190	220		165	
	11	195	215		175		195	235		175	
12		200	220		180		200	240		180	
	14	215	240		195		215	260		195	

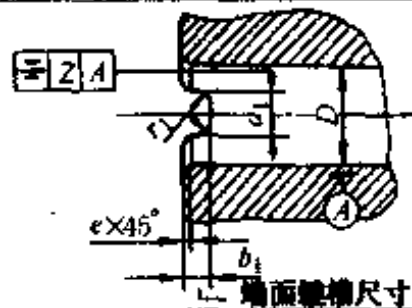
续表 4-51

模 数		带轴向键槽型					带端面键槽型				
第1系列	第2系列	d_e	L	D	L_1	Z	d_e	L	D	L_1	Z
16		235	250	60	205	10	235	275	60	205	10
	18	255	275		230		255	300		230	
20		265	285		240		265	310		240	
	22	300	320	80	270	9	300	350	80	270	9
25		320	340		290		320	370		290	
	28	340	360		310		340	390		310	
	30	350	380		330		350	410		330	
32		380	405		355		380	435		355	
	36	—	—		—	9	400	455	100	370	9
40		—	—		—		420	475		390	



轴向键槽尺寸

D	a		C_1		r	
	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差
50	12	+0.205	53.5	+0.2 0	1.6	0 -0.5
60	14		64.2			
80	18	+0.095	85.5		2.0	
100	25	+0.240 +0.110	107.0	2.5		



续表 4 51

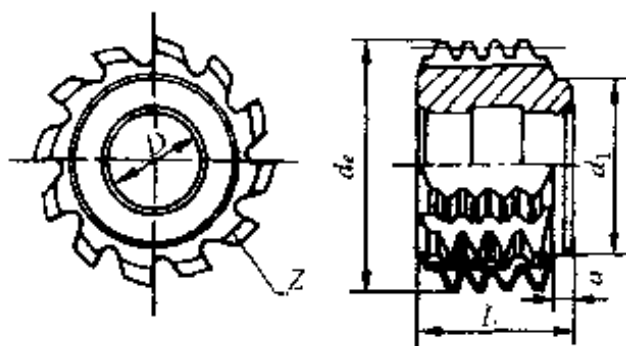
D	a_1		b_1		r_{1max}	e		Z
	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差		基本尺寸	极限偏差	
50	18.4	+0.130 0	10.0	-0.220 0	2.0	1.0	+0.3 0	0.20
60	20.5		11.2					
80	25.5	0	14.0	+0.270 0	2.5	1.2		0.25
100			16.0					

注：镶片齿轮滚刀的模数为9~40 mm，用于渐开线圆柱齿轮的齿形加工。滚刀做成单头、右旋、零度前角，容屑槽为平行于轴线的直槽。

(3) 小模数齿轮滚刀(表 4 52)

表 4 52 小模数齿轮滚刀

(mm)



模数系列		φ25						φ32						φ40					
1	2	d_e	L	D	d_1	a_{min}	Z	d_e	L	D	d_1	a_{min}	Z	d_e	L	D	d_1	a_{min}	Z
0.10		25	10	8	15	2.5	15	32	15	13	22	2.5	12	40	25	16	25	4	15
0.12																			
0.15																			
0.20																			
0.25																			
0.30		15					12	32	15	13	22	2.5	12	40	25	16	25	4	15
0.35																			
0.40																			
0.50		20					10	32	15	13	22	2.5	10	30					
0.60																			

续表 4-52

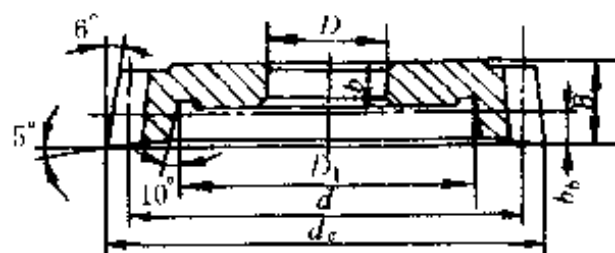
模数系列		φ25						φ32					φ40						
1	2	d_c	L	D	d_1	a_{mn}	Z	d_c	L	D	d_1	a_{mn}	Z	d_c	L	D	d_1	a_{mn}	Z
	0.70	25	20	8	15	2.5	10	32	20	13	22	2.5	10	40	30	16	25	4	15
0.80																			
	0.90													40					
1.0																			

注：小模数齿轮滚刀的模数为0.1~1，压力角为20°。滚刀直径分为25.4 mm、32 mm、40 mm三种。其精度等级分为AAA、AA和A级三种。滚刀作成单头、右旋、容屑槽为平行于轴线的直槽。

3. 直齿插齿刀(GB/T 6081-1985)

(1) 盘形直齿插齿刀(表4-53)

表 4-53 盘形直齿插齿刀



(1) 公称分度圆直径75 mm, $m=1\sim 1$, $\alpha=20^\circ$

模数 m/mm	齿数 z	分度圆直径 d	d_c	D	D_1	b	b_0	B	
		mm							
1.00	76	76.00	78.50	31.743	58	10	0	15	
1.25	60	75.00	78.56				56		2.1
1.50	50	75.00	79.56						3.9
1.75	43	75.25	80.67				5.0		
2.00	38	76.00	82.21		52		5.9	17	
2.25	34	76.50	83.48				6.1		
2.50	30	75.00	82.34				5.2		
2.75	28	77.00	84.92				5.0		
3.00	25	75.00	83.34		4.0	20			

续表 4-53

模数 m/mm	齿数 z	分度圆直径 d	d_e	D	D_1	b	b_b	B
		mm						
3.25	24	78.00	86.96	31.743	54	10	4.0	20
3.50	22	77.00	86.44		52		3.3	
3.75	20	75.00	84.90		50		2.5	
4.00	19	76.00	86.32				1.5	

说明：在插齿刀的原始截面中，齿顶高系数等于1.25，分度圆齿厚等于 $\pi m/2$ 。

② 公称分度圆直径100 mm、 $m=1\sim 6$ 、 $\alpha=20^\circ$

模数 m/mm	齿数 z	分度圆直径 d	d_e	D	D_1	b	b_b	B	
		mm							
1.00	100	100.00	102.62	31.743	80	10	0.6	18	
1.25	80	100.00	103.94				6.6		
1.50	68	102.00	107.14						8.3
1.75	58	101.50	107.62			9.5	12	8.3	22
2.00	50	100.00	107.00						
2.25	45	101.25	109.09			10.0			
2.50	40	100.00	108.36		78			9.4	
2.75	36	99.00	107.86			76			
3.00	34	102.00	111.54		72			8.7	
3.25	31	100.75	110.71			68	6.9		5.1
3.50	29	101.50	112.08		70			4.3	
3.75	27	101.25	112.35			4.6	24		
4.00	25	100.00	111.46		4.6				
4.50	22	99.00	111.78			4.6			
5.00	20	100.00	113.90		4.6				
5.50	19	104.50	119.68			4.6			
6.00	18	108.00	124.56		4.6				

说明：1. 在插齿刀的原始截面中， $m \leq 4$ mm 时，齿顶高系数为1.25； $m > 4$ 时，齿顶高系数为1.3；分度圆齿厚等于 $\pi m/2$ 。

2. 按用户需要，插齿刀内孔直径可做成44.443 mm。

续表 4-53

③ 公称分度圆直径 125 mm, $m=1\sim 8, \alpha=20^\circ$

模数 m/mm	齿数 z	分度圆直径 d	d_f	D	D_f	b	b_b	B
		mm						
4.0	31	124.00	136.80	31.743	92	13	11.4	30
4.5	28	126.00	140.14				11.6	
5.0	25	125.00	140.20		90		10.5	
5.5	23	126.50	143.00				10.5	
6.0	21	126.00	143.52		86		9.1	
6.5	19	123.50	141.96		82		7.4	
7.0	18	126.00	145.74				7.3	
8.0	16	128.00	149.92				5.3	

说明: 1. 在插齿刀的原始截面中, 齿顶高系数等于 1.3; 分度圆齿厚等于 $\pi m/2$ 。
2. 按用户需要插齿刀的内孔直径可做成 44.443 mm。

① 公称分度圆直径 160 mm, $m=6\sim 10, \alpha=20^\circ$

模数 m/mm	齿数 z	分度圆直径 d	d_f	D	D_f	b	b_b	B
		mm						
6.0	27	162.00	178.20	88.9	120	18	5.7	35
6.5	25	162.50	180.06				6.2	
7.0	23	161.00	179.90		116		6.7	
8.0	20	160.00	181.60		114		7.6	
9.0	18	162.00	186.30				8.6	
10.0	16	160.00	187.00				9.5	

说明: 在插齿刀原始截面中, 齿顶高系数等于 1.25; 分度圆齿厚等于 $\pi m/2$ 。

续表 4-53

⑤ 公称分度圆直径 200 mm, $m=8\sim 12, \alpha=20^\circ$

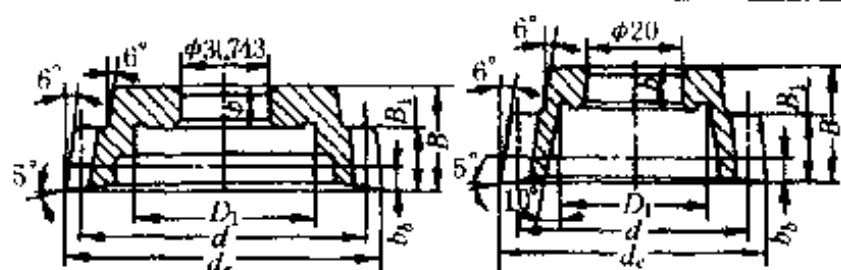
模数 m, mm	齿数 z	分度圆直径 d	d_e	D	D_1	b	b_n	B
		mm						
8	25	200.00	221.60	101.6	150	20	7.6	40
9	22	198.00	222.30		144		8.6	
10	20	200.00	227.00		140		9.5	
11	18	198.00	227.70		10.5			
12	17	201.00	236.40		11.4			

说明: 在插齿刀的原始截面中, 齿顶高系数等于 1.25, 分度圆齿厚等于 $\pi m/2$ 。

注: 盘形直齿插齿刀, 其公称分度圆直径为 75, 100, 125, 160, 200 (mm) 五种, 精度等级分为 AA, A, B 三种。

(2) 碗形直齿插齿刀 (表 4-54)

表 4-54 碗形直齿插齿刀

① 公称分度圆直径 50 mm, $m=1\sim 3.5, \alpha=20^\circ$

模数 m/mm	齿数 z	分度圆直径 d	d_e	D_1	b	b_n	B	B_1
		mm						
1.00	50	50.00	52.72	30	10	1.0	25	14
1.25	40	50.00	53.38			1.2		
1.50	34	51.00	55.04			1.4		
1.75	29	50.75	55.49			1.7		
2.00	25	50.00	55.40			1.9		
2.25	22	49.50	55.56			2.1	17	

续表 4-54

模数 m/mm	齿数 z	分度圆直径 d	d_e	D_1	b	b_0	B	B_1
2.50	20	50.00	56.76	30	10	2.4	25	17
2.75	18	49.50	56.92			2.6		
3.00	17	51.00	59.10			3.1	27	20
3.25	15	48.75	57.53					
3.50	14	49.00	58.44					

说明：在插齿刀的原始截面中，齿顶高系数等于1.25，分度圆齿厚 $\pi m/2$ 。

② 公称分度圆直径75 mm、 $m=1\sim 4$ 、 $\alpha=20^\circ$

模数 m/mm	齿数 z	分度圆直径 d	d_e	D_1	b	b_0	B	B_1
1.00	76	76.00	78.72	50	10	1.0	30	15
1.25	60	75.00	78.38			1.2		
1.50	50	75.00	79.01			1.4		
1.75	43	75.25	79.99			1.7		
2.00	38	76.00	81.40			1.9		
2.25	34	76.50	82.56			2.1	17	
2.50	30	75.00	81.76			2.4		
2.75	28	77.00	81.42			2.6		
3.00	25	75.00	83.10			2.9	32	20
3.25	24	78.00	86.78			3.1		
3.50	22	77.00	86.44			3.3		
3.75	20	75.00	85.14			3.6		
4.00	19	76.00	86.80			3.8		

说明：在插齿刀的原始截面中，齿顶高系数等于1.25，分度圆齿厚等于 $\pi m/2$ 。

续表 4-54

③ 公称分度圆直径 100 mm, $m=1\sim 6, \alpha=20^\circ$

模数 m/mm	齿数 z	分度圆直径 d	d_f	D_f	b	b_f	B	B_f
		mm						
1.00	100	100.00	102.62	63	10	0.6	32	18
1.25	80	100.00	103.94			3.9		
1.50	68	102.00	107.14			6.6		
1.75	58	101.50	107.62			8.3	34	22
2.00	50	100.00	107.00			9.5		
2.25	45	101.25	109.09			10.5		
2.50	40	100.00	108.36			10.0		
2.75	36	99.00	107.86			9.4		
3.00	34	102.00	111.54			9.7		
3.25	31	100.75	110.71			8.7	36	24
3.50	29	101.50	112.08			8.7		
3.75	27	101.25	112.35			8.2		
4.00	25	100.00	111.46			6.9		
4.50	22	99.00	111.78			5.1		
5.00	20	100.00	113.90			4.3		
5.50	19	104.50	119.68			4.2	4.6	
6.00	18	108.00	124.56					

说明: 1. 在插齿刀原始截面中, $m \leq 4$ 时, 齿顶高系数为 1.25, $m > 4$ 时, 齿顶高系数为 1.3, 分度圆齿厚等于 $\pi m/2$ 。

2. 按用户需要插齿刀的内孔直径可作成 44.443 mm。

续表 4-54

(1) 公称分度圆直径 125 mm, $m=4\sim 8, \alpha=20^\circ$

模数 m/mm	齿数 z	分度圆直径 d	d_r	D_1	b	b_s	B	B_1
		mm						
4.0	31	124.00	136.80	70	13	11.4	40	28
4.5	28	126.00	140.14			11.6		
5.0	25	125.00	140.20			10.5		
5.5	23	126.50	143.00			10.5		
6.0	21	126.00	143.52			9.1		
6.5	19	123.50	141.96			7.4		
7.0	18	126.00	145.74			7.3		
8.0	16	128.00	149.92			5.3		

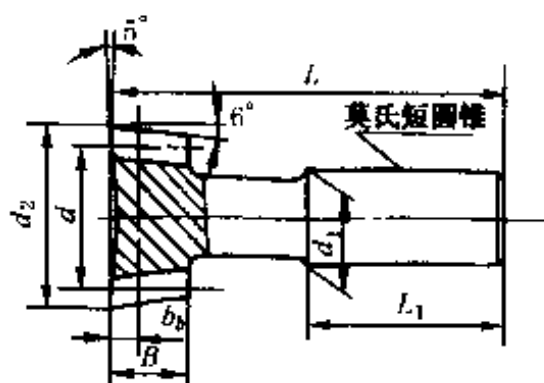
说明: 1. 在插齿刀的原始截面中, 齿顶高系数等于 1.3, 分度圆齿厚等于 $\pi m/2$ 。

2. 按用户需要插齿刀的内孔直径可做成 44.443 mm。

注: 碗形直齿插齿刀, 其公称分度圆直径为 50、75、100、125 (mm) 四种, 精度等级分为 AA、A、B 三种。

(3) 锥柄直齿插齿刀 (表 4-55)

表 4-55 锥柄直齿插齿刀



续表 4-55

①) 公称分度圆直径 25 mm, $m=1\sim 2.75$, $\alpha=20^\circ$

模数 m/mm	齿数 z	分度圆直径 d	d_1	B	b_0	d_1	L_1	L	莫氏 短圆锥号			
		mm										
1.00	26	26.00	28.72	10	1.0	17.981	40	75	2			
1.25	20	25.00	28.38		1.2							
1.50	18	27.00	31.04		1.4							
1.75	15	26.25	30.89	12	1.3							
2.00	13	26.00	31.24		1.1							
2.25	12	27.00	32.90		1.3							
2.50	10	25.00	31.26		0							
2.75	10	27.50	31.48	13	0.5							

说明: 在插齿刀的原始截面中, 齿顶高系数等于 1.25, 分度圆齿厚等于 $\pi m/2$ 。②) 公称分度圆直径 38 mm, $m=1\sim 3.75$, $\alpha=20^\circ$

模数 m/mm	齿数 z	分度圆直径 d	d_1	B	b_0	d_1	L_1	L	莫氏 短圆锥号
		mm							
1.00	38	38.00	40.72	12	1.0	24.051	50	90	3
1.25	30	37.5	40.88		1.2				
1.50	25	37.5	41.51		1.1				
1.75	22	38.5	43.24	15	1.7				
2.00	19	38.0	43.40		1.9				
2.25	16	36.0	41.98		1.7				
2.50	15	37.5	44.26		2.1				
2.75	14	38.5	45.88	15	2.4				
3.00	12	36.0	43.74		1.1				
3.25	12	39.0	47.58		2.2				
3.50	11	38.5	47.52		1.3				
3.75	10	37.5	46.88		0				

说明: 在插齿刀的原始截面中, 齿顶高系数等于 1.25, 分度圆齿厚等于 $\pi m/2$ 。

注: 锥柄直齿插齿刀, 其公称分度圆直径为 25、38(mm) 二种, 精度等级分为 A、B 两种。

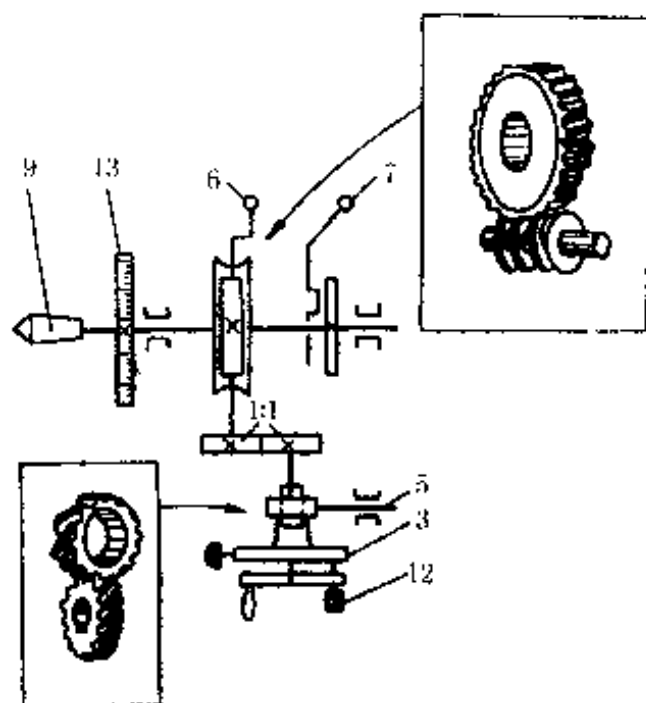
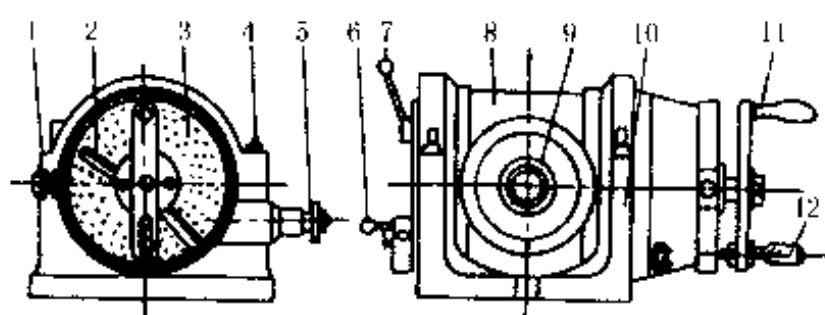
第五章 典型零件铣削加工

一、分度头及分度方法

1. 分度头传动系统及分度头定数

(1) 分度头传动系统及主要规格(表5-1)

表5-1 分度头传动系统及主要规格



- 1 分度盘紧固螺钉 2—分度叉 3—分度盘 4 螺母 5—交换齿轮轴
 6—蜗杆脱落手柄 7—主轴锁紧手柄 8—回转体 9 主轴 10 基座
 11—分度手柄 12 分度定位销 13—刻度盘

续表 5-1

规格名称	F1180 (FW80)	F11100 (FW100)	F11125 (FW125)	F11160 (FW160)
中心高	80	100	125	160
主轴锥孔号(莫氏)	3	3	4	4
主轴倾斜角(水平方向)	-6°~+90°	-6°~+90°	-6°~+90°	-6°~+90°
蜗杆副速比	1:40	1:40	1:40	1:40
定位键宽度	12	14	18	18
主轴法兰盘定位短锥直径	36.512	41.275	53.975	53.975

注:表中括号内型号为旧标准。

(2) 分度头定数、分度盘孔数和交换齿轮齿数(表 5-2)

表 5-2 分度头定数、分度盘孔数和交换内轮齿数

分度头型式	定数	分度盘的孔数	交换齿轮齿数
带一块分度盘	40	正面:24、25、28、30、34、37、38、39、41、42、43 反面:46、47、49、51、53、54、57、58、59、62、66	
带两块分度盘	40	第一块 正面:24、25、28、30、31、37 反面:38、39、41、42、43 第二块 正面:46、47、49、51、53、54 反面:57、58、59、62、66	25、25、30、35、40、 50、55、60、70、80、 90、100

2. 分度方法及计算

(1) 单式分度法计算及分度表(表 5-3)

表 5-3 单式分度法计算及分度表

$$n(\text{手柄的转数}) = \frac{40(\text{分度头定数})}{z(\text{工件等分数})} (r)$$

单式分度表(分度头定数 40)

工件等分数	分度盘孔数	手柄回转数	转过的孔距数	工件等分数	分度盘孔数	手柄回转数	转过的孔距数	工件等分数	分度盘孔数	手柄回转数	转过的孔距数
2	任意	20	—	8	任意	5	—	14	28	2	24
3	24	13	8	9	54	4	21	15	24	2	16
4	任意	10	—	10	任意	4	—	16	24	2	12
5	任意	8	—	11	66	3	42	17	34	2	12
6	24	6	16	12	24	3	8	18	54	2	12
7	28	5	20	13	39	3	3	19	38	2	4

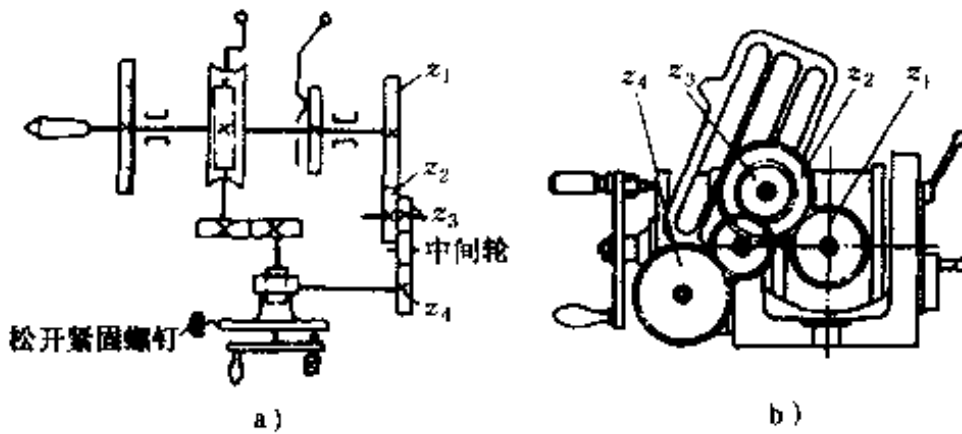
续表 5-3

工件等 分 数	分度盘 孔 数	手柄回 转 数	转过的 孔距数	工件等 分 数	分度盘 孔 数	手柄回 转 数	转过的 孔距数	工件等 分 数	分度盘 孔 数	手柄回 转 数	转过的 孔距数
20	任意	2		57	57	—	40	116	58		20
21	42	1	38	58	58		40	118	59		20
22	66	1	54	59	59	—	40	120	66	—	22
23	46	1	34	60	42	—	28	124	62	—	20
24	24	1	16	62	62	—	40	125	25	—	8
25	25	1	15	64	24	—	15	130	39		12
26	39	1	21	65	39		21	132	66		20
27	54	1	26	66	66		40	135	54		16
28	42	1	18	68	34	—	20	136	34	—	10
29	58	1	22	70	28		16	140	28		8
30	24	1	8	72	54	—	30	144	54	—	15
31	62	1	18	74	37		20	145	58	—	16
32	28	1	7	75	30		16	148	37		10
33	66	1	14	76	38	—	20	150	30		8
34	34	1	6	78	39	—	20	152	38		10
35	28	1	4	80	34	—	17	155	62		16
36	54	1	6	82	41	—	20	156	39	—	10
37	37	1	3	84	42		20	160	28	—	7
38	38	1	2	85	34		16	164	41	—	10
39	39	1	1	86	43	—	20	165	66	—	16
40	任意	1	—	88	66	—	30	168	42	—	10
41	41		40	90	54	—	24	170	34	—	8
42	42		40	92	46		20	172	43	—	10
43	43	—	40	94	47		20	176	66	—	15
44	66	—	60	95	38		16	180	54	—	12
45	54	—	48	96	24		10	184	46	—	10
46	46	—	40	98	49		20	185	37	—	8
47	47	—	40	100	25		10	188	47	—	10
48	24	—	20	102	51	—	20	190	38		8
49	49	—	40	104	39		15	192	24	—	5
50	25		20	105	42		16	195	39	—	8
51	51		40	106	53	—	20	196	49	—	10
52	39		30	108	54	—	20	200	30	—	6
53	53		40	110	66	—	24	204	51	—	10
54	54		40	112	28	—	10	205	41	—	8
55	66	—	48	114	57		20	210	42		8
56	28	—	20	115	46	—	16				

(2) 差动分度法计算及分度表

① 计算公式及分度头交换齿轮装置表(表 5-4)

表 5-4 计算公式及分度头交换齿轮装置



每次分度头手柄的转数 $n = \frac{40}{z_1}$

传动比 $i = \frac{40(z_1 - z)}{z_1}$

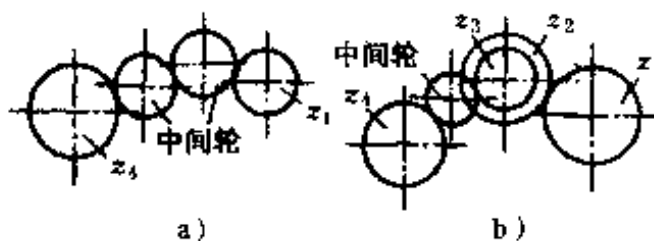
式中 40 -- 分度头的定数;
 z -- 工件实际等分数;
 z_1 -- 工件假设等分数。

z_1 和 z 相比	传动比 i	手柄和分度 盘回转方向	一对交换齿轮	二对交换齿轮
$z_1 > z$	正	相同	加一个中间轮	不加中间轮
$z_1 < z$	负	相反	加两个中间轮	加一个中间轮

注：所选的工件假设等分数 z_1 必须能够进行单式分度，并且要比较接近工件实际等分数 z 。

② 差动分度表(表 5-5)

表 5-5 差动分度表



续表 5-5

工 件 等分数	假 定 等分数	分度盘 孔 数	转过的 孔距数	交换齿轮				F11100 F11125 型 F11160 交换齿轮型式
				z_1	z_2	z_3	z_4	
61	60	30	20	10			60	a
63	60	30	20	60			30	a
67	64	24	15	90	40	50	60	b
69	66	66	40	100			55	a
71	70	49	28	40			70	a
73	70	49	28	60			35	a
77	75	30	16	80	60	40	50	b
79	75	30	16	80	50	40	30	b
81	80	30	15	25			50	a
83	80	30	15	60			40	a
87	84	42	20	50			35	a
89	88	66	30	25			55	a
91	90	54	24	40			90	a
93	90	54	24	10			30	a
97	96	24	10	25			60	a
99	96	24	10	50			10	a
101	100	30	12	10			100	a
103	100	30	12	60			50	a
107	100	30	12	70			25	a
109	105	42	16	80	70	40	30	b
111	105	42	16	80			35	a
113	110	66	24	60			55	a
117	110	66	24	70	55	50	25	b
119	110	66	24	90	55	60	30	b
121	120	54	18	30			90	a
122	120	54	18	10			60	a
123	120	54	18	25			25	a
126	120	54	18	50			25	a
127	120	54	18	70			30	a
128	120	54	18	80			30	a
129	120	54	18	90			30	a
131	125	25	8	80	50	30	25	b
133	125	25	8	80	50	40	25	b
134	132	66	20	50	55	40	60	b
137	132	66	20	100	55	25	30	b

续表 5-5

工件 等分数	假定 等分数	分度盘 孔数	转过的 孔距数	交换齿轮				F11100 F11125 型 F11160 交换齿轮型式
				z_1	z_2	z_3	z_4	
138	135	54	16	80			90	a
139	135	54	16	80	30	40	90	b
141	140	42	12	40	50	25	70	b
142	140	42	12	40			70	a
143	140	42	12	30			35	a
146	140	42	12	60			35	a
147	140	42	12	50			25	a
149	140	42	12	90	25	50	70	b
151	150	30	8	40	50	30	90	b
153	150	30	8	40			50	a
154	150	30	8	40	60	80	50	b
157	150	30	8	70	30	40	50	b
158	150	30	8	80	30	40	50	b
159	150	30	8	90	30	40	50	b
161	160	28	7	25			100	a
162	160	28	7	25			50	a
163	160	28	7	30			40	a
166	160	28	7	60			40	a
167	160	28	7	70			40	a
169	160	28	7	90			40	a
171	168	42	10	50			70	a
173	168	42	10	100	35	25	60	b
174	168	42	10	50			35	a
175	168	42	10	50			30	a
177	176	66	15	40	55	25	80	b
178	176	66	15	40	55	50	80	b
179	176	66	15	60	55	50	80	b
181	180	54	12	40	90	25	50	b
182	180	54	12	40			90	a
183	180	54	12	40			60	a
186	180	54	12	40			30	a
187	180	54	12	40	60	70	30	b
189	180	54	12	50			25	a
191	180	54	12	80	60	55	30	b
193	192	24	5	30	90	50	80	b
194	192	24	5	25			60	a
197	192	24	5	100	30	25	80	b
198	192	24	5	50			40	a
199	192	24	5	70	30	50	80	b

(3) 近似分度法计算及分度表

① 分度方法计算

〔例〕有一直齿锥齿轮, 齿数 $z=93$, 应该怎样计算分度头手柄的转数?

〔解〕先按单式分度法得到分度头手柄所要摇的转数:

$$n = \frac{40}{z} = \frac{40}{93}$$

由于此数不能约简, 分度盘上也没有 93 孔的孔圈, 因此无法进行分度。如果在分度盘上任意选一孔圈, 如 $N=59$, 那么每次分度时手柄应摇的孔距数就是:

$$\frac{40}{93} \times 59 = \frac{2\ 360}{93} = 25.376\ 34$$

因为所得的是小数, 没法摇手柄, 这时可将 25.376 34 扩大一个倍数, 设法使其接近一个整数, 现将此数扩大 8 倍得:

$$25.376\ 34 \times 8 \approx 203.010\ 75$$

此数接近 203 整数, 因此可以按 203 个孔距在 59 孔的孔圈上进行分度, 其手柄转数应是:

$$n = \frac{203}{59} = 3 \frac{26}{59}$$

即: 铣完一齿后, 手柄摇 3 转, 然后在 59 孔的孔圈上再转过 26 个孔距。

因孔距数乘上 8, 所以这时所摇的孔距数是原来所要摇的孔距数的 8 倍, 即铣完第一齿后, 再铣的是第九齿, 这样连续下去, 就可以把工作的全部齿铣完。

所以近似分度法计算公式应为:

$$n = \frac{40}{z} NM$$

式中 n ——分度头手柄应转过的转数;

z ——工件等分数;

N ——所选择的分度盘孔圈孔数;

M ——扩大的倍数(跳齿数)。

② 近似分度表(表 5-6)

表 5-6 近似分度表(分度头定数为 40)

等分数 z	孔圈孔数 N	分度手柄转数 n	跳齿数 M	$D=1\text{ mm}$ 时 齿距累积误差/ mm
61	53	$2 \frac{33}{53}$	4	0.001 45
63	62	$6 \frac{61}{62}$	11	0.001 25

续表 5-6

等分数 z	孔圈孔数 N	分度手柄转数 n	跳齿数 M	$D=1\text{ mm}$ 时 齿距累积误差/ mm
67	66	$2\frac{65}{66}$	5	0.001 17
69	59	$2\frac{53}{59}$	5	0.001 32
71	53	$3\frac{30}{53}$	7	0.001 45
73	66	$3\frac{19}{66}$	6	0.001 17
77	53	$7\frac{42}{53}$	15	0.001 45
79	59	$4\frac{3}{59}$	8	0.001 32
81	58	$6\frac{53}{58}$	14	0.001 34
83	51	$9\frac{8}{51}$	19	0.001 50
87	62	$\frac{57}{62}$	2	0.001 25
89	66	$1\frac{23}{66}$	3	0.001 17
91	62	$1\frac{47}{62}$	4	0.001 25
93	59	$3\frac{26}{59}$	8	0.001 32
97	53	$2\frac{47}{53}$	7	0.001 46
99	62	$8\frac{5}{62}$	20	0.001 25
101	62	$3\frac{35}{62}$	9	0.001 25
103	62	$5\frac{2}{62}$	13	0.001 25
107	59	$6\frac{43}{59}$	18	0.001 32

续表 5-6

等分数 z	孔圈孔数 N	分度手柄转数 n	跳齿数 M	$D=1$ mm 时 齿距累积误差/ mm
109	62	$1 \frac{29}{62}$	4	0.001 25
111	53	$3 \frac{32}{53}$	10	0.001 46
113	66	$3 \frac{59}{66}$	11	0.001 17
117	49	$1 \frac{18}{49}$	1	0.001 59
119	59	$1 \frac{57}{59}$	6	0.001 32
121	62	$\frac{41}{62}$	2	0.001 25
122	66	$8 \frac{13}{66}$	25	0.002 31
123	59	$5 \frac{12}{59}$	16	0.001 32
126	58	$5 \frac{23}{58}$	17	0.002 69
127	59	$3 \frac{46}{59}$	12	0.001 32
129	59	$5 \frac{16}{59}$	17	0.001 32
131	51	$2 \frac{7}{51}$	7	0.001 53
133	66	$6 \frac{1}{66}$	20	0.001 17
134	51	$2 \frac{35}{51}$	9	0.003 16
137	57	$4 \frac{5}{57}$	14	0.001 37
138	53	$3 \frac{10}{53}$	11	0.002 95
139	62	$5 \frac{29}{62}$	19	0.001 25

续表 5-6

等分数 z	孔圈孔数 N	分度手柄转数 n	跳齿数 M	$D=1\text{ mm}$ 时 齿距累积误差/ mm
141	58	$3\frac{7}{58}$	11	0.001 34
142	59	$5\frac{54}{59}$	21	0.002 65
143	54	$5\frac{17}{54}$	19	0.001 44
146	58	$2\frac{27}{58}$	9	0.002 69
147	58	$6\frac{15}{58}$	23	0.001 34
149	58	$1\frac{51}{58}$	7	0.001 34
151	58	$2\frac{53}{58}$	11	0.001 34
153	53	$1\frac{44}{53}$	7	0.001 46
154	62	$7\frac{33}{62}$	9	0.002 50
157	58	$2\frac{17}{58}$	9	0.001 34
158	62	$5\frac{51}{62}$	23	0.002 50
159	58	$5\frac{31}{58}$	22	0.001 34

(4) 角度分度法计算及分度表(表 5-7)

表 5-7 角度分度法计算及分度表

工件角度以“度”为单位时:

$$n = \frac{\theta}{9^\circ}$$

工件角度以“分”为单位时:

$$n = \frac{\theta'}{9 \times 60'} = \frac{\theta'}{540'}$$

工件角度以“秒”为单位时:

$$n = \frac{\theta''}{9 \times 60 \times 60''} = \frac{\theta''}{32\,400''}$$

式中 n ——分度头手柄转数; θ ——工件等分的角度。

续表 5-7

分度头主轴转角			分度盘转过的		折合手柄 转 数	分度头主轴转角			分度盘转过的		折合手柄 转 数
度	分	秒	孔 数	孔距数		度	分	秒	孔 数	孔距数	
0	10	0	54	1	0.018 5	4	40	0	54	28	0.520 0
0	20	0	54	2	0.037 0	4	50	0	54	29	0.537 0
0	30	0	54	3	0.055 6	5	0	0	54	30	0.555 6
0	40	0	54	4	0.074 1	5	10	0	54	31	0.574 1
0	50	0	54	5	0.092 6	5	20	0	54	32	0.592 6
1	0	0	54	6	0.111 1	5	30	0	54	33	0.611 1
1	10	0	54	7	0.129 6	5	40	0	54	34	0.629 6
1	20	0	54	8	0.148 1	5	50	0	54	35	0.648 1
1	30	0	30	5	0.166 7	6	0	0	30	20	0.666 7
1	40	0	54	10	0.185 2	6	10	0	54	37	0.685 2
1	50	0	54	11	0.203 7	6	20	0	54	38	0.703 7
2	0	0	54	12	0.222 2	6	30	0	54	39	0.722 2
2	10	0	54	13	0.240 7	6	40	0	54	40	0.740 7
2	20	0	54	14	0.259 3	6	50	0	54	41	0.759 3
2	30	0	54	15	0.277 8	7	0	0	54	42	0.777 8
2	40	0	54	16	0.296 3	7	10	0	54	43	0.796 3
2	50	0	54	17	0.314 8	7	20	0	54	44	0.814 8
3	0	0	30	10	0.333 3	7	30	0	30	25	0.833 3
3	10	0	54	19	0.351 9	7	40	0	54	46	0.851 9
3	20	0	54	20	0.370 4	7	50	0	54	47	0.870 4
3	30	0	54	21	0.388 9	8	0	0	54	48	0.888 9
3	40	0	54	22	0.407 4	8	10	0	54	49	0.907 4
3	50	0	54	23	0.425 9	8	20	0	54	50	0.925 9
4	0	0	54	24	0.444 4	8	30	0	54	51	0.944 4
4	10	0	54	25	0.463 0	8	40	0	54	52	0.963 0
4	20	0	54	26	0.481 4	8	50	0	54	53	0.981 5
4	30	0	66	33	0.500 0	9	0	0			1.000 0

(5) 直线移距分度法

这种分度方法就是把分度头主轴或侧轴和纵向工作台丝杠用挂轮连接起来,移距时只要转动分度手柄,通过齿轮传动,使工作台作精确的移距。这种方法适用于加工精度较高的齿条和直尺刻线等的等分移距分度。

常用的直线移距法有两种:

① 主轴挂轮法

这种方法是先在分度头主轴后锥孔插入安装挂轮心轴,然后在主轴与纵向丝杠

之间装上挂轮(图 5-1)当转动分度手柄时,运动便会通过挂轮传至纵向丝杠,使工作台产生移距。

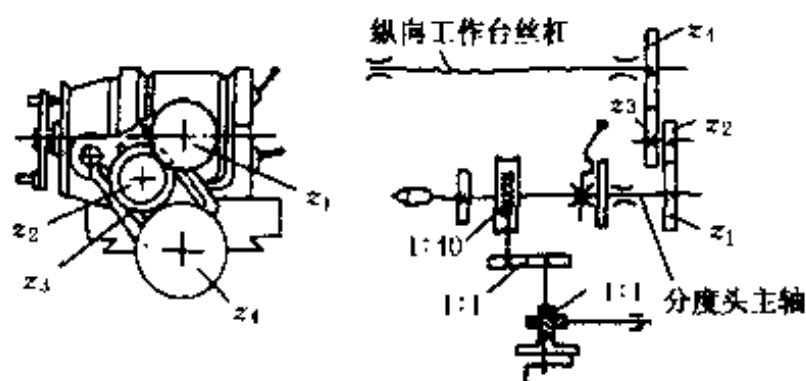


图 5-1 主轴挂轮法

挂轮计算公式:

$$\frac{40S}{n\rho} = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4}$$

式中 40 —— 分度头定数;

S —— 工件每格距离;

n —— 每次移距分度头手柄转数;

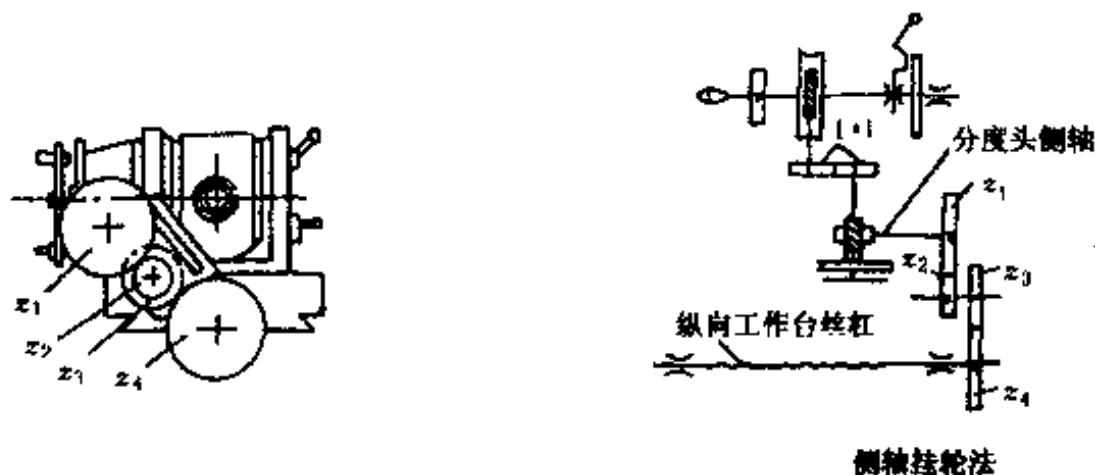
ρ —— 铣床纵向工作台丝杠螺距。

由于传动经过 1:40 的蜗杆、蜗轮减速,所以适于刻线间隔较小的移距分度。

式中的 n 虽然可以任意选取,但为了保证计算配换齿轮的传动比合理, n 尽可能不要选的太大, n 应取在 1~10 之间。

② 侧轴挂轮法

这种方法是在分度头侧轴和工作台纵向传动丝杠之间装上挂轮(图 5-2)。由于传动不经过 1:40 的蜗杆、蜗轮传动,所以适用于间隔较大的移距。



侧轴挂轮法

图 5-2 侧轴挂轮法

挂轮的计算公式:

$$\frac{S}{np} = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4}$$

由于分度头传动结构的原因,采用侧轴挂轮法,在分度时不能将分度手柄的定位销拔出,应该松开分度盘的紧固螺钉连同分度盘一起转动。为了正确的控制分度手柄的转数,可将分度盘的紧固螺钉,改装为侧面定位销(图5-3),并在分度盘外圆上钻一个定位孔,在分度时,左手拨出侧面定位销,右手将分度手柄连同分度盘一起转动,当摇到预定转数时,靠弹簧的作用,侧面定位销就自动弹入定位孔内。

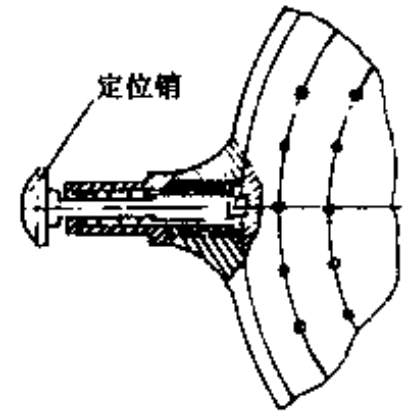


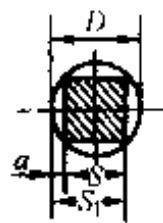
图5-3 紧固螺孔
改装上定位销

二、铣四方、铣六方尺寸计算

1. 铣四方尺寸计算(表5-8)

表5-8 铣四方尺寸计算

mm



$$S = 0.707D$$

$$a = 0.147D = \frac{D - S}{2}$$

$$S_1 = 0.854D$$

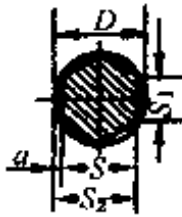
$$D = 1.414S$$

四方对边距离 S	圆料直径 D	对边到圆的距离 S_1	铣切深度 a	四方对边距离 S	圆料直径 D	对边到圆的距离 S_1	铣切深度 a
5	7.07	6.04	1.04	27	38.18	32.60	5.59
5.5	7.78	6.64	1.14	30	42.42	36.23	6.21
6	8.48	7.24	1.24	32	45.25	38.64	6.63
7	9.90	8.45	1.45	36	50.90	43.47	7.45
8	11.31	9.66	1.66	41	57.97	49.51	8.49
10	14.14	12.08	2.07	46	65.04	55.55	9.52
12	16.97	14.49	2.49	50	70.70	60.38	10.35
14	19.80	16.91	2.90	55	77.77	66.42	11.39
17	24.04	20.53	3.52	65	91.91	78.19	13.46
19	26.87	22.94	3.94	75	106.05	90.57	15.53
22	31.11	26.57	4.56	80	113.12	96.60	16.56
24	33.94	28.98	4.97	90	127.26	108.68	18.63

2. 铣六方尺寸计算(表5-9)

表5-9 铣六方尺寸计算

mm



$$S = 0.866D$$

$$a = 0.067D = \frac{D-S}{2}$$

$$S_2 = 0.933D$$

$$D = 1.155S$$

$$S_1 = 0.5D$$

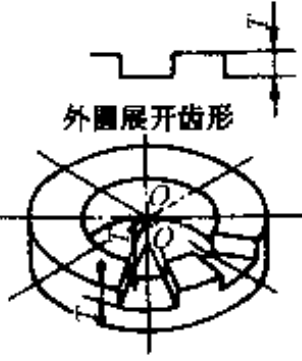

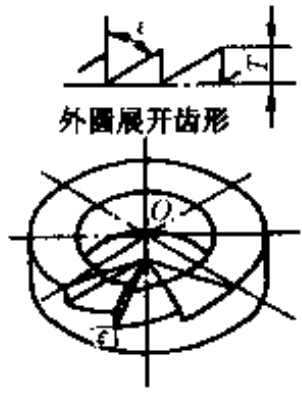

六方对边距离 S	圆料直径 D	对边到圆的距离 S_2	铣切深度 a	六方对边距离 S	圆料直径 D	对边到圆的距离 S_2	铣切深度 a
3.2	3.70	3.45	0.25	27	31.19	29.10	2.09
4	4.62	4.31	0.31	30	34.65	32.33	2.33
5	5.78	5.39	0.39	34	39.27	36.64	2.63
5.5	6.35	5.93	0.43	36	41.58	38.79	2.79
7	8.09	7.54	0.55	41	47.36	44.18	3.18
8	9.24	8.61	0.62	46	53.13	49.57	3.57
10	11.55	10.78	0.78	50	57.75	53.90	3.89
11	12.71	11.85	0.85	55	63.53	59.27	4.27
13	15.02	14.01	1.00	60	69.30	64.66	4.64
16	18.48	17.24	1.24	65	75.08	70.05	5.04
18	20.79	19.40	1.40	70	80.85	75.43	5.42
21	24.26	22.63	1.63	75	86.63	80.82	5.81
24	27.72	25.86	1.68	80	92.40	86.21	6.20

三、铣削离合器

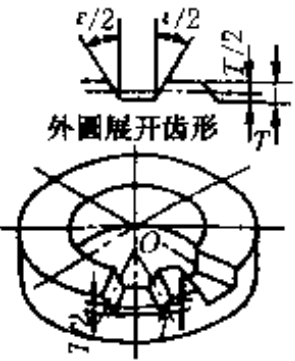
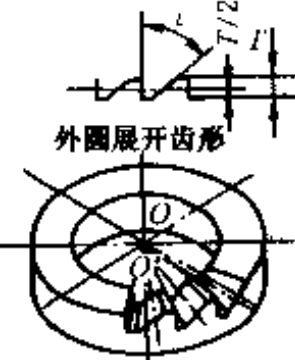
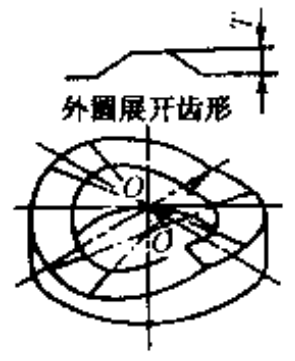

离合器的种类有齿式离合器(或称牙嵌式离合器)和摩擦离合器等,前者靠端面齿相互嵌入对方的齿槽传动,后者靠摩擦传动。

1. 齿式离合器的种类及特点(表5-10)

表5-10 齿式离合器的种类及特点

名称	基本齿形	特点
矩形齿离合器	 <p>外圆展开齿形</p>	齿侧平面通过工件轴线
尖齿离合器	 <p>外圆展开齿形</p>	整个齿形向轴线上一点收缩
锯形齿离合器	 <p>外圆展开齿形</p>	直齿面通过工件轴线,斜齿面向轴线上一点收缩
梯形收缩齿离合器	 <p>外圆展开齿形</p>	齿顶及槽底在齿长方向都等宽,而且中心线通过离合器轴线

续表 5-10

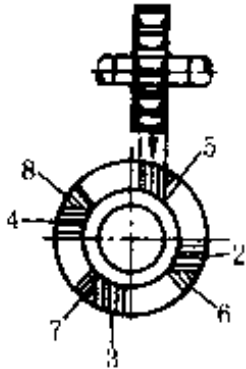
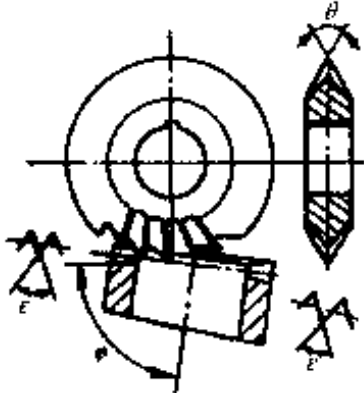
名称	基本齿形	特点
梯形等高齿离合器		<p>齿顶面与槽底面平行,并且垂直于离合器轴线。齿侧高度不变,齿侧中线汇交于离合器轴线</p>
单向梯形齿离合器		<p>齿顶面与槽底平行,并且垂直于离合器轴线,故齿高不变。直齿面为通过轴线的径向平面,斜齿面的中线交于离合器轴线</p>
双向螺旋齿离合器		<p>离合器结合面为螺旋面,其他特点与梯形等高齿离合器相同</p>
单向螺旋齿离合器		<p>离合器结合面为螺旋面,其他特点与单向梯形齿离合器相同</p>

2. 齿式离合器的铣削及计算(表5-11)

表5-11 齿式离合器的铣削及计算

名称	图 示	调整与计算
矩形奇数齿离合器	<p>a)</p> <p>b)</p> <p>c)</p>	<p>1) 计算铣刀最大宽度:</p> $B = \frac{d}{2} \sin \frac{180^\circ}{z} \text{mm}$ <p>式中 d —— 离合器孔径(mm); z —— 离合器齿数</p> <p>2) 将铣刀一侧对准工件中心(图a), 铣削时, 铣刀应铣过槽1和3的一侧, 分度后再铣槽2和4的一侧, (每次进给同时铣出两个齿的不同侧面), 这样依次铣削即可</p> <p>3) 加工离合器齿侧间隙的方法:</p> <p>① 将离合器的各齿侧面都铣得偏过中心一个距离(如图b)。这可在对刀时, 调整铣刀侧刃, 使其超过中心 $e = 0.1 \sim 0.5 \text{mm}$ 来达到。这种方法不增加铣削次数, 但由于齿侧面不通过中心, 离合器结合时齿侧面只有外圆处接触, 影响承载能力, 所以这种方法只适用于要求不高的离合器</p> <p>② 将齿槽角铣得略大于齿面角(如图c)这种方法是有离合器铣削之后, 再使离合器转过一个角度 $\Delta\theta = 1^\circ \sim 2^\circ$, 再铣一次, 把所有齿的同名侧铣切去一些来达到。此法也适用于齿槽角大于齿面角的宽齿槽离合器, 此时 $\Delta\theta = \frac{\text{齿槽角} - \text{齿面角}}{2}$。用这种方法铣削离合器其齿侧面仍是通过轴心的径向平面, 齿侧面贴合较好, 所以一般用于要求较高的离合器加工</p>

续表 5-11

名称	图 示	调整与计算
矩形偶 数齿离 合器		<p>1) 矩形偶数齿离合器的对刀方法和铣刀宽度的选择与奇数齿相同</p> <p>2) 偶数齿离合器铣削时, 每次只能铣削一个槽的一侧, 而不能通过整个端面, 并且还要防止切伤对面的齿。因此用盘形铣刀铣削偶数齿离合器时, 要注意盘形铣刀直径的选择</p> <p>3) 当各齿的同一侧铣完后, 将工件转过一个齿槽角(即分度头手柄转过 $\frac{20}{z}$), 使齿的另一侧与铣刀侧刃平行, 再将工作台横向移动一个铣刀宽度距离, 使齿的另一侧对准铣刀的另一侧, 这样依次进行铣削即可</p> <p>4) 为确保偶数齿离合器的齿侧留有一定间隙, 一般齿槽角比齿面角铣大 $2^\circ \sim 4^\circ$</p>
尖齿离 合器		<p>1) 选用对称双角铣刀, 其廓形角 θ 与离合器齿形角 ϵ 相等</p> <p>2) 对刀时, 应使双角铣刀刀尖通过工件轴心</p> <p>3) 计算分度头扳角 φ:</p> $\cos \varphi = \tan \frac{90^\circ}{z} \cot \frac{\theta}{2}$ <p>式中 θ —— 双角铣刀廓形角; z —— 离合器齿数</p> <p>4) 铣削尖齿离合器时, 不论其齿数是奇数还是偶数, 每分度一次只能铣出一条齿槽。为保证离合器结合良好, 一对离合器应使用同一把铣刀加工。调整吃刀深度, 应按大端齿深在外径处进行。为防止齿形太尖, 往往采用试切法调整吃刀深度, 使齿顶宽度留有 $0.2 \sim 0.3 \text{ mm}$ 的平面, 以保证齿形工作面接触</p> <p>5) 常用齿数的 φ 角可查表 5-12</p>

续表 5-11

名称	图 示	调整与计算
锯齿形 离合器		<p>1) 选用单角度铣刀,其廓形角θ与离合器齿形角ϵ相等</p> <p>2) 对刀时,应使单角度铣刀的端面侧刃通过工件轴心</p> <p>3) 计算分度头扳角φ:</p> $\cos\varphi = \tan \frac{180^\circ}{z} \cot\theta$ <p>式中 θ — 单角铣刀廓形角; z — 离合器齿数</p> <p>4) 铣削方法与铣尖齿离合器基本相同</p> <p>5) 常用齿数的φ角可查表 5-13</p>
梯形收 缩齿离合 器		<p>1) 选用专用铣刀。铣刀的廓形角θ等于离合器的齿形角ϵ,齿顶宽B应等于离合器的槽底宽度,铣刀廓形的有效工作高度必须大于离合器外圆处的齿深</p> <p>2) 对刀方法与尖齿离合器铣削相同</p> <p>3) 分度头扳角φ计算与尖齿离合器铣削相同</p> <p>4) 常用齿数的φ角可查表 5-12</p>

3. 铣削离合器常用齿数应扳 φ 角值

(1) 铣尖齿与梯形收缩齿时分度头的仰角 φ (表 5-12)

表 5-12 铣尖齿与梯形收缩齿时分度头的仰角 φ

齿数 z	齿形角 θ				齿数 z	齿形角 θ			
	40°	45°	60°	90°		40°	45°	60°	90°
5	26°47'	38°20'	55°45'	71°02'	9	61°01'	64°48'	72°13'	79°30'
6	42°36'	49°42'	62°21'	74°27'	10	64°12'	67°31'	74°04'	80°53'
7	51°10'	56°34'	66°42'	76°48'	11	66°44'	69°41'	75°35'	81°44'
8	26°22'	61°18'	69°50'	78°31'	12	68°48'	71°28'	76°49'	82°26'

续表 5 12

齿数 z	齿形角 θ				齿数 z	齿形角 θ			
	40°	45°	60°	90°		40°	45°	60°	90°
13	70°31'	72°57'	77°51'	83°01'	48	84°30'	85°28'	86°44'	88°07'
14	71°58'	74°13'	78°44'	83°31'	49	84°37'	85°34'	86°49'	88°09'
15	73°13'	75°18'	79°30'	83°58'	50	85°03'	85°38'	86°52'	88°11'
16	74°18'	76°15'	80°10'	84°21'	51	85°09'	85°44'	86°56'	88°14'
17	75°15'	77°04'	80°46'	84°41'	52	85°14'	85°48'	86°59'	88°16'
18	76°05'	77°18'	81°17'	84°59'	53	85°20'	85°53'	87°03'	88°18'
19	76°50'	78°28'	81°44'	85°15'	54	85°25'	85°58'	87°06'	88°19'
20	77°31'	79°03'	82°10'	85°29'	55	85°30'	86°02'	87°09'	88°21'
21	78°07'	79°33'	82°32'	85°42'	56	85°35'	86°07'	87°13'	88°23'
22	78°40'	80°03'	82°53'	85°53'	57	85°40'	86°11'	87°15'	88°25'
23	79°10'	80°30'	83°11'	86°04'	58	85°44'	86°15'	87°18'	88°26'
24	79°38'	80°54'	83°29'	86°11'	59	85°48'	86°19'	87°21'	88°28'
25	80°03'	81°16'	83°45'	86°23'	60	85°53'	86°22'	87°24'	88°30'
26	80°26'	81°36'	83°59'	86°31'	61	85°57'	86°26'	87°26'	88°31'
27	80°48'	81°55'	84°12'	86°39'	62	86°01'	86°29'	87°29'	88°32'
28	81°07'	82°12'	84°25'	86°47'	63	86°04'	86°33'	87°31'	88°34'
29	81°26'	82°29'	84°36'	86°53'	64	86°08'	86°36'	87°33'	88°35'
30	81°43'	82°44'	84°47'	86°59'	65	86°12'	86°39'	87°36'	88°36'
31	81°59'	82°58'	84°57'	87°05'	66	86°15'	86°42'	87°38'	88°38'
32	82°15'	83°11'	85°07'	87°11'	67	86°18'	86°45'	87°40'	88°39'
33	82°29'	83°24'	85°16'	87°16'	68	86°22'	86°48'	87°42'	88°40'
34	82°42'	83°36'	85°24'	87°21'	69	86°25'	86°51'	87°44'	88°41'
35	82°55'	83°47'	85°32'	87°25'	70	86°28'	86°53'	87°46'	88°42'
36	83°07'	83°57'	85°40'	87°29'	71	86°31'	86°56'	87°48'	88°43'
37	83°18'	84°07'	85°47'	87°33'	72	86°34'	86°59'	87°50'	88°45'
38	83°29'	84°16'	85°53'	87°37'	73	86°36'	87°01'	87°51'	88°46'
39	83°39'	84°25'	85°59'	87°41'	74	86°39'	87°03'	87°53'	88°47'
40	83°48'	84°33'	86°05'	87°44'	75	86°42'	87°06'	87°55'	88°48'
41	83°57'	84°41'	86°11'	87°48'	76	86°44'	87°08'	87°56'	88°48'
42	84°06'	84°49'	86°17'	87°51'	77	86°47'	87°10'	87°58'	88°49'
43	84°14'	84°56'	86°22'	87°54'	78	86°47'	87°12'	88°00'	88°50'
44	84°22'	85°03'	86°27'	87°57'	79	86°52'	87°15'	88°01'	88°51'
45	84°30'	85°10'	86°32'	87°59'	80	86°54'	87°17'	88°03'	88°52'
46	84°37'	85°16'	86°36'	88°02'	81	86°56'	87°19'	88°04'	88°53'
47	84°44'	85°22'	86°41'	88°05'	82	86°59'	87°21'	88°05'	88°54'

续表 5-12

齿数 z	齿形角 θ				齿数 z	齿形角 θ			
	10°	45°	60°	90°		40°	45°	60°	90°
83	87°01'	87°23'	88°07'	88°54'	92	87°18'	87°38'	88°18'	89°01'
81	87°03'	87°24'	88°08'	88°55'	93	87°20'	87°39'	88°19'	89°01'
85	87°05'	87°26'	88°09'	88°56'	94	87°22'	87°41'	88°20'	89°02'
86	87°07'	87°28'	88°11'	88°57'	95	87°23'	87°42'	88°21'	89°03'
87	87°09'	87°30'	88°12'	88°57'	96	87°25'	87°44'	88°22'	89°03'
88	87°11'	87°31'	88°13'	88°58'	97	87°27'	87°45'	88°23'	89°04'
89	87°13'	87°33'	88°14'	88°59'	98	87°28'	87°47'	88°24'	89°04'
90	87°15'	87°35'	88°16'	89°00'	99	87°30'	87°48'	88°25'	89°05'
91	87°17'	87°36'	88°17'	89°00'	100	87°31'	87°49'	88°26'	89°06'

(2) 铣锯齿形离合器时分度头仰角 φ (表 5-13)表 5-13 铣锯齿形离合器时分度头仰角 φ

齿数 z	单角铣刀廓形角 θ (即离合器齿形角 ε)					
	45°	50°	60°	70°	75°	80°
10	71°02'	74°10'	79°11'	83°12'	85°00'	86°42'
11	72°55'	75°44'	80°14'	83°51'	85°29'	87°01'
12	74°27'	77°00'	81°06'	84°24'	85°53'	87°17'
13	75°43'	78°03'	81°49'	84°51'	86°12'	87°30'
14	76°48'	78°57'	82°25'	85°14'	86°20'	87°41'
15	77°13'	79°43'	82°57'	85°33'	86°44'	87°51'
16	78°31'	80°23'	83°24'	85°50'	86°56'	87°59'
17	79°13'	80°58'	83°48'	86°05'	87°07'	88°06'
18	79°50'	81°29'	84°09'	86°19'	87°17'	88°13'
19	80°23'	81°57'	84°28'	86°31'	87°26'	88°18'
20	80°53'	82°21'	84°45'	86°41'	87°34'	88°23'
21	81°19'	82°44'	85°00'	86°51'	87°41'	88°28'
22	81°44'	83°04'	85°14'	87°00'	87°47'	88°32'
23	82°05'	83°22'	85°26'	87°07'	87°53'	88°36'
24	82°26'	83°39'	85°38'	87°15'	87°58'	88°40'
25	82°44'	83°54'	85°49'	87°21'	88°03'	88°43'
26	83°01'	84°09'	85°58'	87°28'	88°08'	88°46'
27	83°17'	84°22'	86°07'	87°33'	88°12'	88°49'
28	83°31'	84°34'	86°16'	87°38'	88°16'	88°51'
29	83°45'	84°45'	86°24'	87°43'	88°19'	88°54'

续表 5-13

齿 数 z	单角铣刀廓形角 θ (即离合器齿形角 ϵ)					
	45°	50°	60°	70°	75°	80°
30	83°58'	84°56'	86°31'	87°48'	88°23'	88°56'
31	84°09'	85°06'	86°38'	87°52'	88°26'	88°58'
32	84°20'	85°15'	86°44'	87°56'	88°29'	89°00'
33	84°31'	85°24'	86°50'	88°00'	88°32'	89°02'
34	84°40'	85°32'	86°55'	88°04'	88°34'	89°03'
35	84°50'	85°40'	87°01'	88°07'	88°37'	89°05'
36	84°58'	85°47'	87°06'	88°10'	88°39'	89°06'
37	85°07'	85°54'	87°11'	88°13'	88°41'	89°08'
38	85°14'	86°00'	87°15'	88°16'	88°43'	89°09'
39	85°22'	86°06'	87°19'	88°18'	88°45'	89°11'
40	85°29'	86°12'	87°23'	88°21'	88°47'	89°12'
41	85°35'	86°18'	87°27'	88°23'	88°49'	89°13'
42	85°42'	86°23'	87°31'	88°26'	88°50'	89°14'
43	85°48'	86°28'	87°34'	88°28'	88°52'	89°15'
44	85°53'	86°33'	87°38'	88°30'	88°54'	89°16'
45	85°59'	86°38'	87°41'	88°32'	88°55'	89°17'
46	86°04'	86°42'	87°44'	88°34'	88°56'	89°18'
47	86°09'	86°46'	87°47'	88°36'	88°58'	89°18'
48	86°14'	86°50'	87°49'	88°37'	88°59'	89°20'
49	86°19'	86°54'	87°52'	88°39'	89°00'	89°21'
50	86°23'	86°58'	87°55'	88°41'	89°02'	89°21'
51	86°27'	87°02'	87°57'	88°42'	89°03'	89°22'
52	86°31'	87°05'	87°59'	88°44'	89°04'	89°23'
53	86°35'	87°08'	88°02'	88°45'	89°05'	89°24'
54	86°39'	87°11'	88°04'	88°47'	89°06'	89°24'
55	86°43'	87°14'	88°06'	88°48'	89°07'	89°25'
56	86°46'	87°17'	88°08'	88°49'	89°08'	89°25'
57	86°50'	87°20'	88°10'	88°50'	89°09'	89°26'
58	86°53'	87°23'	88°12'	88°52'	89°10'	89°27'
59	86°56'	87°26'	88°14'	88°53'	89°11'	89°27'
60	86°59'	87°28'	88°15'	88°54'	89°11'	89°28'
61	87°02'	87°31'	88°17'	88°55'	89°12'	89°28'
62	87°05'	87°33'	88°19'	88°56'	89°13'	89°29'
63	87°08'	87°35'	88°20'	88°57'	89°14'	89°29'
64	87°11'	87°38'	88°22'	88°58'	89°14'	89°30'

续表 5-13

齿数 z	单角铣刀廓形角 θ (即离合器齿形角 ϵ)					
	45°	50°	60°	70°	75°	80°
65	$87^\circ 13'$	$87^\circ 40'$	$88^\circ 23'$	$88^\circ 59'$	$89^\circ 15'$	$89^\circ 30'$
66	$87^\circ 16'$	$87^\circ 42'$	$88^\circ 25'$	$89^\circ 00'$	$89^\circ 16'$	$89^\circ 31'$
67	$87^\circ 18'$	$87^\circ 44'$	$88^\circ 26'$	$89^\circ 01'$	$89^\circ 16'$	$89^\circ 31'$
68	$87^\circ 21'$	$87^\circ 46'$	$88^\circ 28'$	$89^\circ 02'$	$89^\circ 17'$	$89^\circ 31'$
69	$87^\circ 23'$	$87^\circ 48'$	$88^\circ 29'$	$89^\circ 02'$	$89^\circ 18'$	$89^\circ 32'$
70	$87^\circ 25'$	$87^\circ 50'$	$88^\circ 30'$	$89^\circ 03'$	$89^\circ 19'$	$89^\circ 32'$
71	$87^\circ 27'$	$87^\circ 52'$	$88^\circ 32'$	$89^\circ 04'$	$89^\circ 19'$	$89^\circ 33'$
72	$87^\circ 29'$	$87^\circ 54'$	$88^\circ 33'$	$89^\circ 05'$	$89^\circ 19'$	$89^\circ 33'$
73	$87^\circ 31'$	$87^\circ 55'$	$88^\circ 34'$	$89^\circ 06'$	$89^\circ 20'$	$89^\circ 33'$
74	$87^\circ 33'$	$87^\circ 57'$	$88^\circ 35'$	$89^\circ 06'$	$89^\circ 20'$	$89^\circ 34'$
75	$87^\circ 35'$	$87^\circ 59'$	$88^\circ 36'$	$89^\circ 07'$	$89^\circ 21'$	$89^\circ 34'$
76	$87^\circ 37'$	$88^\circ 00'$	$88^\circ 37'$	$89^\circ 08'$	$89^\circ 22'$	$89^\circ 34'$
77	$87^\circ 37'$	$88^\circ 02'$	$88^\circ 38'$	$89^\circ 08'$	$89^\circ 22'$	$89^\circ 35'$
78	$87^\circ 41'$	$88^\circ 03'$	$88^\circ 40'$	$89^\circ 09'$	$89^\circ 23'$	$89^\circ 35'$
79	$87^\circ 43'$	$88^\circ 05'$	$88^\circ 41'$	$89^\circ 10'$	$89^\circ 23'$	$89^\circ 35'$
80	$87^\circ 44'$	$88^\circ 06'$	$88^\circ 42'$	$89^\circ 10'$	$89^\circ 24'$	$89^\circ 36'$

四、铣削凸轮

凸轮的种类比较多,常用的有圆盘凸轮(图 5-4)、圆柱凸轮(图 5-5)。

通常在铣床上铣削加工的是等速凸轮,等速凸轮就是当凸轮周边上某一点转过相等的角度时,便在半径方向上(或轴线方向上)移动相等的距离。等速凸轮的工作型面一般都采用阿基米德螺旋面。

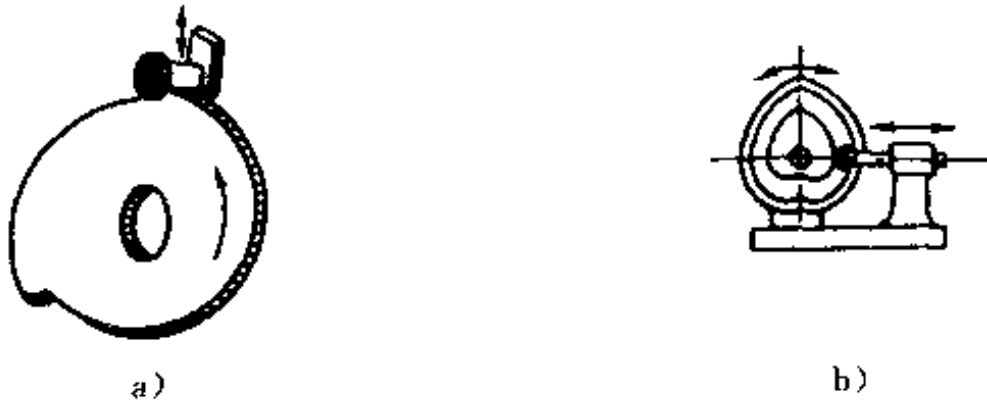


图 5-4 圆盘凸轮



a)

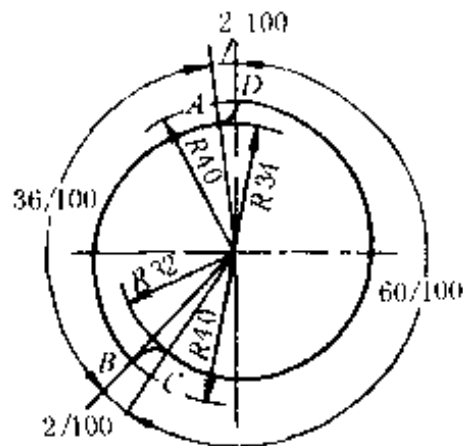


b)

图 5.5 圆柱凸轮

1. 凸轮传动的三要素(表 5-14)

表 5-14 凸轮传动的三要素



名称	定义	计算公式
升高量 H	凸轮工作曲线最高点半径和最低点半径之差	工作曲线 AB 的升高量: $H = 40 - 31 = 6 \text{ mm}$ 工作曲线 CD 的升高量: $H = 40 - 32 = 8 \text{ mm}$
升高率 h	凸轮工作曲线旋转一个单位角度或者转过等分圆周的一等分时,被动件上升或下降的距离	凸轮圆周按 360° 角等分时,升高率 h 应为 $h = \frac{H}{\theta}$ 式中 θ 工作曲线在圆周上所占的度数。 凸轮圆周按 100 格等分时,升高率 h 应为 $h = \frac{H}{A}$ 式中 A 工作曲线在圆周上所占的百分格数

续表 5-14

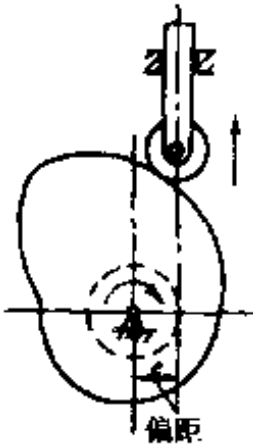
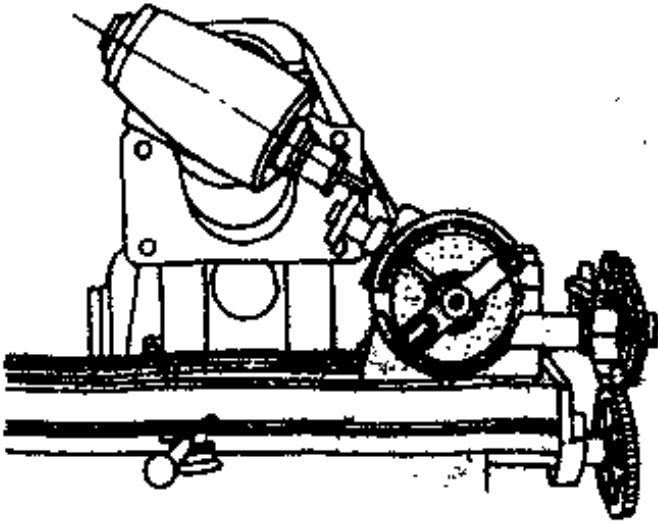
名称	定义	计算公式
导程 P_h	工作曲线按一定的升高率, 旋转一周时的升高量	凸轮圆周按 360° 角等分时, 导程 P_h 应为 $P_h = 360^\circ n = 360^\circ \times \frac{H}{\theta} = \frac{360^\circ H}{\theta}$ 凸轮圆周按 100 格等分时, 导程 P_h 应为 $P_h = 100n = 100 \times \frac{H}{A} = \frac{100H}{A}$

2. 等速圆盘凸轮的铣削(表 5-15)

表 5-15 等速圆盘凸轮的铣削方法

铣削方法	图 示	调整与计算
垂直铣削法	<p>The diagram illustrates the vertical milling method for cam cutting. Part (a) is a perspective view of a vertical milling machine. A vertical cutter is mounted on the spindle. The cam workpiece is mounted on the table. The machine's gear train is visible, with gears labeled z_1, z_2, z_3, z_4. Part (b) is a top-down view showing the cam and the cutter. The cam is a disk with a profile. The cutter is positioned above it. The centers of the cam and the cutter are aligned along a vertical dashed line, which is parallel to the longitudinal feed direction.</p>	<p>1) 这种方法用于仅有一条工作曲线, 或者虽然有几条工作曲线, 但它们的导程都相等, 并且所铣凸轮外径较大, 铣刀能靠近轮坯而顺利切削(图 a)</p> <p>2) 立铣刀直径应与凸轮推杆上的小滚轮直径相同</p> <p>3) 分度头交换齿轮轴与工作台丝杠的交换齿轮计算:</p> $i = \frac{40P_g}{P_h}$ <p>式中 40 - 分度头定数; P_g - 工作台丝杠螺距; P_h - 凸轮导程</p> <p>4) 圆盘凸轮铣削时的对刀位置必须根据从动件的位置来确定</p> <p>若从动件是对心直动式的圆盘凸轮(图 b)对刀时应将铣刀和工件的中心连线调整到与纵向进给方向致。</p>

续表 5-15

铣削方法	图 示	调整与计算
垂直 铣削法	 <p style="text-align: center;">c)</p>	<p>若从动件是偏置直动式的圆盘凸轮(图 c), 则应调整工作台, 使铣刀对中后再偏移一个距离, 这个距离必须等于从动件的偏距 e, 并且偏移的方向也必须和从动件的偏置方向一致</p>
扳角 度铣削 法		<p>(1) 这种方法用于有几条工作曲线, 各条曲线的导程不相等, 或者凸轮导程是大质数、零星小数, 选配齿轮困难等</p> <p>(2) 分度头主轴与工作台扳角度计算</p> <p>1) 计算凸轮的导程 P_h。选择 P'_h (P'_h 可以由自己决定, 但 P'_h 应大于 P_h 并能分解因子)</p> <p>2) 计算分度头转动角度 α</p> $\sin \alpha = \frac{P_h}{P'_h}$ <p>(3) 计算传动比(按选择的 P'_h 计算)</p> $i = \frac{40P'_h}{P'_h}$ <p>(4) 计算立铣刀的转动角度 β</p> $\beta = 90^\circ - \alpha$ <p>(5) 计算铣刀长度</p> $l = a + H \sin \alpha + 10 \text{ mm}$ <p>式中 a —— 凸轮厚度(mm); 10 —— 多留出的切削刃长度</p> <p>(6) 铣削加工工艺程序与垂直铣削法相似</p>

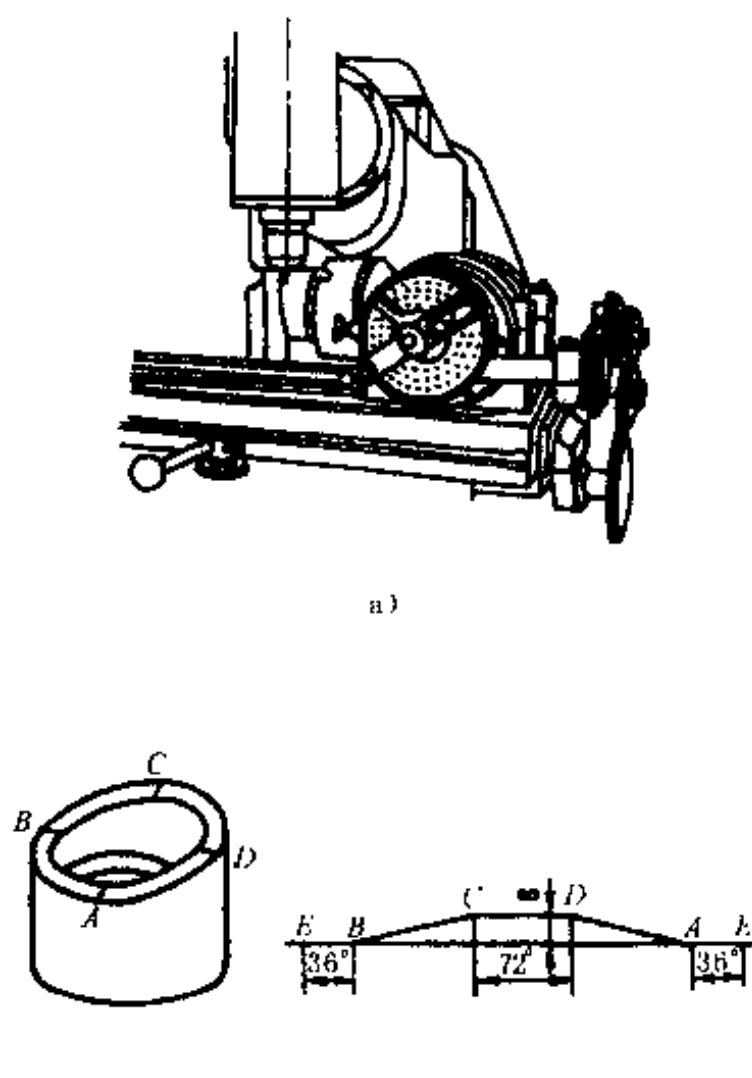
3. 等速圆柱凸轮的铣削

等速圆柱凸轮分螺旋槽凸轮和端面凸轮(见图 5-5),其中螺旋槽凸轮铣削方法和铣削螺旋槽基本相同。所不同的是,圆柱螺旋槽凸轮工作型面往往是由多个不同导程的螺旋面(螺旋槽)所组成,它们各自所占的中心角是不同的,而且不同的螺旋面(螺旋槽)之间还常用圆弧进行连接,因此导程的计算就比较麻烦。在实际生产中应根据图样给定的不同条件,采用不同的方法来计算凸轮曲线的导程。

等速圆柱螺旋槽凸轮导程的计算 若加工图样上给定的螺旋角 β 时,导程计算公式为: $P_h = \pi \cdot d \cot \beta$ 。

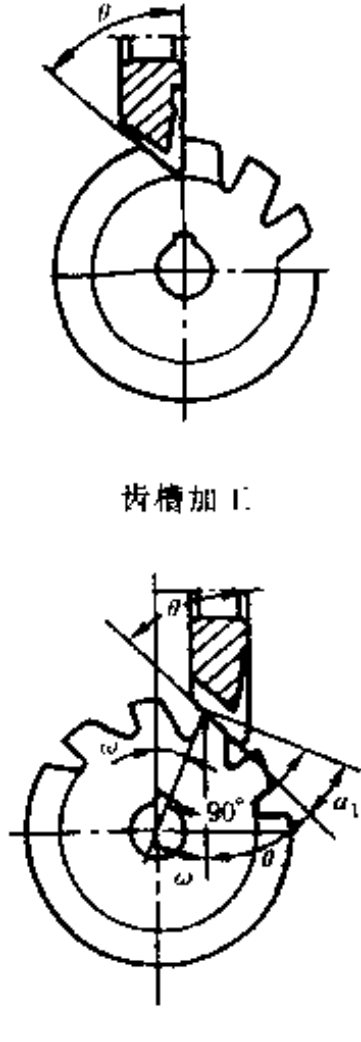
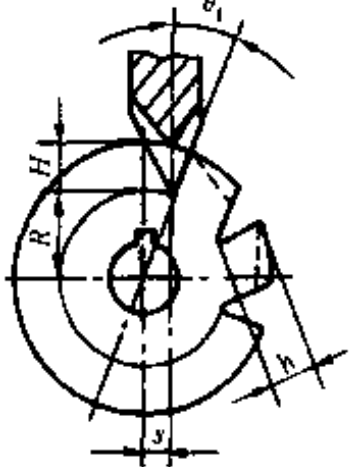
等速圆柱凸轮(端面)的铣削方法(表 5-16)

表 5-16 等速圆柱凸轮(端面)的铣削方法

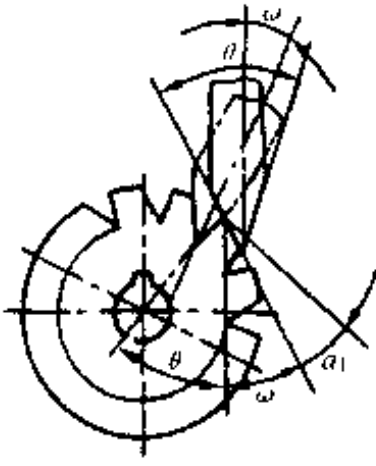
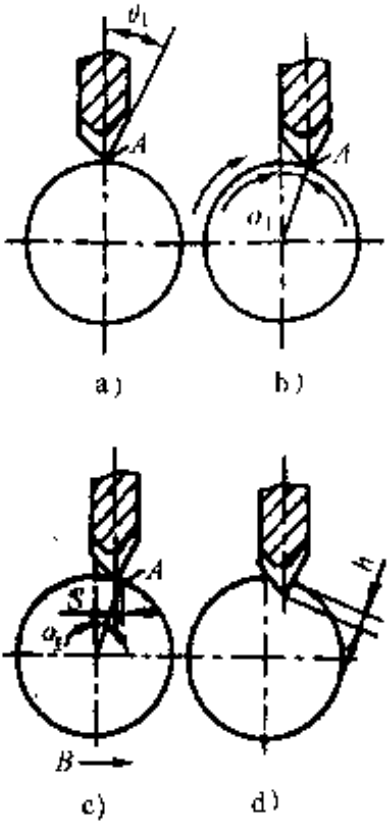
铣削方法	图 示	调整与计算
垂直 铣削法	 <p>a)</p> <p>b)</p>	<p>1) 铣削等速圆柱凸轮的原理与铣削等速圆盘凸轮相同,只是分度头主轴应平行于工作台(图 a)</p> <p>2) 铣削时的调整计算方法与用垂直铣削法铣削等速圆盘凸轮相同</p> <p>3) 圆柱凸轮曲线的上升和下降部分需分两次铣削。如图 b, AD 段是右旋,BC 段是左旋。铣削中以增减中间轮来改变分度头主轴的旋转方向,即可完成左、右旋工作曲线</p>

五、刀具开齿加工

1. 前角 $\gamma_0 = 0^\circ$ 的铣刀开齿 (表 5-17)表 5-17 前角 $\gamma_0 = 0^\circ$ 的铣刀开齿

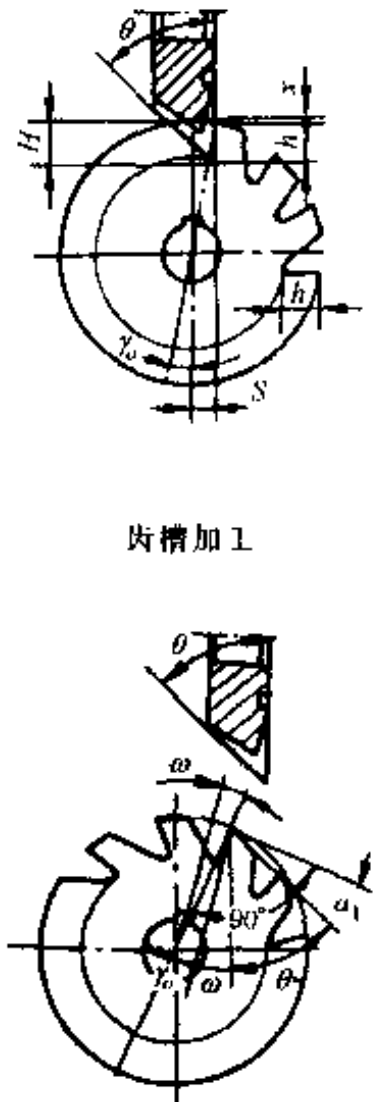
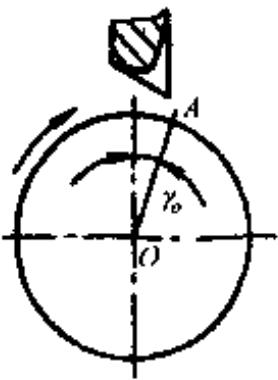
工作铣刀	图 示	调整与计算
用单角 铣刀开齿 方法	 <p style="text-align: center;">齿槽加工</p> <p style="text-align: center;">齿背加工</p>	<p>1) 选择工作铣刀的角度必须与所要加工铣刀的齿槽角 θ 相等</p> <p>2) 将铣刀的端面刀刃对准工件中心, 然后切至所要求的齿槽深度, 依次将全部齿槽铣出</p> <p>3) 齿背加工, 可直接用单角铣刀进行。但应将工件转过一个 ω 角度</p> $\omega = 90^\circ - \theta - \alpha_1$ <p>式中 ω 分度头主轴的回转角 ($^\circ$);</p> <p>θ 工件的齿槽角 ($^\circ$);</p> <p>α_1 工件的齿背角 ($^\circ$).</p> <p>然后可按下式计算出分度头手柄转数 n_1</p> $n = \frac{\omega}{9^\circ} = \frac{90^\circ - \theta - \alpha_1}{9^\circ}$
用双角 铣刀开齿 方法	 <p style="text-align: center;">齿槽加工</p>	<p>1) 选择工作铣刀的角度必须与所要加工铣刀的齿槽角 θ 相等</p> <p>2) 工作铣刀相对工件中心偏移一个距离 S 及偏移后升高量 H 的计算:</p> $S = (R - h) \sin \theta_1$ $H = R - (R - h) \cos \theta_1$ <p>式中 R 工件半径 (mm);</p> <p>h 工件齿槽深度 (mm);</p>

续表5-17

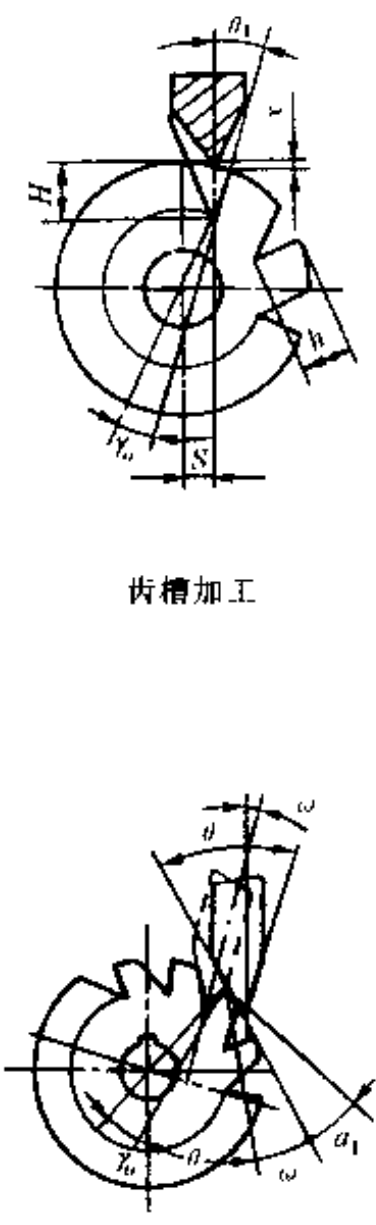
工作铣刀	图 示	调整与计算
用双角 铣刀开齿 方法	 <p style="text-align: center;">齿背加工</p>	<p>θ_1——双角铣刀的小角度(°)</p> <p>3) 齿背加工 分度头主轴回转角ω的计算和分度方法与用单角铣刀加工$\gamma_0 = 0^\circ$的齿背时相同,但公式中的θ是代表双角铣刀的角度(包括小角度θ_1在内)</p>
用双角 铣刀开齿 简易对刀 方法		<ol style="list-style-type: none"> 1. 刀尖与工件中心线对正后,铣出浅印A,如图a 2. 将工件转过一个工作铣刀小角度θ_1,并使刀尖对正浅印A,如图b 3. 降低工作台,使工件按图c箭头B的方向离开刀尖一个距离S: $S = h \sin \theta_1$ <p>h——工件齿槽深</p> 4. 升高工作台进行铣削。铣刀刀齿铣到浅印A后(如图d),其切削深度已达到尺寸

2. 前角 $\gamma_0 > 0^\circ$ 的铣刀开齿 (表 5-18)

表 5-18 前角 $\gamma_0 > 0^\circ$ 的铣刀开齿

工作铣刀	图 示	调整与计算
<p>用单角 铣刀开齿 方法</p>	 <p style="text-align: center;">齿槽加工</p> <p style="text-align: center;">齿背加工</p>	<p>1) 选择工作铣刀的角度必须与所要加工铣刀的齿槽角 θ 相等</p> <p>2) 工作铣刀相对工件中心偏移一个距离 S 及偏移后升高量 H 的计算:</p> $S = R \sin \gamma_0$ $H = R(1 - \cos \gamma_0) + h$ <p>式中 R --- 工件半径 (mm); γ_0 --- 工件前角 ($^\circ$); h --- 工件齿槽深度 (mm)</p> <p>3) 齿背加工, 可直接用单角铣刀进行。但应将工件转过一个 ω 角度</p> $\omega = 90^\circ - \theta - \alpha_1 - \gamma_0$
<p>用单角 铣刀开齿 简易对刀 方法</p>		<p>先使单角铣刀端面刀刃对准工件中心, 并铣出浅印 A, 然后按图中箭头方向转动一个工件前角 γ_0。再重新使铣刀刀尖与浅印 A 对准, 工作台升高一个齿槽深 h 后, 即可进行铣削</p>

续表 5-18

工作铣刀	图 示	调整与计算
用双角 铣刀开齿 方法	 <p style="text-align: center;">齿槽加工</p> <p style="text-align: center;">齿背加工</p>	<p>1) 选择工作铣刀的角度必须与所要加工铣刀的齿槽角θ相等</p> <p>2) 工作铣刀相对工件中心偏移一个距离S及偏移后升高量H的计算:</p> $S = R \sin(\theta_1 + \gamma_0) - h \sin \theta_1$ $H = R [1 - \cos(\theta_1 + \gamma_0)] + h \cos \theta_1$ <p>式中 R 工件半径(mm); γ_0 工件前角($^\circ$); θ_1 双角铣刀的小角度($^\circ$); h 工件齿槽深(mm)</p> <p>3) 齿背加工 ω 的计算和分度方法与用单角铣刀加工 $\gamma_0 > 0^\circ$ 的齿背时相同</p>

3. 圆柱螺旋齿铣刀的开齿(表 5-19)

表 5-19 圆柱螺旋齿铣刀的开齿

工作铣刀	图 示	调整与计算
用双角铣刀开齿	<p>左切铣刀</p> <p>右切铣刀</p> <p>工作铣刀</p> <p>右旋圆柱螺旋齿铣刀的开齿</p> <p>左旋圆柱螺旋齿铣刀的开齿</p>	<p>1) 若工件的旋向为右旋时,应选用左切双角铣刀,若工件的旋向为左旋时,应选用右切双角铣刀</p> <p>若用左切双角铣刀加工左旋齿槽或用右切双角铣刀加工右旋齿槽时,工作台应多扳 3° 左右,以免“内切”现象</p> <p>2) 铣削右旋齿槽工作台逆时针转动一个螺旋角;铣削左旋齿槽,工作台顺时针转动一个螺旋角</p> <p>3) 传动比的计算:</p> $i = \frac{40P}{P_h} = \frac{40P}{\pi D \cot \beta}$ <p>式中 40 分度头定数; P 铣床纵向工作台丝杠螺距(mm); P_h 工件导程(mm); D 工件外径(mm)</p> <p>4) 偏移量 S 和升高量 H 的计算:</p> $S = R \sin(\theta_1 + \gamma_n) - h \sin \theta_1$ $H = R[1 - \cos(\theta_1 + \gamma_n)] + h \cos \theta_1$ <p>式中 R 工件半径(mm); γ_n 工件法向前角($^\circ$); θ_1 工作铣刀的小角度($^\circ$); h 工件的齿槽深(mm)</p>

4. 端面刀齿的铣削(表5-20)

表5-20 端面刀齿的铣削

工作铣刀	图 示	调整与计算
用单角铣刀开齿		<p>1) 选择工作铣刀的角度必须与所要加工铣刀的齿槽角θ相等</p> <p>2) 分度头倾斜角φ的计算:</p> $\cos\varphi = \tan \frac{360^\circ}{z} \cot\theta$ <p>式中 z — 刀坯齿数; θ — 工作铣刀截形角</p> <p>3) 偏移量S的计算</p> <p>当被加工工件前角等于零度时,单角工作铣刀的端面刀刃对准工件中心就可以进行铣削</p> <p>当被加工工件前角大于零度时,单角工作铣刀端面刀刃对正工件中心后还需将工作台横向移动一个距离S</p> $S = R \sin\gamma_n$ <p>式中 R — 工件半径; γ_n — 工件刀齿端面前角。</p> <p>实际生产中,虽然计算出偏移量S值,但为了保证端面刀刃和圆周刀刃互相对齐、平滑连接,往往采用试铣方法来对刀</p>

5. 锥面刀齿的铣削(表 5-21)

表 5-21 锥面刀齿的铣削

工作铣刀	图 示	调整与计算
用单角铣刀开齿		<p>1) 工作铣刀的选用及横向偏移量 S 的计算与铣削端面齿相同</p> <p>2) 分度头倾斜角 φ 的计算:</p> $\varphi = \beta - \lambda$ $\tan \beta = \cos \frac{360^\circ}{z} \cot \delta$ $\sin \lambda = \tan \frac{360^\circ}{z} \cot \theta \sin \beta$ <p>式中 β——工件刀齿高中线与工件中心线间夹角($^\circ$); λ——工件刀齿中线与齿槽底线间夹角($^\circ$); z——工件刀齿数; δ——工件锥面与大端端面的夹角($^\circ$); θ——工件铣刀角度($^\circ$)</p>

6. 麻花钻头槽的铣削(表 5-22)

表 5-22 麻花钻头槽的铣削

工作铣刀	图 示	调整与计算
专用铣刀 刀开齿铣 齿背		<ol style="list-style-type: none"> 1) 专用钻头铣刀应依据钻头直径来选用 2) 工作台转角大小, 转动方向与铣圆柱螺旋齿铣刀相同 3) 对刀时一般采用试铣的方法 <ol style="list-style-type: none"> 1) 传动比计算与铣圆柱螺旋齿铣刀相同

7. 铰刀的开齿(表 5-23)

表 5-23 铰刀的开齿

铰刀种类	图 示	调整与计算
圆柱铰 刀		圆柱铰刀的开齿方法与在圆盘形铣刀上开直齿的方法相同

续表 5 23

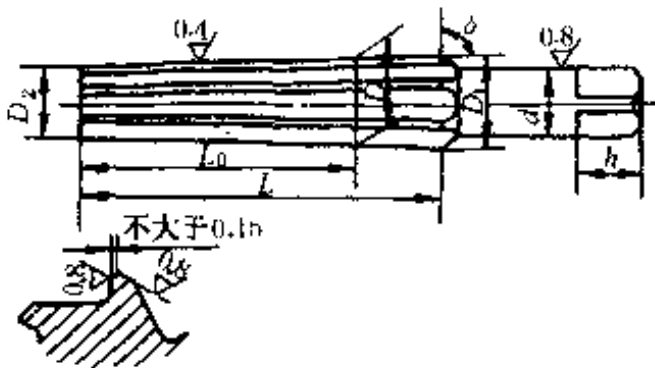
铰刀种类	图 示	调整与计算
圆锥铰刀		<p>1) 圆锥铰刀又有等分齿和不等分齿之分, 不等分齿常见。</p> <p>另外, 铣削圆锥铰刀时, 还要将分度头扳转一个角度, 其计算公式与角铣刀开锥面齿时的公式相同, 因一般锥铰刀的工作图中, 未给出刀齿角 δ, 而是给出大小端直径及工作部分长度, 这时可按下式求出 δ 角:</p> $\tan \delta = \frac{D_1 - D_2}{2L}$ <p>式中 D_1 — 铰刀大端直径(mm); D_2 — 铰刀小端直径(mm); L — 铰刀圆锥部分长度(mm)。</p> <p>求出 δ 角后, 可代入铣锥面齿的有关公式中, 求出分度头的扳转角 φ 即可加工</p> <p>2) 铰刀刀齿的不等分分度可查表 5-24</p>

表 5-24 铰刀刀齿的不等分分度表

(分度头定数 40, 铣 6~16 齿铰刀时, 取用 49 孔分度盘)

铰刀齿数	第一个角度		第二个角度		第三个角度		第四个角度		第五个角度		第六个角度		第七个角度		第八个角度	
	转数	孔数	转数	孔数	转数	孔数	转数	孔数	转数	孔数	转数	孔数	转数	孔数	转数	孔数
6	58°2'	6 22	59°53'	6 32	62°5'	6 44										
8	42°	4 32	44°	4 44	46°	5 6	48°	5 16								
10	33°	3 34	34°30'	3 41	36°	4	37°30'	4 8	39°	4 15						
12	27°30'	3 3	28°30'	3 8	29°30'	3 14	30°30'	3 19	31°30'	3 24	32°30'	3 30				
14	23°30'	2 30	24°15'	2 34	25°	2 38	25°45'	2 43	26°30'	2 46	27°	3	28°	3 5		
16	20°30'	2 14	21°	2 17	21°30'	2 20	22°15'	2 23	22°45'	2 26	23°15'	2 29	24°	2 32	24°15'	2 35

六、铣削球面

在万能铣床上铣削球面时,工件中心线与刀盘中心线要在同一平面上。工件由电动机减速后带动或用机床纵向丝杠(拿掉丝杠螺母)通过交换齿轮带动旋转(图 5-6)。

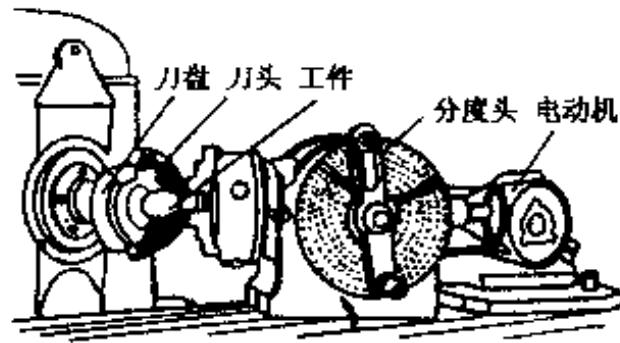


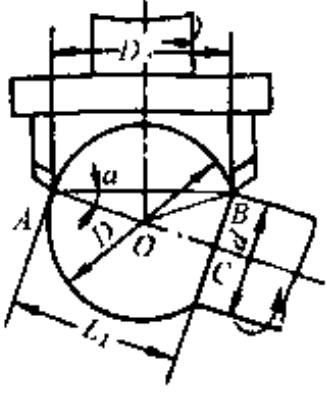
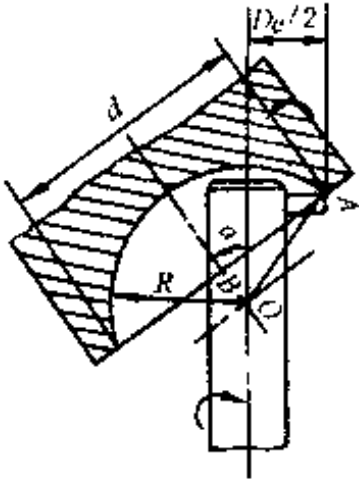
图 5-6 球面铣削装夹及传动机构

球面铣削的调整与计算,见表 5-25。

表 5-25 球面铣削的调整与计算

加工形式	图 示	调整与计算
加工整球	<p>第一次铣削</p> <p>第二次铣削</p>	<p>对刀直径 D, 应控制在 $L > D$, $\sqrt{2}R$ 的范围内</p> $L = \sqrt{D^2 - d^2} = 2\sqrt{R^2 - r^2}$ <p>式中 L — 两支承套间距离(mm); D, R — 工件的直径和半径(mm); d, r — 支承套的直径和半径(mm)</p>

续表 5-25

加工形式	图 示	调整与计算
加工带柄圆球		<p>1) 求分度头应扳角度 α;</p> $\tan \alpha = \frac{BC}{AC} = \frac{\frac{d}{2}}{L_1} = \frac{d}{2L_1}$ $L_1 = \frac{D + \sqrt{D^2 - d^2}}{2}$ <p>2) 求对刀直径 D_r;</p> $D_r = \sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 + L_1^2}$ <p>或 $\frac{D_r}{2} = OA \cos \alpha = R \cos \alpha$</p> <p>所以 $D_r = 2R \cos \alpha = D \cos \alpha$</p>
加工内球面		<p>1) 求分度头应扳角度 α;</p> $\angle AOB = 2\alpha$ $\sin 2\alpha = \frac{AB}{AO} = \frac{\frac{d}{2}}{R} = \frac{d}{2R} = \frac{d}{D}$ <p>2) 求对刀半径 $\frac{D_r}{2}$;</p> $\frac{D_r}{2} = R \sin \alpha$




七、铣削花键轴

花键联接是利用花键轴上的花键齿与花键孔相应的花键槽相配合进行传动的。

花键轴的种类较多,按齿廓的形状可分为矩形齿、梯形齿、渐开线齿和三角形齿等。

花键的定心方法有三种(表 5-26),但一般情况下,均按大径定心。矩形齿花键轴由于加工方便,强度较高,而且易于对正,所以应用较广。

表 5-26 花键的定心方式

定心方式	图 示	特点及用途
小径定心		小径定心是矩形花键联接最精密的方法, 定心精度高。多用于机床行业
大径定心		大径定心的矩形花键联接加工方便, 定心精度较高, 可用于汽车、拖拉机和机床等行业
齿形定心		齿形定心方式用于渐开线花键。在受载情况下能自动定心, 可使多数齿同时接触。有平齿根和圆齿根两种, 圆齿根有利于降低齿根的应力集中。适用于载荷较大的汽车、拖拉机变速箱轴等

1. 用单刀铣削矩形齿花键轴

(1) 工件的装夹与校正

先把工件的一端装夹在分度头的三爪自定心卡盘内, 另一端由尾座顶尖顶紧, 然后用百分表按下列三个方面进行校正(图 5-7)。

- ① 工件两端的径向跳动量。
- ② 工件的上母线相对于工作台台面的平行度。
- ③ 工件的侧母线相对于纵向工作台移动方向的平行度。

(2) 铣刀的选择和安装

① 铣削键侧用刀具, 选用直齿三面刃铣刀, 外径尽可能小些, 以减少铣刀的端面跳动, 使铣削平稳, 保证键侧有较好的表面粗糙度。铣刀宽度也应尽量小些, 以免在铣削中伤及邻齿齿侧。

② 铣削小径用刀具, 选用厚度为 2~3 mm 的细齿锯片铣刀铣削。或用自制凹圆弧形成形单刀头(用高速钢磨制)铣削(图 5-8)。



图 5-7 花键轴铣削前的校正

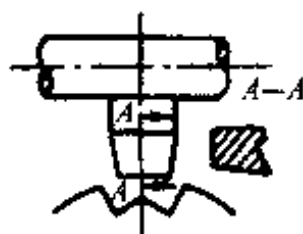


图 5-8 铣削小径用成形刀头

铣刀安装时, 可将三面刃铣刀与锯片铣刀, 以间隔适当的距离安装在同一根刀杆

上。这样在加工时,只要移动横向工作台,就可以将花键的键侧及槽底先后铣出,避免了装拆刀具的麻烦。

(3) 对刀

对刀时必须使三面刃铣刀的侧面刀刃和花键键侧重合,这样才能保证花键的宽度和键侧的对称性。常用对刀方法有以下几种:

① 侧面接触对刀方法 先使三面刃铣刀侧面刀齿微微接触工件外圆表面,然后垂直向下退出工件,再使横向工作台朝铣刀方向移动一个距离 S 。

$$S = \frac{D-b}{2}$$

式中 D —— 花键外径(mm);

b —— 花键键宽(mm)。

这种对刀方法简单,对刀时 D 应按实测的尺寸计算。但这种方法有一定的局限性,即当工件外径较大时,由于受铣刀直径的限制,刀杆可能会和工件相碰,此时就不能采用这种方法对刀。

② 用切痕法对刀 如图 5-9 所示,先由操作者目测使工件中心尽量对准三面刃铣刀中心,然后开动机床,并逐渐升高工作台,使铣刀圆周刀刃少量切着工件,再将横向工作台前后移动,就可以在工件上切出一个椭圆形痕迹,只要将工作台逐渐升高,痕迹的宽度也会加宽,当痕迹宽度等于花键键宽后,可移动横向工作台,使铣刀的侧面与痕迹边缘相切,即完成对刀目的。为了去掉这个痕迹,必须在对刀之后将工件转过半个齿距,才能开始铣削。

③ 用划线法对刀 如图 5-10 所示,采用这种方法对刀时,先要在工件上划线,划线顺序是:用高度尺先在工件外圆柱面的两侧各划一条中心线。然后通过分度头将工件转过 180° ,再用高度尺试划一次,如两次所划的中心线是重合即可,如不重合应调整高度尺高度重划,直到划出正确的中心线后为止。然后,分别升高和降低半个花键键宽划出两条键侧线。



图 5-9 用切痕法对刀

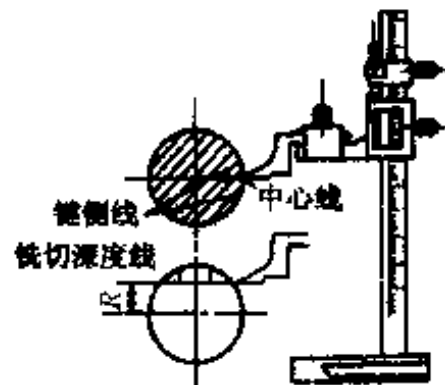


图 5-10 用划线法对刀

中心线和键侧线划好后,再通过分度头将工件转过 90° ,使划线部分外圆朝上,并用高度尺在工件端面划出花键的铣切深度线。

在铣削时,只要使三面刃铣刀的侧面刀刃对准所划的键侧线即可。

(4) 铣削过程

① 铣键侧 对刀之后,可以先依次铣完花键的一侧(图5-11a),然后再移动横向工作台,再依次铣完花键的另一侧(图5-11b),工作台应向铣刀方向移动,移动的距离 S 可按下式计算:

$$S = B + b$$

式中 B — 三面刃铣刀宽度(mm);

b — 花键键宽(mm)。

在铣削花键这侧时,应在铣第一条花键一段长度时,测量其键宽尺寸是否合格,然后进行调整。

② 铣削小径圆弧面 键侧铣好以后,槽底的凸起余量就可用装在同一根刀杆上的锯片铣刀铣削掉。铣削前应使锯片铣刀对准工件的中心,如图5-12a,然后摇动分度头,使工件转过一定角度,从靠近键的一侧开始铣削(图5-12b),这时将工作台升高到铣切深度,再摇动纵向进给进行铣削,铣完一刀后,摇动分度头手柄,转过几个孔距使工件稍转一些再铣第二刀,这样铣出的小径是呈多边形的。因此,每铣一刀后工件转过的角度愈小,铣削次数愈多,小径就愈接近一个圆弧(图5-12c)。

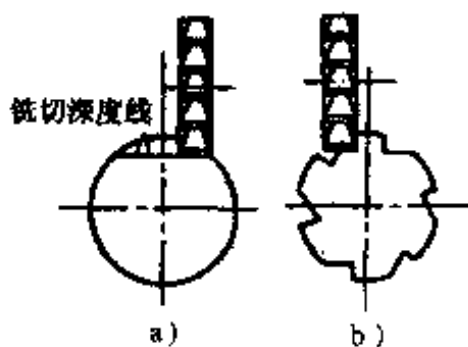


图5-11 铣键侧

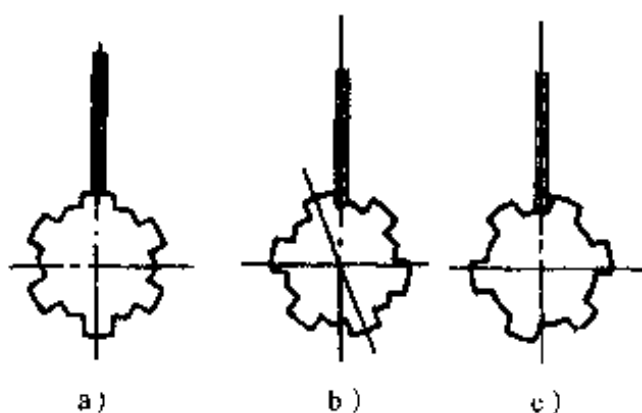


图5-12 铣槽底圆弧面

③ 用凹圆弧形成形单刀头铣削小径圆弧面(见图5-8)。用这种方法铣削小径圆弧可一次完成,但必须注意,使用这种方法对刀比较麻烦,若对刀不准会使铣出的小径圆弧中心和工件不同心。对刀的方法是生将单刀头装夹在专用的刀杆上,而在分度头三爪自定心卡盘和尾座顶尖之间,装上一个与工件完全相同的试件,并要进行校正,然后开动机床,逐渐升高工作台及横向移动工作台,使凹圆弧形刀头两尖角同时操着试件的表面即可,对刀完毕后,锁紧横向工作台拆下试件,换上已铣好键侧的花键轴。重新校正后,摇动分度头手柄使花键槽对准刀头凹圆弧后即可铣削加工。

2. 用组合铣刀铣削矩形齿花键轴

用组合铣刀铣削花键时,工件的装夹、调整与用单刀铣削花键时相同,但在选择和安装铣刀时应注意以下几点:

(1) 两把铣刀直径必须相同。

(2) 两把铣刀的间距应等于花键宽度,可用铣刀之间的垫圈或垫片的厚度来保证,并要经过试切确定齿宽在公差范围内。

(3) 对刀方法如图 5-13,与用单刀铣削花键时“用侧面接触对刀方法基本相同。但工作台横向移动距离 S 计算有所不同。

$$S = \frac{D}{2} + B + \frac{b}{2}$$

式中 D —— 工件外径(mm);

B —— 一把铣刀的宽度(mm);

b —— 花键键宽(mm)。

对刀结束后,紧固横向工作台,调整好切削深度,即可开始铣削,采用组合铣刀铣削花键键侧和槽底时,可将工件经过两次装夹分别铣削,这样可以避免铣削一根花键轴都要移动横向工作台和调整铣削深度的麻烦。

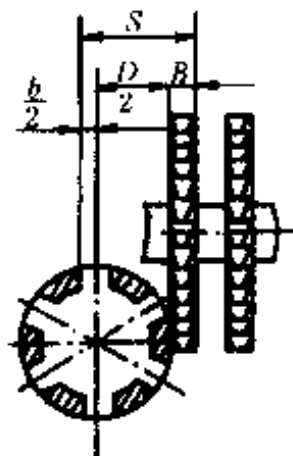


图 5-13 用组合铣刀对刀方法

3. 用硬质合金组合刀盘精铣花键轴

采用三面刃铣刀(高速钢)铣削花键,其键侧粗糙度一般只能达到 $Ra6.3 \sim Ra3.2$,而且效率也较低。在加工批量较大的花键轴时,可先用高速钢成形铣刀将花键轴的小径加工好,而键侧留有精铣余量,然后用硬质合金组合刀盘精铣键侧(图 5-14)。刀盘上共有两组刀,其中一组刀(共两把)为铣花键两侧用,另一组刀(也是两把)为加工花键两侧倒角用,每组刀的左右刀齿间的距离均可根据键宽或花键倒角的尺寸需要进行调整,使用这种刀盘精铣花键轴,不但效率高,而且表面粗糙度可达 $Ra1.6 \sim Ra0.8$ 。

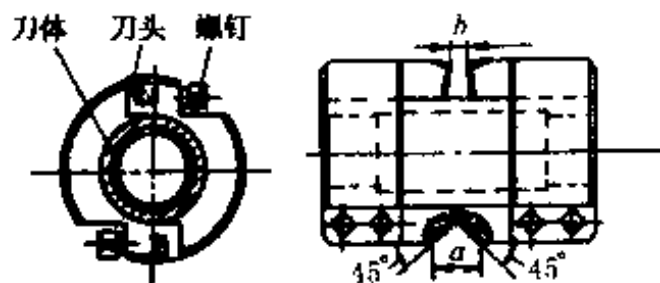
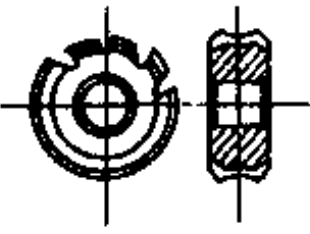
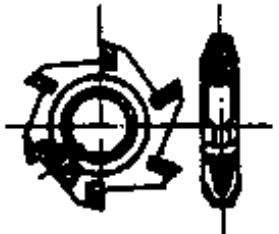
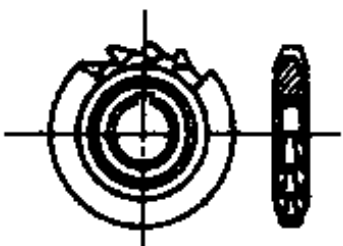
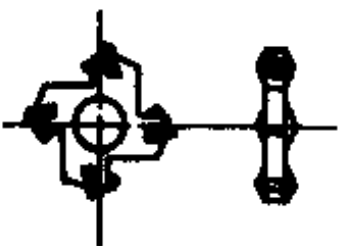


图 5-14 硬质合金组合刀盘

4. 用成形铣刀铣削花键轴





(1) 花键成形铣刀的种类(表 5-27)

表 5-27 花键成形铣刀的种类

名称	图 示	名称	图 示
铲齿成形铣刀		焊接硬质合金成形铣刀	
尖齿成形铣刀		机夹式硬质合金成形铣刀	

(2) 用成形铣刀铣削花键轴对刀方法(表 5-28)

表 5-28 用成形铣刀铣削花键对刀方法

	先用目测法使铣刀对准工件中心,开动机床,升高工作台,使成形铣刀的两尖角同时接触工件外圆表面
	按花键深度的四分之三铣削一刀,退出工件,检查花键的对称性
	工件沿顺时针方向转动 θ 角, θ 角按下式计算: $\theta = 90^\circ - \frac{180^\circ}{z}$ 式中 z ——花键轴键数。 用杠杆百分表测量键侧 1 的高度
	沿逆时针方向将工件转过 2θ 角,用杠杆百分表测量键侧 2 的高度。若键侧 1、2 的高度相等,则说明花键的对称性很好;如高度不等时,应做微量调整。当键侧 1 比键侧 2 高 Δx 时,应将横向工作台移动距离 S ,键侧 1 靠向铣刀, S 可用下式计算: $S = \frac{\Delta x}{2 \cos \frac{180^\circ}{z}} \text{mm}$ 按花键深度调整好机床,即可铣削花键

5. 铣削花键轴时产生的误差及解决方法(表5-29)

表5-29 铣削花键轴时产生的误差及解决方法

加工误差	产生原因	解决方法	
用成形铣刀加工时,键侧产生波纹	刀杆与挂架配合间隙过大,并缺少润滑油,铣削时有不正常声音发生	调整间隙,加注润滑油或改装滚动轴承挂轮架	
用成形铣刀加工时键侧及槽底均有深啃现象	铣削过程中,中途停刀	铣削中途不能停止进给运动	
用成形铣刀或三面刃铣刀加工时	花键轴中段产生波纹	花键轴太细太长,刚性差,铣至轴的中段时,工件发生振动	花键轴中段用千斤顶托住
	键侧表面粗糙度值高	刀杆弯曲或刀杆垫圈不平,引起铣刀轴向跳动,切削不平稳	校直刀杆,修整垫圈
	花键的两端内径不一致	工件上母线与工作台不平行	重新校工件上母线相对于工作台面的平行度
	花键对称性超差	对刀不准	重新对刀
	花键两端对称性不一致	工件侧母线与纵向工作台移动方向不平行	重新校正工件侧母线相对于纵向工作台的移动方向的平行度

八、铣削加工常见问题产生原因及解决方法(表5-30)

表5-30 铣削加工常见问题产生原因及解决方法

问 题	产生原因	解 决 方 法
前刀面产生月牙洼	刀片与切屑焊住	1) 用抗磨损刀片、用涂层合金刀片 2) 降低铣削深度或铣削负荷 3) 用较大的铣刀前角
刃边粘切屑	变化振动负荷造成增加铣削力与温度	1) 将刀尖圆弧或倒角处用油石研光 2) 改变合金牌号增加刀片强度 3) 减少每齿进给量,铣削硬材料时,降低铣削速度 4) 使用足够的润滑性能和冷却性能好的切削液

续表 5-30

问 题	产生原因	解 决 方 法
刀齿热裂	高温时迅速变化温度	1) 改变合金牌号 2) 降低铣削速度 3) 适量使用切削液
刀齿变形	过高的铣削温度	1) 用抗变形抗磨损的刀片 2) 适当使用切削液 3) 降低铣削速度及每齿进给量
刀齿刃边缺口或下陷	刀片受拉压交变应力; 铣削硬材料刀片氧化	1) 加大铣刀导角 2) 将刀片切削刃用油石研光 3) 降低每齿进给量
镶齿刀片破碎或刀片裂开	过高的铣削力	1) 采用抗振合金牌号刀片 2) 采用强度较高的负角铣刀 3) 用较厚的刀片、刀垫 4) 减小进给量或铣削深度 5) 检查刀片座是否全部接触
刃口过度磨损或边磨损	磨削作用、机械振动及化学反应	1) 采用抗磨合金牌号刀片 2) 降低铣削速度、增加进给量 3) 进行刃磨或更换刀片
铣刀排屑槽结渣	不正常的切屑、容屑槽太小	1) 装用切削导向器 2) 增大容屑空间和排屑槽 3) 铣削铝合金时, 抛光排屑槽
铣削中, 工件产生鳞刺	过高的铣削力及铣削温度	1) 铣削硬度在 34~38HRC 以下软材料及硬材料时增加铣削速度 2) 改变刀具几何角度, 增大前角并保持刃口锋利 3) 采用涂层刀片
工件产生冷硬层	铣刀磨钝, 铣削厚度太小	1) 刃磨或更换刀片 2) 增加每齿进给量 3) 采用顺铣 4) 用较大隙角和正前角铣刀

续表 5-30

问 题	产生原因	解 决 方 法
表面粗糙度 参数值偏大	铣削用量偏大; 铣削中产生振动; 铣刀跳动; 铣刀磨钝	<ol style="list-style-type: none"> 1) 降低每齿进给量 2) 采用宽刃大圆弧修光齿铣刀 3) 检查工作台镶条消除其间隙以及其他运动部件的间隙 4) 检查主轴孔与刀杆配合及刀杆与铣刀配合, 消除其间隙或在刀杆上加装惯性飞轮 5) 检查铣刀刀齿跳动, 调整或更换刀片, 用油石研磨刃口, 降低刃口粗糙度参数值 6) 刃磨与更换可转位刀片的刃口或刀片, 保持刃口锋利 7) 铣削侧面时, 用有侧隙角的错齿或镶齿三面刃铣刀
平面度超差	铣削中工件变形, 铣刀轴心线与工件不垂直工件在夹紧中产生变形	<ol style="list-style-type: none"> 1) 减小夹紧力, 避免产生变形 2) 检查夹紧点是否在工件刚度最好的位置 3) 在工件的适当位置增设可锁紧的辅助支承, 以提高工件刚度 4) 检查定位基面是否有毛刺、杂物, 是否全部接触 5) 在工件的安装夹紧过程中应遵照由中间向两侧或对角顺次夹紧的原则避免由于夹紧顺序不当而引起的工件变形 6) 减小铣削深度 a_p, 降低铣削速度 v, 加大进给量 a_f, 采用小余量、低速度大进给铣削, 尽可能降低铣削时工件的温度变化 7) 精铣前, 放松工件后再夹紧, 以消除粗铣时的工件变形 8) 校准铣刀轴线与工件平面的垂直度, 避免产生工件表面铣削时
垂直度超差	立铣刀铣侧面时直径偏小, 或振动、摆动, 三面刃铣刀垂直于轴线进给铣侧面时刀杆刚度不足	<ol style="list-style-type: none"> 1) 选用直径较大刚度好的立铣刀 2) 检查铣刀套筒或夹头与主轴的同轴度以及内孔与外圆的同轴度, 并消除安装中可能产生的歪斜 3) 减小进给量或提高铣削速度 4) 适当减小三面刃铣刀直径, 增大刀杆直径, 并降低进给量, 以减小刀杆的弯曲变形
尺寸超差	立铣刀、键槽铣刀、三面刃铣刀等刀具本身摆动	<ol style="list-style-type: none"> 1) 检查铣刀刃磨后是否符合图样要求; 及时更换已磨损的刀具 2) 检查铣刀安装后的摆动是否超过精度要求范围 3) 检查铣刀刀杆是否弯曲; 检查铣刀与刀杆套筒接触之间的端面是否平整或与轴线是否垂直, 或有杂物毛刺未清除

第六章 齿轮加工

一、成形法铣削齿轮

1. 铣刀号数的选择

(1) 一组 8 把模数铣刀和径节铣刀所铣的齿轮齿数表(表 6-1)

表 6-1 一组 8 把模数铣刀和径节铣刀所铣的齿轮齿数表

所铣齿轮齿数		12~13	14~16	17~20	21~25	26~34	35~54	55~134	135~齿条
铣刀 号数	模数铣刀	1	2	3	4	5	6	7	8
	径节铣刀	8	7	6	5	4	3	2	1

(2) 一组 15 把模数铣刀所铣的齿轮齿数表(表 6-2)

表 6-2 一组 15 把模数铣刀所铣的齿轮齿数表

铣刀号数	所铣齿数	铣刀号数	所铣齿数	铣刀号数	所铣齿数
1	12	3½	19~20	6	35~41
1½	13	4	21~22	6½	42~54
2	14	4½	23~25	7	55~79
2½	15~16	5	26~29	7½	80~134
3	17~18	5½	30~34	8	135~齿条

模数 1~8 的铣刀, 每种由 8 把组成一套。模数 9~16 的铣刀, 每种由 15 把组成一套。

2. 齿坯加工精度

齿坯精度直接影响齿轮齿部的加工精度, 齿坯精加工后基面的尺寸、形位公差, 可按(表 6-3、表 6-4)的数值选取。

表 6-3 齿坯公差

齿轮精度等级		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
孔	尺寸公差	IT4	IT4	IT4	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT8	IT8	IT8	IT8
	形状公差	IT1	IT2	IT3									
轴	尺寸公差	IT4	IT4	IT4	IT4	IT5	IT6	IT6	IT7	IT7	IT7	IT7	IT8
	形状公差	IT1	IT2	IT3									

续表 6-3

顶圆直径 ²⁾	IT6	IT7	IT8	IT9	IT11
基准面的径向跳动 ¹⁾	见表 6-4				
基准面的端面跳动					

① 当三个公差组的精度等级不同时,按最高的精度等级确定公差值。

② 当顶圆不作测量齿厚的基准时,尺寸公差按 IT11 给定,但不得大于 $0.1m_n$ 。

③ 当以顶圆作基准面时,本栏就指顶圆的径向跳动。

表 6-4 齿坯基准面径向和端面跳动公差

(μm)

分度圆直径/mm		精度等级					分度圆直径/mm		精度等级				
大于	到	1和2	3和4	5和6	7和8	9到12	大于	到	1和2	3和4	5和6	7和8	9到12
--	125	2.8	7	11	18	28	800	1 600	7.0	18	28	45	71
125	400	3.6	9	14	22	36	1 600	2 500	10.0	25	40	63	100
400	800	5.0	12	20	32	50	2 500	4 000	16.0	40	63	100	160

3. 铣削直齿条、斜齿条

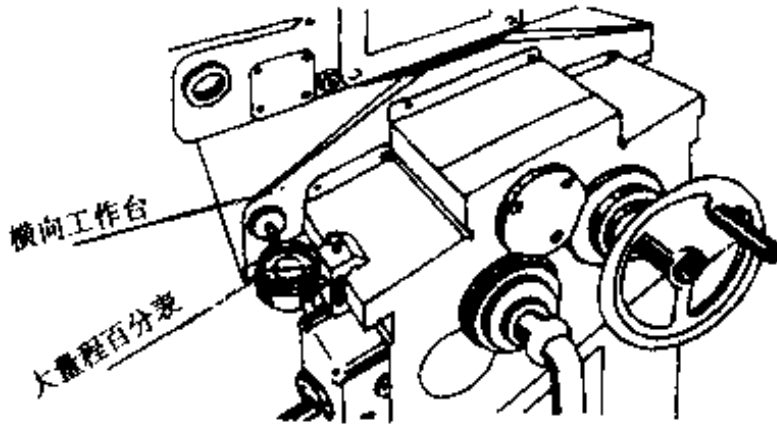
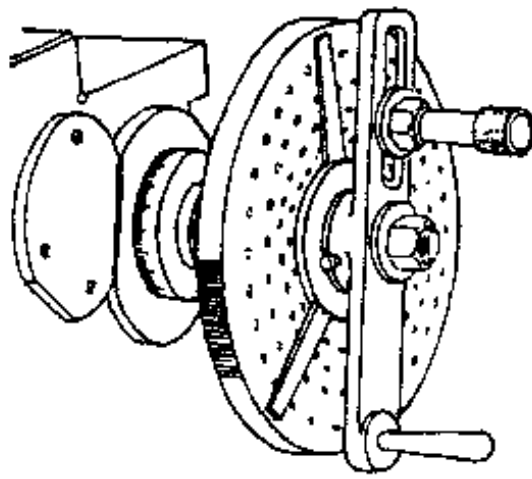
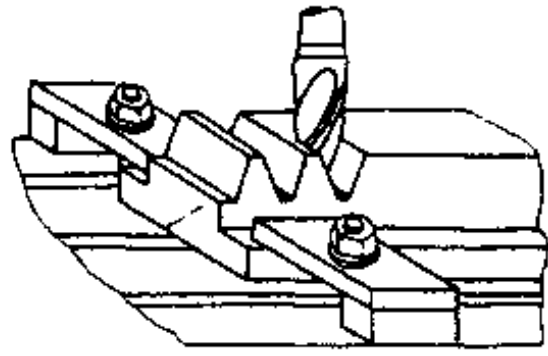
齿条分直齿条和斜齿条两种,斜齿条按齿的偏斜方向又分右斜(旋)和左斜(旋)两种。

(1) 铣削直齿条方法(表 6-5)

表 6-5 铣直齿条方法

形式	图 示	采用方法的说明
短齿条		<p>1) 横向移距方法 即用铣床横向刻度盘控制齿距。其刻度盘转动格数计算如下:</p> $n = \pi m / F (\text{格})$ <p>式中: m --- 齿条模数; F --- 刻度盘每格的移值量。</p>

续表 6-5

形式	图 示	采用方法的说明
短 齿 条	 <p>该图展示了在铣床工作台上安装大量程百分表的方法。图中有一个指向“横向工作台”的箭头，另一个指向“大量程百分表”的箭头。百分表的侧头与工作台导轨接触，用于精确测量和分齿。</p>	<p>2) 用大量程百分表移距方法</p> <p>将百分表夹固在工作台横向导轨上,使百分表侧头和横向工作台相接触,然后可按计算出的齿距进行分齿,这种方法分距准确、简便、实用</p>
	 <p>该图展示了分度盘移距方法的示意图。分度板安装在铣床工作台的传动丝杠上，并带有分度手柄，用于通过转动手柄来精确控制进给量。</p>	<p>3) 分度盘移距方法</p> <p>此方法是将分度板套在铣床工作台传动丝杠上,并将分度板固定,再把分度手柄装在传动丝杠端部,移距时只要转动分度手柄即可。其计算公式如下:</p> $n = \frac{\pi m}{P}$ <p>式中: n 分度手柄应转过的转数; m 齿条模数(mm); P 铣床工作台传动丝杠螺距(mm)</p>
长 齿 条	 <p>该图展示了在立式铣床上使用指状铣刀加工长齿条的示意图。工件被牢固地夹持在工作台上，铣刀正在对齿条的侧面进行加工。</p>	<p>1) 在立铣上用指状铣刀加工长齿条</p> <p>工件装夹时,应保证齿条侧面与铣床工作台纵向进给方向平行度及齿顶面与工作台的平行度</p>

续表 6-5

形式	图 示	采用方法的说明
长齿条	<p>主轴 铣刀 铣刀头 螺旋齿轮 铣刀</p>	<p>5) 用横向刀架方法</p>
	<p>1 2 3 4 5 6</p>	<p>6) 用万能铣头改装横切专用铣刀装置的方法</p>

续表 6-5

形式	图 示	采用方法的说明
长齿条		<p>7) 分度头侧轴挂轮方法</p> <p>当铣床工作台纵向丝杠螺距 $P_{\text{丝}} = 6 \text{ mm}$, 被加工齿条模数为 m, 小齿轮 $z_1 = 22$, 大齿轮 $z_2 = 42$. 手柄的回转数为 n, 则:</p> $\pi m = n \frac{z_1}{z_2} P_{\text{丝}}$ $= n \times \frac{22}{42} \times 6 = n \times \frac{22}{7}$ <p>取 $\pi \approx \frac{22}{7}$, 则 $m = n$</p> <p>所以分度头手柄的回转数等于被加工齿条的模数. 因此在分齿时, 只要按被加工齿条的模数 m 转动分度头手柄即可.</p> <p>若铣床工作台纵向丝杠 $P_{\text{丝}} = 4 \text{ mm}$, 则需把大齿轮齿数改为 $z_2 = 28$</p>

(2) 铣削斜齿条方法(表 6-6)

表 6-6 铣削斜齿条方法

形式	图 示	采用方法的说明
短齿条		<p>1) 工件偏斜横向移距方法</p> <p>校正时, 把工件的侧面调整到与横向进给方向成 β 角(右旋齿条应逆时针转过 β 角, 左旋齿条应顺时针转过 β 角). 移距尺寸为斜齿条的法向齿距 P_n.</p>
长齿条		<p>2) 工件偏斜纵向移距方法</p> <p>当 β 角较小, 长度又不太长的斜齿条, 可将工件偏斜装夹. 校正时, 可把工件的侧面调整到与纵向进给方向成一 β 角. 用纵向移距方法进行加工, 移距尺寸仍为斜齿条法向齿距 P_n.</p>

续表 6-6

形式	图 示	采用方法的说明
长齿条		<p>3) 工作台板转角度纵向移距方法</p> <p>装夹时,先校正工件侧面与纵向进给方向平行,在按图样要求将工作台板转一个β角,由于这种方法移距方向与齿条的端面齿距方向一致,所以移距尺寸为斜齿条的端面齿距,即:$P_1 = \frac{\pi m_n}{\cos \beta}$ (mm)</p>

4. 铣斜齿圆柱齿轮

(1) 选择铣刀号数用当量齿数的计算:

$$z' = \frac{z}{\cos^3 \beta}$$

式中 z' —— 斜齿轮当量齿数;

z —— 斜齿轮齿数;

β —— 斜齿轮螺旋角。

用系数表直接查出不同角度的 $\frac{1}{\cos^3 \beta}$ 值,与斜齿轮齿数 z 相乘后,即可得出选择铣刀号数用当量齿数 z' (见表 6-7)

$$z' = zK$$

$$K = \frac{1}{\cos^3 \beta}$$

表 6-7 选择铣刀号数用系数表

β	K	β	K	β	K	β	K
0°0'	1.000	4°0'	1.007	8°0'	1.030	12°0'	1.068
0°30'	1.000	4°30'	1.009	8°30'	1.034	12°30'	1.074
1°0'	1.001	5°0'	1.011	9°0'	1.038	13°0'	1.080
1°30'	1.001	5°30'	1.013	9°30'	1.042	13°30'	1.087
2°0'	1.002	6°0'	1.016	10°0'	1.047	14°0'	1.094
2°30'	1.003	6°30'	1.019	10°30'	1.052	14°30'	1.102
3°0'	1.004	7°0'	1.022	11°0'	1.057	15°0'	1.110
3°30'	1.005	7°30'	1.026	11°30'	1.062	15°30'	1.118

续表 6-7

β	K	β	K	β	K	β	K
16°0'	1.127	24°0'	1.312	32°0'	1.640	40°0'	2.225
16°30'	1.136	24°30'	1.328	32°30'	1.667	40°30'	2.275
17°0'	1.145	25°0'	1.344	33°0'	1.695	41°0'	2.326
17°30'	1.154	25°30'	1.360	33°30'	1.721	41°30'	2.380
18°0'	1.163	26°0'	1.377	34°0'	1.755	42°0'	2.436
18°30'	1.172	26°30'	1.395	34°30'	1.787	42°30'	2.495
19°0'	1.182	27°0'	1.414	35°0'	1.819	43°0'	2.557
19°30'	1.193	27°30'	1.431	35°30'	1.853	43°30'	2.621
20°0'	1.204	28°0'	1.454	36°0'	1.889	44°0'	2.687
20°30'	1.216	28°30'	1.474	36°30'	1.926	44°30'	2.756
21°0'	1.228	29°0'	1.495	37°0'	1.963	45°0'	2.828
21°30'	1.241	29°30'	1.517	37°30'	2.003		
22°0'	1.254	30°0'	1.540	38°0'	2.044		
22°30'	1.268	30°30'	1.563	38°30'	2.086		
23°0'	1.282	31°0'	1.588	39°0'	2.130		
23°30'	1.297	31°30'	1.613	39°30'	2.177		

(2) 查图表方法选择铣刀号数(见图 6-1)

例如,已知一斜齿轮 $z=24, m_n=4, \beta=45^\circ$, 求铣削时铣刀号数。

在图 6-1 横坐标“螺旋角”上找到“45°”后向下看,在纵坐标“齿数”上找到“24”齿后向右看,两条线的交点所在范围为 7 号。即采用模数为 4 的 7 号铣刀。

(3) 铣斜齿圆柱齿轮交换齿轮计算

$$\text{传动比 } i = \frac{40P_{\pi}}{P_b} \cdot \frac{40P_{\pi}}{d' \pi \cot \beta}$$

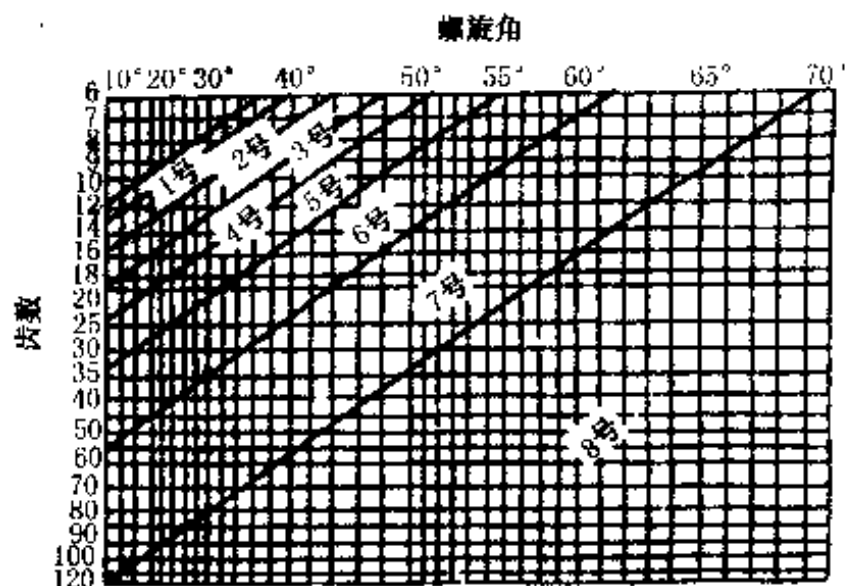


图 6-1 铣斜齿圆柱齿轮用铣刀号数图

$$= \frac{40P_{\text{丝}}}{m_1 z \pi \cot \beta} = \frac{40P_{\text{导}} \sin \beta}{\pi m_n z}$$

$$= \frac{z_1 z_3}{z_2 z_4}$$

式中 40 —— 分度头定数；

$P_{\text{丝}}$ —— 工作台丝杠螺距(mm)；

$P_{\text{导}}$ —— 工作导程(mm)；

d' —— 齿轮节圆直径(mm)；

β —— 齿轮螺旋角($^{\circ}$)；

m_1 —— 端面模数；

m_n —— 法向模数；

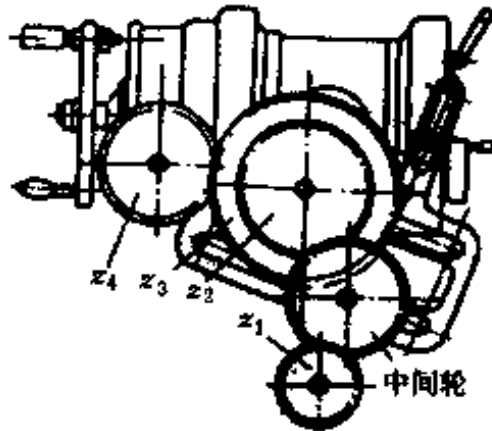
z —— 齿数

(4) 工作台扳转角度

用盘形铣刀在万能铣床上铣削螺旋槽时,为了使螺旋槽方向和刀具旋转平面相一致,必须将万能铣床纵向工作台在水平面内旋转一个角度,工作台旋转角度的大小和方向与工件的螺旋角有关,即铣右旋斜齿圆柱齿轮时,工作台逆时针转动一个螺旋角 β ;铣左旋斜齿圆柱齿轮时,工作台顺时针转动一个螺旋角 β 。

(5) 工件旋转方向和工作台转动方向及中间轮装置(表6-8)

表6-8 工件旋转方向和工作台转动方向及中间轮装置表



被加工齿轮螺旋方向	工作台转动方向和工件的旋转方向 ^①	交换齿轮及中间轮	
		两对交换齿轮	三对交换齿轮
右旋	逆时针转动	不加中间轮	加一个中间轮
左旋	顺时针转动	加一个中间轮	不加中间轮

① 对着分度头主轴方向看。

(6) 铣削时应注意的几点

① 铣削斜齿圆柱齿轮时,分度头手柄定位销要插入孔盘中,使工件随着纵向工作台的进给而连续转动,这时应松开分度头主轴紧固手柄和孔盘紧固螺钉。

(2) 当铣完一个齿槽后, 停车将工作台下落一点后才能退刀, 否则铣刀会擦伤已加工好的表面。铣下一个齿槽时再将工作台升到原来位置。切记退刀要用手动。

(3) 当铣完一个齿槽后, 将分度头手柄定位销从分度盘孔中拔出进行分度, 然后再将定位销插好, 再加工下一个齿槽。切记当分度头手柄定位销从分度盘孔中拔出后, 这就切断了工件旋转和工作台的进给运动的联系, 这时绝对禁止移动工作台。

5. 铣直齿锥齿轮

(1) 选择铣刀号数用当量齿数的计算公式:

$$z' = \frac{z}{\cos \delta}$$

式中 z' —— 当量齿数;
 z —— 直齿锥齿轮齿数;
 δ —— 直齿锥齿轮节锥角。

(2) 图表法选择铣刀号数

(图 6-2)

〔例〕 要加工一直齿锥齿轮, $z=39$, $\delta'=45^\circ$, 求应选用的铣刀号数。

〔解〕 首先在节锥角一边找到 45° 往上看, 再在齿数一边找到 39 (锥齿轮的实际齿数) 往右看, 这两线相交处在 7 号范围内, 所以用 7 号铣刀。

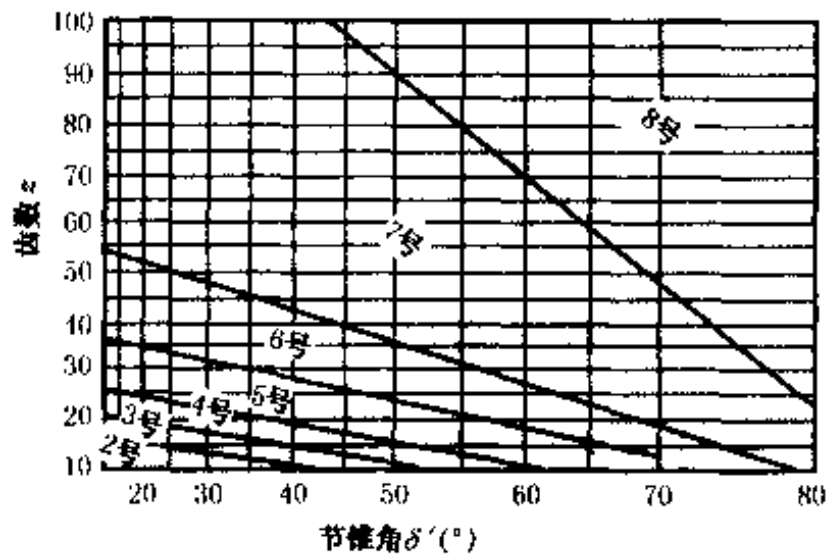


图 6-2 铣直齿锥齿轮用铣刀号数图

(3) 铣削方法

(1) 分度头扳起角度计算

分度头扳起角度等于根锥母线与圆锥齿轮轴线的夹角 δ_1 (根圆锥角), 即切削角 (图 6-3)。

分度头扳起角度的计算:

$$\delta_1 = \delta - \theta_1$$

式中 δ —— 节锥角 ($^\circ$);
 θ_1 —— 齿根角 ($^\circ$)。

(2) 横向偏移量 S 的计算

$$S = \frac{mb}{2R}$$

式中 m —— 模数 (mm);
 b —— 齿面宽 (mm);

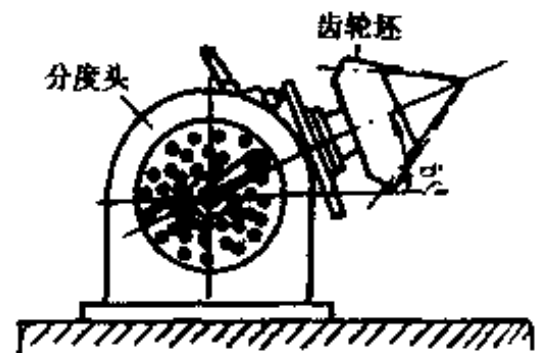


图 6-3 分度头扳起角度示意图

R ——节锥半径(mm)。

③ 铣削过程(图6-4)

将铣刀对准工件中心,按大端模数,铣至全齿深 $h=2.2m$,铣出全部直齿槽,并测出大端齿厚。然后铣大端两侧余量。上图所示是铣大端左侧余量。先按图a箭头方向将工作台移动一个距离 S (横向移位量),再按图b箭头方向转动分度头(工作台移动方向与分度头转动方向相反),使铣刀

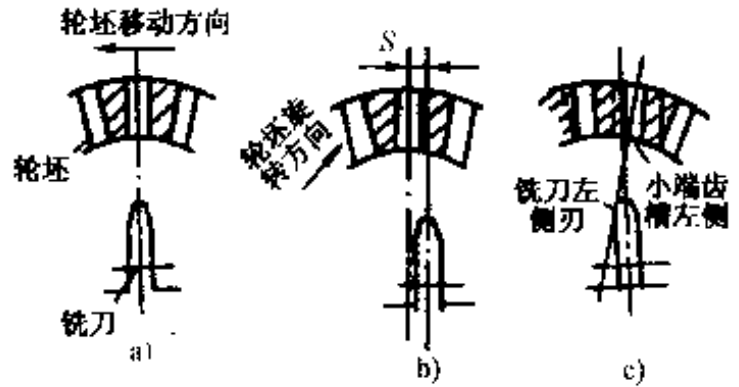


图6-4 铣削过程

左侧刃刚刚蹭着小端齿槽左侧铣一刀(图c)。立即用齿轮游标卡尺测量大端的齿厚,这时的尺寸 $=\frac{1}{2} \times$ (开出直槽后的大端齿厚-图样要求的齿厚)+图样要求齿厚。如果还有余量就应把分度头再转一两个孔。铣大端右侧时,按上面移动的 S 值和分度头转数值反方向加倍摇好。

这样加工出的齿轮,小端齿顶、齿根稍厚一些,若啮合要求较高,应对齿顶进行修锉。

二、飞刀展成铣蜗轮

蜗轮蜗杆啮合时,沿中心平面的切面内相当于齿轮齿条的啮合。蜗杆转动一圈,相当于齿条沿轴向移动一个齿距(单头蜗杆)或几个齿距(多头蜗杆),蜗轮相应地转过一个齿或几个齿。蜗杆继续转动,蜗轮也继续转过相应的齿数,即蜗轮作旋转运动时,蜗杆相似地作齿条的推进运动。而飞刀就相当于蜗杆上齿的一部分,利用飞刀作旋转运动就能进行切削。根据这一原理,就可利用飞刀展成铣蜗轮。

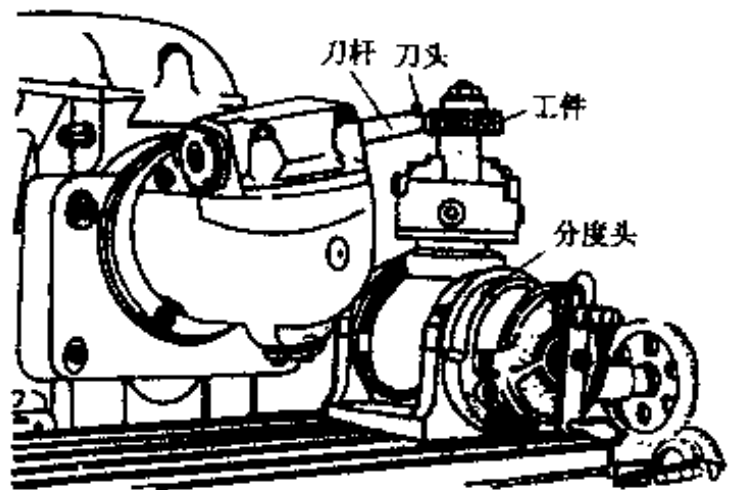


图6-5 飞刀展成铣削蜗轮

1. 铣削方法

如图6-5所示,首先将立铣头扳一个角度,使刀杆轴线与水平面的夹角等于蜗轮的螺旋角,即等于蜗杆的螺旋升角。为了得到连续展成运动,必须将纵向工作台丝杠与分度头配轮轴之间用交换齿轮连接起来,在纵向工作台对应飞刀完成切向进给运动的同时,通过交换齿轮使蜗轮完成

相应的转动。

由于飞刀转动与工件转动之间没有固定联系,因而不能连续分齿,要在展成切出一个齿后,将刀头转向上方,工作台返回原位,用手摇动分度头手柄,分过一个齿后再铣下一个齿。

用这种方法(连续展成、断续分齿法)加工出的蜗轮,是斜直槽而不是螺旋槽,因而当螺旋角较大时,啮合性能较差。

2. 交换齿轮计算

(1) 展成交换齿轮计算

根据展成原理,工件转过一个齿 $\left|\frac{1}{z}\right|$ 转,工作台要相应地在纵向移动一个蜗轮齿距(蜗轮周节 $=z m_x$)的距离,从而可以导出交换齿轮计算公式:

$$i = \frac{z_1 z_2}{z_2 z_3} = \frac{40 P_{\text{分}}}{z \pi m_x} = \frac{40 P_{\text{分}}}{\pi d_2}$$

式中 40—分度头定数;

$P_{\text{分}}$ —机床丝杠螺距(mm);

m_x —端面模数;

d_2 —蜗轮节圆直径(mm)。

(2) 分齿计算

根据蜗轮的齿数 z ,算出分度头手柄转数 n ,即: $n = \frac{40}{z}$ (可查单式分度表)。

若加工质数蜗轮时,可查近似分度表。

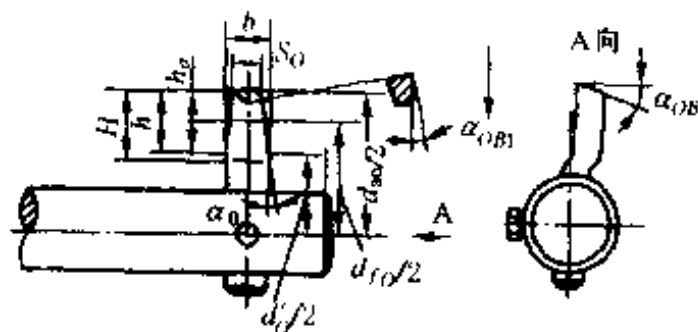
3. 铣头扳角度方向和工件旋转方向及中间轮装置(表6-9)

表6-9 铣头扳角度方向和工件旋转方向及中间轮装置

刀具位置	铣头扳角度方向		工作台运动方向	工件旋转方向	两对交换齿轮	三对交换齿轮
	右旋蜗轮	左旋蜗轮				
在工件外边	顺时针	逆时针	→	逆时针	不加中间轮	加一中间轮
在工件里边	逆时针	顺时针	→	顺时针	加一中间轮	不加中间轮

4. 飞刀部分尺寸计算公式表(表6-10)

表6-10 飞刀部分尺寸计算公式表



续表 6-10

各部名称	计算公式	备注
飞刀节圆直径	$d_{f0} = \frac{d_1}{\cos\beta} + am_x$	d_1 是蜗杆节圆直径, β 是螺旋角, 当 $\beta = 3^\circ \sim 20^\circ$ 时, 取 $\alpha = 0.1 \sim 0.3$
齿顶高	$h_a = fm_x + cm_x + 0.1m_x$	f 是蜗轮齿顶高系数, cm_x 是标准径向间隙, $0.1m_x$ 刃磨量, m_x 中蜗杆轴向模数
齿根高	$h_f = fm_x + cm_x$	
全齿高	$h = h_a + h_f$	
飞刀节圆齿厚	$S_0 = \frac{\pi m_x}{2} \cos\beta$	
飞刀外径	$d_{a0} = d_{f0} + 2h_a$	
飞刀根径	$d_{0'} = d_{f0} - 2h_f$	
飞刀顶刃后角	α_{0B} 一般取 $10^\circ \sim 12^\circ$	
侧刃法向后角	$\tan\alpha_{0B1} = \tan\alpha_{0B} \sin\alpha_n$	α_n' 是蜗杆法向齿形角, 必须使 $\alpha_{0B1} \geq 3^\circ$, 若计算结果 $\alpha_{0B1} < 3^\circ$, 则应增大顶刃后角
刀齿顶刃圆角半径	$r = 0.2m_x$	
飞刀宽度	$b = S_0 + 2h_f \tan\alpha_n + 2y$	$2y = 0.5 \sim 2\text{mm}$ (此值为加宽量)
刀齿深度	$H = \frac{d_{a0} - d_{0'}}{2} + K$	$K = \frac{\pi d_{a0}}{z} \tan\alpha_{0B}$
齿形角	$\alpha_n' = \alpha_n - \frac{\sin^3\beta \times 90^\circ}{z_1 (\text{蜗杆头数})}$	当 $\beta \leq 20^\circ$ 时, 可取 $\alpha_n' = \alpha_n$

① $\tan\alpha_n = \tan\alpha_x \cos\beta$, α_x 是蜗杆轴向齿形角。

【例】已知一对蜗轮蜗杆, $m_x = 3$, 螺旋角 $\beta = 12^\circ 30'$, 蜗轮 $z_2 = 30$, 节圆直径 $d_2 = 90\text{mm}$, 蜗杆节圆直径 $d_1 = 54\text{mm}$, 右旋, 机床丝杠螺距 $P_{\text{丝}} = 6\text{mm}$ 。求展成传动比, 飞刀各部分尺寸及分度头手柄转数。

$$\begin{aligned}
 \text{【解】 } i &= \frac{40P_{\text{丝}}}{\pi d} \\
 &= \frac{40 \times 6}{3.1416 \times 90} \approx 0.84883 \\
 i &= \frac{z_2 z_c}{z_b z_d} \approx \frac{80 \times 35}{55 \times 60}
 \end{aligned}$$

飞刀头各部分尺寸计算:

(1) 飞刀节圆直径

$\beta = 12^\circ 30'$ (在 $3^\circ \sim 20^\circ$ 范围内), 可取 $\alpha = 0.2$ 。

$$d_{f0} = \frac{d_1}{\cos\beta} + am_x = \frac{54}{\cos 12^\circ 30'} + 0.2 \times 3$$

$$= \frac{54}{0.9763} + 0.6 = 55.31 + 0.6 = 55.91(\text{mm})$$

(2) 齿顶高

$$\begin{aligned} h_a &= f m_r + c m_r + 0.1 m_r \\ &= 1 \times 3 + 0.2 \times 3 + 0.1 \times 3 \\ &= 3 + 0.6 + 0.3 = 3.9(\text{mm}) \end{aligned}$$

(3) 齿根高

$$\begin{aligned} h_f &= f m_r + c m_r = 1 \times 3 + 0.2 \times 3 \\ &= 3 + 0.6 = 3.6(\text{mm}) \end{aligned}$$

(4) 全齿高

$$h = h_a + h_f = 3.9 + 3.6 = 7.5(\text{mm})$$

(5) 飞刀节圆齿厚

$$\begin{aligned} s_0 &= \frac{\pi m_r}{2} \cos \beta = \frac{3.14 \times 3}{2} \cos 12^\circ 30' \\ &= 4.71 \times 0.9763 = 4.598(\text{mm}) \end{aligned}$$

(6) 飞刀回转外径

$$d_{a0} = d_f + 2h_a = 55.91 + 2 \times 3.9 = 63.71(\text{mm})$$

(7) 飞刀根径

$$d'_{f0} = d_f - 2h_f = 55.91 - 2 \times 3.6 = 48.71(\text{mm})$$

(8) 飞边刀刃后角

$$\text{取 } \alpha_{OB} = 10^\circ$$

(9) 侧刃法向后角

$$\text{取 } \alpha_{OB1} = 5^\circ$$

(10) 刀齿顶刃圆角半径 r

$$r = 0.2 m_r = 0.2 \times 3 = 0.6 \text{mm}$$

(11) 铣刀宽度

$$b = S_0 + 2h_f \tan \alpha_s + 2y$$

$$\begin{aligned} \text{其中 } \tan \alpha_s &= \tan \alpha_n \cos \beta = \tan 20^\circ \times \cos 12^\circ 30' \\ &= 0.35534 \end{aligned}$$

$$\text{取 } 2y = 1$$

$$\begin{aligned} \text{所以 } b &= 4.598 + 2 \times 3.6 + 0.35534 + 1 \\ &= 4.598 + 7.2 \times 0.35534 + 1 \\ &= 4.598 + 2.56 + 1 = 8.158 \text{mm} \end{aligned}$$

(12) 刀齿深度

$$H = \frac{d_{a0} - d'_{f0}}{2} + K$$

因为

$$K = \frac{\pi d_{an}}{z} \tan \alpha_{0B}$$

所以

$$H = \frac{63.71 - 48.71}{2} + \frac{3.14 \times 63.71}{30} \times 0.176 \\ \approx 7.5 + 1.174 = 8.674 \text{mm}$$

(13) 齿形角

$$\alpha_r' = \alpha_n - \frac{\sin^2 \beta \times 90^\circ}{z_1}$$

因为

$$\beta = 12^\circ 30' < 20^\circ$$

可取

$$\alpha_r' = \alpha_n$$

$$\tan \alpha_r' = 0.35534$$

所以

$$\alpha_r' = \alpha_n = 19^\circ 34'$$

分齿计算:

$$n = \frac{40}{z_2} = \frac{40}{30} = 1 \frac{8}{24}$$

即展成切削一齿后,手柄回转一圈,再在分度盘21的孔圈上,转过8个孔距数。

刀具安装在工件里边(如表6-9第二种情况),已知蜗轮是右旋,所以飞刀刀杆应逆时针扳起 $12^\circ 30'$,算出的两对展成交换齿轮应加一中间轮,这样蜗轮的转动方向为顺时针。

三、滚齿

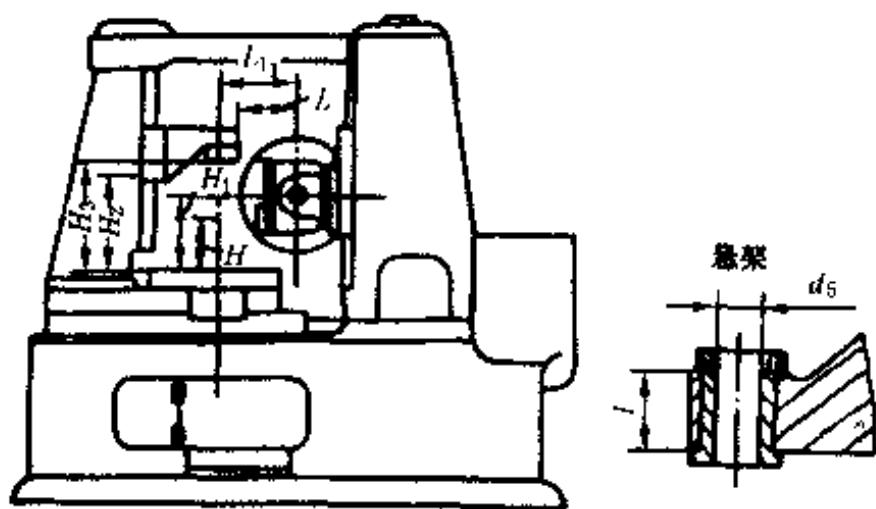
1. 滚齿机传动系统(以Y38为例)(图6-6)

2. 常用滚齿机联接尺寸

(1) 滚齿机主要相关尺寸(表6-11)

表6-11 滚齿机主要相关尺寸

(mm)



续表 6-11

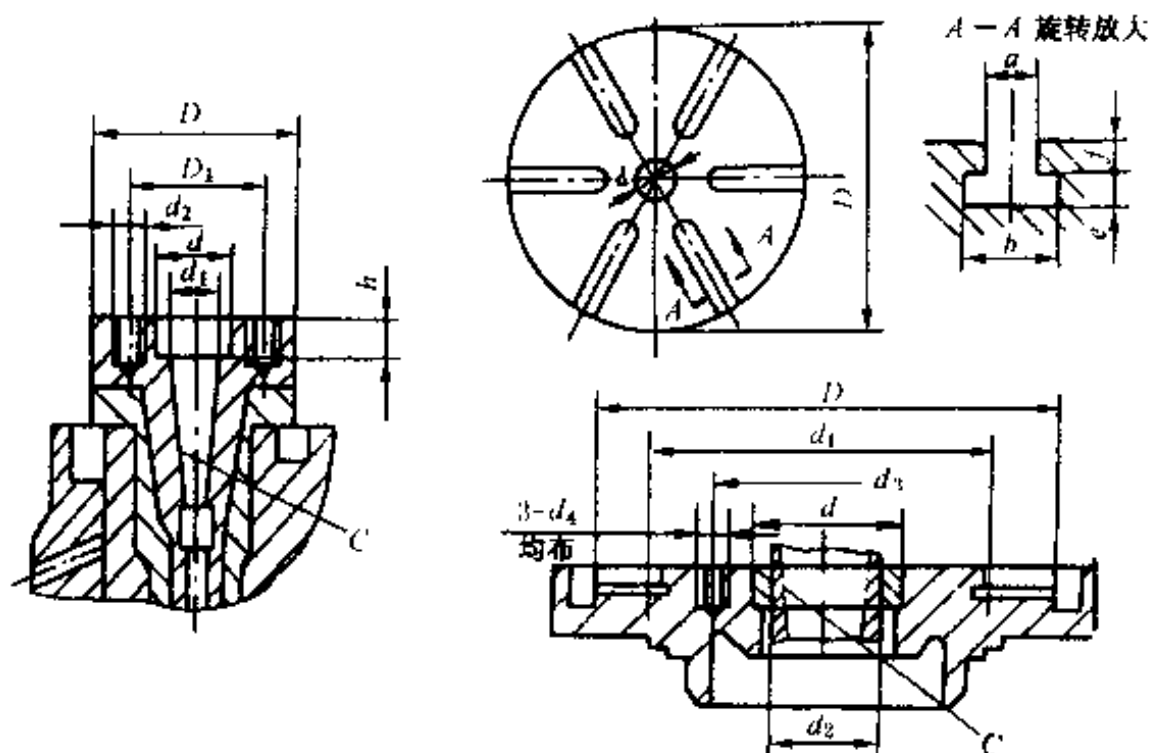
(mm)

机床 型号	最大加工范围			滚刀轴中心线至 工作台面的距离		滚刀轴中心线 至工作台中心 线距离		工作台面至悬 架下面尺寸		悬架尺寸		可安装 最大滚 刀直径
	直径	模数	宽度	H	H_1	L	L_1	H_0	H_1	d_0	l	
Y31	125	1.5	80	50	150	15	85	60	210	12	40	55
Y32B	200	4	180	110	300	30	160	150	365	35	65	80
Y3150	500	6	240	170 110	350	25	320	280	500	25	71	120
Y38	800	8	240	205	275	30	470	420	780	25	80	120
Y38-1 (Y3180A)	800	8	220	195	165	60	500	495	660	22.7	76	125
Y310	1000	12	300	210	590	90	605	310	650	35	105	200

(2) 工作台尺寸(表 6-12)

表 6 12 工作台尺寸

(mm)



续表 6-12

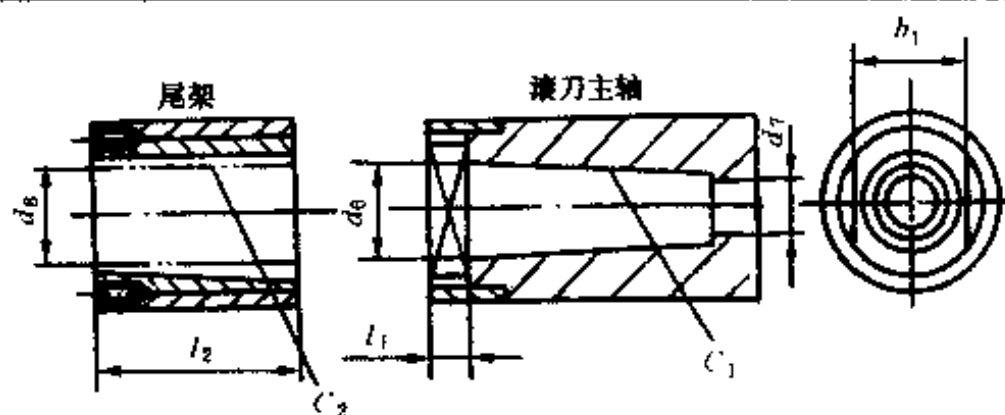
(mm)

机床 型号	工作台尺寸						工件心轴 座孔锥度 C	工作台尺寸									
	D	D ₁	d	d ₁	d ₂	h		D	d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	a	b	e	f
Y31	90	72	50	23.825	M8	15	莫氏3号										
Y32B	150	72	65	31.267	M8	20	莫氏4号										
Y3150							65(直孔)	330	85	156	65	100	M8	14	24	11	15
Y38							莫氏5号	475	100	195	80	145	M12	18	30	14	20
Y38-1							莫氏5号	570	100	272	80	145	M12	18			
Y310							莫氏5号	670	170	282	140	205	M8	22			

(3) 刀架及尾架尺寸(表 6-13)

表 6-13 刀架及尾架尺寸

(mm)



机床型号	刀架最大 垂直行程	刀架最大 回转角度	主轴孔锥度 C ₁	主轴尺寸				尾架尺寸		尾架孔 锥度 C ₂
				d ₆	d ₇	l ₁	b ₁	d ₈	l ₂	
Y31	100	360°	莫氏2号	17.780	12	7	32	13	30	1:5
Y32B	200	±60°	莫氏4号	31.267	16	15	32	22,27	50	1:5
Y3150	260	±90°	莫氏4号	31.267	16		32	22,27,32	65	1:5
Y38	270	360°	莫氏5号	44.399	20	16	45	22,27,32	65	1:5
Y38 1	270	360°	莫氏4号	31.267	16	12	32	22,27,32	60	1:5
Y310	280	240°	莫氏5号	44.399	20	16	48	27,32,40	95	1:5

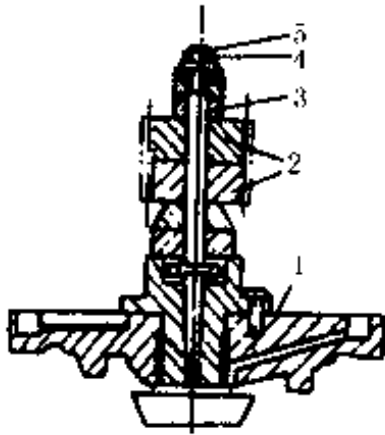
注:表中有两个数据者系不同厂生产的同一型号产品的有关参数。

3. 常用滚齿夹具及齿轮的安装(表 6-14)

表6-14 常用滚齿夹具及齿轮的安装

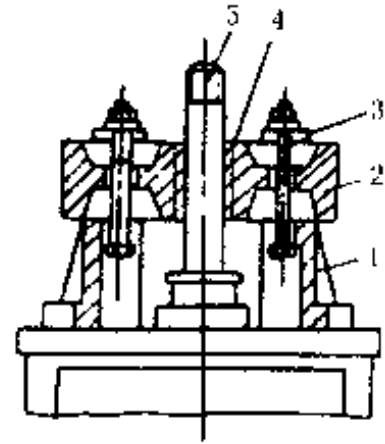
立式滚齿机用夹具及齿轮安装

小型带孔齿轮



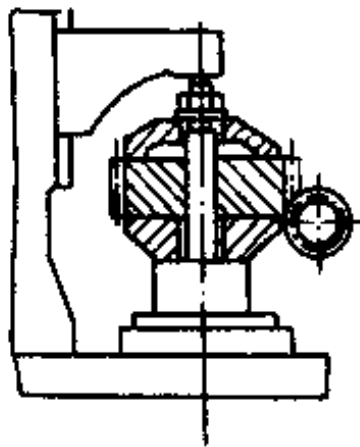
1—工作台 2—齿轮 3 垫圈 4 螺母 5—心轴

中型带孔齿轮

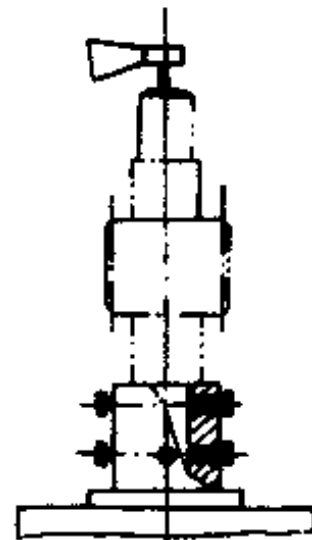


1—支座 2 齿轮 3 压板 4 可换套筒 5 心轴

带孔齿轮(用后立柱支撑)

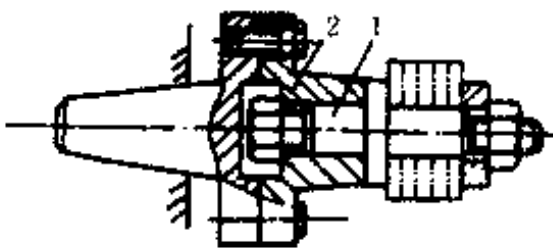


轴齿轮



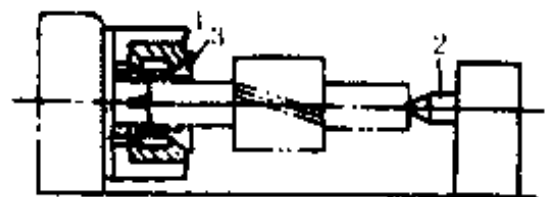
卧式滚齿机用夹具

带孔齿轮



1—心轴 2—法兰盘

轴齿轮

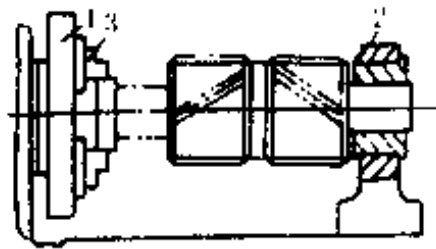


1—主轴 2 后顶尖 3—卡盘

续表 6-14

卧式滚齿机用夹具

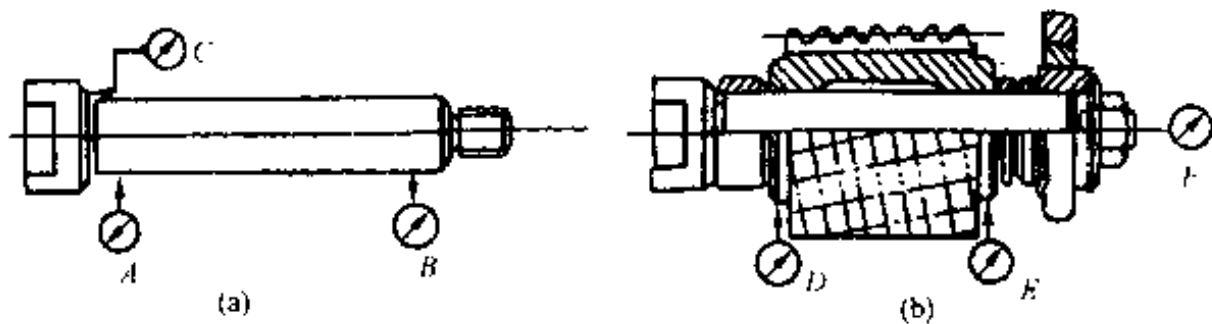
人字齿轮



1—主轴 2 支架 3 卡盘

4. 滚刀心轴和滚刀的安装要求(表 6-15)

表 6 15 滚刀心轴和滚刀的安装要求



齿轮精度等级	模数/ mm	径向和轴向跳动允差/mm					
		滚刀心轴			滚刀台肩		轴向跳动
		A	B	C	D	E	
5~6	≤ 2.5	0.003	0.006	0.003	0.005	0.007	0.005
	$> 2.5 \sim 10$	0.005	0.008	0.005	0.010	0.012	
7	≤ 1	0.005	0.008	0.005	0.010	0.012	0.010
	$> 1 \sim 6$	0.010	0.015	0.010	0.015	0.018	
	> 6	0.020	0.025	0.020	0.020	0.025	
8	≤ 1	0.01	0.015	0.01	0.015	0.020	0.015
	$> 1 \sim 6$	0.02	0.025	0.02	0.025	0.030	
	> 6	0.03	0.035	0.025	0.030	0.040	
9	≤ 1	0.015	0.020	0.015	0.020	0.030	0.020
	$> 1 \sim 6$	0.035	0.040	0.030	0.040	0.050	
	> 6	0.045	0.050	0.040	0.050	0.060	

5. 滚刀精度的选用(表6-16)

表6-16 滚刀精度的选用

齿轮精度	6~7	7~8	8~9	10~12
滚刀精度	AA	A	B	C

注:滚切6级精度以上的齿轮,需设计制造更高精度的滚刀。

6. 滚齿加工工艺参数的选择

(1) 高速钢滚刀滚切45钢齿轮常用切削用量(表6-17)

表6-17 高速钢滚刀滚切45钢齿轮常用切削用量

模数 (mm)	粗 切		精 切	
	v_c /(m/min)	f_s /(mm/r)	v_c /(m/min)	f_s /(mm/r)
≤ 10	25~30	1.5~3	30~40	1.0~2.0
> 10	12~20	1.2~2.5	15~25	1.0~1.5

注:1. 加工铸铁齿轮, f_s 可增加20%~30%。

2. 加工合金钢齿轮, f_s 、 v_c 需减少20%左右。

3. 用氮化钛涂层滚刀, f_s 、 v_c 可增加30%左右。

(2) 走刀次数与滚齿余量的分配(表6-18)

表6-18 走刀次数与滚齿余量的分配

模数	走刀次数	余量分配
≤ 3	1	留精切齿余量0.5~1mm
$> 3 \sim 8$	2	第1次切去1.4~1.6mm,第2次
> 8	3	留余量0.5~1.0mm

(3) 滚齿留剃余量(表6-19)

表6-19 滚齿留剃余量

(mm)

模数	工件直径			
	~100	100~200	200~500	500~1000
≤ 2	0.04~0.08	0.06~0.10	0.08~0.12	0.10~0.14
$> 2 \sim 4$	0.06~0.10	0.08~0.12	0.10~0.14	0.12~0.18
$> 4 \sim 6$	0.08~0.12	0.10~0.14	0.12~0.17	0.14~0.20
$> 6 \sim 8$	0.10~0.14	0.12~0.16	0.14~0.19	0.18~0.22

注:1. 表中所列为双侧剃齿量。

2. 采用本表余量必须用剃前滚刀加工齿轮。

(4) 滚齿冷却液选用

高速钢滚刀加工碳素合金钢齿轮需用由矿物油和植物油合成的切削液,或用由机械油、硫化切削油、油酸、氯化蜡等合成的极压切削油,可提高滚刀耐用度和降低齿面粗糙度。

7. 滚齿加工的调整

(1) 交换齿轮计算及滚齿机定数

(i) 分齿、进给、差动交换齿轮计算公式

a 分齿交换齿轮计算公式

$$\frac{\text{分齿定数} \times K}{z} = \frac{ac}{bd}$$

式中 K ——滚刀头数;

z ——齿数。

b 进给交换齿轮计算公式

$$\text{垂直进给定数} \times f_z = \frac{a_1 c_1}{b_1 d_1}$$

$$\text{水平进给定数} \times f_x = \frac{a_1 c_1}{b_1 d_1}$$

式中 f_z ——垂直进给量(mm);

f_x ——水平进给量(mm)。

c 差动交换齿轮计算公式





$$\frac{\text{差动定数} \times \sin \beta}{m_n K} = \frac{a_2 c_2}{b_2 d_2}$$

式中 β ——工件螺旋角(°);


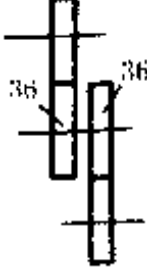
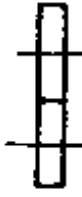
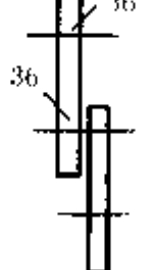
m_n ——法向模数。

② Y37、Y38 滚齿机定数(表 6-20)

表 6-20 Y37、Y38 滚齿机定数

Y37						
分度定数				进给定数		差动定数
$z \leq 200$		$z > 200$		垂直	水平	
直齿圆柱齿轮	斜齿轮	直齿圆柱齿轮	斜齿轮			
$e=36$	$e=36$	$e=24$	$e=24$	$\frac{9}{32}$	$\frac{2}{3}$	5.96831
						
$f=36$	$f=36$	$f=48$	$f=48$			
定数 24	定数 48	定数 48	定数 96			

续表 6-20




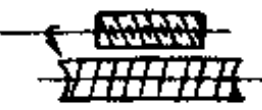
分度定数				进给定数		差动定数
$z \leq 161$		$z > 161$		垂直	水平	
直齿圆柱齿轮	斜齿轮	直齿圆柱齿轮	斜齿轮			
$e=36$  $f=36$ 定数 24	$e=36$  $f=36$ 定数 24	$e=24$  $f=18$ 定数 48	$e=24$  $f=18$ 定数 48	$\frac{3}{1}$	$\frac{5}{1}$	7.95775

① 若机床上与进给交换齿轮相连的蜗杆副是 2/24 时,垂直进给定数应是 3/10。

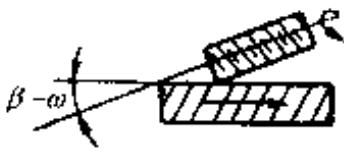
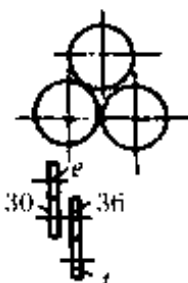
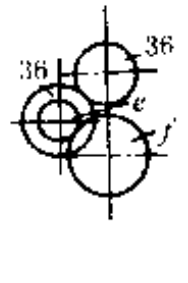
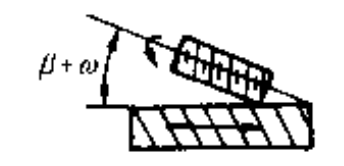
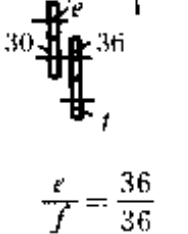
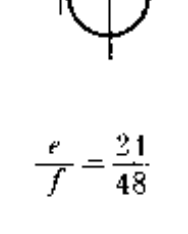
(2) 滚刀安装角度和工作台转动方向及中间轮装置

① 在 Y38 上用右旋滚刀时,滚刀安装角度和工作台回转方向及中间轮装置 (表 6-21)

表 6-21 在 Y38 上用右旋滚刀时,滚刀安装角度和工作台回转方向及中间轮装置表

齿轮种类	滚刀安装角度和 工作台回转方向	齿轮 e 和 f		分齿交换齿 轮及中间轮		进给交换齿 轮及中间轮		差动交换齿 轮及中间轮		
		当 $z \leq 161$ 时	当 $z > 161$ 时	$\frac{a}{b} \times \frac{c}{d}$	$\frac{a_1}{b_1} \times \frac{c_1}{d_1}$	$\frac{a_2}{b_2} \times \frac{c_2}{d_2}$	一对 齿轮	一对 齿轮	一对 齿轮	一对 齿轮
		当 $z \leq 161$ 时	当 $z > 161$ 时	一对 齿轮	两对 齿轮	一对 齿轮	两对 齿轮	一对 齿轮	两对 齿轮	
直齿圆柱齿轮				加一个 中间轮	不加中 间轮	加一个 中间轮	不加中 间轮	-	-	
蜗轮		$\frac{e}{f} = \frac{36}{36}$	$\frac{e}{f} = \frac{24}{48}$	加一个 中间轮	不加中 间轮	加一个 中间轮	不加中 间轮	-	-	


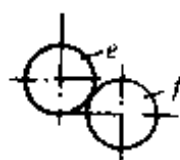
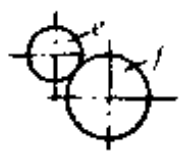

续表 6-21

齿轮种类	滚刀安装角度和 工作台回转方向	齿轮 e 和 f		分齿交换齿 轮及中间轮 $\frac{a}{b} \times \frac{c}{d}$		进给交换齿 轮及中间轮 $\frac{a_1}{b_1} \times \frac{c_1}{d_1}$		差动交换齿 轮及中间轮 $\frac{a_2}{b_2} \times \frac{c_2}{d_2}$	
		当 $z \leq 161$ 时	当 $z > 161$ 时	一对 齿轮	两对 齿轮	一对 齿轮	两对 齿轮	一对 齿轮	两对 齿轮
		右旋内 齿轮				加一 个中 间轮	不加 中 间轮	加一 个中 间轮	不加 中 间轮
左旋内 齿轮				加一 个中 间轮	不加 中 间轮	加一 个中 间轮	不加 中 间轮	加两 个中 间轮	加一 个中 间轮

注： ω —滚刀螺旋角； β —工件螺旋角。

② 在 Y38 上用左旋滚刀时，滚刀安装角度和工作台回转方向及中间轮装置（表 6-22）

表 6-22 在 Y38 上用左旋滚刀时，滚刀安装角度和工作台回转方向及中间轮装置表

齿轮种类	滚刀安装角度和 工作台回转方向	齿轮 e 和 f		分齿交换齿 轮及中间轮 $\frac{a}{b} \times \frac{c}{d}$		进给交换齿 轮及中间轮 $\frac{a_1}{b_1} \times \frac{c_1}{d_1}$		差动交换齿 轮及中间轮 $\frac{a_2}{b_2} \times \frac{c_2}{d_2}$	
		当 $z \leq 161$ 时	当 $z > 161$ 时	一对 齿轮	两对 齿轮	一对 齿轮	两对 齿轮	一对 齿轮	两对 齿轮
		直内圆 柱齿轮				加两 个中 间轮	加一 个中 间轮	加两 个中 间轮	加一 个中 间轮
蜗 轮		$\frac{e}{f} = \frac{36}{36}$	$\frac{e}{f} = \frac{24}{48}$	加两 个中 间轮	加一 个中 间轮	加两 个中 间轮	加一 个中 间轮	—	—

续表 6 22

齿轮种类	滚刀安装角度和 工作台回转方向	齿轮 e 和 f		分齿交换齿 轮及中间轮		进给交换齿 轮及中间轮		差动交换齿 轮及中间轮	
		当 $z \leq 161$ 时	当 $z > 161$ 时	$\frac{d}{b}$ 、 $\frac{c}{d}$	$\frac{a_1}{b_1} \times \frac{c_1}{d_1}$	$\frac{a_2}{b_2}$ 、 $\frac{c_2}{d_2}$			
				一对 齿轮	两对 齿轮	一对 齿轮	两对 齿轮	一对 齿轮	两对 齿轮
右旋齿轮				加两个 中间轮	加一个 中间轮	加两个 中间轮	加一个 中间轮	加两个 中间轮	加一个 中间轮
左旋齿轮				加两个 中间轮	加一个 中间轮	加两个 中间轮	加一个 中间轮	加一个 中间轮	不加 中间轮
		$\frac{e}{f} = \frac{36}{36}$	$\frac{e}{f} = \frac{24}{18}$						

③ 在 Y37 上用右旋滚刀时, 滚刀安装角度和工作台回转方向及中间轮装置(表 6 23)。

表 6-23 在 Y37 上用右旋滚刀时, 滚刀安装角度和工作台回转方向及中间轮装置表

齿轮种类	滚刀安装角度和 工作台回转方向	齿轮 e 和 f		分齿交换齿 轮及中间轮		进给交换齿 轮及中间轮		差动交换齿 轮及中间轮	
		当 $z \leq 200$ 时	当 $z > 200$ 时	$\frac{d}{b}$ 、 $\frac{c}{d}$	$\frac{a_1}{b_1} \times \frac{c_1}{d_1}$	$\frac{a_2}{b_2} \times \frac{c_2}{d_2}$			
				一对 齿轮	两对 齿轮	一对 齿轮	两对 齿轮	一对 齿轮	两对 齿轮
直齿圆柱齿轮				加一个 中间轮	不加 中间轮	加一个 中间轮	不加 中间轮		
蜗轮		$\frac{e}{f} = \frac{36}{36}$	$\frac{e}{f} = \frac{24}{48}$	加一个 中间轮	不加 中间轮	加一个 中间轮	不加 中间轮		
右旋齿轮				加一个 中间轮	不加 中间轮	加一个 中间轮	不加 中间轮	加一个 中间轮	不加 中间轮
左旋齿轮		$\frac{e}{f} = \frac{36}{36}$	$\frac{e}{f} = \frac{24}{48}$	加一个 中间轮	不加 中间轮	加一个 中间轮	不加 中间轮	加两个 中间轮	加一个 中间轮

(1) 在 Y37 上用左旋滚刀时, 滚刀安装角度和工作台回转方向及中间轮装置(表 6-24)。

表 6-24 在 Y37 上用左旋滚刀时, 滚刀安装角度和工作台回转方向及中间轮装置表

齿 轮 种 类	滚刀安装角度和 工作台回转方向	齿轮 e 和 f		分齿交换齿 轮及中间轮 $\frac{a}{b} \times \frac{c}{d}$		进给交换齿 轮及中间轮 $\frac{a_1}{b_1} \times \frac{c_1}{d_1}$		差动交换齿 轮及中间轮 $\frac{a_2}{b_2} \times \frac{c_2}{d_2}$	
		当 $z \leq 200$ 时	当 $z > 200$ 时	一对 齿轮	两对 齿轮	一对 齿轮	两对 齿轮	一对 齿轮	两对 齿轮
		直 齿 圆 柱 齿 轮				加二 个中 间轮	加一 个中 间轮	加二 个中 间轮	加一 个中 间轮
蜗 轮		$\frac{e}{f} = \frac{36}{36}$	$\frac{e}{f} = \frac{24}{48}$	加二 个中 间轮	加一 个中 间轮	加二 个中 间轮	加一 个中 间轮	-	-
右 旋 齿 轮				加两 个中 间轮	加一 个中 间轮	加两 个中 间轮	加一 个中 间轮	加两 个中 间轮	加一 个中 间轮
左 旋 齿 轮		$\frac{e}{f} = \frac{36}{36}$	$\frac{e}{f} = \frac{24}{48}$	加两 个中 间轮	加一 个中 间轮	加两 个中 间轮	加一 个中 间轮	加一 个中 间轮	不加 中 间 轮

8. 滚切大质数齿轮

(1) 滚切大质数直齿圆柱齿轮时各组交换齿轮计算

① 分度交换齿轮计算

$$\frac{24K}{z \pm p} = \frac{a}{bd}$$

当 $z \leq 161$ 时, 定数用 24;

当 $z > 161$ 时, 定数用 48。

式中 K —— 滚刀头数;

$\pm p$ —— 加减任意一个分数, 但要保证使分子分母能互相约简。

② 进给交换齿轮计算

$$\frac{3}{4} f_x = \frac{a_1 c_1}{b_1 d_1}$$

式中 f_x —— 垂直进给量。

③ 差动交换齿轮计算

$$\pm \frac{25^{\ominus} p}{f_g K} = \frac{a_2 c_2}{b_2 d_2}$$

若分度交换齿轮公式中用“ $z+p$ ”，则差动交换齿轮公式前取“-”号，表示差动补给运动与工作台转动方向一致，使工作台多转一点，用两对齿轮时不加中间轮；反之，若分度交换齿轮公式中用“ $z-p$ ”，则差动交换齿轮公式前取“+”号，表示差动补给运动使工作台少转一点，用两对齿轮时，加一个中间轮。

〔例〕 在 Y38 型滚齿机上要加工一个 101 齿的直齿圆柱齿轮，如果使用的是单头滚刀，进给量 $f_g = 1\text{mm}$ ，试求各组交换齿轮。

〔解〕 设 $p = \frac{1}{20}$ ，前边取“+”号， $\frac{e}{f} = \frac{36}{36} = 1$

则 分度交换齿轮：

$$\frac{24K}{z+p} = \frac{24 \times 1}{101 + \frac{1}{20}} = \frac{24 \times 20}{2021} = \frac{20 \times 24}{43 \times 47}$$

进给交换齿轮：

$$\frac{3}{4} f_g = \frac{3}{4} \times 1 = \frac{30}{40}$$

差动交换齿轮：因分度交换齿轮公式中用“ $z+p$ ”，则差动交换齿轮公式前取“-”号，即

$$\begin{aligned} -\frac{25p}{f_g K} &= -\frac{25 \times \frac{1}{20}}{1 \times 1} = -\frac{25}{20} \\ &= -\frac{5 \times 5}{5 \times 4} = -\frac{50 \times 25}{25 \times 40} \end{aligned}$$

表示差动补给运动与工作台转动方向一致，即多转，不加中间轮。

(2) 滚切大质数斜齿圆柱齿轮时各组交换齿轮计算

(1) 分度交换齿轮计算

$$\frac{24K}{z \pm p} = \frac{ac}{bd}$$

当 $z \leq 161$ 时，定数用 24；当 $z > 161$ 时，定数用 48。

(2) 进给交换齿轮计算

$$\frac{3}{4} f_g = \frac{a_1 c_1}{b_1 d_1}$$

③ 差动交换齿轮计算

$$\pm \frac{7.95775 \sin \beta}{m_n K} \pm \frac{25^{\ominus} p}{f_g K} = \frac{a_2 c_2}{b_2 d_2}$$

① 即 $\pi \times$ 差动定数 $= \pi \times 7.95775 \approx 25$ 。

式中符号意义:

当工件与滚刀螺旋方向相同时,第一项前用“-”号;方向相反时,用“+”号。

当分度交换齿轮公式中用 $z+p$ 时,第二项前用“-”号;当分度交换齿轮中用 $z-p$ 时,第二项前用“+”号。

第一项和第二项若符号相同则相加;若符号相反则相减。其结果得“-”号,表示差动补给运动与工作台转动方向一致,使工作台多转一点,用两对齿轮时,不加中间轮;反之,结果得“+”号,表示差动补给运动与工作台转动方向相反,使工作台少转一点,用两对齿轮时,加一个中间轮。

〔例〕 在Y38型滚齿机上,加工一右旋斜齿圆柱齿轮, $m_n=2, \beta=30^\circ, z=103, f_g=1\text{mm}$,用右旋单头滚刀,试求各组挂轮。

〔解〕 设 $p=\frac{1}{25}$,前边取“+”号

则 分度交换齿轮:

$$\begin{aligned} \frac{24K}{z+p} &= \frac{24 \times 1}{103 + \frac{1}{25}} = \frac{24 \times 25}{2576} \\ &= \frac{24 \times 25}{16 \times 7 \times 23} = \frac{25 \times 60}{70 \times 92} \end{aligned}$$

进给交换齿轮:

$$\frac{3}{4} f_g = \frac{3}{4} \times 1 = \frac{30}{40}$$

差动交换齿轮:

由于工件与滚刀螺旋方向相同,差动交换齿轮公式第一项前用“-”号。又因分度交换齿轮公式中用 $z+p$,所以第二项前也用“-”号。

$$\begin{aligned} &= -\frac{7.95775 \sin \beta}{m_n K} - \frac{25 p_1}{f_g K} \\ &= -\frac{7.95775 \times \sin 30^\circ}{2 \times 1} - \frac{25 \times \frac{1}{25}}{1 \times 1} \\ &= -\frac{7.95775 \times 0.5}{2 \times 1} - 1 \\ &= -1.98944 - 1 \\ &= -2.98944 \approx -\frac{45 \times 95}{22 \times 65} \end{aligned}$$

结果得“-”号,表示用两对齿轮时,不加中间轮。

注意:因为是质数齿轮,在加工中,差动运动(附加转动)是分度运动不可分割的一部分,即在加工过程中分度运动和差动运动不能分开,否则分齿就乱了。所以在加工中,如果切削第二刀时,只能先利用反车自动返回,然后再进行切削。

(3) Y38 滚齿机加工大质数直齿圆柱齿轮时,分度、差动交换齿轮表(表 6-25)

表 6-25 Y38 滚齿机加工大质数直齿圆柱齿轮(滚刀头数 $K=1$)时,分度、差动交换齿轮表

齿数 z	p	分度交换齿轮	差动交换齿轮	
			$f_z = -0.75 \text{ mm}$	$f_z = 1 \text{ mm}$
101	1/20	24/43 × 20 × 47	55/33	50/40
137	1/20	25/43 × 25/83	55/33	50/40
241	1/20	23/33 × 20/70	40/24	50/40
362	1/20	59/89 × 20/100	55/33	50/40
386	1/20	33/65 × 24/98	95/57	50/40
389	-1/20	34/58 × 20/95	40/24	50/40
401	1/20	37/79 × 23/90	40/24	50/40
428	1/20	43/90 × 23/98	40/24	50/40
446	1/20	23/57 × 20/75	40/24	50/40
451	1/20	34/71 × 20/90	40/24	50/40
461	1/20	34/71 × 20/92	40/24	50/40
478	1/20	20/48 × 20/83	40/24	50/40
479	1/20	30/71 × 23/97	40/24	50/40
481	1/20	37/89 × 24/100	55/33	50/40
482	-1/15	21/61 × 20/79	50/20 × 40/45	55/33
483	1/20	40/83 × 20/97	55/33	30/21
489	1/15	24/67 × 20/73	50/20 × 40/45	55/33

注:表中 p 为“-”值时,则差动交换齿轮需加一个中间轮。

(4) P 的推荐值(表 6-26)

表 6-26 P 的推荐值

Z	P	Z	P	Z	P
101	$\pm \frac{1}{4}, -\frac{1}{17}, \frac{1}{20}, \frac{1}{24}$	109	$\frac{1}{5}, -\frac{1}{15}, \frac{1}{25}$	137	$-\frac{1}{17}, \frac{1}{20}, -\frac{1}{45}$
	$-\frac{1}{35}$	113	$-\frac{1}{5}, \frac{1}{15}, \frac{1}{34}$	139	$\frac{1}{30}, -\frac{1}{35}, \frac{1}{40}$
103	$\pm \frac{1}{17}, -\frac{1}{20}, \frac{1}{23}, \frac{1}{25}$	127	$\frac{1}{5}, \pm \frac{1}{10}, \frac{1}{17}$	143	$-\frac{1}{5}$
107	$\pm \frac{1}{5}, \frac{1}{17}, -\frac{1}{45}, -\frac{1}{48}$	131	$\frac{1}{5}, -\frac{1}{20}, -\frac{1}{34}$	149	$-\frac{1}{5}, -\frac{1}{25}, -\frac{1}{35}$



○ 即 $\pi \times$ 差动定数 $= \pi \times 7.95775 \approx 25$, 如果用其他机床,也可用这个公式计算各组交换齿轮,但需将分度、进给、差动三个定数改为相应机床的定数

续表 6-26



Z	P	Z	P	Z	P
151	$\frac{1}{5}, \frac{1}{20}, \frac{1}{31}$	169	$\frac{1}{5}$	191	$-\frac{1}{5}, \frac{1}{17}, -\frac{1}{20}$
157	$-\frac{1}{5}, \pm \frac{1}{17}, -\frac{1}{20}$	173	$-\frac{1}{5}, -\frac{1}{17}, -\frac{1}{25}$	193	$\frac{1}{5}, -\frac{1}{17}, -\frac{1}{25}$
163	$\pm \frac{1}{5}, \frac{1}{30}, -\frac{1}{35}$	179	$\frac{1}{15}, -\frac{1}{35}, \frac{1}{45}$	197	$\pm \frac{1}{5}, \pm \frac{1}{17}$
167	$\frac{1}{5}, \frac{1}{17}, \frac{1}{25}, \pm \frac{1}{33}$	181	$\pm \frac{1}{15}, \frac{1}{20}, \pm \frac{1}{25}, -\frac{1}{30}$	199	$\pm \frac{1}{5}, \pm \frac{1}{17}, \frac{1}{21}$

9. 滚齿加工常见缺陷及解决方法(表 6-27)




表 6-27 滚齿加工常见缺陷及解决方法

缺陷名称	主要原因	解决方法
齿数不正确	1) 跨轮或分齿交换齿轮调整不正确 2) 滚刀选用错误 3) 工件毛坯尺寸不正确 4) 滚切斜齿轮时,附加运动方向不对	1) 重新调整跨轮、分齿交换齿轮,并检查中间轮加置是否正确 2) 合理选用滚刀 3) 更换工件毛坯 4) 增加或减少差动交换齿轮中的中间轮
齿形不正常 (1) 齿面出棱 	滚刀齿形误差太大或分齿运动瞬时速比变化大,工件缺陷状况有四种: 1) 滚刀刃磨后,刀齿等分性差 2) 滚刀轴向窜动大 3) 滚刀径向跳动大 4) 滚刀用钝	主要方法:着眼于滚刀刃磨质量、滚刀安装精度以及机床主轴的几何精度: 1) 控制滚刀刃磨质量 2) 保证滚刀的安装精度;同时,安装滚刀时不能敲击;垫圈端面平整;螺母端面要垂直;锥孔内部应清洁;后托架装上后,不能留间隙 3) 复查机床主轴的旋转精度,并修复调整机床前后轴承,尤其是止推垫片 4) 更换新刀
(2) 齿形不对称 	1) 滚刀安装不对中 2) 滚刀刃磨后,前刀面的径向误差大 3) 滚刀刃磨后,螺旋角或导程误差大 4) 滚刀安装角的误差太大	1) 用“啃刀花”法或对刀规对刀 2) 控制滚刀刃磨质量 3) 重新调整滚刀的安装角


续表 6-27

缺陷名称	主要原因	解决方法
(3) 齿形角不对 	1) 滚刀本身的齿形角误差太大 2) 滚刀刃磨后,前刀面的径向性误差大 3) 滚刀安装角的误差大	1) 合理选用滚刀的精度 2) 控制滚刀的刃磨质量 3) 重新调整滚刀的安装角
(4) 齿形周期性误差 	1) 滚刀安装后,径向跳动或轴向窜动大 2) 机床工作台回转不均匀 3) 跨轮或分齿交换齿轮安装偏心或齿面磕碰 4) 刀架滑松有松动 5) 工件装夹不合理产生振摆	1) 控制滚刀的安装精度 2) 检查机床工作台分度蜗杆的轴向窜动,并调整修复之 3) 检查跨轮及分齿交换齿轮的安装及运转状况 4) 调整刀架滑板的塞铁 5) 合理选用工件装夹的正确方案
齿圈径向跳动超差	工件内孔中心与机床工作台回转中心不重合 (1) 有关机床、夹具方面: 1) 工作台径向跳动大 2) 心轴磨损或径向跳动大 3) 上下顶针有摆差或松动	着眼于控制机床工作台的回转精度与工件的正确安装 (1) 有关机床和夹具方面: 1) 检查并修复工作台回转导轨 2) 合理使用和保养工件心轴 3) 修复后立柱及上顶针的精度
齿圈径向跳动超差	4) 夹具定位端面与工作台回转中心线不垂直 5) 工件装夹元件,例如垫圈和螺帽精度不够 (2) 有关工件方面: 1) 工件定位孔直径超差; 2) 用找正工件外圆安装时,外圆与内孔的同轴度超差 3) 工件夹紧刚性差	4) 切削前,应校正夹具定位端面的端面跳动。定位端面只准内凹 5) 装夹元件,垫圈两平面应平行;夹紧螺母端面对螺纹中心线应垂直 (2) 有关工件方面: 1) 控制工件定位孔的尺寸精度 2) 控制工件外圆与内孔的同轴度误差 3) 夹紧力应施加于工件刚性足够的部位
齿向误差超差	滚刀垂直进给方向与齿坯内孔轴线方向偏斜太大。加工斜齿轮时,还有附加运动的不正确 (1) 有关机床和夹具方面: 1) 立柱三角导轨与工作台轴线不平行 2) 工作台端面跳动大 3) 上、下顶尖不同轴 4) 分度蜗轮副的啮合间隙大 5) 分度蜗轮副的传动存在有周期性误差	着眼于控制机床几何精度和工件的正确安装。下列第4)、5)、6)、7)条,主要适用加工斜齿轮时 (1) 有关机床和夹具方面: 1) 修复立柱精度,控制机床热变形 2) 修复工作台的回转精度 3) 修复后立柱或上、下顶尖的精度 4) 合理调整分度蜗轮副的啮合间隙 5) 修复分度蜗轮副的零件精度,并合理调整安装之

续表 6 27

缺陷名称	主要原因	解决方法
齿向误差超差	6) 垂直进给丝杠螺距误差大 7) 分齿、差动交换齿轮误差大 (2) 有关工件方面: 1) 齿坯两端面不平行 2) 工件定位孔与端面不垂直	6) 垂直进给丝杠因使用磨损而精度达不到时,应及时更换 7) 应控制差动交换齿轮的计算误差 (2) 有关工件方面: 1) 控制齿坯两端面的平行度误差 2) 控制齿坯定位孔与端面的垂直度
齿距累积误差超差	滚齿机工作台每一转中回转不均匀的最大误差太大: 1) 分度蜗轮副传动精度误差 2) 工作台的径向跳动与端面跳动大 3) 分齿交换齿轮啮合太松或存在磕碰现象	着眼于分齿运动链的精度,尤其是分度蜗轮副与滚刀两方面: 1) 修复分度蜗轮副的传动精度 2) 修复工作台的回转精度 3) 检查分齿交换齿轮的啮合松紧和运转状况
齿面缺陷 (1) 撕裂 	1) 齿坯材质不均匀 2) 齿坯热处理方法不当 3) 切削用量选用不合理而产生积屑瘤 4) 切削液效能不高 5) 滚刀用钝,不锋利	1) 控制齿坯材料质量 2) 正确选用热处理方法,尤其是调质处理后的硬度,建议采用正火处理 3) 正确选用切削用量,避免产生积屑瘤 4) 正确选用切削液,尤其要注意它的润滑性能 5) 更换新刀
(2) 啃齿 	由于滚刀与齿坯的相互位置发生突然变化所造成: 1) 立柱三角导轨太松,造成滚刀进给突然变化立柱三角导轨太紧,造成爬行现象 2) 刀架斜齿轮啮合间隙大; 3) 油压不稳定	寻找和消除一些突然因素: 1) 调整立柱三角导轨,要求紧松适当 2) 刀架斜齿轮若因使用时间久而磨损,应更换 3) 合理保养机床,尤其是清洁,使油路保持畅通;油压保持稳定
(3) 振纹 	由于振动所造成: 1) 机床内部某传动环节的间隙大 2) 工件与滚刀的装夹刚性不够	寻找与消除振源源: 1) 对于使用时间久而磨损严重的机床及时大修 2) 提高滚刀的装夹刚性,例如缩小支承间距离;带柄滚刀应尽量加大轴径等 提高工件的装夹刚性;例如,尽量加大支承端面,支承端面(包括工件)只准内凹;缩短上下顶针间距离

续表 6-27

缺陷名称	主要原因	解决方法
(3) 振纹	3) 切削用量选用太大 1) 后托架安装后, 间隙大	3) 正确选用切削用量 1) 正确安装后托架
(4) 鱼鳞 	齿坯热处理方法不当, 其中在加工调质处理后的钢件时比较多见	1) 酌情控制调质处理的硬度 2) 建议采用正火处理作为齿坯的预先热处理

四、插齿

1. 插齿机的组成及传动系统

图6-7为Y5132型插齿机的外形图。立柱2和工作台5安装在床身1上, 工作台在进给传动系统的传动下, 可沿床身上的导轨作径向运动, 刀架3在主传动系统的传动下, 沿垂直方向作主切削运动。在展成传动链的传动下刀具4和工作台5作展成运动。调整挡块支架6上的挡块位置, 可以实现自动加工循环。

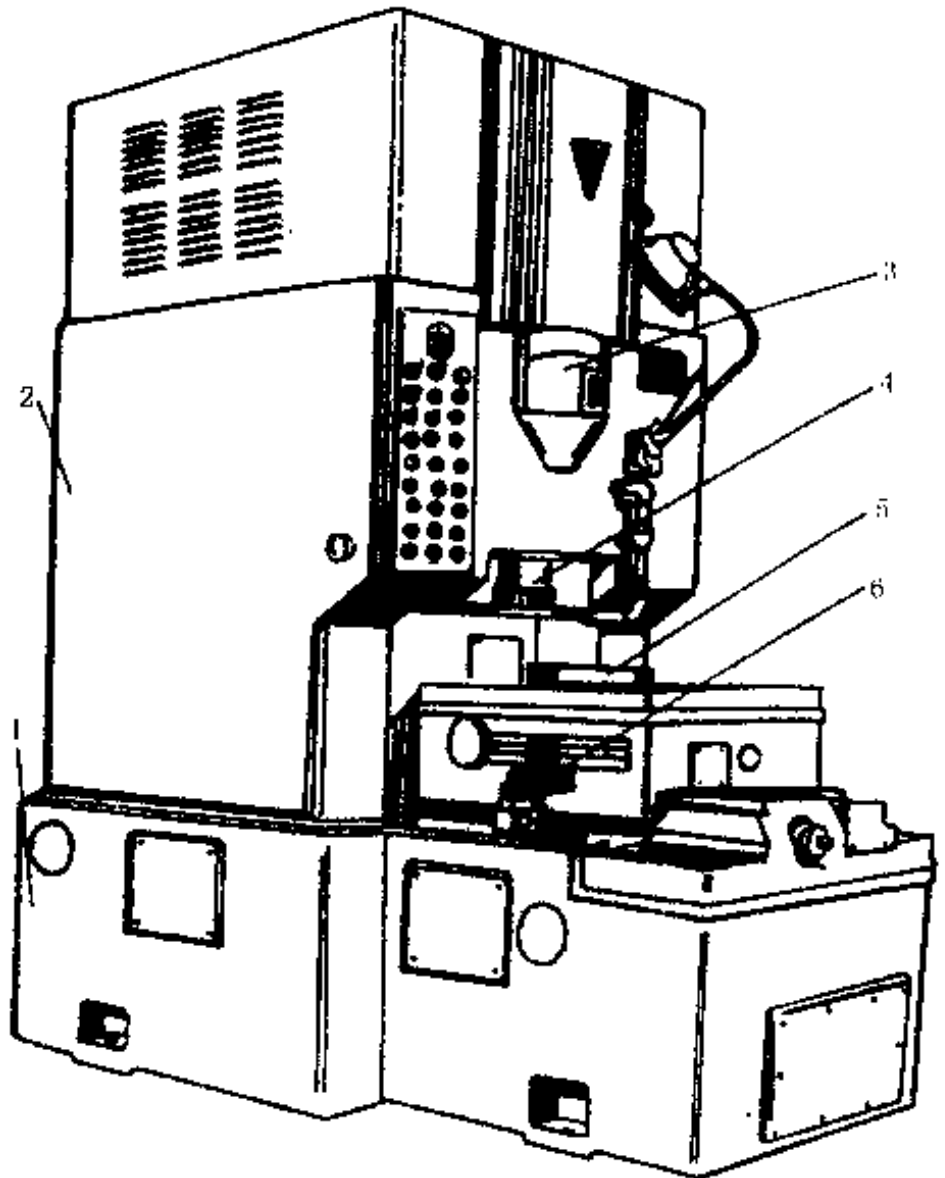


图6-7 插齿机(Y5132)

1 床身 2—立柱 3—刀架 4—刀具
5—工作台 6—挡块支架

图6-8为Y5132型插齿机的传动系统图。它包括主运动(插齿刀往复冲程运动)、分齿展成运动、圆周进给运动、径向进给运动和让

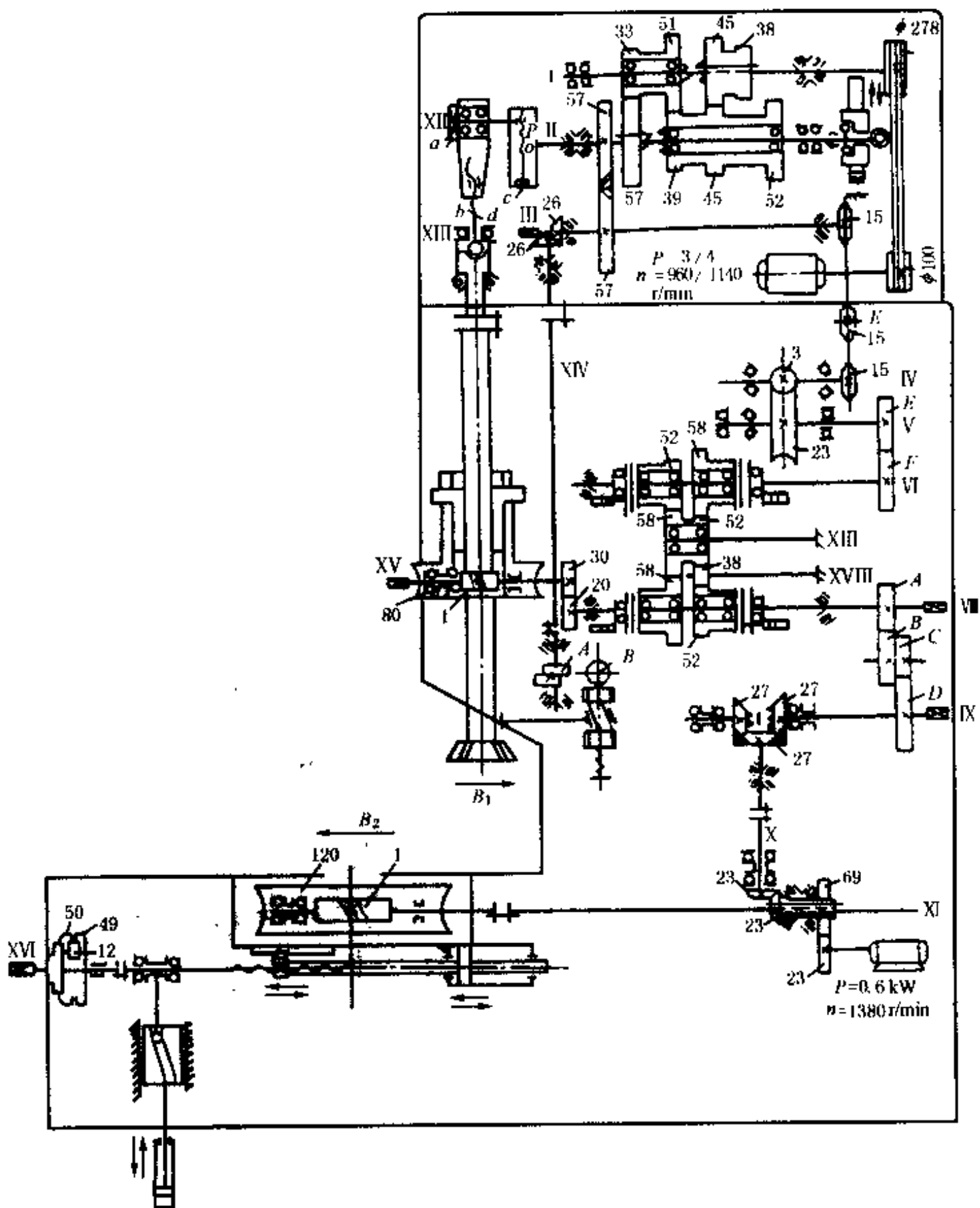


图 6-8 Y5132 型插齿机传动系统图

刀运动。

(1) 主运动 即插齿刀沿其轴线所作的直线往复运动。

(2) 分齿展成运动 即插齿刀与工件二者在回转时应保证严格的传动比,以形成工件的渐开线齿廓。以传动链的运动精度决定加工工件的精度。

(3) 圆周进给运动 插齿刀转动的快慢决定了工件转动的快慢,同时也决定了插齿刀每一次切削的切削负荷,所以称插齿刀的转动为圆周进给运动。圆周进给量用插齿刀每次往复行程中刀具在分度圆周上所转过的弧长(mm)计算。

(4) 径向进给运动 即工作台沿水平方向作径向进给运动。当切入至一定深度后(切入至全齿深),刀具和工件对滚一周,便能加工出全部完整的齿廓。

(5) 让刀运动 插齿刀向上运动时,为了避免擦伤已加工工件齿面和减少刀具磨损,刀具和工件之间应该让开一定的间隙,而当插齿刀向下开始工作行程之前,应迅速恢复到原位,以保让刀具进行下一次切削,这种让开和恢复原位的运动称之为让刀运动。

插齿机的让刀运动可以由刀架来完成,也可以由工作台来完成。Y5132型插齿机是由刀架完成让刀运动。

2. 插齿机的基本参数和工作精度

(1) 插齿机的基本参数(表 6-28)

表 6-28 插齿机基本参数

最大工件直径 D/mm	200	320	500(800)	1 250(2 000)	3 150	
最大模数 m/mm	4	6	8	12	16	
最大加工齿宽 B/mm	50	70	100	160	240	
插齿刀主轴	轴径 d/mm	$\phi 31.743$				$\phi 80$
	锥孔(莫氏)	3 [~]	—		—	1:20 锥孔
工作台	孔径 d_2/mm	60	80	100	180	240
	T型槽槽数	—	4	4	8	16
	槽宽/mm	—	12	14	22	36

注:1. 插齿机主参数为最大工件直径,第二主参数为最大模数,括号内主要参数用于变型产品。

2. 当 $D=1\ 250\ \text{mm}$ 时,刀轴应增加轴颈为 $\phi 88.9$ 、 $\phi 101.6\ \text{mm}$ 的接套,当 $D=3\ 150\ \text{mm}$ 时,刀轴应增加轴颈为 $\phi 31.743$ 、 $\phi 88.9$ 、 $\phi 101.6\ \text{mm}$ 的接套。

(2) 常用插齿机的工作精度(表 6-29)

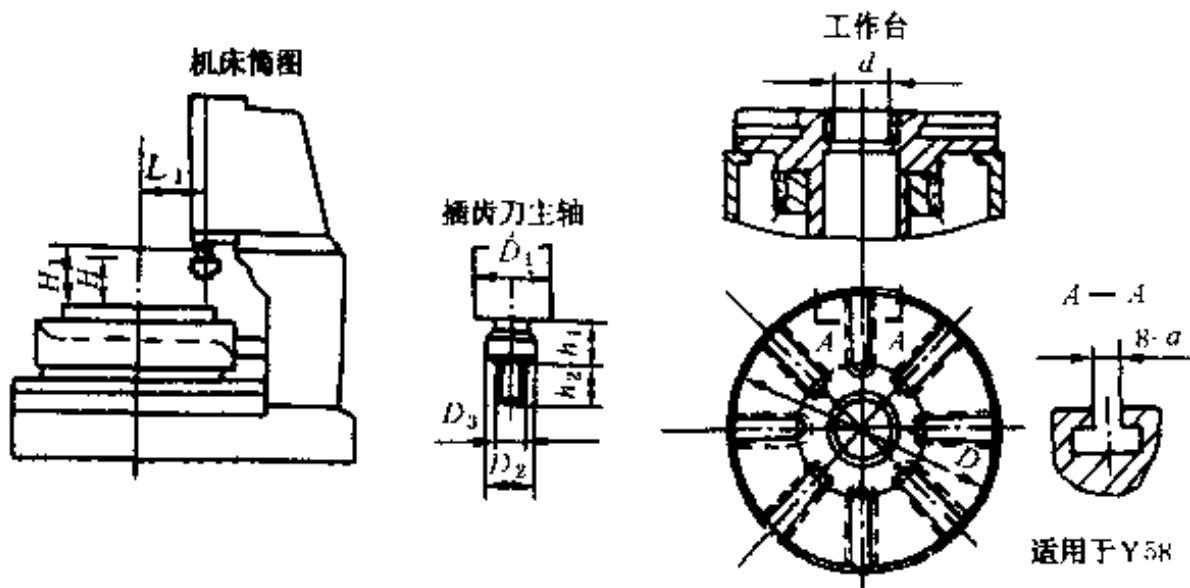
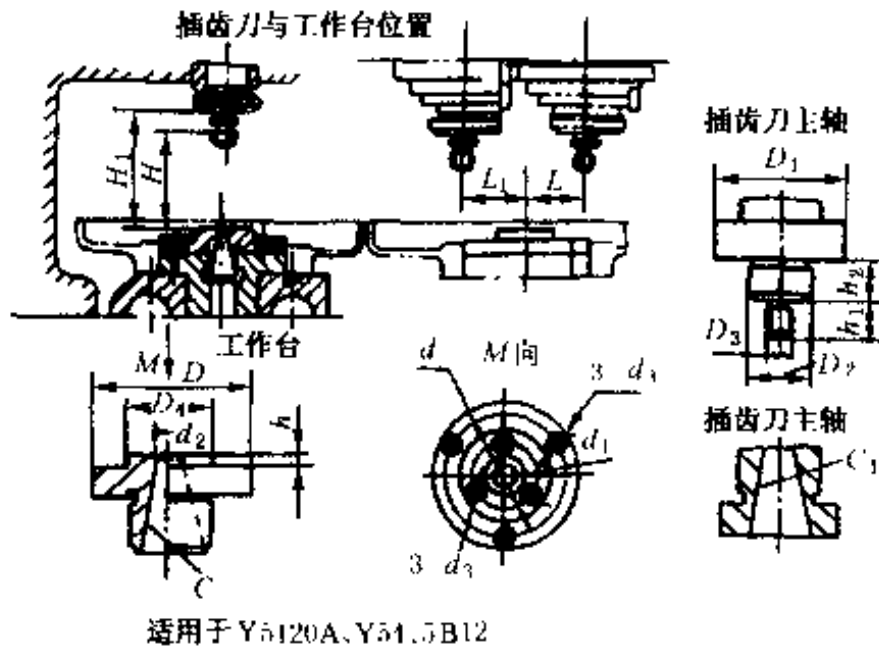
表 6-29 常用插齿机的工作精度

型号	YM5116	Y5120A	Y5132	Y54	Y5150A	Y51160	YKD5130
精度	6 级	7 级	7 级	7 级	7 级	7 级	6 级
表面粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$	0.80	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6

3. 常用插齿机联接尺寸(表 6 30)

表 6-30 常用插齿机联接尺寸

(mm)



续表 6 30

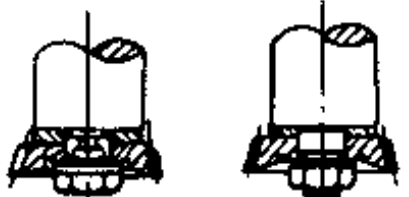
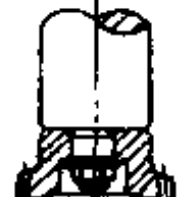
(mm)

机床型号		Y5120A	Y54	Y58	5B12	YM5116	Y5132	Y5150	Y5150A	YKD5130
插齿刀主轴端面 至工作台面距离	H	70	35	150	70	95	50	20	125	80
	H_1	140	160	350	140	145	200	270	250	155
插齿刀中心线至 工作台中心线距离	L	100	160		100	50	50		0	0
	L_1	150	350	750	150	120	230	340	330	225
插齿刀计算直径		76	100		76	63	100		100	100
心轴安装孔锥度	C	1:10	1:10		1:10					
工作台台面尺寸	D	160	240	800	250		240	380	360	240
	D_1	140	140		140					
	d		185	130	205			70	100	60
	d_1	100	--		100					
	d_2	40	40		40					
	d_3	M10	M16		M10					
	h	8	15	22	6					
插齿刀主轴孔锥度	C_1	莫氏 3 号	莫氏 4 号		莫氏 3 号					
插齿刀主轴尺寸	D_2	31.751	31.751	44.399	31.751		31.751	31.751	31.745	31.751
	D_1	60	85	82	45					
	D_3	M24	M24	M39×3	M24					
	h_1	25	20	23	25					
	h_2	15	26	22	15					

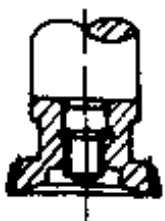

4. 插齿刀的调整

(1) 插齿刀安装方法及适用范围(表 6-31)

表 6-31 插齿刀安装方法及适用范围

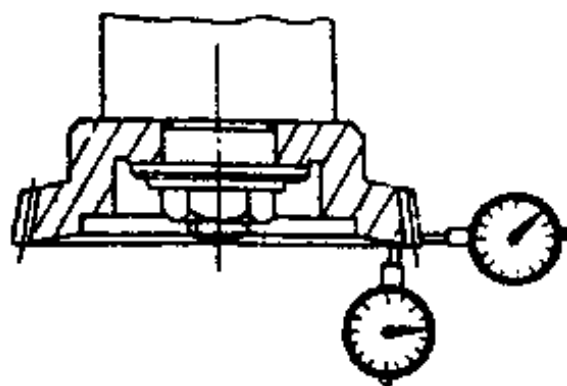
刀具安装简图	适用范围	刀具安装简图	适用范围
盘形插齿刀 	加工外 齿轮和直 径较大的 内齿轮	碗形插齿刀 	加工多 联齿轮及 带台阶内 齿轮

续表 6-31

刀具安装简图	适用范围	刀具安装简图	适用范围
筒形插齿刀 	加工多联齿轮带台阶内齿轮及宽内齿轮	锥柄插齿刀 	加工小模数小直径内外齿轮

(2) 插齿刀安装精度要求(表 6-32)

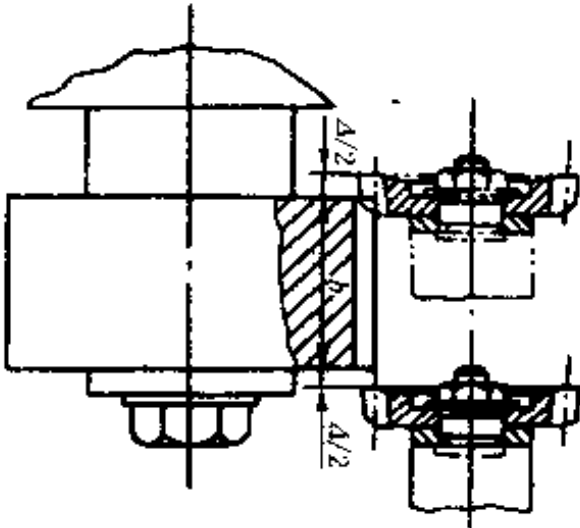
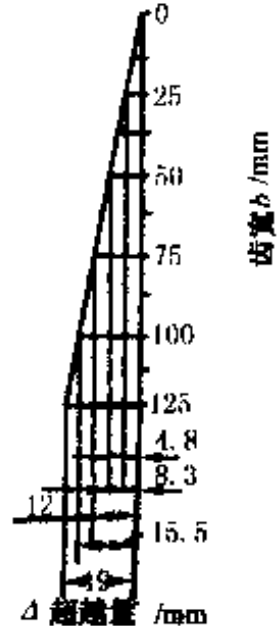
表 6-32 插齿刀安装精度要求



齿轮精度	插齿刀公称分度圆直径/ mm	精度要求/ μm	
		前端面跳动	外圆跳动
6	75	10~13	8~10
	100~125	13~16	10~13
	160~200	20	16~20
7	75	16~20	13~16
	100~125	20~25	16~20
	160~200	32	25~32

(3) 插齿刀行程长度的调整(表 6-33)

表 6-33 插齿刀行程长度的调整

刀位的确定	超越量 Δ 的确定
 <p style="text-align: center;">插齿刀行程长度</p>	 <p style="text-align: center;">插齿刀切入、切出长度与齿宽关系</p>

(4) 插齿刀往复行程数的确定 插齿刀每分钟往复行程数,取决于插齿刀的行程长度和插削速度,其计算公式如下:

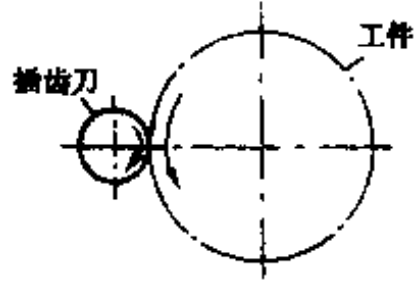
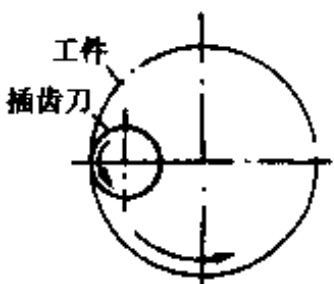
$$n = \frac{1000v}{2L} \text{ (dst/min)}$$

式中 n ——插齿刀每分钟往复行程数;
 v ——插削的平均速度(m/min);
 L ——插齿刀行程长度(mm)。

公式中插齿刀的行程长度 L 是根据被加工齿轮的宽度选定的,而插削速度 v 是根据工件的模数和材料选定的。

(5) 插齿刀旋转方向(表 6-34)

表 6-34 插齿刀旋转方向

插外齿轮	插内齿轮
	

(6) 插齿刀精度的选用(表 6-35)

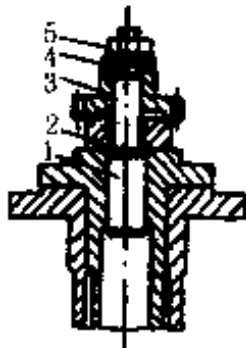
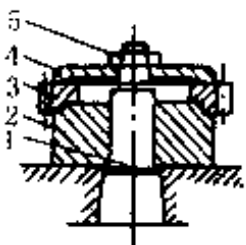
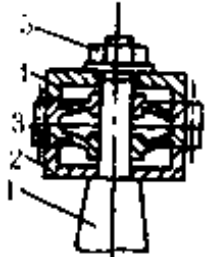
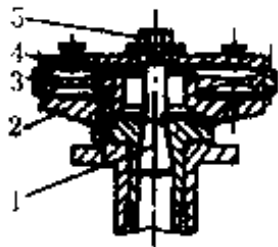

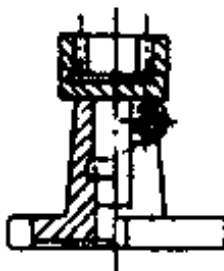
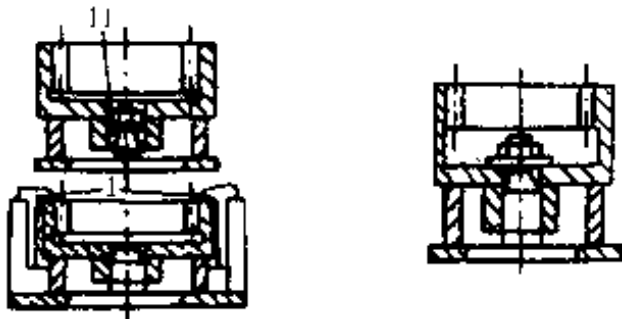
表 6-35 插齿刀精度的选用

插齿刀型式	直齿插齿刀			斜齿插齿刀	
	盘形(I型)	碗形(II型)	锥柄(III型)	盘形	锥柄
插齿刀精度	AA、A、B	AA、A、B	A、B	A、B	A、B
被切齿轮精度	6、7、8	6、7、8	7、8	7、8	7、8

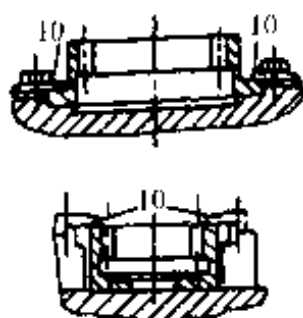

5. 插齿用夹具及调整

(1) 常用插齿夹具(表 6-36)

表 6 36 常用插齿夹具

适用情况	一般齿轮装夹	大直径齿圈的装夹	两个齿轮同时装夹
外啮合 齿轮夹具			
适用情况	大直径齿轮的装夹	轴齿轮装夹	
外啮合 齿轮夹具			
适用情况	轴齿轮装夹	带凸肩齿轮的装夹	
内啮合 齿轮夹具			

续表 6-36

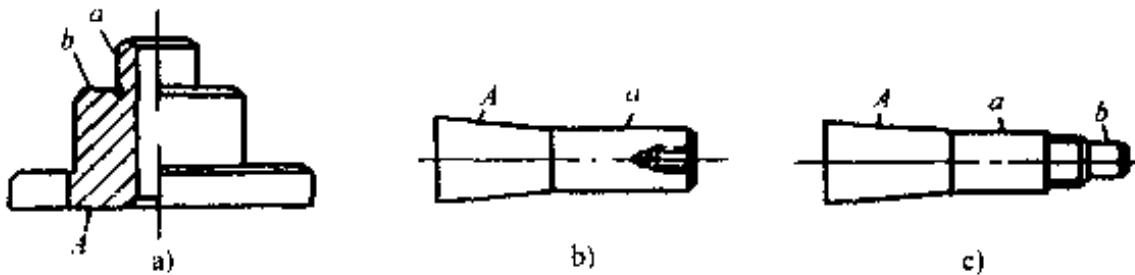
适用情况	用内凸缘定位的齿圈	用法兰定位的齿圈
内啮合 齿轮夹具		

注: 1 心轴; 2 支座; 3 被切齿轮; 4 上压盘或垫圈; 5 夹紧螺母; 6 定心、夹紧锥套; 7 弹性夹紧锥; 8 齿轮柄部; 9 夹紧圆螺母; 10 压板; 11 弹性夹头。

(2) 插齿用夹具、心轴的技术要求(表 6-37)

表 6-37 插齿用夹具、心轴的技术要求

(μm)

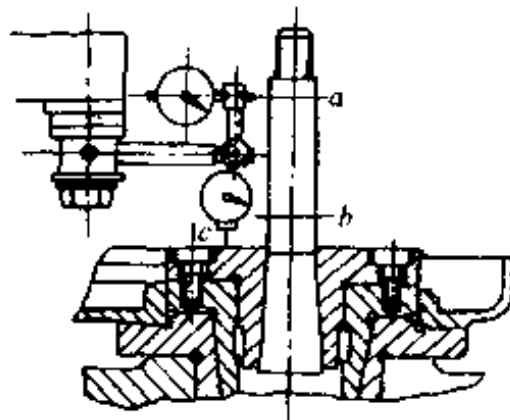


齿轮精度	径向跳动	定位轴颈表面粗糙度	支承端面跳动	a, b 面对 A 面的同轴度或垂直度	倒锥部分		中心孔	
					表面粗糙度	接触区/%	表面粗糙度	接触区/%
6	3~5	$R_a 0.2$	6	3	$R_a 0.2$	80	$R_a 0.1$	80
7	5~10	$R_a 0.4$	10	5	$R_a 0.4$	75	$R_a 0.1$	70
8	15	$R_a 0.8$	12	10	$R_a 0.8$	70	$R_a 0.4$	65
9	20	$R_a 0.8 \sim 1.6$	15	15	$R_a 0.8 \sim 1.6$	70	$R_a 0.8$	60

(3) 心轴的安装要求(表 6-38)

表 6-38 心轴的安装要求

(mm)



续表 6-38

(mm)

检查项目	a 点	b 点
径向跳动	不大于 0.01	不大于 0.008
端面跳动	0.005~0.03	

6. 常用插齿机交换齿轮计算(表 6-39)

表 6-39 常用插齿机交换齿轮计算

机床型号	切削主运动 $i_0 = C n_0$	滚切分度运动 $i_1 = C_1 \frac{z_0}{z} = \frac{a}{b} \times \frac{c}{d}$	圆周进给运动 $i_2 = C_2 \frac{f_c}{d_0} = \frac{a_1}{b_1}$	径向进给运动 $i_3 = C_3 f, \frac{a_2}{b_2}$	让刀运动
Y5120A	$\frac{n_0}{940}$	$\frac{z_0}{z}$	$358 \frac{f_c}{d_0}$ (计算直径 $d_0 = 75\text{mm}$)	凸轮进给	工作台让刀
Y54	$\frac{n_0}{514}$	$2.4 \frac{z_0}{z}$	$366 \frac{f_c}{d_0}$ (计算直径 $d_0 = 100\text{mm}$)	凸轮进给 $21f_c$	工作台让刀
Y5132	$\frac{n_0}{518}$ 或 $\frac{n_0}{345}$	$\frac{z_0}{z}$	$263 \frac{f_c}{d_0}$ 或 $327 \frac{f_c}{d_0}$ (计算直径 $d_0 = 100\text{mm}$)	液压系统操纵	刀具主轴 摆动让刀
Y5150A	$\frac{n_0}{480}$	$\frac{z_0}{z}$	$190 \frac{f_c}{d_0}$ (计算直径 $d_0 = 100\text{mm}$)	凸轮进给 $\frac{1}{8} f_c (\text{mm/min})$	刀具主轴 摆动让刀

注: 1. C, C_1, C_2, C_3 —定数; n_0 —插齿刀每分钟往复行程数; z_0 —插齿刀齿数; z —工件齿数;
 f_c —插齿刀每一往复行程的圆周进给量(mm); d_0 —插齿刀的分度圆直径; f —插齿刀每往复行程平均径向进给量。

2. 各种型号的插齿机,在机床说明书中或在机床上均有交换齿轮表,使用时可根据所用的插齿刀齿数及被切齿轮齿数直接选用。

7. 插削余量及插削用量的选用

(1) 精插齿的加工余量(表 6-40)

表 6-40 精插齿的加工余量

(mm)

模数 m	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
余量 A	0.6	0.75	0.9	1.05	1.2	1.35	1.5	1.7	1.9	2.1	2.2

(2) 插削齿轮(钢件)的走刀次数(表 6-41)

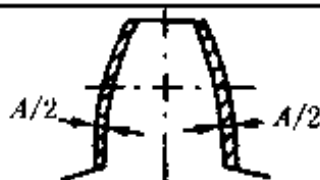


表 6-41 插削齿轮(钢件)的走刀次数

模数/ m	走刀次数			
	粗切	半精切	精切	合计
2~3			1	1
4~6	1		1	2
7~12	1	1	1	3
14~20	2	1	1	4
20~30	3	1	1	5

注: 1. 插削 $m > 12$ mm 的齿轮, 第一次粗走刀时, 切削深度取 $(1 \sim 1.5)$ mm; 对各种模数的齿轮, 精走刀时, 切削深度均取 $(0.5 \sim 0.8)$ mm, 当半精走刀时, 取 $(2 \sim 5)$ mm。

2. 当用盘状成形铣刀或指状铣刀粗切时, 插齿刀只是完成半精加工和精加工。

(3) 径向进给量计算公式

$$f_r = (0.1 \sim 0.3) f_t \text{ (mm/dst)}$$

(4) 圆周进给量(表 6-42)

表 6-42 圆周进给量 f_t

(工件材质: 碳素钢 ≤ 190 HB, 铸铁 170~207 HB)

加工性质	模数/ mm	机床传动功率/kW			
		<1.5	1.5~2.5	2.5~5.0	>5.0
		圆周进给量 f_t / (mm/dst)			
粗 插 齿	2~4	0.35	0.45		
	5	0.25	0.40	—	—
	6	0.20	0.35	0.45	—
	8	—	—	0.35	0.45
	10			0.25	0.35
	12	—	—	0.15	0.25
精插齿	2~12	0.25~0.35			

当材料硬度改变时, f_t 的修正系数如下:

材质硬度 HB	≤ 190	$> 190 \sim 220$	$> 220 \sim 240$	$> 240 \sim 290$	$> 290 \sim 320$
修正系数	1	0.9	0.8	0.7	0.6

(5) 插齿刀切削速度(表 6-43)

表 6 43 插齿刀切削速度

圆周进给量 f_z (mm/dst)	切削速度/(m/min)							
	实体齿坯粗、精插齿				开槽后精插齿			
	模数/mm							
	2	4	6	8	10	12	2~12	
0.10	41	33	28	25	23	21		
0.13	36	29	24	22	20	19		
0.16	32	26	22	20	18	17	44	
0.20	29	23	20	18	17	16	39	
0.26	25	21	17	16	15	14	34	
0.32	23	18	15	14	13	13	31	
0.42	20	16	14	13	12	12	25	
0.52	18	14	12	11	10	10		
刀具耐用度 T (h)	粗插	5			7			5
	精插	4			7			

8. 插齿加工中常出现的缺陷及解决方法(表 6 44)

表 6 44 插齿加工中常出现的缺陷及解决方法

超差项目	主要原因	解决方法
公法线长度的变动量	1) 刀架系统,如蜗轮偏心,主轴偏心等误差 2) 刀具本身制造误差和安装偏心或倾斜 3) 径向进给机构不稳定 4) 工作台的摆动及让刀不稳定	修理恢复刀架系统精度,检查修理径向进给机构,调整工作台让刀及检验刀具安装情况
相邻齿距误差	1) 工作台或刀架体分度蜗杆的轴向窜动过大 2) 精切时余量过大	1) 调整工作台或刀架体的分度蜗杆的轴向窜动 2) 适当增加粗切次数,使精切时留量较少
齿距累积误差	1) 工作台或刀架体分度蜗轮蜗杆有磨损,啮合间隙过大 2) 工作台有较大的径向跳动 3) 插齿刀主轴端面跳动(安装插齿刀部分)超差 4) 进给凸轮的轮廓不精确 5) 插齿刀安装后有径向与端面跳动	1) 调整工作台或刀架分度蜗轮蜗杆的啮合间隙,必要时修复蜗轮副 2) 仔细刮研工作台主轴及工作台壳体上的圆锥接触面,为“硬”些 3) 重新安装插齿刀的位置,使误差相互抵消,必要时修磨插齿刀主轴端面 4) 修磨凸轮轮廓 5) 修磨插齿刀的垫圈

续表 6-41

超差项目	主要原因	解决方法
齿距累积误差	<p>6) 工件安装不符合要求</p> <p>7) 工件定位心轴本身精度不合要求</p>	<p>6) 工件定位心轴须与工作台回转轴线重合 工件孔与工件定位心轴的配合太松 工件的两端面须平行,安装时工件端面须与安装孔垂直 工件垫圈的两平面须平行,并不得有铁屑及污物粘着</p> <p>7) 检查工件定位心轴的精度,并加修正或更换新件</p>
齿形误差	<p>1) 分度蜗杆轴向窜动过大或其他传动链零件精度太差</p> <p>2) 工作台有较大的径向跳动</p> <p>3) 插齿刀主轴端面跳动(安装插齿刀部分)超差</p> <p>4) 插齿刀刃磨不良</p> <p>5) 插齿刀安装后有径向与端面跳动</p> <p>6) 工件安装不合要求</p>	<p>1) 检查与调整分度蜗杆的轴向窜动。检查与更换传动链中精度太差的零件</p> <p>2) 与齿距累积误差 2) 同</p> <p>3) 与齿距累积误差 3) 同</p> <p>4) 重磨刃刀</p> <p>5) 修磨插齿刀垫圈</p> <p>6) 与齿距累积误差 6) 同</p>
齿向误差	<p>1) 插齿刀主轴中心线与工作台轴线间的位置不正确</p> <p>2) 插齿刀安装后有径向与端面跳动</p> <p>3) 工件安装不合要求</p>	<p>1) 重新安装刀架并进行校正</p> <p>2) 修磨插齿刀垫圈</p> <p>3) 与齿距累积误差 6) 同</p>
表面粗糙度	<p>1) 机床传动链的精度不高,某些环节在运转中出现振动或冲击以致影响机床传动平稳性</p> <p>2) 工作台主轴与工作台壳体圆锥导轨面接触情况不合要求,圆锥导轨面接触过硬,工作台转动沉重,运转时产生振动</p> <p>3) 分度蜗杆的轴向窜动或分度蜗杆蜗轮副的啮合间隙过大,运转中产生振动</p> <p>4) 让刀机构工作不正常,回刀时刮伤工件齿部表面</p> <p>5) 插齿刀刃磨质量不良</p> <p>6) 进给量过大</p> <p>7) 工件安装不牢靠,切削中产生振动</p> <p>8) 切削液太脏或者冲入切削齿槽</p>	<p>1) 找出精度不良环节,加以校正或更换新件</p> <p>2) 修刮圆锥导轨面,使其接触面略硬于平面导轨,并要求接触均匀</p> <p>3) 修磨调整垫片纠正分度蜗杆的轴向窜动 调整分度蜗杆支座以校正分度蜗杆蜗轮副的间隙大小</p> <p>4) 调整让刀机构</p> <p>5) 修磨刃口</p> <p>6) 选择适当的进给量</p> <p>7) 合理安装工件</p> <p>8) 更换切削液,将切削液对准切削区</p>

五、剃齿

剃齿加工原理是交错轴斜齿轮副无侧隙啮合,剃齿刀带动工件旋转,在啮合齿面间产生相对滑动速度(切削速度),从工件上切除材料,以达到修整齿形及减小齿面粗糙度的目的(图6-9)

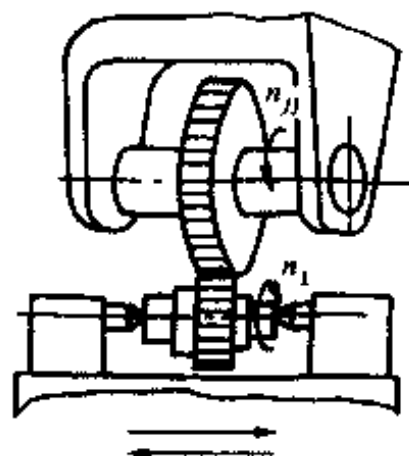


图6-9 剃齿加工

1. 剃齿机及其精度要求

(1) YWA 4232 型剃齿机传动系统图(6-10)

(2) 剃齿机精度标准(表6-45)

表6-45 剃齿机精度标准(JB/T 3732--1994)

检验项目	允差/mm	检验项目	允差/mm	
左右活动顶尖连线的径向跳动	最大工件直径		剃齿刀轴轴肩的端面跳动	0.005
	200	>200~500		
剃齿刀轴轴颈的径向跳动: a. 在剃齿刀安装部位 b. 在托架支承部位	0.004	0.005	剃齿刀轴轴线对支承孔轴线的重合度: a. 在垂直平面内 b. 在水平面内	a 及 b
	最大工件直径			0.008
	200	>200~500	剃齿刀轴轴线和左右活动顶尖中心连线应在同一平面内	0.15
	a 0.004	0.005		
b 0.006	0.007	剃齿刀架回转轴线的等高度	0.015	

(3) 常用剃齿机工作性能及工作精度(表6-46)

表 6-46 剃齿机工作性能及工作精度

型 号	工 作 性 能	精度	表面粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$
Y1212 Y1212D	用于直齿和斜齿圆柱齿轮的剃齿,可加工鼓形齿和小锥度齿。具有平行和径向剃齿性能,采用轴向剃齿时,工作台可实现定点停车,可预选径向进给量,可进行粗、精剃等。	6级	1.25
YW1232 YWA1232	用于直齿和斜齿圆柱齿轮的剃齿,可加工鼓形齿和小锥度齿。具有轴向、对角和切向剃齿性能,以及粗、精剃齿功能, YWA4232 还具有径向剃齿性能。	6级	1.25
Y1236	可加工直齿和斜齿圆柱齿轮,以及鼓形齿齿轮。	6级	1.25
Y1215	可加工直齿和斜齿圆柱齿轮。	6级	1.25
Y12125A	可加工直齿、斜齿圆柱齿轮和内齿轮。	7级	1.25

2. 剃齿刀的基本尺寸

盘状剃齿刀其精度等级有A级和B级两种,分别用于加工6级和7级精度的齿轮。剃齿刀的基本尺寸(表6-47)。

表 6-47 剃齿刀的基本尺寸 (mm)

分度圆直径 d	内孔直径 d_1	模数 m_n	宽度 b	齿数 z	螺旋角 β	备 注
63	31.743	0.2~1	10、15	18~32	—	材料: 高速钢淬硬:60~61HRC
85		1~2.5	16	36~58	10°	
150	53.7	1.25~6	20	—	—	
240		2~8	25	1~27	—	

1. 一般一把剃齿刀可以重磨3~6次,共可剃削齿轮8000~15000个。另一说是允许修磨5~7次,共可加工10000~15000个齿轮。

2. 剃齿刀分通用和专用两类,无特殊要求时,尽可能选择通用的。

3. 剃齿用心轴

剃齿用心轴的精度直接影响着剃齿后齿轮的精度,一般对心轴精度的要求有以下几点:

(1) 心轴径向跳动量不大于0.003 mm,端面跳动量不大于0.005 mm。当齿轮安装在心轴上以后,齿轮的径向跳动不大于0.01 mm,而精密齿轮不大于0.005 mm。

(2) 心轴与齿轮孔的配合间隙越小越好,可采用分组心轴的方法来保证(即按公差范围分为几个组)。

(3) 心轴在机床上安装,其松紧程度要适宜,心轴顶尖孔要与机床的顶尖配研,以保证接触良好。

典型剃齿用心轴结构(见图 6-11)

常用齿坯孔径和心轴直径公差及其配合后径向跳动最大值(见表 6-18)

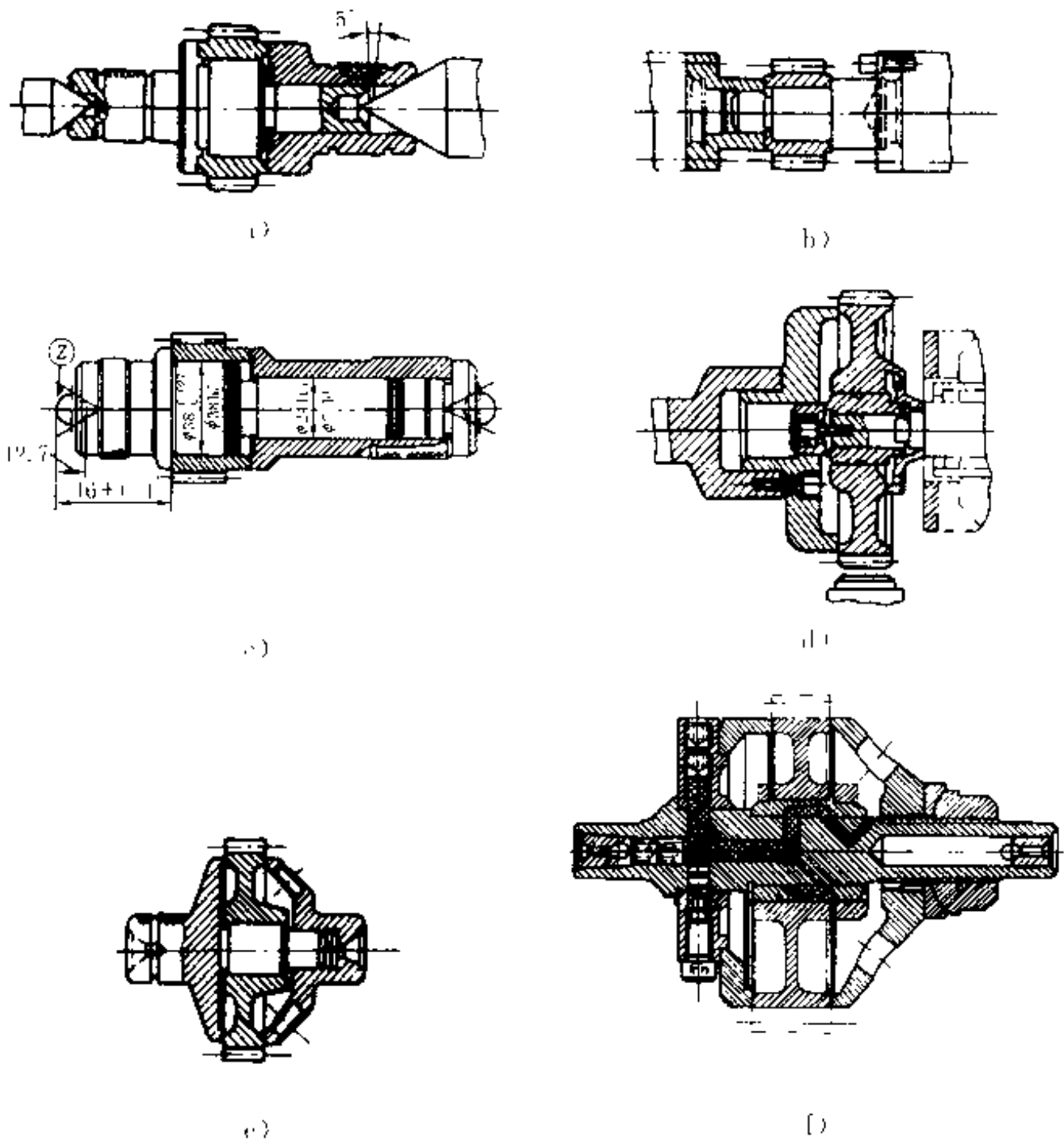


图 6-11 典型剃齿用心轴

表 6-48 齿坯孔径和心轴直径公差

公称尺寸/ mm	齿坯孔径公差/ μm			心轴直径公差/ μm	配合后径向跳动最大值/ μm		
	H6	H7	H8	h5	H6/h5	H7/h5	H8/h5
>6~10	0~+9	0~+15	0~+22	0~ -6	15	21	28
>10~18	0~+11	0~+18	0~+27	0~ -8	19	26	35
>18~30	0~+13	0~+21	0~+33	0~ -9	22	30	42
>30~50	0~+16	0~+25	0~+39	0~ -11	27	36	50
>50~80	0~+19	0~+30	0~+46	0~ -13	32	43	59
>80~120	0~+22	0~+35	0~+54	0~ -15	37	50	69

4. 剃齿加工的切削用量(表 6-49)

表 6-49 剃齿的切削用量(盘形剃齿刀)

剃齿刀的切削速度 v_c						
工件材料	碳 素 钢			合 金 钢		灰铸铁
	15 20 25	30 35	40 45 50	20Cr, 35Cr, 40Cr, 20CrMnTi 30CrMnTi, 12CrNi4A, 20CrNiMo 12CrNi3, 18CrNiWA, 38CrMoAlA, 5CrNiMo, 6CrNiMo, 0CrNi3Mo		
硬度 HB	170	196	217	285	229	210
$v_c/(m/min)$	150	140	130	80	105	80

进 给 量

齿轮精度 等级	齿面粗糙度/ μm	齿 数				单行程径向进给量 f_r/mm
		17	25	40	100	
6	$\geq Ra0.63$	0.15~0.20	0.20~0.25	0.25~0.30	0.35~0.40	0.02~0.025
	$Ra1.25$	0.20~0.25	0.25~0.30	0.35~0.40	0.50~0.60	
7	$> Ra0.63$	0.15~0.20	0.20~0.25	0.25~0.30	0.35~0.40	0.04~0.05
	$Ra1.25$	0.20~0.30	0.25~0.30	0.35~0.40	0.50~0.60	

注: 1. 剃削 6 级精度齿轮时, 须增光整行程的单行程数 4~6 次。

2. 剃削 7 级精度齿轮时, 须增光整行程的单行程数 2~4 次。

5. 剃齿加工余量

(1) 剃齿加工余量(表 6-50)

表 6-50 剃齿加工余量 (mm)

模 数	齿 轮 直 径				
	<100	100~200	200~500	500~1 000	>1 000
3~5	0.08~0.12	0.10~0.15	0.12~0.18	0.12~0.18	0.15~0.20
5~7	0.10~0.14	0.12~0.16	0.15~0.18	0.15~0.18	0.16~0.20
7~10	0.12~0.16	0.15~0.18	0.18~0.20	0.18~0.22	0.18~0.22

注: 1. 当加工直齿轮时, 余量可减小 10%~25%。

2. 当加工螺旋角大于 15° 的斜齿轮时, 余量可增大 10%~15%。

(2) 小模数齿轮剃齿加工余量(表 6-51)

表 6-51 小模数齿轮剃齿加工余量 (mm)

模 数	加工余量	模 数	加工余量
小于 1	0.011~0.029	1.75~2.5	0.029~0.044
1.5~1.7	0.018~0.037	2.5~3	0.037~0.066

6. 剃齿方法

(1) 剃齿机与刀、夹具的调整精度(表 6-52)

表 6-52 剃齿机与刀、夹具的调整精度 mm

项 目	径向跳动	端面跳动	平行度	同轴度
剃齿刀装在机床主轴上①	<0.01	<0.01	--	
剃齿刀轴装轴端支承套	<0.008	<0.005		
夹具(或剃齿心轴)安装表面和支承表面	<0.005	<0.005	--	
主轴垫圈			<0.003	
工作台顶尖两轴线				<0.01
工作台纵向进给方向与工件轴线在工作行程长度上			<0.005	

① 剃齿刀装在机床主轴上, 在最大半径处测其端面, 剃齿刀直径为 300 mm 时, 其端面跳动小于 0.02 mm, 直径为 240 mm 时, 小于 0.015 mm, 直径为 180 mm 时, 小于 0.01 mm。

(2) 轴交角的调整

轴交角 $\Sigma = \beta_w \pm \beta_0$, 当剃齿刀与工件螺旋方向相同取“+”, 相反取“-”。轴交角的调整(见表 6-53)

表 6-53 轴交角的调整

齿轮材料	轴交角 Σ	剃齿刀螺旋角 β_0	齿轮螺旋角 β_w	轴交角 Σ
钢	10°~15°	左 旋	右 旋	$\beta_w - \beta_0$
	3°~10°	右 旋	左 旋	$\beta_w - \beta_0$
		右 旋	右 旋	$\beta_w + \beta_0$
铸铁、有色金属	20°	左 旋	左 旋	$\beta_w + \beta_0$

(3) 常用的剃齿方法(表 6-54)

表 6-54 常用的剃齿方法

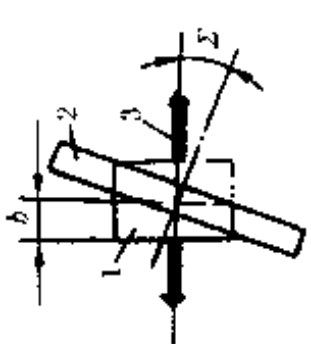
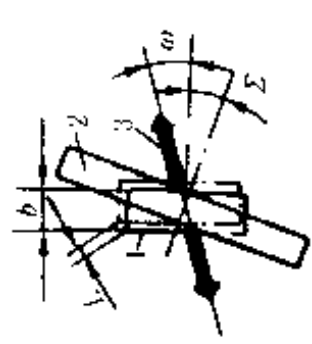
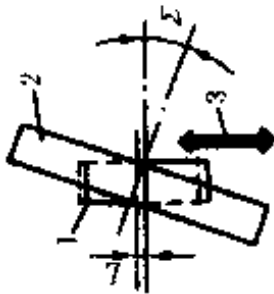
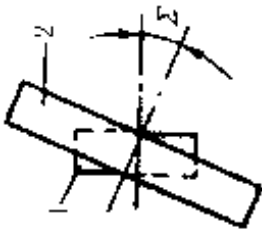
剃齿方法	剃齿原理图	运动说明	剃齿效果	
			优点	缺点
轴向剃齿法	 <p>1 齿轮; 2 剃齿刀; Σ 进给方向 b 齿轮宽度 Σ 轴交角</p>	<p>剃齿刀旋转, 齿轮沿着自己轴线往复进给, 每往复一次行程, 作一次径向进给。最后两次行程可不进给</p>	<p>1) 可剃削宽齿轮 2) 利用机床摇摆机构可剃削鼓形齿</p>	<p>1) 刀具仅在齿轮和刀具交叉点上进行切削, 因此剃齿刀局部磨损大, 影响刀具使用寿命。 2) 工作行程较长, 行程次数较多, 所以生产率和刀具耐用度低于其他剃齿方法</p>
对角剃齿法	 <p>1 齿轮; 2 剃齿刀; Σ 进给方向; L - 工作行程长度 b 齿轮宽度 Σ - 轴交角 α 进给方向与齿轮轴线之间夹角</p>	<p>齿轮沿与齿轮轴线偏斜成一定角度的方向进给</p>	<p>1) 工作行程长度短, 减小了机动时间, 对加工齿宽 $b \leq 50$ mm 的齿轮有利 2) 可加工带凸缘的齿轮和阶梯齿轮 3) 刀具与齿轮啮合节点在加工过程中沿剃齿刀齿长方向连续移动, 刀齿磨损均匀, 耐用度高, 适用于成批大量生产</p>	<p>1) 齿轮宽度增大时, 剃齿刀宽度也要增大 2) 剃齿刀精度要求比轴向剃齿法高 3) 不宜加工过宽的齿轮</p>

表 6-54 (完)

剃齿方法	剃齿原理图	运动说明	剃齿优点	剃齿缺点
切向剃齿法	 <p>1 齿轮 2-剃齿刀 3 进给方向 L 工作行程长度 Σ 轴交角</p>	<p>剃齿刀沿齿轮的切线方向进给,因此剃齿机上须带有工作台导轨旋转90°的机构。当剃削余量不大时,剃齿刀和齿轮的中心距不变,一次工作行程即可剃完,当余量较大时,须几次工作行程才可剃完,同时要有径向进给</p>	<p>1) 工作行程长度短,可减少机动时间 2) 可剃削带凸缘的齿轮和多联圆柱齿轮 3) 啮合节点位置连续变化,所以刀齿磨损均匀,耐用度高 4) 切削运动简单,可用通用机床加工,因齿轮可贯通运动,故适用于自动线生产</p>	<p>1) 剃齿刀宽度应大于被剃齿轮宽度 2) 须用修形剃齿刀进行鼓形齿修整 3) 被剃齿轮齿面质量和加工精度稍差</p>
径向剃齿法	 <p>1 齿轮 2 剃齿刀 Σ 轴交角</p>	<p>剃齿刀只沿被剃齿轮的半径方向进给,而沿轴向无进给,剃齿刀切削槽的排列需作成错位锯齿状</p>	<p>1) 用较短的剃削时间可剃出整个齿面,故生产率 2) 剃齿刀与工件齿向接触面大,可提高齿向和齿形精度 3) 能剃削双联齿轮和带凸缘的齿轮 4) 剃削时匀速径向进给,刀齿各截面接触应力均匀,磨损减少</p>	<p>须用修形剃齿刀进行鼓形齿和小锥度齿的修整</p>

7. 剃齿误差产生原因及解决方法

(1) 剃齿误差产生原因及解决方法(表 6-55)

表 6-55 剃齿误差产生原因及解决方法












齿 轮 误 差	产 生 原 因	预 防 和 解 决 方 法
齿形误差和基节偏差超差	1) 剃齿刀齿形误差和基节误差 2) 工件和剃齿刀安装偏心 3) 轴交角调整不正确 4) 齿轮齿根及齿顶余量过大 5) 剃前齿轮齿形和基节误差过大 6) 剃齿刀磨损	1) 提高剃齿刀刃磨精度 2) 仔细安装工件和剃齿刀 3) 正确调整轴交角 4) 保证齿轮剃前加工精度,减小齿根及齿顶余量 5) 及时刃磨剃齿刀
齿距偏差超差	1) 剃齿刀的齿距偏差误差较大 2) 剃齿刀的径向跳动较大 3) 剃前齿轮齿距偏差和径向跳动较大	1) 提高剃齿刀安装精度 2) 保证齿轮剃削加工的精 度
齿距累积误差、公法线长度变动及齿圈径向跳动超差	1) 剃前齿轮的齿距累积误差、公法线长度变动及齿圈径向跳动误差较大 2) 在剃齿机上齿轮齿圈径向跳动大(装夹偏心) 3) 在剃齿机上剃齿刀径向跳动大(装夹偏心)	1) 提高剃前齿轮的加工精度 2) 对剃齿刀的安装,要求其径向跳动量不能过大 3) 提高齿轮的安装精度
在齿高中部形成“坑洼”	1) 齿轮齿数太少(12~18) 2) 重合度不大	保证剃齿时的重合度不小于 1.5
齿向误差超差(两齿面同向)	1) 剃前齿轮齿向误差较大 2) 轴交角调整误差大	1) 提高剃前齿轮加工精度 2) 提高轴交角的调整精度
齿向误差超差(两齿面异向,呈锥形)	1) 心轴或夹具的支承端面相对于齿轮旋转轴线歪斜 2) 机床部件和心轴刚性不足 3) 在剃削过程中,由于机床部件的位置误差和移动误差,使剃齿刀和齿轮之间的中心距不等	1) 提高工件和刀具的安装精度 2) 加强心轴刚性或减小剃齿余量
剃不完全	1) 齿成形不完全,余量不合理 2) 剃前齿轮精度太低	1) 合理选用剃齿余量 2) 提高剃前加工精度

表 6 55(完)

齿 轮 误 差	产 生 原 因	预 防 和 解 决 方 法
齿面粗糙度太高	1) 剃齿刀切削刃的缺陷 2) 轴交角调整不准确 3) 剃齿刀磨损严重 4) 剃齿刀轴线与刀架旋转轴线不同轴 5) 纵向进给量过大 6) 切削液选用不对或供给不足 7) 机床和夹具的刚性和抗振性不足 8) 齿轮夹紧不牢固 9) 剃齿刀和齿轮的振动 10) 当加工少齿数齿轮时,剃齿刀正变位置偏大和轴交角过大	1) 及时刃磨剃齿刀,保持切削刃锋利 2) 准确调整机床和提高刀具安装精度 3) 合理选择切削用量 4) 合理选用切削液 5) 正确安装、紧固工件

(2) 轮齿接触区的偏差与修正方法(表 6-56)

表 6 56 轮齿接触区的偏差与修正方法

接触区的形式和分布		接触区修正方法	接触区的形式和分布		接触区修正方法
	在齿宽中部接触	理想接触区		齿端接触,轮齿有螺旋角误差和锥度	改变轴交角,修正工件轴线对剃齿刀轴线的平行度
	齿顶和齿根接触较宽中间缺口	修正剃齿刀的齿形		沿齿宽接触较长	增大轮齿的鼓形度,调整工作台摇摆机构
	沿齿廓高度接触较窄	修正剃齿刀的齿形		在齿端接触	增大工作台的行程长度
	齿廓顶部接触	修正剃齿刀的齿形		点接触,滚齿表面粗糙	减低滚齿表面粗糙度参数值
	齿廓根部接触	减小轮齿的鼓形度,调整工作台摇摆机构		在齿顶和齿面上划痕,齿面粗糙度较大	刃磨剃齿刀,改用切削液,增大周围速度和轴交角,减小纵向进给量
	沿齿宽接触较短	减小轮齿的鼓形度,调整工作台摇摆机构			

六、挂轮表(6-57)

表 6 57 挂轮表

传动比	交换齿轮				传动比	交换齿轮				传动比	交换齿轮			
	z_1	z_2	z_3	z_4		z_1	z_2	z_3	z_4		z_1	z_2	z_3	z_4
14.40000	100	25	90	25	7.00000	100	25	70	40	5.23810	100	30	55	35
12.80000	100	25	80	25	6.85714	100	25	60	35					
12.00000	100	25	90	30	6.72000	70	25	60	25	5.23636	90	25	80	55
11.52000	90	25	80	25						5.14286	100	25	90	70
11.20000	100	25	70	25	6.66667	100	30	80	40	5.13333	70	25	55	30
					6.60000	90	25	55	30	5.12000	80	25	40	25
10.66667	100	25	80	30	6.54545	100	25	90	55	5.09091	100	25	70	55
10.28571	100	25	90	35	6.42857	100	35	90	40					
10.08000	90	25	70	25	6.40000	100	25	80	50	5.04000	90	25	70	50
9.60000	100	25	60	25						5.02857	80	25	55	35
9.33333	100	25	70	30	6.30000	90	25	70	40	5.00000	100	30	90	60
					6.28571	100	25	55	35	4.95000	90	25	55	40
9.14286	100	25	80	35	6.17143	90	25	60	35	4.84848	100	30	80	55
9.00000	100	25	90	40	6.16000	70	25	55	25					
8.96000	80	25	70	25	6.00000	100	25	90	60	4.80000	100	25	60	50
8.80000	100	25	55	25						4.76190	100	30	50	35
8.64000	90	25	60	25	5.86667	80	25	55	30	4.71429	90	30	55	35
					5.83333	100	30	70	40	4.67532	100	35	90	55
8.57143	100	30	90	35	5.81818	100	25	80	55	4.66667	100	25	70	60
8.40000	90	25	70	30	5.76000	90	25	80	50					
8.22857	90	25	80	35	5.71429	100	35	80	40	4.58333	100	30	55	40
8.00000	100	25	80	40						4.58182	90	25	70	55
7.92000	90	25	55	25	5.65714	90	25	55	35	4.57143	100	25	80	70
					5.60000	100	25	70	50	4.50000	100	25	90	80
7.68000	80	25	60	25	5.50000	100	25	55	40	4.48000	80	25	70	50
7.61905	100	30	80	35	5.48571	80	25	60	35					
7.50000	100	30	90	40	5.45455	100	30	90	55	4.44444	100	30	80	60
7.46667	80	25	70	30						4.40000	100	25	55	50
7.33333	100	25	55	30	5.40000	90	25	60	40	4.36364	100	25	60	55
					5.33333	100	25	80	60	4.32000	90	25	60	50
7.20000	100	25	90	50	5.28000	60	25	55	25	4.28571	100	30	90	70
7.04000	80	25	55	25	5.25000	90	30	70	40					

续表 6-57

传动比	交换齿轮				传动比	交换齿轮				传动比	交换齿轮			
	z_1	z_2	z_3	z_4		z_1	z_2	z_3	z_4		z_1	z_2	z_3	z_4
4.26667	80	25	40	30	3.57143	100	35	50	40	2.93878	90	35	80	70
4.24242	100	30	70	55	3.55556	100	25	80	90	2.93333	80	25	55	60
4.20000	90	25	70	60	3.53571	90	35	55	40	2.91667	100	30	70	80
1.19048	80	30	55	35	3.52000	80	25	55	50	2.90909	100	50	80	55
4.16667	100	30	50	40	3.50000	100	25	70	80	2.88000	90	25	80	100
4.15584	100	35	80	55	3.49091	80	25	60	55	2.86364	90	40	70	55
4.12500	90	30	55	40	3.42857	100	25	60	70	2.85714	100	35	90	90
4.11429	90	25	80	70	3.39394	80	30	70	55	2.82857	90	25	55	70
4.09091	100	40	90	55	3.36000	70	25	60	50	2.81250	100	40	90	80
4.07273	80	25	70	55	3.33333	100	30	90	90	2.80519	90	35	60	55
4.00000	100	25	90	90	3.30000	90	25	55	60	2.80000	100	25	70	100
3.96000	90	25	55	50	3.27273	100	50	90	55	2.77778	100	30	50	60
3.92857	100	35	55	40	3.26667	70	25	35	30	2.75000	100	25	55	80
3.92727	90	25	60	55	3.26531	100	35	80	70	2.74286	80	25	60	70
3.92000	70	25	35	25	3.21429	100	35	90	80	2.72727	100	55	90	60
3.88889	100	30	70	60	3.20833	70	30	55	40	2.70000	90	25	60	80
3.85714	90	35	60	40	3.20000	100	25	80	100	2.66667	100	30	80	100
3.85000	70	25	55	40	3.18182	100	40	70	55	2.64000	60	25	55	50
3.84000	80	25	60	50	3.15000	90	25	70	80	2.62500	90	30	70	80
3.81818	90	30	70	55	3.14286	100	25	55	70	2.61905	100	30	55	70
3.80952	100	30	80	70	3.11688	100	35	60	55	2.61818	90	50	80	55
3.77143	60	25	55	35	3.11111	100	25	70	90	2.59740	100	35	50	55
3.75000	100	30	90	80	3.08571	90	25	60	70	2.59259	100	30	70	90
3.74026	90	35	80	55	3.08000	70	25	55	50	2.57143	100	35	90	100
3.73333	80	25	70	60	3.05556	100	30	55	60	2.56667	70	25	55	60
3.67347	100	35	90	70	3.05455	70	25	60	55	2.56000	80	25	40	50
3.66667	100	25	55	60	3.04762	80	30	40	35	2.54545	100	50	70	55
3.65714	80	25	40	35	3.03030	100	30	50	55	2.53968	100	35	80	90
3.63636	100	40	80	55	3.00000	100	30	90	100	2.52000	90	25	70	100
3.60000	100	25	90	100	2.96296	100	30	80	90	2.51429	80	25	55	70

续表 6-57

传动比	交换齿轮				传动比	交换齿轮				传动比	交换齿轮			
	z_1	z_2	z_3	z_4		z_1	z_2	z_3	z_4		z_1	z_2	z_3	z_4
2.50000	100	40	90	90	2.13333	80	25	60	90	1.88571	60	25	55	70
2.49351	80	35	60	55	2.12121	100	55	70	60	1.87500	100	60	90	80
2.18889	80	25	70	90	2.10000	90	30	70	100	1.87013	90	55	80	70
2.47500	90	25	35	80	2.09524	80	30	55	70	1.86667	80	30	70	100
2.45455	90	40	60	55	2.08333	100	30	50	80	1.85185	100	30	50	90
2.45000	70	25	35	40	2.07792	100	55	80	70	1.83673	90	35	50	70
2.44898	100	35	60	70	2.07407	80	30	70	90	1.83333	100	30	55	100
2.44444	100	25	55	90	2.06250	90	30	55	80	1.82857	80	25	40	70
2.42424	100	55	80	60	2.05714	90	35	80	100	1.81818	100	55	90	90
2.40000	100	25	60	100	2.04545	100	55	90	80	1.80000	100	50	90	100
2.38095	100	30	50	70	2.04167	70	30	35	10	1.79592	80	35	55	70
2.35714	90	30	55	70	2.04082	100	35	50	70	1.78571	100	35	50	80
2.33766	100	55	90	70	2.03704	100	30	55	90	1.78182	70	25	35	55
2.33333	100	30	70	100	2.03636	80	50	70	55	1.77778	100	50	80	90
2.32727	80	25	40	55	2.02041	90	35	55	70	1.76786	90	35	55	80
2.29167	100	30	55	80	2.00000	100	50	90	90	1.76000	80	25	55	100
2.29091	90	50	70	55	1.98000	90	25	55	100	1.75000	100	40	70	100
2.28571	100	35	80	100	1.96875	90	40	70	80	1.74603	100	35	55	90
2.27273	100	40	50	55	1.96429	100	35	55	80	1.74545	80	50	60	55
2.25000	100	40	90	100	1.96364	90	50	60	55	1.71875	100	40	55	80
2.24490	100	35	55	70	1.96000	70	25	35	50	1.71429	100	35	60	100
2.24000	80	25	70	100	1.95918	80	35	60	70	1.71111	70	25	55	90
2.22222	100	40	80	90	1.95556	80	25	55	90	1.69697	80	55	70	60
2.20408	90	35	60	70	1.94444	100	40	70	90	1.68750	90	40	60	80
2.20000	100	25	55	100	1.93939	80	30	40	55	1.68000	70	25	60	100
2.18750	100	40	70	80	1.92857	90	35	60	80	1.66667	100	60	90	90
2.18182	100	50	60	55	1.92500	70	25	55	80	1.66234	80	35	40	55
2.16000	90	25	60	100	1.92000	80	25	60	100	1.65000	90	30	55	100
2.14286	100	60	90	70	1.90909	90	55	70	60	1.63636	100	55	90	100
2.13889	70	30	55	60	1.90476	100	60	80	70	1.63333	70	25	35	60

续表 6-57

传动比	交换齿轮				传动比	交换齿轮				传动比	交换齿轮			
	z_1	z_2	z_3	z_4		z_1	z_2	z_3	z_4		z_1	z_2	z_3	z_4
1.63265	100	35	40	70	1.42593	70	30	55	90	1.25000	100	80	90	90
1.62963	80	30	55	90	1.42222	80	25	40	90	1.24675	80	55	60	70
1.61616	100	55	80	90	1.41429	90	35	55	100	1.24444	80	50	70	90
1.60714	100	70	90	80	1.41414	100	55	70	90	1.23750	90	40	55	100
1.60417	70	30	55	80	1.40625	90	40	50	80	1.22727	90	55	60	80
1.60000	100	50	80	100	1.40260	90	55	60	70	1.22500	70	25	35	80
1.59091	100	55	70	80	1.40000	100	50	70	100	1.22449	100	35	30	70
1.58730	100	35	50	90	1.39683	80	35	55	90	1.22222	100	50	55	90
1.57500	90	40	70	100	1.38889	100	40	50	90	1.21212	100	55	60	90
1.57143	100	35	55	100	1.37565	100	40	55	100	1.20313	70	40	55	80
1.56250	100	40	50	80	1.37143	80	35	60	100	1.20000	100	50	60	100
1.55844	100	55	60	70	1.36364	100	55	60	80	1.19048	100	60	50	70
1.55556	100	50	70	90	1.36111	70	30	35	60	1.18519	80	30	40	90
1.54688	90	40	55	80	1.35000	90	40	60	100	1.17857	90	60	55	70
1.54286	90	35	60	100	1.34694	60	35	55	70	1.16883	90	55	50	70
1.54000	70	25	55	100	1.33333	100	60	80	100	1.16667	100	60	70	100
1.52778	100	40	55	90	1.32000	60	25	55	100	1.16364	80	50	40	55
1.52727	70	50	60	55	1.31250	90	60	70	80	1.14583	100	60	55	80
1.52381	80	35	60	90	1.30952	100	60	55	70	1.14545	90	55	70	100
1.51515	100	55	50	60	1.30909	90	55	80	100	1.14286	100	70	80	100
1.50000	100	60	90	100	1.30612	80	35	40	70	1.13636	100	55	50	80
1.48485	70	30	35	55	1.29870	100	55	50	70	1.13131	80	55	70	90
1.48148	100	60	80	90	1.29630	100	60	70	90	1.12500	100	80	90	100
1.46939	90	35	40	70	1.28571	100	70	90	100	1.12245	55	35	50	70
1.46667	80	30	55	100	1.28333	70	30	55	100	1.12000	80	50	70	100
1.45833	100	60	70	80	1.28000	80	25	40	100	1.11364	70	40	35	55
1.45455	100	55	80	100	1.27273	100	55	70	100	1.11111	100	80	80	90
1.44000	90	50	80	100	1.26984	100	70	80	90	1.10204	90	35	30	70
1.43182	90	55	70	80	1.26000	90	50	70	100	1.10000	100	50	55	100
1.42857	100	70	90	90	1.25714	80	35	55	100	1.09375	100	40	35	80

续表 6-57

传动比	交换齿轮				传动比	交换齿轮				传动比	交换齿轮			
	z_1	z_2	z_3	z_4		z_1	z_2	z_3	z_4		z_1	z_2	z_3	z_4
1.09091	100	55	60	100	0.96970	80	55	60	90	0.84375	90	40	30	80
1.08889	70	25	35	90	0.96429	90	70	60	80	0.84000	70	50	60	100
1.08000	90	50	60	100	0.96250	70	40	55	100	0.83333	100	80	60	90
1.07143	100	70	60	80	0.96000	80	50	60	100	0.83117	80	55	40	70
1.06944	70	40	55	90	0.95455	90	55	35	60	0.82500	90	60	55	100
1.06667	80	50	60	90	0.95238	100	70	60	90	0.81818	90	55	50	100
1.06061	100	55	35	60	0.94286	60	35	55	100	0.81667	70	30	35	100
1.05000	90	60	70	100	0.93750	100	40	30	80	0.81633	80	35	25	70
1.4762	80	60	55	70	0.93506	90	55	40	70	0.81481	80	60	55	90
1.04167	100	60	50	80	0.93333	80	60	70	100	0.80808	100	55	40	90
1.03896	100	55	40	70	0.92593	100	60	50	90	0.80357	90	70	50	80
1.03704	80	60	70	90	0.91837	90	35	25	70	0.80208	70	60	55	80
1.03125	90	60	55	80	0.91667	100	60	55	100	0.80000	100	50	40	100
1.02857	90	70	80	100	0.91429	80	35	40	100	0.79545	100	55	35	80
1.02273	90	55	50	80	0.90909	100	55	50	100	0.79365	100	70	50	90
1.02083	70	30	35	80	0.90741	70	30	35	90	0.78750	90	80	70	100
1.02041	100	35	25	70	0.90000	90	80	80	100	0.78571	100	70	55	100
1.01852	100	60	55	90	0.89796	55	35	40	70	0.78125	100	40	25	80
1.01818	80	55	70	100	0.89286	100	70	50	80	0.77922	100	55	30	70
1.01587	80	35	40	90	0.89091	70	50	35	55	0.77778	100	90	70	100
1.01010	100	55	50	90	0.88889	100	90	80	100	0.77143	90	70	60	100
1.00000	100	90	90	100	0.88393	90	70	55	80	0.77000	70	50	55	100
0.99000	90	50	55	100	0.88000	80	50	55	100	0.76563	70	40	35	80
0.98438	90	40	35	80	0.87500	100	80	70	100	0.76389	100	80	55	90
0.98214	100	70	55	80	0.87302	100	70	55	90	0.76364	70	55	60	100
0.98182	90	55	60	100	0.87273	80	55	60	100	0.76190	80	70	60	90
0.98000	70	25	35	100	0.85938	55	40	50	80	0.75758	100	55	25	60
0.97959	80	35	30	70	0.85714	100	70	60	100	0.75000	100	80	60	100
0.97778	80	50	55	90	0.85556	70	50	55	90	0.74242	70	55	35	60
0.97222	100	80	70	90	0.84848	80	55	35	60	0.74074	100	60	40	90

续表 6-57

传动比	交换齿轮				传动比	交换齿轮				传动比	交换齿轮			
	z_1	z_2	z_3	z_4		z_1	z_2	z_3	z_4		z_1	z_2	z_3	z_4
0.73469	60	35	30	70	0.64167	70	60	55	100	0.56000	80	50	35	100
0.73333	80	60	55	100	0.64000	80	50	40	100	0.55682	70	55	35	90
0.72917	100	60	35	80	0.63636	100	55	35	100	0.55556	100	90	50	100
0.72727	100	55	40	100	0.63492	100	70	40	90	0.55000	90	90	55	100
0.72000	90	50	40	100	0.63000	90	50	35	100	0.54688	70	40	25	80
0.71591	90	55	35	80	0.62857	80	70	55	100	0.54545	100	55	30	100
0.71429	100	70	50	100	0.62500	100	80	50	100	0.54444	70	50	35	90
0.71296	70	60	55	90	0.62338	80	55	30	70	0.54000	90	50	30	100
0.71111	80	50	40	90	0.62222	80	90	70	100	0.53571	100	70	30	80
0.70707	100	55	35	90	0.61875	90	80	55	100	0.53472	70	80	55	90
0.70313	90	40	25	80	0.61364	90	55	30	80	0.53333	80	90	60	100
0.70130	90	55	30	70	0.61250	70	40	35	100	0.53030	70	55	25	80
0.70000	100	50	35	100	0.61224	60	35	25	70	0.52500	90	60	35	100
0.69841	80	70	55	90	0.61111	100	90	55	100	0.52381	60	70	55	90
0.69444	100	80	50	90	0.60606	100	55	30	90	0.52083	100	60	25	80
0.68750	100	80	55	100	0.60156	55	40	35	80	0.51948	80	55	25	70
0.68571	80	70	60	100	0.60000	100	50	30	100	0.51852	80	60	35	90
0.68182	100	55	30	80	0.59524	100	60	25	70	0.51563	55	40	30	80
0.68056	70	40	35	90	0.59259	80	60	40	90	0.51429	90	70	40	100
0.67500	90	80	60	100	0.58929	60	70	55	80	0.51136	90	55	25	80
0.67347	55	35	30	70	0.58442	90	55	25	70	0.51042	70	60	35	80
0.66667	100	90	60	100	0.58333	100	60	35	100	0.51020	50	35	25	70
0.66000	60	50	55	100	0.58182	80	55	40	100	0.50926	55	60	50	90
0.65625	90	60	35	80	0.57292	55	60	50	80	0.50909	80	55	35	100
0.65476	55	60	50	70	0.57273	90	55	35	100	0.50794	80	70	40	90
0.65455	90	55	40	100	0.57143	100	70	40	100	0.50505	100	55	25	90
0.64935	100	55	25	70	0.56818	100	55	25	80	0.50000	100	80	40	100
0.64815	100	60	35	90	0.56566	80	55	35	90	0.49495	70	55	35	90
0.64646	80	55	40	90	0.56250	90	80	50	100	0.49107	55	70	50	80
0.64286	90	70	50	100	0.56122	55	35	25	70	0.49091	90	55	35	100

续表 6.57

传动比	交换齿轮				传动比	交换齿轮				传动比	交换齿轮			
	z_1	z_2	z_3	z_4		z_1	z_2	z_3	z_4		z_1	z_2	z_3	z_4
0.49000	70	50	35	100	0.42424	70	55	30	90	0.36000	60	50	30	100
0.48980	40	35	30	70	0.42000	70	50	30	100	0.35714	100	70	25	100
0.48889	80	90	55	100	0.41667	100	80	30	90	0.35648	55	60	35	90
0.48611	100	80	35	90	0.41250	60	80	55	100	0.35556	80	90	40	100
0.48485	80	55	30	90	0.40909	90	55	25	100	0.35354	70	55	25	90
0.48214	90	70	30	80	0.40833	70	60	35	100	0.35000	90	90	35	100
0.48125	70	80	55	100	0.40816	40	35	25	70	0.34921	55	70	40	90
0.48000	80	50	30	100	0.40711	55	60	40	90	0.34722	100	80	25	90
0.47727	70	55	30	80	0.40404	80	55	25	90	0.34375	55	80	50	100
0.47619	100	70	30	90	0.40179	90	70	25	80	0.34286	80	70	30	100
0.47143	60	70	55	100	0.40104	55	60	35	80	0.34091	60	55	25	80
0.46875	90	60	25	80	0.40000	90	90	40	100	0.34028	70	80	35	90
0.46753	60	55	30	70	0.39773	70	55	25	80	0.33750	90	80	30	100
0.46667	80	60	35	100	0.39683	100	70	25	90	0.33333	100	90	30	100
0.46296	100	60	25	90	0.39375	90	80	35	100	0.33000	55	50	30	100
0.45833	60	80	55	90	0.39286	55	70	50	100	0.32813	35	40	30	80
0.45714	80	70	40	100	0.39063	50	40	25	80	0.32738	55	60	25	70
0.45455	100	55	25	100	0.38961	60	55	25	70	0.32727	60	55	30	100
0.45370	70	60	35	90	0.38889	100	90	35	100	0.32468	50	55	25	70
0.45000	90	80	40	100	0.38571	90	70	30	100	0.32407	70	60	25	90
0.44643	100	70	25	80	0.38500	55	50	35	100	0.32143	90	70	25	100
0.44545	70	55	35	100	0.38194	55	80	50	90	0.32083	55	60	35	100
0.44444	100	90	40	100	0.38182	70	55	30	100	0.31818	70	55	25	100
0.44000	55	50	40	100	0.38095	80	70	30	90	0.31746	80	70	25	90
0.43750	100	80	35	100	0.37879	50	55	25	60	0.31429	55	70	40	100
0.43651	55	70	50	90	0.37500	100	80	30	100	0.31250	100	80	25	100
0.43636	80	55	30	100	0.37037	80	60	25	90	0.31169	40	55	30	70
0.42969	55	40	25	80	0.36667	60	90	55	100	0.31111	80	90	35	100
0.42857	100	70	30	100	0.36458	70	60	25	80	0.30625	70	80	35	100
0.42778	70	90	55	100	0.36364	80	55	25	100	0.30612	30	35	25	70

续表 6-57

传动比	交换齿轮				传动比	交换齿轮				传动比	交换齿轮			
	z_1	z_2	z_3	z_4		z_1	z_2	z_3	z_4		z_1	z_2	z_3	z_4
0.30556	55	90	50	100	0.25253	50	55	25	90	0.19886	35	55	25	80
0.30303	60	55	25	90	0.25000	90	90	25	100	0.19841	50	70	25	90
0.30000	90	90	30	100	0.24554	55	70	25	80	0.19643	55	70	25	100
0.29762	50	60	25	70	0.24444	55	90	40	100	0.19531	25	40	25	80
0.29461	55	70	30	80	0.24306	70	80	25	90	0.19481	30	55	25	70
0.29167	70	80	30	90	0.24242	40	55	30	90	0.19444	70	90	25	100
0.28646	55	60	25	80	0.24063	55	80	35	100	0.19097	55	80	25	90
0.28571	80	70	25	100	0.24000	40	50	30	100	0.19091	35	55	30	100
0.28409	50	55	25	80	0.23864	35	55	30	80	0.19048	40	70	30	90
0.28283	40	55	35	90	0.23810	60	70	25	90	0.18939	25	55	25	60
0.28125	90	80	25	100	0.23571	55	70	30	100	0.18750	60	80	25	100
0.28000	40	50	35	100	0.23138	30	40	25	80	0.18519	40	60	25	90
0.27778	100	90	25	100	0.23333	70	90	30	100	0.18333	55	90	30	100
0.27500	55	80	40	100	0.23148	50	60	25	90	0.18229	35	60	25	80
0.27344	35	40	25	80	0.22917	55	80	30	90	0.18182	40	55	25	100
0.27273	60	55	25	100	0.22727	50	55	25	100	0.17857	50	70	25	100
0.27222	70	90	35	100	0.22500	60	80	30	100	0.17677	35	55	25	90
0.26786	60	70	25	80	0.22321	50	70	25	80	0.17500	40	80	35	100
0.26736	55	80	35	90	0.22222	80	90	25	100	0.17361	50	80	25	90
0.26667	80	90	30	100	0.21875	70	80	25	100	0.17188	55	80	25	100
0.26515	35	55	25	60	0.21825	55	70	25	90	0.17143	40	70	30	100
0.26250	70	80	30	100	0.21818	40	55	30	100	0.17045	30	55	25	80
0.26190	55	70	30	90	0.21429	60	70	25	100	0.16667	60	90	25	100
0.26042	50	60	25	80	0.21389	55	90	35	100	0.16234	25	55	25	70
0.25974	40	55	25	70	0.21212	35	55	30	90	0.16204	35	60	25	90
0.25926	40	60	35	90	0.21000	35	50	30	100	0.15909	35	55	25	100
0.25714	60	70	30	100	0.20833	60	80	25	90	0.15873	40	70	25	90
0.25510	25	35	25	70	0.20625	55	80	30	100	0.15625	50	80	25	100
0.25463	55	60	25	90	0.20202	40	55	25	90	0.15556	40	90	35	100
0.25455	40	55	35	100	0.20000	60	90	30	100	0.15278	55	90	25	100

续表 6-57

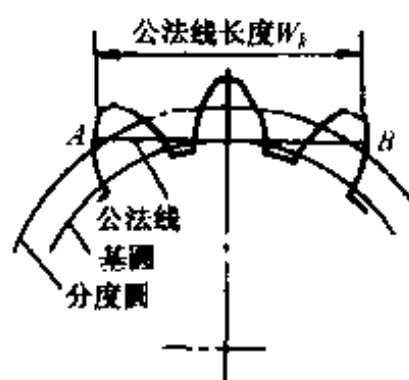
传动比	交换齿轮				传动比	交换内轮				传动比	交换内轮			
	z_1	z_2	z_3	z_4		z_1	z_2	z_3	z_4		z_1	z_2	z_3	z_4
0.15152	30	55	25	90	0.13021	25	60	25	80	0.10714	30	70	25	100
0.15000	40	80	30	100	0.12626	25	55	25	90	0.10417	30	80	25	90
0.14881	25	60	25	70	0.12500	10	80	25	100	0.09921	25	70	25	90
0.14583	35	80	30	90	0.12153	35	80	25	90	0.09722	35	90	25	100
0.14286	40	70	25	100	0.11905	30	70	25	90	0.09375	30	80	25	100
0.14205	25	55	25	80	0.11667	35	90	30	100	0.08929	25	70	25	100
0.13889	50	90	25	100	0.11571	25	60	25	90	0.08681	25	80	25	90
0.13636	30	55	25	100	0.11361	25	55	25	100	0.08333	30	90	25	100
0.13393	30	70	25	80	0.11161	25	70	25	80	0.07813	25	80	25	100
0.13333	40	90	30	100	0.11111	40	90	25	100	0.06944	25	90	25	100
0.13125	35	80	30	100	0.10938	35	80	25	100					

七、齿轮的测量

1. 标准直齿圆柱齿轮公法线长度测量

(1) 公法线长度计算公式(表 6-58)

表 6-58 公法线长度计算公式(简化后)



α (压力角)	W_k (公法线长度)/mm	k (跨越齿数)
20°	$W_k = m \cos 20^\circ [\pi(n-0.5) + 0.0149z]$ $= m \times [2.952(n-0.5) + 0.014z]$	$k = \frac{\alpha}{180^\circ} z + 0.5$ $= 0.111z + 0.5$
$14 \frac{1}{2}^\circ$	$W_k = m \cos 14 \frac{1}{2}^\circ [\pi(n-0.5) + 0.00555z]$ $= m \times [3.0415(n-0.5) + 0.00537z]$	$k = \frac{\alpha}{180^\circ} z + 0.5$ $= 0.08z + 0.5$

(2) 标准直齿圆柱齿轮公法线长度数值表(表 6-59)

表 6 59 标准直齿圆柱齿轮公法线长度数值表

 $(m=1, \alpha=20^\circ)$

被测齿轮 总齿数 z	跨越 齿数 k	公法线 长度值 W_k/mm	被测齿轮 总齿数 z	跨越 齿数 k	公法线 长度值 W_k/mm	被测齿轮 总齿数 z	跨越 齿数 k	公法线 长度值 W_k/mm
10	2	4.5683	42	5	13.8728	74	9	26.1295
11	2	4.5823	43	5	13.8868	75	9	26.1435
12	2	4.5963	44	5	13.9008	76	9	26.1575
13	2	4.6103	45	5	13.9148	77	9	26.1715
14	2	4.6243	46	6	16.8810	78	9	26.1855
15	2	4.6383	47	6	16.8950	79	9	26.1995
16	2	4.6523	48	6	16.9090	80	9	26.2135
17	2	4.6663	49	6	16.9230	81	9	26.2275
18	2	4.6803	50	6	16.9370	82	10	29.1937
19	3	7.6464	51	6	16.9510	83	10	29.2077
20	3	7.6604	52	6	16.9650	84	10	29.2217
21	3	7.6744	53	6	16.9790	85	10	29.2357
22	3	7.6884	54	6	16.9930	86	10	29.2497
23	3	7.7025	55	7	19.9591	87	10	29.2637
24	3	7.7165	56	7	19.9732	88	10	29.2777
25	3	7.7305	57	7	19.9872	89	10	29.2917
26	3	7.7445	58	7	20.0012	90	10	29.3057
27	3	7.7585	59	7	20.0152	91	11	32.2719
28	4	10.7246	60	7	20.0292	92	11	32.2859
29	4	10.7386	61	7	20.0432	93	11	32.2999
30	4	10.7526	62	7	20.0572	94	11	32.3139
31	4	10.7666	63	7	20.0712	95	11	32.3279
32	4	10.7806	64	8	23.0373	96	11	32.3419
33	4	10.7946	65	8	23.0513	97	11	32.3559
34	4	10.8086	66	8	23.0653	98	11	32.3699
35	4	10.8226	67	8	23.0793	99	11	32.3839
36	4	10.8367	68	8	23.0933	100	12	35.3500
37	5	13.8028	69	8	23.1074	101	12	35.3641
38	5	13.8168	70	8	23.1214	102	12	35.3781
39	5	13.8308	71	8	23.1354	103	12	35.3921
40	5	13.8448	72	8	23.1494	104	12	35.4061
41	5	13.8588	73	9	26.1155	105	12	35.4201

续表 6-59

被测齿轮 总齿数 z	跨越 齿数 k	公法线 长度值 W_k/mm	被测齿轮 总齿数 z	跨越 齿数 k	公法线 长度值 W_k/mm	被测齿轮 总齿数 z	跨越 齿数 k	公法线 长度值 W_k/mm
106	12	35.4311	138	16	47.6908	170	19	56.9954
107	12	35.4481	139	16	47.7048	171	19	57.0091
108	12	35.5572	140	16	47.7188	172	20	59.9755
109	13	38.4282	141	16	47.7328	173	20	59.9895
110	13	38.4422	142	16	47.7468	174	20	60.0035
111	13	38.4563	143	16	47.7608	175	20	60.0175
112	13	38.4703	144	16	47.7748	176	20	60.0315
113	13	38.4843	145	17	50.7410	177	20	60.0456
114	13	38.4983	146	17	50.7550	178	20	60.0596
115	13	38.5123	147	17	50.7690	179	20	60.0736
116	13	38.5263	148	17	50.7830	180	20	60.0876
117	13	38.5403	149	17	50.7970	181	21	63.0537
118	14	41.5064	150	17	50.8110	182	21	63.0677
119	14	41.5205	151	17	50.8250	183	21	63.0817
120	14	41.5344	152	17	50.8390	184	21	63.0957
121	14	41.5484	153	17	50.8530	185	21	63.1097
122	14	41.5625	154	18	53.8192	186	21	63.1237
123	14	41.5765	155	18	53.8332	187	21	63.1377
124	14	41.5905	156	18	53.8472	188	21	63.1517
125	14	41.6045	157	18	53.8612	189	21	63.1657
126	14	41.6185	158	18	53.8752	190	22	66.1319
127	15	44.5846	159	18	53.8892	191	22	66.1459
128	15	44.5986	160	18	53.9032	192	22	66.1599
129	15	44.6126	161	18	53.9172	193	22	66.1739
130	15	44.6266	162	18	53.9312	194	22	66.1879
131	15	44.6406	163	19	56.8973	195	22	66.2019
132	15	44.6546	164	19	56.9113	196	22	66.2159
133	15	44.6686	165	19	56.9254	197	22	66.2299
134	15	44.6826	166	19	56.9394	198	22	66.2439
135	15	44.6966	167	19	56.9534	199	23	69.2101
136	16	47.6628	168	19	56.9674	200	23	69.2241
137	16	47.6768	169	19	56.9814			

注:1. 若模数 m 不等于 1, 其 W_k 值等于表中的 W_k 值乘 m 。

2. 内齿轮公法线长度, 可以按上表查得, 测量方法如图 6-12。



图 6-12 内齿轮公法线的测量

(3) 径节齿轮公法线长度数值表(表 6-60)

表 6-60 径节齿轮公法线长度数值表

$$(P=1 \text{ mm}, \alpha=14 \frac{1}{2}^{\circ})$$

被测齿轮 总齿数 z	跨越 齿数 k	公法线 长度值 W_k/mm	被测齿轮 总齿数 z	跨越 齿数 k	公法线 长度值 W_k/mm	被测齿轮 总齿数 z	跨越 齿数 k	公法线 长度值 W_k/mm
12	2	117.518	42	4	276.118	72	6	434.718
13		117.654	43		276.254	73		434.855
14		117.791	44		276.391	74		434.991
15		117.927	45		276.527	75		512.382
16		118.064	46		276.664	76		512.518
17		118.200	47		276.800	77		512.654
18		118.336	48		276.936	78		512.791
19		118.473	49		277.073	79		512.927
20		118.609	50		354.463	80		513.063
21		118.746	51		354.600	81		513.200
22		118.882	52		354.736	82		513.336
23		119.018	53		354.873	83		513.473
24	119.155	54	355.009	84	513.609			
25	3	196.545	55	5	355.145	85	7	513.745
26		196.682	56		355.282	86		513.882
27		196.818	57		355.418	87		514.018
28		196.954	58		355.555	88		591.409
29		197.091	59		355.691	89		591.545
30		197.227	60		355.827	90		591.682
31		197.364	61		355.964	91		591.818
32		197.500	62		356.100	92		591.954
33		197.636	63		433.491	93		592.091
34		197.773	64		433.627	94		592.227
35		197.909	65		433.763	95		592.364
36		198.046	66		433.900	96		592.500
37	198.182	67	434.036	97	592.636			
38	4	275.572	68	6	434.173	98	8	592.773
39		275.709	69		434.309	99		592.909
40		275.845	70		434.445	100		593.046
41		275.982	71		434.582			

注:若径节 P 不等于 1, 其 W_k 值等于表中的 W_k 值被 P 除。

(4) 斜齿圆柱齿轮公法线长度测量

① 公法线长度及跨测齿数计算公式

公法线长度:

$$W_{kn} = m_n \cos \alpha_n [\pi(n - 0.5) + z \operatorname{inv} \alpha_n]$$

式中: W_{kn} —— 法向公法线长度(mm); m_n —— 法向模数; α_n —— 法向压力角($^\circ$); α_s —— 端面压力角($^\circ$);

inv —— 渐开线函数;

 n —— 跨测齿数。一般加工时图样上给出 α_n , 因此可用下面公式计算出 α_s :

$$\tan \alpha_s = \frac{\tan \alpha_n}{\cos \beta}$$

式中: β —— 螺旋角($^\circ$)。

跨测齿数:

$$n = \frac{\alpha_s z}{180^\circ \cos^3 \beta} + 0.5$$

注意: 齿宽 $b \geq W_{kn} \sin \beta$, 才能测量。测量时要在法线上进行(图 6-13)。

[例] 已知一斜齿轮 $z=26$, $m_n=3.25$, $\alpha_n=20^\circ$, 螺旋角 $\beta=21^\circ 47' 12''$ 。求该齿轮的公法线长度 W_{kn} 以及跨测齿数 k 。

[解] 先求出 α_s :

$$\tan \alpha_s = \frac{\tan \alpha_n}{\cos \beta} = \frac{\tan 20^\circ}{\cos 21^\circ 47' 12''} = 0.39196$$

则 $\alpha_s = 21^\circ 24' 11''$ 再求跨测齿数 n :

$$n = \frac{\alpha_s z}{180^\circ \cos^3 \beta} + 0.5 = \frac{21^\circ 24' 11''}{180^\circ} \times \frac{26}{\cos^3 21^\circ 47' 12''} + 0.5 = 3.863 \approx 4$$

由渐开线函数表中查得:

$$\operatorname{inv} \alpha_s = \operatorname{inv} 21^\circ 24' 11'' = 0.0184$$

将上面所得数值代入公法线计算公式:

$$\begin{aligned} W_{kn} &= m_n \cos \alpha_n [\pi(n - 0.5) + z \operatorname{inv} \alpha_n] \\ &= 3.25 \cos 20^\circ [3.1416(4 - 0.5) + 26 \times 0.0184] \text{mm} \\ &= 35.042 \text{mm} \end{aligned}$$

2) 渐开线函数表(6-61)

(5) 公法线平均长度偏差及公差

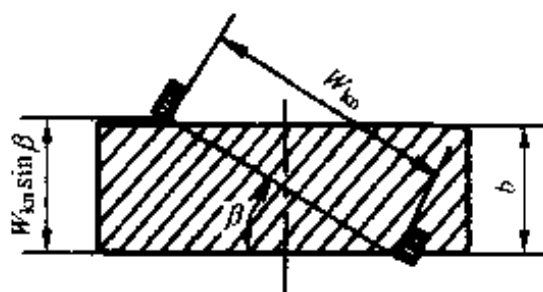
① 外齿轮公法线平均长度上偏差 E_{wms} , 内齿轮公法线平均长度下偏差 E_{wmi} (表 6-62)

图 6-13 $b < W_{kn} \sin \beta$ 时斜齿轮不能测量公法线长度示意图

表 6-61 渐开线函数表

α (°)	各行前几位 相同的数字	0'	5'	10'	15'	20'	25'	30'	35'	40'	45'	50'	55'
1	0.000	00177	00225	00281	00346	00420	00504	00598	00704	00821	00950	01092	01248
2	0.000	01418	01603	01804	02020	02253	02503	02771	03058	03364	03689	04035	04402
3	0.000	04790	05201	05634	06091	06573	07079	07610	08167	08751	09362	10000	10668
4	0.000	11364	12090	12847	13634	14453	15305	16189	17107	18059	19045	20067	21125
5	0.000	22220	23552	24522	25731	26978	28266	29594	30963	32374	33827	35324	36864
6	0.00	03845	04008	04175	04347	04524	04706	04897	05093	05280	05481	05687	05898
7	0.00	06115	06337	06564	06797	07035	07279	07528	07783	08041	08310	08582	08861
8	0.00	09145	09435	09732	10034	10343	10559	10980	11308	11643	11984	12332	12687
9	0.00	13048	13416	13792	14174	14563	14960	15363	15774	16193	16618	17051	17492
10	0.00	17941	18397	18860	19332	19812	20299	20795	21299	21810	22330	22859	23396
11	0.00	23941	24495	25057	25628	26208	26797	27394	28001	28616	29241	29875	30518
12	0.00	31171	31832	32504	33185	33875	34575	35285	36005	36735	37474	38221	38984
13	0.00	39751	40534	41325	42126	42938	43760	44593	45437	46291	47157	48033	48921
14	0.00	49819	50729	51650	52582	53526	54482	55448	56427	57417	58420	59434	60460
15	0.00	61498	62548	63611	64686	65773	66873	67985	69110	70248	71398	72561	73738
16	0.0	07493	07613	07735	07857	07982	08107	08234	08362	08492	08623	08756	08889
17	0.0	09025	09161	09299	09439	09580	09722	09866	10012	10158	10307	10456	10608
18	0.0	10760	10915	11071	11228	11387	11547	11709	11873	12038	12205	12373	12543
19	0.0	12715	12888	13063	13240	13418	13598	13779	13963	14148	14334	14523	14713
20	0.0	14904	15098	15293	15490	15689	15890	16092	16296	16502	16710	16920	17132

续表 6-61

α (°)	各行前几位 相同的数字	0'	5'	10'	15'	20'	25'	30'	35'	40'	45'	50'	55'
21	0.0	17345	17560	17777	17996	18217	18440	18665	18891	19120	19350	19583	19817
22	0.0	20054	20292	20533	20775	21019	21266	21514	21765	22018	22272	22529	22788
23	0.0	23029	23312	23577	23845	24114	24386	24660	24936	25214	25495	25778	26062
24	0.0	26350	26639	26931	27225	27521	27820	28121	28424	28729	29037	29348	29660
25	0.0	29975	30293	30613	30935	31260	31587	31917	32249	32583	32920	33260	33602
26	0.0	33947	34294	34644	34997	35352	35709	36069	36432	36798	37166	37537	37910
27	0.0	38287	38666	39047	39432	39819	40209	40602	40997	41395	41797	42201	42607
28	0.0	43017	43430	43845	44264	44685	45110	45537	45967	46400	46837	47276	47718
29	0.0	48164	48612	49064	49518	49976	50437	50901	51368	51838	52312	52788	53268
30	0.0	53751	54238	54728	55221	55717	56217	56720	57226	57736	58249	58765	59285
31	0.0	59809	60336	60866	61400	61937	62478	63022	63570	64122	64677	65236	65799
32	0.0	66364	66934	67507	68084	68665	69250	69838	70430	71026	71626	72230	72838
33	0.0	73449	74064	74684	75307	75934	76565	77200	77839	78483	79130	79781	80437
34	0.0	81097	81760	82428	83100	83777	84457	85142	85832	86525	87223	87925	88631
35	0.0	89342	90058	90777	91502	92230	92963	93701	94443	95190	95924	96698	97459
36	0.0	99822	99899	99977	10055	10133	10212	10292	10371	10452	10533	10614	10696
37	0.0	10778	10861	10944	11028	11113	11197	11283	11369	11455	11542	11630	11718
38	0.0	11806	11895	11985	12075	12165	12257	12348	12441	12534	12627	12721	12815
39	0.0	12911	13006	13102	13199	13297	13395	13493	13592	13692	13792	13893	13995
40	0.0	14097	14200	14303	14407	14511	14616	14722	14829	14936	15043	15152	15261

续表 6 61

α (°)	各行前几位 相同的数字	0'	5'	10'	15'	20'	25'	30'	35'	40'	45'	50'	55'
41	0.0	15370	15480	15591	15703	15815	15928	16041	16156	16270	16386	16502	16619
42	0.0	16737	16855	16974	17093	17214	17336	17457	17579	17702	17826	17951	18076
43	0.0	18202	18329	18457	18585	18714	18844	18975	19106	19238	19371	19505	19639
44	0.0	19774	19910	20047	20185	20323	20463	20603	20743	20885	21028	21171	21315
45	0.0	21460	21606	21753	21900	22049	22108	22348	22490	22651	22804	22958	23112
46	0.0	23268	23424	23582	23740	23899	24059	24220	24382	24545	24709	24874	25040
47	0.0	25206	25374	25513	25713	25883	26055	26228	26401	26576	26752	26929	27107
48	0.0	27285	27465	27646	27828	28012	28196	28381	28567	28755	28943	29133	29324
49	0.0	29516	29709	29903	30098	30295	30492	30691	30891	31092	31295	31493	31703
50	0.0	31909	32116	32324	32534	32745	32957	33171	33385	33601	33818	34037	34257
51	0.0	34478	34700	34924	35149	35376	35604	35833	36063	36295	36529	36763	36990
52	0.0	37237	37476	37716	37958	38202	38446	38693	38941	39190	39441	39693	39947
53	0.0	40202	40459	40717	40977	41239	41502	41767	42034	42302	42571	42843	43116
54	0.0	43390	43667	43945	44225	44506	44789	45071	45361	45650	45904	46232	46526
55	0.0	46822	47119	47419	47720	48023	48328	48635	48944	49255	49568	49882	50199
56	0.0	50518	50838	51161	51486	51813	52141	52472	52805	53141	53478	53817	54159
57	0.0	54503	54849	55197	55547	55900	56255	56612	56972	57333	57698	58064	58433
58	0.0	58804	59178	59554	59933	60314	60697	61083	61472	61863	62257	62653	63052
59	0.0	63454	63858	64265	64674	65086	65501	65919	66340	66763	67189	67618	68050

注：用法说明

1. 找出角 $\alpha = 14^{\circ}30'$ 的 inv 。 $\text{inv}\alpha = 0.0055448$ 。2. 找出角 $\alpha = 22^{\circ}18'25''$ 的 inv 。在表中找出 $\text{inv}22^{\circ}15'$ = 0.020775。表中 $5'(300'')$ 的差为 0.000244，附加的 $3'25''(205'')$ 的 inv 数值应为 $\frac{0.000244 \times 265}{300} = 0.000167$ ，因此 $\text{inv}22^{\circ}18'25'' = 0.020775 + 0.000167 = 0.020912$ 。

表 6-62 外齿轮公法线平均长度上偏差 E_{wms} 、内齿轮公法线平均长度下偏差 E_{wmi} (μm)

侧隙 种类	齿轮第 I 公差 组精度 等级	法向模数 /mm	分度圆直径/mm												E_{wms}	E_{wmi}		
			≤ 50	>50 ~ 80	>80 ~ 125	>125 ~ 180	>180 ~ 250	>250 ~ 315	>315 ~ 400	>400 ~ 500	>500 ~ 630	>630 ~ 800	>800 ~ 1000	>1000 ~ 1250			>1250 ~ 1600	>1600 ~ 2000
3	$\geq 1 \sim 10$	$\geq 10 \sim 25$	63	71	80	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400
	$>10 \sim 25$		--	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	400
4	$\geq 1 \sim 10$	$\geq 10 \sim 25$	63	71	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400
	$>10 \sim 25$		--	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	400
5	$\geq 1 \sim 10$	$\geq 10 \sim 25$	71	80	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400
	$>10 \sim 25$		--	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	400	400
6	$\geq 1 \sim 10$	$\geq 10 \sim 25$	80	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	450
	$>10 \sim 25$		--	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	450	450	450
7	$\geq 1 \sim 10$	$\geq 10 \sim 25$	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	450	500
	$>10 \sim 25$		--	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	450	500	500	500
8	$\geq 1 \sim 10$	$\geq 10 \sim 25$	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	450	500	560
	$>10 \sim 25$		--	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	450	500	560	560	560
9	$\geq 1 \sim 10$	$\geq 10 \sim 25$	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	450	500	560	630
	$>10 \sim 25$		--	200	200	200	224	250	280	315	355	400	450	500	560	630	630	630
10	$\geq 1 \sim 10$	$\geq 10 \sim 25$	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	450	500	560	630	710	800
	$>10 \sim 25$		--	224	250	250	280	315	355	400	450	500	560	630	710	800	800	800

b

续表 6-62

侧隙 种类	齿轮第 I公差 组精度 等级	法向模数 'mm	分度圆直径'mm															
			≤50	>50 ~80	>80 ~125	>125 ~180	>180 ~250	>250 ~315	>315 ~400	>400 ~500	>500 ~630	>630 ~800	>800 ~1000	>1000 ~1250	>1250 ~1600	>1600 ~2000	>2000 ~2500	
c	3	≥1~10	40	50	56	63	71	80	90	100	100	100	125	140	160	180	221	250
		>10~25	-	-	56	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	224	250	
	4	≥1~10	45	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	224	250	280
		>10~25	-	-	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	224	250		
	5	≥1~10	50	63	63	71	80	90	100	100	112	125	140	160	200	224	250	280
		>10~25	-	-	80	90	90	100	112	125	140	160	180	200	250	280		
	6	≥1~10	56	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	200	250	280	315	
		>10~25	-	-	80	90	100	112	125	140	160	180	200	250	280			
	7	≥1~10	71	71	80	90	100	112	125	140	140	160	180	200	224	250	280	315
		>10~25	-	-	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315			
	8	≥1~10	80	90	100	100	112	125	140	140	160	180	200	224	250	280	315	
		>10~25	-	-	125	140	140	160	180	200	224	250	280	315				
9	≥1~10	100	112	125	125	140	140	160	160	180	200	224	250	280	315	355		
	>10~25	-	-	160	180	180	200	224	250	280	315	355						
10	≥1~10	125	140	140	160	160	180	200	200	224	250	280	315	355	400	450		
	>10~25	-	-	200	200	224	250	280	315	355	400	450						
3	≥1~10	28	32	40	45	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140	180		
	>10~25	-	-	40	45	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140			
4	≥1~10	36	40	40	45	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140	180		
	>10~25	-	-	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180			
5	≥1~10	40	45	50	56	63	71	80	80	90	100	112	125	140	160	200		
	>10~25	-	-	56	63	71	80	90	100	112	125	140	160	160	200			
6	≥1~10	50	56	56	63	71	71	80	90	90	100	112	125	140	160	200		
	>10~25	-	-	71	80	80	90	90	100	100	112	125	140	160	200			

d

续表 6-62

侧隙 种类	齿轮第 I 公差 组精度 等级	法向模数 /mm	分度圆直径/mm																												
			≤50	>50 ~80	>80 ~125	>125 ~180	>180 ~250	>250 ~315	>315 ~400	>400 ~500	>500 ~630	>630 ~800	>800 ~1000	>1000 ~1250	>1250 ~1500	>1500 ~2000	>2000 ~2500														
d	7	≥1~10	56	63	71	80	80	90	90	100	100	112	112	125	125	140	140	160	160	180	180	200	200	224	224	250	250				
		>10~25			80	90	100	112	112	125	125	140	140	160	160	180	180	200	200	224	224	250	250	280	280	315	315	355	355		
	8	≥1~10	71	71	80	90	100	100	112	112	125	125	140	140	160	160	180	180	200	200	224	224	250	250	280	280	315	315	355	355	
		>10~25			112	112	125	125	140	140	160	160	180	180	200	200	224	224	250	250	280	280	315	315	355	355	400	400	450	450	
e	9	≥1~10	90	100	112	112	125	125	140	140	160	160	180	180	200	200	224	224	250	250	280	280	315	315	355	355	400	400	450	450	
		>10~25			140	140	160	160	180	180	200	200	224	224	250	250	280	280	315	315	355	355	400	400	450	450	500	500	560	560	
	10	≥1~10	112	125	125	140	140	160	160	180	180	200	200	224	224	250	250	280	280	315	315	355	355	400	400	450	450	500	500	560	560
		>10~25			180	180	200	200	224	224	250	250	280	280	315	315	355	355	400	400	450	450	500	500	560	560	630	630	710	710	
3	≥1~10	≥1~10	22	25	28	32	36	40	40	45	45	50	50	56	56	63	63	71	71	80	80	90	90	100	100	112	112	125	125		
		>10~25			36	40	40	45	45	50	50	56	56	63	63	71	71	80	80	90	90	100	100	112	112	125	125	140	140		
	4	≥1~10	25	28	32	36	40	40	45	45	50	50	56	56	63	63	71	71	80	80	90	90	100	100	112	112	125	125	140	140	
		>10~25			36	40	40	45	45	50	50	56	56	63	63	71	71	80	80	90	90	100	100	112	112	125	125	140	140		
5	≥1~10	≥1~10	32	36	40	45	50	50	56	56	63	63	71	71	80	80	90	90	100	100	112	112	125	125	140	140	160	160	180	180	
		>10~25			50	56	56	63	63	71	71	80	80	90	90	100	100	112	112	125	125	140	140	160	160	180	180	200	200		
	6	≥1~10	40	45	50	56	56	63	63	71	71	80	80	90	90	100	100	112	112	125	125	140	140	160	160	180	180	200	200	224	224
		>10~25			63	63	71	71	80	80	90	90	100	100	112	112	125	125	140	140	160	160	180	180	200	200	224	224	250	250	
7	≥1~10	≥1~10	50	56	56	63	63	71	71	80	80	90	90	100	100	112	112	125	125	140	140	160	160	180	180	200	200	224	224		
		>10~25			80	80	90	90	100	100	112	112	125	125	140	140	160	160	180	180	200	200	224	224	250	250	280	280	315	315	
	8	≥1~10	63	63	71	80	80	90	90	100	100	112	112	125	125	140	140	160	160	180	180	200	200	224	224	250	250	280	280	315	315
		>10~25			100	100	112	112	125	125	140	140	160	160	180	180	200	200	224	224	250	250	280	280	315	315	355	355	400	400	
9	≥1~10	≥1~10	80	90	90	100	100	112	112	125	125	140	140	160	160	180	180	200	200	224	224	250	250	280	280	315	315	355	355		
		>10~25			140	140	160	160	180	180	200	200	224	224	250	250	280	280	315	315	355	355	400	400	450	450	500	500			
	10	≥1~10	100	112	112	125	125	140	140	160	160	180	180	200	200	224	224	250	250	280	280	315	315	355	355	400	400	450	450		
		>10~25			160	160	180	180	200	200	224	224	250	250	280	280	315	315	355	355	400	400	450	450	500	500	560	560			

1. 为负值。
2. 为正数。

② 公法线平均长度公差 T_{wm} (表 6-63)表 6-63 公法线平均长度公差 T_{wm} (μm)

齿厚 公差 等级	法向 模数 /mm	分度圆直径/mm								
		≤ 50	>50 ~ 80	>80 ~ 125	>125 ~ 180	>180 ~ 250	>250 ~ 315	>315 ~ 400	>400 ~ 500	
3	≥ 1 ~ 25	14	16	20	25	28	32	32	36	
4		14	22	25	28	32	36	45	45	
5		20	25	28	32	36	45	50	50	
6		25	32	36	45	50	50	63	71	
7		28	36	45	50	63	71	71	80	
8		36	45	56	63	71	90	90	100	
9		45	56	63	80	100	112	112	125	
10		56	71	90	100	125	140	140	160	
齿厚 公差 等级		法向 模数 /mm	分度圆直径/mm							
	>500 ~ 630		>630 ~ 800	>800 $\sim 1\ 000$	$>1\ 000$ $\sim 1\ 250$	$>1\ 250$ $\sim 1\ 600$	$>1\ 600$ $\sim 2\ 000$	$>2\ 000$ $\sim 2\ 500$		
3	≥ 1 ~ 25	40	45	50	71	80	100	112		
4		50	56	63	80	90	125	140		
5		56	71	90	100	112	140	160		
6		80	90	100	125	140	180	200		
7		90	112	125	140	160	224	250		
8		125	140	160	180	200	280	315		
9		160	180	200	224	280	355	400		
10		180	221	250	280	355	450	500		

2. 分度圆弦齿厚的测量(图 6-14)

(1) 计算公式

分度圆弦齿厚

$$s = mz \sin \frac{90^\circ}{z}$$

分度圆弦齿高

$$\bar{h}_a = \frac{m}{2} [2 + z(1 - \cos \frac{90^\circ}{z})]$$

测量斜齿轮时,应以法向模数 m_n 和当量齿数 z_v 来代替公式中的 m 和 z 。

$z_v = \frac{z}{\cos^3 \beta}$, $\frac{1}{\cos^3 \beta}$ 的数值可从表 6-7 中查得。

测量圆锥齿轮时,测量位置应取在大头,所以应以大端模数和当量齿数 z_v 来代替公式中的 m 和 z 。

$$z_v = \frac{z}{\cos \delta}$$

式中: δ —— 节锥角。

(2) 分度圆弦齿厚的测量尺寸表(表 6-64)

表 6-64 分度圆弦齿厚的测量尺寸表 ($m=1$)

齿数 z	弦齿厚 s	弦齿高 \bar{h}_a	齿数 z	弦齿厚 s	弦齿高 \bar{h}_a	齿数 z	弦齿厚 s	弦齿高 \bar{h}_a
10	1.5643	1.0615	23	1.5695	1.0268	33	1.5703	1.0176
11	1.5655	1.0560	24	1.5696	1.0257	36	1.5703	1.0171
12	1.5663	1.0513	25	1.5697	1.0247	37	1.5703	1.0167
13	1.5669	1.0474	26	1.5698	1.0237	38	1.5703	1.0162
14	1.5675	1.0440	27	1.5698	1.0228	39	1.5704	1.0158
15	1.5679	1.0411	28	1.5699	1.0220	40	1.5704	1.0154
16	1.5683	1.0385	29	1.5700	1.0212	41	1.5704	1.0150
17	1.5686	1.0363	30	1.5701	1.0205	42	1.5704	1.0146
18	1.5688	1.0342	31	1.5701	1.0199	43	1.5704	1.0143
19	1.5690	1.0324	32	1.5702	1.0193	44	1.5705	1.0140
20	1.5692	1.0308	33	1.5702	1.0187	45	1.5705	1.0137
21	1.5693	1.0294	34	1.5702	1.0181	46	1.5705	1.0134
22	1.5694	1.0280				47	1.5705	1.0131

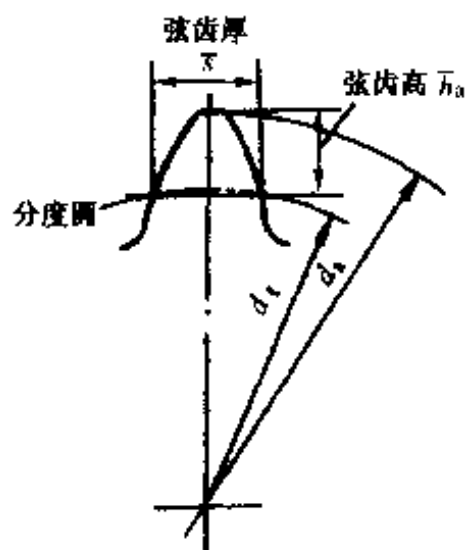


图 6-14 分度圆弦齿厚的测量

续表 6-64

(m=1)

齿数 z	弦齿厚 s	弦齿高 h_s	齿数 z	弦齿厚 s	弦齿高 h_s	齿数 z	弦齿厚 s	弦齿高 \bar{h}_s
18	1.5705	1.0128	70	1.5706	1.0088	92	1.5707	1.0067
49	1.5705	1.0126	71	1.5707	1.0087	93	1.5707	1.0066
			72	1.5707	1.0086	94	1.5707	1.0065
50	1.5705	1.0124	73	1.5707	1.0084			
51	1.5705	1.0121	74	1.5707	1.0085	95	1.5707	1.0065
52	1.5706	1.0119				96	1.5707	1.0064
53	1.5706	1.0116	75	1.5707	1.0082	97	1.5707	1.0064
54	1.5706	1.0114	76	1.5707	1.0080	98	1.5707	1.0063
			77	1.5707	1.0080	99	1.5707	1.0062
55	1.5706	1.0112	78	1.5707	1.0079			
56	1.5706	1.0110	79	1.5707	1.0078	100	1.5707	1.0062
57	1.5706	1.0108				105	1.5708	1.0059
58	1.5706	1.0106	80	1.5707	1.0077	110	1.5708	1.0056
59	1.5706	1.0104	81	1.5707	1.0076	115	1.5708	1.0054
			82	1.5707	1.0075	120	1.5708	1.0051
60	1.5706	1.0103	83	1.5707	1.0074			
61	1.5706	1.0101	84	1.5707	1.0073	125	1.5708	1.0049
62	1.5706	1.0100				127	1.5708	1.0048
63	1.5706	1.0098	85	1.5707	1.0073			
64	1.5706	1.0096	86	1.5707	1.0072	130	1.5708	1.0047
			87	1.5707	1.0071	135	1.5708	1.0046
65	1.5706	1.0095	88	1.5707	1.0070	140	1.5708	1.0044
66	1.5706	1.0093	89	1.5707	1.0069	145	1.5708	1.0042
67	1.5706	1.0092				150	1.5708	1.0041
68	1.5706	1.0091	90	1.5707	1.0069			
69	1.5706	1.0089	91	1.5707	1.0068	齿条	1.5708	1.0000

注：测量斜齿轮和圆锥齿轮时，应按当量齿数 z_v 来查表。

3. 固定弦齿厚的测量(图 6-15)

(1) 计算公式

$$\text{固定弦齿厚 } \bar{s} = \frac{\pi}{2} m_n \cos^2 \alpha_n$$

$$\text{固定弦齿高 } h_s = h_a - \frac{\pi}{8} m_n \sin 2\alpha_n$$

式中： m_n ——法向模数；

α_n 法向压力角($^\circ$);

h_a 齿顶高(mm);

$\alpha_n = 20^\circ, 14\frac{1}{2}^\circ$ 时的简化计算公式见下表:

α_n	s	h_a
20°	$1.387m_n$	$0.748m_n$
$14\frac{1}{2}^\circ$	$1.472m_n$	$0.810m_n$

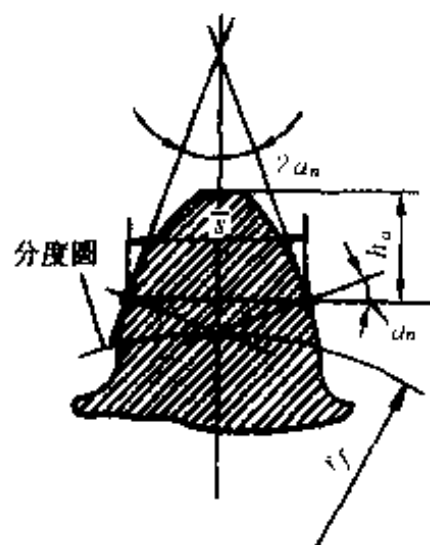


图 6-15 固定弦齿厚的测量

〔例〕有一直齿圆柱齿轮,模数 $m = 1$ mm, 压力角 $\alpha = 20^\circ$, 求固定弦齿厚 s 和固定弦齿高 h_a 。

〔解〕 根据上表公式计算得:

$$s = 1.387m_n = 4 \times 1.387 \text{ mm} = 5.548 \text{ mm}$$

$$h_a = 0.748m_n = 4 \times 0.748 \text{ mm} = 2.99 \text{ mm}$$

(2) 固定弦齿厚测量尺寸表(表 6-65)

表 6-65 固定弦齿厚测量尺寸表

m	$\alpha_n = 20^\circ$		m	$\alpha_n = 20^\circ$		m	$\alpha_n = 20^\circ$	
	s	h_a		s	h_a		s	h_a
1	1.3871	0.7476	4.5	6.2417	3.3611	14	19.4187	10.4661
1.25	1.7338	0.9344	4.75	6.5885	3.5516	15	20.8057	11.2137
1.5	2.0806	1.1214	5	6.9353	3.7379	16	22.1928	11.9612
1.75	2.4273	1.3082	5.5	7.6288	4.1117	18	24.9669	13.4561
2	2.7741	1.4951	6	8.3223	4.4854	20	27.7410	14.9515
2.25	3.1209	1.6820	6.5	9.0158	4.8592	22	30.5151	16.4467
2.5	3.4677	1.8689	7	9.7093	5.2330	24	33.2892	17.9419
2.75	3.8144	2.0558	7.5	10.4029	5.6068	25	34.6762	18.6895
3	4.1612	2.2427	8	11.0964	5.9806			
3.25	4.5079	2.4296	9	12.4834	6.7282			
3.5	4.8547	2.6165	10	13.8705	7.4757			
3.75	5.2017	2.8034	11	15.2575	8.2233			
4	5.5482	2.9903	12	16.6446	8.9709			
4.25	5.8950	3.1772	13	18.0316	9.7185			

注:测量斜齿轮时,应按法向模数 m_n 来查表。测量圆锥齿轮时,应按大端模数来查表。

4. 齿厚上偏差及公差

(1) 齿厚上偏差 E_s (表 6-66)

(μm)

表 6-66 齿厚上偏差 E_s (为负值)

侧隙种类	齿轮第 I 公差组精度等级	法向模数 'mm	分度圆直径 'mm															
			≤50	>50 ~80	>80 ~125	>125 ~180	>180 ~250	>250 ~315	>315 ~400	>400 ~500	>500 ~630	>630 ~800	>800 ~1 000	>1 000 ~1 250	>1 250 ~1 600	>1 600 ~2 000	>2 000 ~2 500	
3	≥1~10 >10~25	63	71	80	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	
			-	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	
4	≥1~10 >10~25	63	71	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	
			-	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	
5	≥1~10 >10~25	71	80	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	
			-	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400		
6	≥1~10 >10~25	71	80	90	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400		
			-	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400		
7	≥1~10 >10~25	80	90	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	450		
			-	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	450		
8	≥1~10 >10~25	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	450		
			-	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	450		
9	≥1~10 >10~25	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	450	500		
			-	160	160	160	200	200	280	315	355	400	450	500				
10	≥1~10 >10~25	125	140	160	180	200	224	250	280	315	335	355	400	450	500			
			-	180	200	224	250	280	315	335	355	400	450	500				

b

(μm)

续表 6-66

齒輪第 I 公差 組精度 等級	法向模數 /mm	分度圓直徑/mm														
		≤50	>50 ~80	>80 ~125	>125 ~180	>180 ~250	>250 ~315	>315 ~400	>400 ~500	>500 ~630	>630 ~800	>800 ~1 000	>1 000 ~1 250	>1 250 ~1 600	>1 600 ~2 000	>2 000 ~2 500
3	≥1~10	40	50	56	63	71	80	90	100	100	125	140	160	180	224	250
	>10~25	-	-	56	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	224	250
4	≥1~10	45	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	224	250
	>10~25	-	-	63	71	80	90	90	100	112	125	140	160	200	224	280
5	≥1~10	45	56	63	71	80	90	100	100	112	125	140	160	200	224	280
	>10~25	-	-	71	80	80	90	100	112	125	110	160	180	200	250	280
6	≥1~10	50	56	63	71	80	90	100	100	112	140	160	180	200	250	280
	>10~25	-	-	71	80	90	100	100	112	125	140	160	180	200	250	280
7	≥1~10	56	63	71	80	90	100	112	125	125	140	160	200	224	250	315
	>10~25	-	-	80	90	100	112	125	125	140	160	180	200	224	280	315
8	≥1~10	63	71	80	90	100	112	125	125	140	160	180	200	224	280	315
	>10~25	-	-	100	112	112	125	125	140	160	180	200	224	250	280	315
9	≥1~10	80	90	100	112	125	140	160	160	180	200	224	250	280	315	355
	>10~25	-	-	125	140	140	160	160	180	200	224	250	280	315	400	400
10	≥1~10	100	112	125	140	160	180	200	200	224	250	280	315	315	400	400
	>10~25	-	-	160	160	160	180	200	200	224	250	280	315	355	400	400

(μm)

续表 6-66

侧隙种类	齿轮第 I 公差组精度等级	法向模数 /mm	分度圆直径/mm														
			≤ 50	$>50 \sim 80$	$>80 \sim 125$	$>125 \sim 180$	$>180 \sim 250$	$>250 \sim 315$	$>315 \sim 400$	$>400 \sim 500$	$>500 \sim 630$	$>630 \sim 800$	$>800 \sim 1\ 000$	$>1\ 000 \sim 1\ 250$	$>1\ 250 \sim 1\ 600$	$>1\ 600 \sim 2\ 000$	$>2\ 000 \sim 2\ 500$
3	$\geq 1 \sim 10$	$\geq 1 \sim 10$	28	32	40	45	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140	180
	$>10 \sim 25$	$>10 \sim 25$	--	40	45	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140	180	180
4	$\geq 1 \sim 10$	$\geq 1 \sim 10$	32	36	40	45	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140	180
	$>10 \sim 25$	$>10 \sim 25$	--	45	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	180
5	$\geq 1 \sim 10$	$\geq 1 \sim 10$	36	40	45	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140	160	200
	$>10 \sim 25$	$>10 \sim 25$	--	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	200	200
6	$\geq 1 \sim 10$	$\geq 1 \sim 10$	40	45	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	200
	$>10 \sim 25$	$>10 \sim 25$	--	56	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	200	200	200
7	$\geq 1 \sim 10$	$\geq 1 \sim 10$	45	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	200	224
	$>10 \sim 25$	$>10 \sim 25$	--	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	200	224	224	224
8	$\geq 1 \sim 10$	$\geq 1 \sim 10$	56	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280
	$>10 \sim 25$	$>10 \sim 25$	--	80	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	280	280
9	$\geq 1 \sim 10$	$\geq 1 \sim 10$	71	80	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	315
	$>10 \sim 25$	$>10 \sim 25$	--	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	315	315	315
10	$\geq 1 \sim 10$	$\geq 1 \sim 10$	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	315	315	315
	$>10 \sim 25$	$>10 \sim 25$	--	140	160	180	200	224	250	280	315	315	315	315	315	315	315

d

(μm)

续表 6-66

侧隙种类	齿轮第Ⅰ公差组精度等级	法向模数/mm	分度圆直径/mm														
			≤50	>50 ~80	>80 ~125	>125 ~180	>180 ~250	>250 ~315	>315 ~400	>400 ~500	>500 ~630	>630 ~800	>800 ~1 000	>1 000 ~1 250	>1 250 ~1 600	>1 600 ~2 000	>2 000 ~2 500
3	≥1~10	≥10~25	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	71	80	90	100	125
	≥10~25		-	32	36	40	45	50	56	63	71	80	90	100	125		
4	≥1~10	≥10~25	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	71	80	90	100	125
	≥10~25			32	36	40	45	50	56	63	71	80	90	100	112	125	
5	≥1~10	≥10~25	28	32	36	40	45	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140
	≥10~25			40	45	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140		
6	≥1~10	≥10~25	32	36	40	45	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140	160
	≥10~25			45	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	
7	≥1~10	≥10~25	45	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	200	221
	≥10~25			56	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	200	221	250
8	≥1~10	≥10~25	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	200	221	250	280	
	≥10~25			71	80	90	100	112	125	140	160	180	200	221	250	280	
9	≥1~10	≥10~25	80	90	100	112	125	140	160	180	200	221	250	280			
	≥10~25			90	100	112	125	140	160	180	200	221	250	280			
10	≥1~10	≥10~25	100	112	125	140	160	180	200	221	250	280					
	≥10~25			112	125	140	160	180	200	221	250	280					

(2) 齿厚公差 T_s (表 6-67)表 6-67 齿厚公差 T_s (μm)

齿厚公差等级	法向模数/mm	分度圆直径/mm							
		≤ 50	$>50 \sim 80$	$>80 \sim 125$	$>125 \sim 180$	$\sim 180 \sim 250$	$\sim 250 \sim 315$	$>315 \sim 400$	>400
3	$\geq 1 \sim 10$	20	22	28	32	36	40	40	45
	$>10 \sim 25$			28	32	36	40	45	50
4	$\geq 1 \sim 10$	25	32	36	40	45	50	56	56
	$>10 \sim 25$	-		40	45	50	50	56	63
5	$\geq 1 \sim 10$	36	40	45	50	56	63	71	71
	$>10 \sim 25$	-	-	50	56	63	71	71	80
6	$\geq 1 \sim 10$	50	56	63	71	80	80	90	100
	$>10 \sim 25$	-	-	71	80	90	90	100	112
7	$\geq 1 \sim 10$	63	71	80	90	100	112	112	125
	$>10 \sim 25$			100	112	112	125	125	140
8	$\geq 1 \sim 10$	80	90	100	112	125	140	140	160
	$>10 \sim 25$	-	-	125	140	140	160	160	180
9	$\geq 1 \sim 10$	100	112	125	146	160	180	180	200
	$>10 \sim 25$		-	160	160	180	200	200	224
10	$\geq 1 \sim 10$	125	140	160	180	200	224	224	230
	$>10 \sim 25$	-	-	200	224	224	250	250	280

齿厚公差等级	法向模数/mm	分度圆直径/mm							
		$>500 \sim 630$	$>630 \sim 800$	$>800 \sim 1000$	$>1000 \sim 1250$	$\sim 1250 \sim 1600$	$>1600 \sim 2000$	>2000	>2500
3	$\geq 1 \sim 10$	50	56	63	80	90	112	125	
	$>10 \sim 25$	50	56	71	80	90	112	125	
4	$\geq 1 \sim 10$	63	71	80	100	112	140	160	
	$>10 \sim 25$	71	80	90	100	112	140	160	
5	$\geq 1 \sim 10$	80	90	112	125	140	180	200	
	$>10 \sim 25$	90	100	112	125	140	180	200	
6	$\geq 1 \sim 10$	112	125	140	160	180	224	250	
	$>10 \sim 25$	112	125	140	160	200	224	280	
7	$\geq 1 \sim 10$	140	160	180	200	224	280	315	
	$>10 \sim 25$	160	160	180	200	250	280	355	
8	$\geq 1 \sim 10$	180	200	224	250	280	355	400	
	$>10 \sim 25$	180	200	224	250	315	355	400	

续表 6-67

(μm)

齿厚 公差 等级	法向 模数 /mm	分度圆直径 /mm						
		>500 ~630	>630 ~800	>800 ~1 000	>1 000 ~1 250	>1 250 ~1 600	>1 600 ~2 000	>2 000 ~2 500
9	≥1~10	224	250	280	315	355	450	500
	>10~25	250	280	315	355	400	450	560
10	≥1~10	280	315	355	400	450	560	630
	>10~25	315	315	355	400	500	560	710

第七章 切削余量及切削用量

一、平面加工余量及偏差

1. 平面粗刨后精铣加工余量(表7-1)

表 7-1 平面粗刨后精铣加工余量 (mm)

平面长度	平面宽度			平面长度	平面宽度		
	≤100	>100~200	>200		≤100	>100~200	>200
≤100	0.6~0.7			>250~500	0.7~1.0	0.75~1.0	0.8~1.1
>100~250	0.6~0.8	0.7~0.9		>500	0.8~1.0	0.9~1.2	0.9~1.2

2. 铣平面加工余量(表7-2)

表 7-2 铣平面加工余量 (mm)

零件厚度	荒铣后粗铣						粗铣后半精铣					
	宽度 ≤200			宽度 >200~400			宽度 ≤200			宽度 >200~400		
	平面长度											
	≤100	>100~250	>250~400	≤100	>100~250	>250~400	≤100	>100~250	>250~400	≤100	>100~250	>250~400
>6~30	1.0	1.2	1.5	1.2	1.5	1.7	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
>30~50	1.0	1.5	1.7	1.5	1.5	2.0	1.0	1.0	1.2	1.0	1.2	1.2
>50	1.5	1.7	2.0	1.7	2.0	2.5	1.0	1.3	1.5	1.3	1.5	1.5

3. 磨平面加工余量(表7-3)

表 7-3 磨平面加工余量 (mm)

零件厚度	第 一 种						第 二 种				
	经热处理或未经热处理零件的终磨										
	宽度 ≤200			宽度 >200~400			热处理后粗磨				
	宽度 ≤200										
平面长度											
≤100	>100~250	>250~400	≤100	>100~250	>250~400	≤100	>100~250	>250~400	≤100	>100~250	>250~400
>6~30	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	0.5	0.2	0.2	0.3		
>30~50	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3		
>50	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3		

续表 7-3

(mm)

零件厚度	第 二 种								
	热 处 理 后								
	粗 磨			半 精 磨					
	宽度 > 200 ~ 400			宽度 ≤ 200			宽度 > 200 ~ 400		
	平 面 长 度								
≤ 100	> 100 ~ 250	> 250 ~ 400	≤ 100	> 100 ~ 250	> 250 ~ 400	≤ 100	> 100 ~ 250	> 250 ~ 400	
> 6 ~ 30	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2
> 30 ~ 50	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
> 50	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

4. 铣及磨平面时的厚度偏差(表 7-4)

表 7 4 铣及磨平面时的厚度偏差

(mm)

零件厚度	荒铣(IT14)	粗铣(IT12~IT13)	半精铣(IT11)	精磨(IT8~IT9)
> 3 ~ 6	-0.30	-0.12 ~ -0.18	-0.075	-0.018 ~ -0.030
> 6 ~ 10	-0.36	0.15 ~ 0.22	-0.09	-0.022 ~ -0.036
> 10 ~ 18	-0.43	-0.18 ~ -0.27	0.11	0.027 ~ 0.043
> 18 ~ 30	-0.52	-0.21 ~ 0.33	-0.13	-0.033 ~ -0.052
> 30 ~ 50	-0.62	0.25 ~ -0.39	-0.16	-0.039 ~ -0.062
> 50 ~ 80	-0.74	0.30 ~ -0.46	-0.19	-0.046 ~ 0.074
> 80 ~ 120	-0.87	0.35 ~ -0.51	-0.22	-0.051 ~ 0.087
> 120 ~ 180	-1.00	0.43 ~ -0.63	-0.25	-0.063 ~ -0.100

5. 刮平面加工余量及偏差(表 7-5)

表 7-5 刮平面加工余量及偏差

(mm)

平面长度	平 面 宽 度					
	≤ 100		> 100 ~ 300		> 300 ~ 1 000	
	余 量	偏 差	余 量	偏 差	余 量	偏 差
≤ 300	0.15	+0.06	0.15	-0.06	0.20	+0.10
> 300 ~ 1000	0.20	-0.10	0.20	-0.10	0.25	+0.12
> 1000 ~ 2000	0.25	-0.12	0.25	+0.12	0.30	+0.15

6. 凹槽加工余量及偏差(表 7-6)

表 7-6 凹槽加工余量及偏差

(mm)

凹 槽 尺 寸			宽 度 余 量		宽 度 偏 差	
长	深	宽	粗铣后半精铣	半精铣后磨	粗铣(IT12~IT13)	半精铣(IT11)
≤80	≤60	>3~6	1.5	0.5	+0.12~+0.18	+0.075
		>6~10	2.0	0.7	+0.15~+0.22	+0.09
		>10~18	3.0	1.0	+0.18~+0.27	+0.11
		>18~30	3.0	1.0	+0.21~+0.33	+0.13
		>30~50	3.0	1.0	+0.25~+0.39	+0.16
		>50~80	4.0	1.0	+0.30~+0.46	+0.19
		>80~120	4.0	1.0	+0.35~+0.54	+0.22

注：1. 半精铣后磨凹槽的加工余量，适用于半精铣后经热处理和未经热处理的零件。

2. 宽度余量指双面余量（即每面余量是表中所列数值的三分之一）。

7. 研磨平面加工余量(表 7-7)

表 7-7 研磨平面加工余量

(mm)

平 面 长 度	平 面 宽 度		
	≤25	>25~75	>75~150
≤25	0.005~0.007	0.007~0.010	0.010~0.014
>25~75	0.007~0.010	0.010~0.014	0.014~0.020
>75~150	0.010~0.014	0.014~0.020	0.020~0.024
>150~260	0.014~0.018	0.020~0.024	0.024~0.030

注：经过精磨的零件，手工研磨余量，每面 0.003~0.005mm；机械研磨余量，每面 0.005~0.010mm。

二、铣削用量及其选择

1. 铣削用量的计算

(1) 铣削速度(v)

计算公式

$$v = \frac{\pi D n}{1000}$$

式中 v —— 铣削速度(m/min)；

D —— 铣刀直径(mm)；

n —— 铣刀转速(r/min)。

〔例1〕 已知铣刀直径 $D=65\text{mm}$ ，铣刀转速 $n=196\text{r/min}$ ，求铣削速度 v 。

〔解〕

$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3.14 \times 65 \times 196}{1000} \text{m/min} \approx 40\text{m/min}$$

〔例2〕 铣刀直径 $D=100\text{mm}$ ，铣削速度 $v=28\text{m/min}$ ，求主轴转速应为多少。

〔解〕

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 28}{3.14 \times 100} \text{r/min} \approx 89\text{r/min}$$

(2) 进给量

(1) 每齿走刀量 (f_z)

计算公式：

$$f_z = \frac{f}{z} = \frac{v_f}{zn}$$

式中 f_z —— 每齿走刀量 (mm/z)；

f —— 铣刀每转走刀量 (mm/r)；

v_f —— 铣刀每分钟走刀量 (mm/min)；

z —— 铣刀齿数。

〔例〕 已知铣刀每分钟进给量 $v_f=420\text{mm/min}$ ，铣刀转速 $n=150\text{r/min}$ ，铣刀齿数为 $z=14$ 齿，求铣刀每齿进给量为多少。

〔解〕

$$f_z = \frac{v_f}{zn} = \frac{420}{14 \times 150} \text{mm/z} = 0.2\text{mm/z}$$

② 铣刀每转走刀量 (f)

计算公式：

$$f = f_z \cdot z \quad (\text{mm/r})$$

③ 铣刀每分钟走刀量 (v_f)

计算公式：

$$v_f = f \cdot n = f_z \cdot z \cdot n$$

〔例〕 已知 $f_z=0.05\text{mm/z}$ ， $z=16$ ， $n=400\text{r/min}$ 求 f 和 v_f

〔解〕

$$f = 0.05 \times 16\text{mm/r} = 0.8\text{mm/r}$$

$$v_f = 0.05 \times 16 \times 400\text{mm/min} = 320\text{mm/min}$$

2. 铣削用量的选择

(1) 铣削速度(表 7-8)

表 7-8 铣削速度 v

工件材料	硬度 HB	铣削速度/(m/min)	
		硬质合金铣刀	高速钢铣刀
低、中碳钢	<220	60~150	20~40
	225~290	55~115	15~35
	300~425	35~75	10~15
高碳钢	<220	60~130	20~35
	225~325	50~105	15~25
	325~375	35~50	10~12
	375~425	35~45	5~10
合金钢	<220	55~120	15~35
	225~325	35~80	10~25
	325~425	30~60	5~10
工具钢	200~250	45~80	12~25
灰铸铁	100~140	110~115	25~35
	150~225	60~110	15~20
	230~290	45~90	10~18
	300~320	20~30	5~10
可锻铸铁	110~160	100~200	40~50
	160~200	80~120	25~35
	200~210	70~110	15~25
	240~280	40~60	10~20
铝镁合金	95~100	360~500	180~300
不锈钢		70~90	20~35
铸 钢		45~75	15~25
黄 铜		180~300	60~90
青 铜		180~300	30~50

注：精加工的铣削速度可比表值增加 30% 左右。

(2) 高速钢端铣刀、圆柱形铣刀和圆盘铣刀铣削时的进给量(表 7-9)

(3) 高速钢立铣刀、角铣刀、半圆铣刀、切槽铣刀和切断铣刀铣削钢的进给量(表 7-10)

(4) 硬质合金端铣刀、圆柱形铣刀和圆盘铣刀铣削平面和凸台的进给量(表 7-11)

表 7-9 高速钢端铣刀、圆柱形铣刀和圆盘铣刀铣削时的进给量

铣床 (铣头) 功率 (kW)	工艺系 统刚度	粗齿和镶齿铣刀			细齿铣刀		
		端铣刀与圆盘铣刀		圆柱形铣刀	端铣刀与圆盘铣刀		圆柱形铣刀
		钢	铸铁及 铜合金	钢	铸铁及 铜合金	钢	铸铁及 铜合金
>10	大	0.2~0.3	0.3~0.45	0.25~0.35	0.35~0.50		
	中	0.15~0.25	0.25~0.40	0.20~0.30	0.30~0.40		
	小	0.10~0.15	0.20~0.25	0.15~0.20	0.25~0.30		
5~10	大	0.12~0.20	0.25~0.35	0.15~0.25	0.25~0.35	0.08~0.12	0.10~0.15
	中	0.08~0.15	0.20~0.30	0.12~0.20	0.20~0.30	0.06~0.10	0.06~0.10
	小	0.06~0.10	0.15~0.25	0.10~0.15	0.12~0.20	0.04~0.08	0.06~0.08
<5	中	0.04~0.06	0.15~0.30	0.10~0.15	0.12~0.20	0.04~0.06	0.05~0.08
	小	0.04~0.06	0.10~0.20	0.06~0.10	0.10~0.15	0.04~0.06	0.03~0.06

		圆柱形铣刀		
要求表面粗 糙度 R_a / (μm)	镶齿端铣刀 和圆盘铣刀	铣刀直径 d_0 / (mm)		
		40~80	100~125	160~250
6.3	1.2~2.7	钢及铸钢		
3.2	0.5~1.2	1.0~2.7	1.7~3.8	2.3~5.0
1.6	0.23~0.5	0.6~1.5	1.0~2.1	1.3~2.8
		40~80	100~125	160~250
		铸铁、钢及铝合金		
		100~125	140~200	160~250

(1) 粗铣时每齿进给量 f_z / (mm/z)

(2) 半精铣时每转进给量 f_t / (mm/r)

注: 1. 表中大进给量用于小的铣削深度和铣削宽度; 小进给量用于大的铣削深度和铣削宽度。

2. 铣削耐热钢时, 进给量与铣削钢时相同, 但不大于 0.3mm/z 。

续表 7-10

铣刀直 径 d_0 (mm)	侧吃刀量 a_p (mm)										
	3	5	6	8	10	12	15	20	30		
80	半圆铣刀 和角铣刀	0.12~0.08	0.10~0.06	0.09~0.05	0.07~0.05	0.06~0.04	0.06~0.03				
	切槽铣刀	--	0.015~ 0.005	0.025~ 0.01	0.022~ 0.01	0.02~0.01	0.017~ 0.008	0.015~ 0.007			--
	切断铣刀			0.03~0.15	0.027~ 0.012	0.025~ 0.01	0.022~ 0.01	0.02~0.01			
	半圆铣刀 和角铣刀	0.12~0.07	0.12~0.05	0.11~0.05	0.10~0.05	0.09~0.04	0.08~0.04	0.07~0.03	0.05~0.03		
100	切断铣刀			0.03~0.02	0.028~ 0.016	0.027~ 0.015	0.023~ 0.015	0.022~ 0.012	0.023~ 0.013		
	切断铣刀			0.03~ 0.025	0.03~0.02	0.03~0.02	0.025~ 0.02	0.025~ 0.02	0.025~ 0.015	0.02~0.01	
125											
160											

注：1. 铣削铸铁、铜及铝合金时，进给量可增加30%~40%。

2. 表中半圆铣刀的进给量适用于凸半圆铣刀，对于凹半圆铣刀，进给量应减少40%。

3. 在铣削宽度小于5mm时，切槽铣刀和切断铣刀采用细齿；铣削宽度大于5mm时，采用粗齿。

表 7-11 硬质合金端铣刀、圆柱形铣刀和圆盘铣刀铣削平面和凸台的进给量

机床功率 (kW)	钢		铸铁及铜合金	
	每齿进给量 f_z (mm/z)			
	YT15	YT5	YG6	YG8
5~10	0.09~0.18	0.12~0.18	0.14~0.24	0.20~0.29
>10	0.12~0.18	0.16~0.24	0.18~0.28	0.25~0.38

注：1. 表列数值用于圆柱铣刀背吃刀量 $a_p \leq 30\text{mm}$ ；当 $a_p > 30\text{mm}$ 时，进给量应减少 30%

2. 用圆盘铣刀铣槽时，表列进给量应减小一半。

3. 用端铣刀铣削时，对称铣时进给量取小值；不对称铣时进给量取大值。主偏角大时取小值；主偏角小时取大值。

4. 铣削材料的强度或硬度大时，进给量取小值；反之取大值。

5. 上述进给量用于粗铣。精铣时铣刀每转进给量按下表选择。

要求达到的粗糙度 R_a (μm)	3.2	1.6	0.8	0.4
每转进给量/(mm/r)	0.5~1.0	0.4~0.6	0.2~0.3	0.15

(5) 硬质合金立铣刀铣削平面和凸台的进给量(表 7-12)

表 7-12 硬质合金立铣刀铣削平面和凸台的进给量

铣刀类型	铣刀直径 d_0 /mm	侧吃刀量 a_e /mm			
		1~3	5	8	12
		每齿进给量 f_z /mm/z			
带整体刀头的立铣刀	10~12	0.03~0.025			
	14~16	0.06~0.04	0.04~0.03		
	18~22	0.08~0.05	0.06~0.04	0.04~0.03	
镶螺旋形刀片的立铣刀	20~25	0.12~0.07	0.10~0.05	0.10~0.03	0.08~0.05
	30~40	0.18~0.10	0.12~0.08	0.10~0.06	0.10~0.05
	50~60	0.20~0.10	0.16~0.10	0.12~0.08	0.12~0.06

注：1. 大进给量用于在大功率机床上背吃刀量较小的粗铣；小进给量用于在中等功率的机床上背吃刀量较大的铣削。

2. 表列进给量可得到 $R_a = 6.3 \sim 3.2\mu\text{m}$ 的表面粗糙度。

(6) 涂层硬质合金铣刀的铣削用量(表 7-13)

表 7 13 涂层硬质合金铣刀的铣削用量

加工材料	硬度 HBS	铣削深度 a_p/mm	端铣平面		三面刃铣刀铣侧面及槽	
			每齿进给量 $f_z/(mm/z)$	切削速度 $v/(m/min)$	每齿进给量 $f_z/(mm/z)$	切削速度 $v/(m/min)$
碳钢	低碳 125~225	1	0.2	275~335	0.13	205~250
		4	0.3	200~225	0.18	145~170
		8	0.4	160~175	0.23	115~135
	中碳 175~225	1	0.2	255	0.12	190
		4	0.3	190	0.18	110
		8	0.4	150	0.23	110
	高碳 175~225	1	0.2	215	0.13	185
		4	0.3	180	0.18	135
		8	0.4	140	0.23	105
合金钢	低碳 125~225	1	0.2	265~305	0.13	200~230
		4	0.3	205~225	0.18	150~170
		8	0.4	155~175	0.23	115~130
	中碳 175~225	1	0.2	250	0.13	190
		4	0.3	175	0.18	125~130
		8	0.4	135	0.23	90~105
	高碳 175~225	1	0.2	235	0.13	175
		4	0.3	160	0.18	120
		8	0.4	120	0.23	90
高强度钢	300~350	1	0.13	185	0.102	135
		4	0.18	120	0.13	90
		8	0.23	95	0.15	70
高速钢	200~275	1	0.18	135~150	0.102	100~115
		4	0.25	87~100	0.15	66~76
		8	0.36	67~79	0.2	50~59
不锈钢	奥氏体 135~185	1	0.2	200~215	0.13	130~185
		4	0.3	130~145	0.18	84~120
		8	0.4	100~105	0.23	64~95
	马氏体 135~225	1	0.2	235~245	0.13	150~160
		4	0.3	150~160	0.18	100~105
		8	0.4	100~115	0.23	64~72
灰铸铁	190~260	1	0.18	200~235	0.102	145~150
		4	0.25	130~155	0.15	100
		8	0.36	100~120	0.2	73~79
可锻铸铁	160~200	1	0.2	250	0.13	215
		4	0.3	165	0.18	175
		8	0.4	130	0.23	165

附录

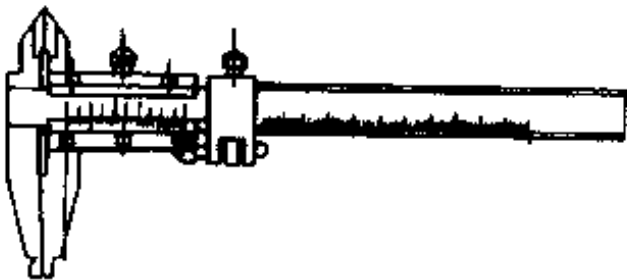
附录 A 常用计量工具

一、游标类量具

1. 游标卡尺(表 A-1)

表 A-1 游标卡尺(GB/T 1214.2 1996)

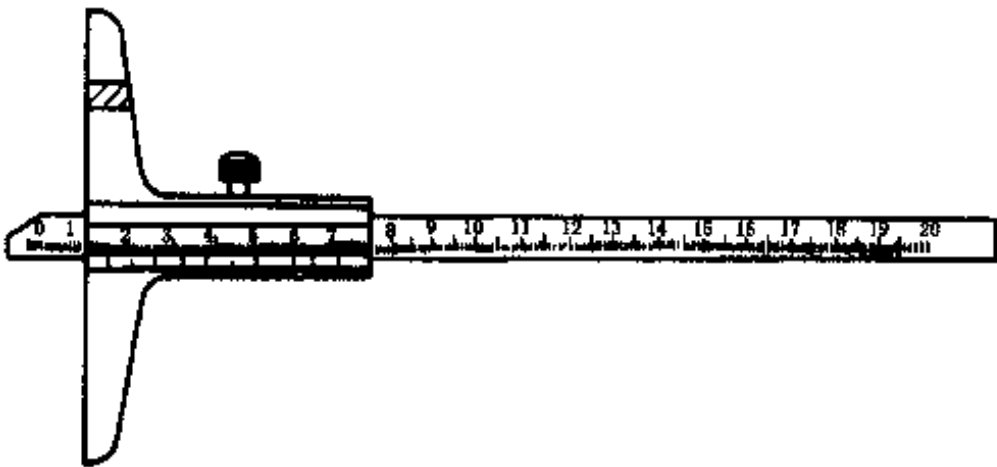
mm

图 示	测量范围	游标读数值		
		0.02	0.05	0.10
		示 值 误 差		
	0~125	±0.02	±0.05	±0.10
	0~150	±0.02	±0.05	±0.10
	0~200	±0.03	±0.05	±0.10
	0~300	±0.04	±0.08	±0.10
	0~500	±0.05	±0.08	±0.10
	0~1000	±0.07	±0.10	±0.15

2. 深度游标卡尺(表 A-2)

表 A-2 深度游标卡尺(GB/T 1214.1 1996)

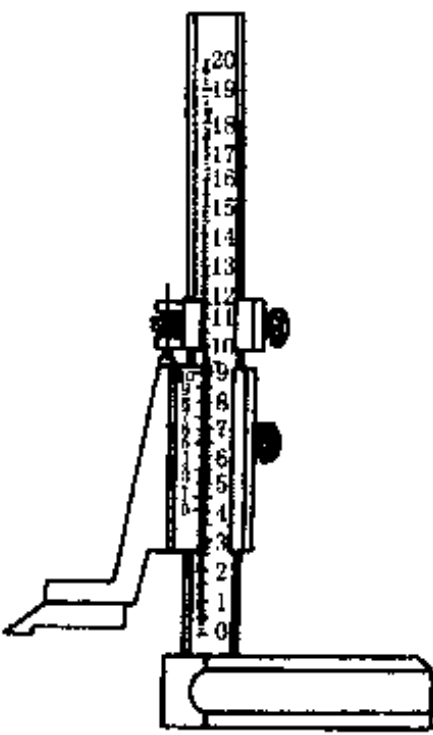
mm

图 示	测量范围	游标读数值	
		0.02	0.05
		示 值 误 差	
	0~200	±0.03	±0.05
	0~300	±0.04	±0.08
	0~500	±0.05	±0.08

3. 高度游标卡尺(表A-3)

表A-3 高度游标卡尺(GB/T 1214.3 1996)

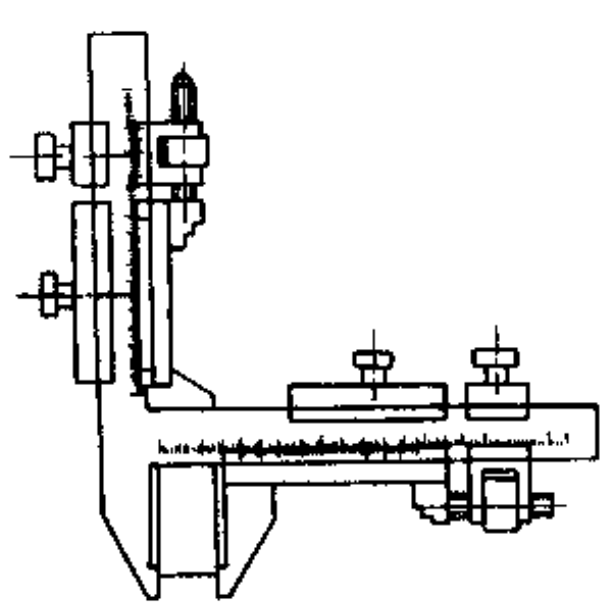
mm

	测 量 范 围	游 标 读 数 值	
		0.02	0.05
	示 值 误 差		
	0~200	±0.03	±0.05
	0~300	±0.04	±0.08
0~500	±0.05	±0.08	
0~1000	±0.07	±0.10	

4. 齿厚游标卡尺(表A-4)

表A-4 齿厚游标卡尺(GB/T 6316 1996)

mm

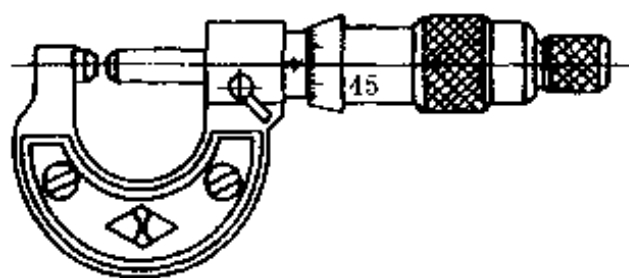
	测 量 范 围	游 标 读 数	示 值 误 差
	1~16	±0.02	±0.02
	1~25		
	5~32		
	10~50		

二、螺旋测微量具规格及示值误差

1. 外径千分尺(表 A-5)

表 A-5 外径千分尺(GB/T 1216--1985)

mm



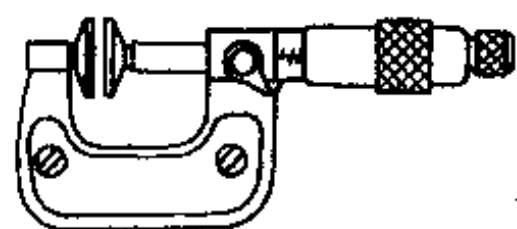
测量范围	示值误差	两测量面平行度
0~25, 25~50	0.004	0.002
50~75, 75~100	0.005	0.003
100~125, 125~150	0.006	0.004
150~175, 175~200	0.007	0.005
200~225, 225~250	0.008	0.006
250~275, 275~300	0.009	0.007
300~325, 325~350	0.011	0.009
350~375, 375~400		
400~425, 425~450	0.013	0.011
450~475, 475~500		
500~600	0.015	0.012
600~700	0.016	0.014
700~800	0.018	0.016
800~900	0.020	0.018
900~1000	0.022	0.020

注：测量范围在300mm以上的千分尺允许制成可测式或可换测砧。

2. 公法线千分尺(表 A-6)

表 A-6 公法线千分尺(GB/T 1217--1986)

mm

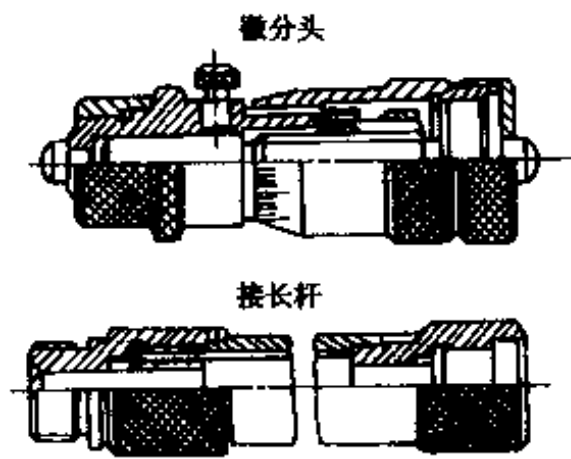


测量范围	示值误差	两测量面平行度
0~25, 25~50	0.004	0.004
50~75, 75~100	0.005	0.005
100~125, 125~150	0.006	0.006

3. 内径千分尺(表A-7)

表A-7 内径千分尺(GB/T 8177 1987)

mm



主要规格

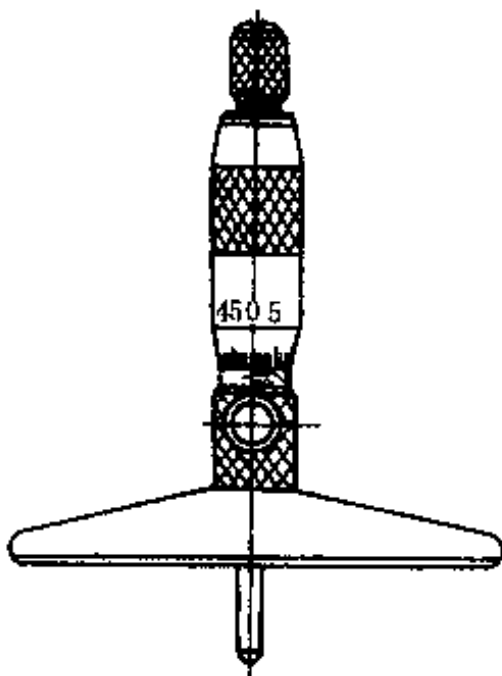
- 50~250, 50~600;
- 100~1225, 100~1500,
- 100~5000; 150~1250,
- 150~1400, 150~2000,
- 150~3000, 150~4000,
- 150~5000; 250~2000,
- 250~4000, 250~5000;
- 1000~3000, 1000~4000,
- 1000~5000, 2500~5000

测量长度	示值误差	测量长度	示值误差
50~125	±0.006	>1250~1600	±0.027
>125~200	±0.008	>1600~2000	±0.032
>200~325	±0.010	>2000~2500	±0.040
>325~500	±0.012	>2500~3150	±0.050
>500~800	±0.016	>3150~4000	±0.060
>800~1250	±0.022	>4000~5000	±0.072

4. 深度千分尺(表A-8)

表A-8 深度千分尺(GB/T 1218 1987)

mm

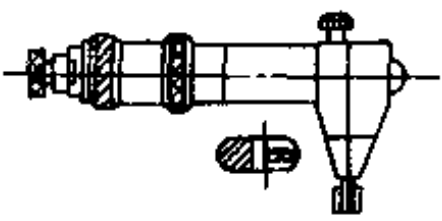


测量范围	示值误差
0~100	±0.005
0~150	

5. 内测千分尺(表A-9)

表A-9 内测千分尺

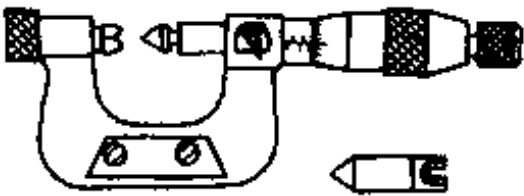
mm

	测量范围	示值误差
	0~30	±0.008
	25~50	

6. 螺纹千分尺(表A-10)

表A-10 螺纹千分尺(GB/T 10932—1989)

mm

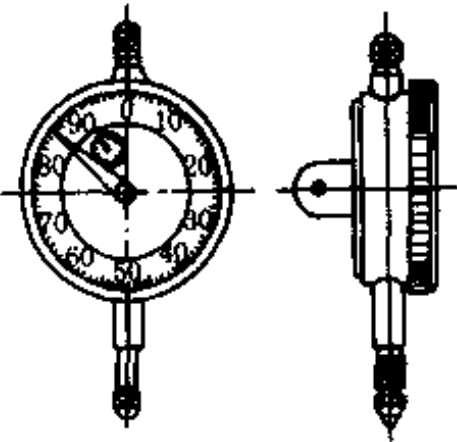
	测量范围	测头对数	被测螺距	示值误差
	0~25	5	0.4~3.5	±0.004
	25~50	5	0.6~6	±0.004
	50~75, 75~100	4	1~6	±0.005
	100~125, 125~150	3	1.5~6	±0.005

三、机械式测微仪规格及示值误差

1. 百分表(表A-11)

表A-11 百分表(GB/T 1219—1985)

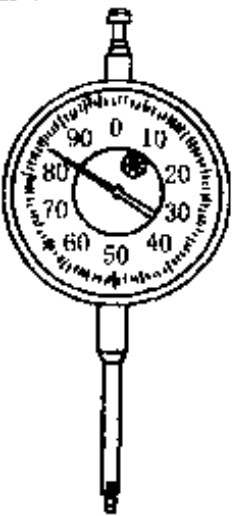
mm

	测量范围	分度值	示值总误差	示值变动性
	0~3	0.01	0.014	0.003
	0~5		0.016	
0~10	0.018			

2. 大量程百分表(表A-12)

表 A-12 大量程百分表(GB/T 6311--1986)

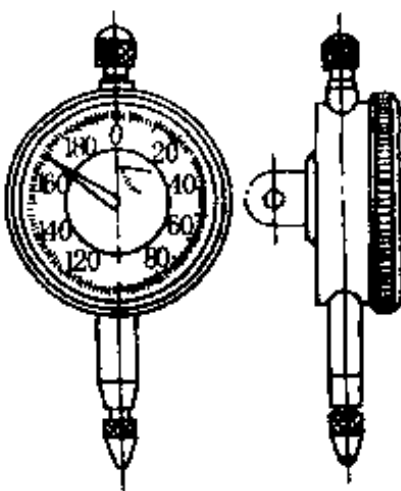
mm

	测量范围	分 度 值	示值总误差	示值变动性
	0~30	0.01	0.030	0.005
	0~50		0.040	
	0~100		0.050	

3. 千分表(表 A-13)

表 A-13 千分表(GB/T 1219--2000)

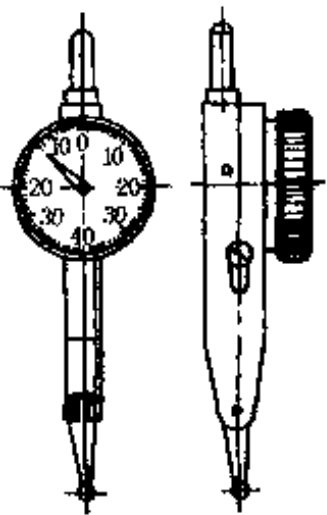
mm

	测量范围	分 度 值	示值总误差	示值变动性
	0~1	0.001	0.004	0.003
	0~2		0.006	0.003
	0~3		0.008	0.003
	0~5		0.009	0.005

4. 杠杆百分表(表 A-14)

表 A-14 杠杆百分表(GB/T 8123 1998)

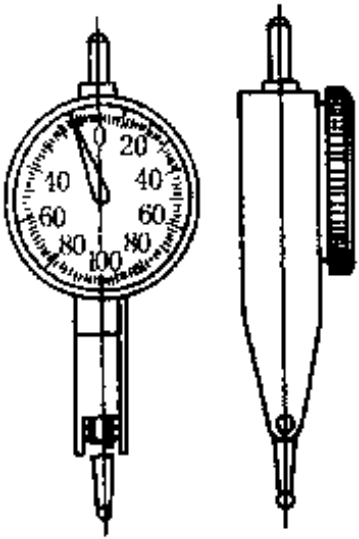
mm

	测量范围	分 度 值	示值总误差	示值变动性
	0~0.8	0.01	0.008	0.003

5. 杠杆千分表(表A-15)

表A-15 杠杆千分表(GB/T 8123 1998)

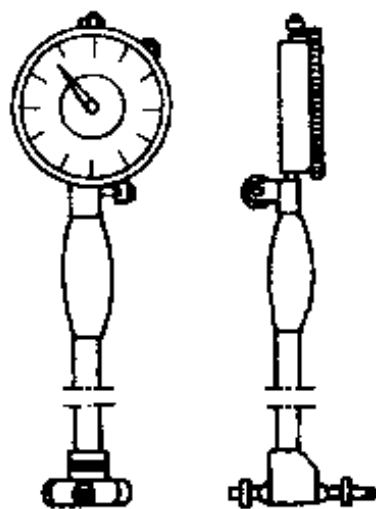
mm

	测量范围	分 度 值	示值总误差	示值变动性
		0~0.2	0.002	0.003

6. 内径百分表(表A-16)

表A-16 内径百分表(GB/T 8122-1987)

mm



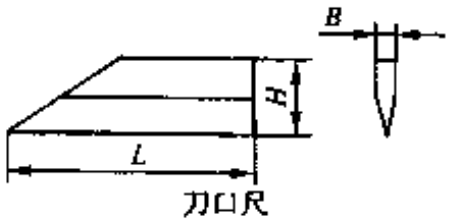


测量范围	6~10	10~18	18~35	35~50	测量范围	50~100	100~160	160~250	250~450		
活动测头 工作行程	0.6	0.8	1	1.2	活动测头 工作行程	1.6	1.6	1.6	1.6		
测孔 深度	I型	≤40	≤50	≤60	≤80	测孔 深度	I型	≤100	≤125	≤200	≤250
	H型	≥80	≥100	≥125	≥160		H型	≥200	≥250	≥400	≥500
示值误差	0.012	0.012	0.015	0.015	示值误差	0.018	0.018	0.018	0.018		

四、角度量具

1. 刀口形直尺(表A-17)

表 A-17 刀口形直尺 (GB/T 6091-1985)

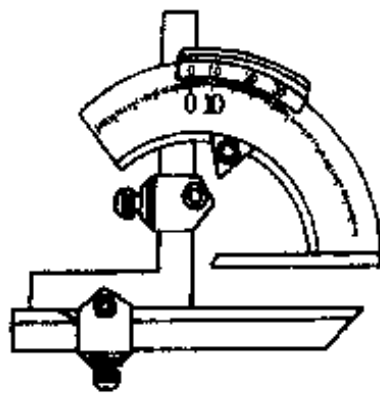
mm

型 式	精度等级	尺 寸		
		<i>L</i>	<i>B</i>	<i>H</i>
 <p>刀口尺</p>	0 级和 1 级	75	6	22
		125	6	27
		200	8	30
		300	8	40
		(400)	(8)	(45)
		(500)	(10)	(50)
 <p>三棱尺</p>	0 级和 1 级	200	26	
		300	30	
		500	40	
 <p>四棱尺</p>	0 级和 1 级	200	20	
		300	25	
		500	35	

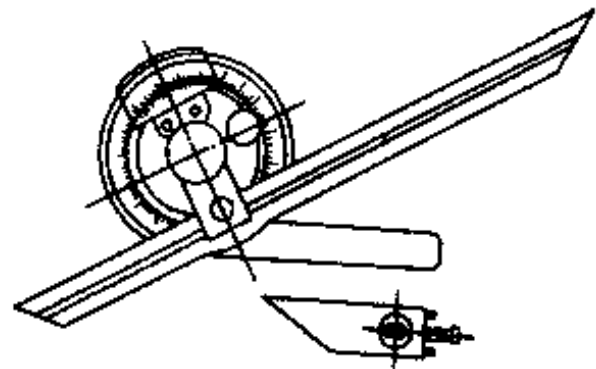
注： $L=400$ 和 500mm 的刀口尺按用户订货生产。

2. 万能角度尺 (表 A-18)

表 A-18 万能角度尺 (GB/T 6315-1996)



I 型



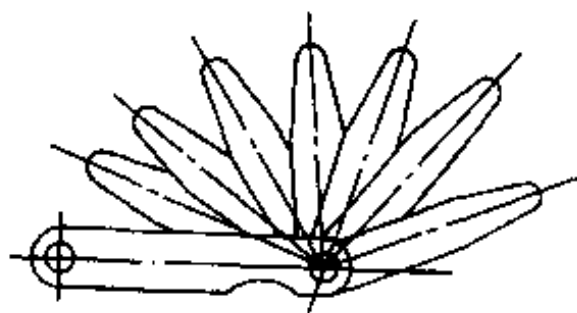
II 型

型 式	游标读数值	测量范围	直尺测量面	附加直尺测量面	其他测量面
			公称长度/mm		
I 型	2', 5'	0~320°	≥150	--	≥50
II 型	5'	0~360°	200, 300	--	

五、量规和样板

1. 塞尺(表A-19)

表A-19 塞尺(JB/T 7979—1995)

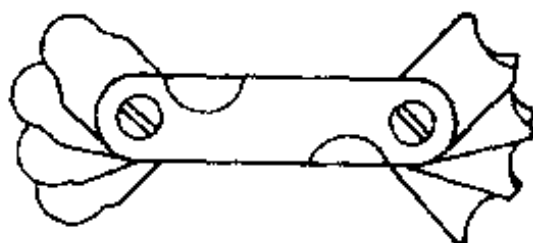


A 型	B 型	塞尺片 长度/mm	片数	塞尺片厚度及组装顺序/mm
组别 标记				
75A13	75B13	75	13	保护片, 0.02, 0.02, 0.03, 0.03, 0.04, 0.04, 0.05, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.10 保护片
100A13	100B13	100		
150A13	150B13	150		
200A13	200B13	200		
300A13	300B13	300		
75A14	75B14	75	14	1.00, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.40, 0.50, 0.75
100A14	100B14	100		
150A14	150B14	150		
200A14	200B14	200		
300A14	300B14	300		
75A17	75B17	75	17	0.50, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40, 0.45
100A17	100B17	100		
150A17	150B17	150		
200A17	200B17	200		
300A17	300B17	300		
75A20	75B20	75	20	1.00, 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40, 0.45, 0.50, 0.55, 0.60, 0.65, 0.70, 0.75, 0.80, 0.85, 0.90, 0.95
100A20	100B20	100		
150A20	150B20	150		
200A20	200B20	200		
300A20	300B20	300		
75A21	75B21	75	21	0.50, 0.02, 0.02, 0.03, 0.03, 0.04, 0.04, 0.05, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40, 0.45
100A21	100B21	100		
150A21	150B21	150		
200A21	200B21	200		
300A21	300B21	300		

注: 保护片厚度建议采用 $\geq 0.30\text{mm}$

2. 半径样板(表 A-20)

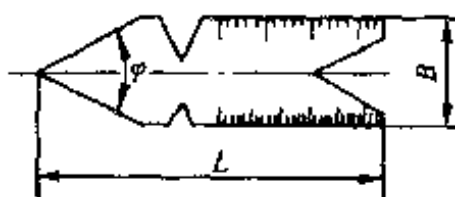
表 A-20 半径样板(JB/T 7980-1995)



组 别	半径尺寸范围	半径尺寸系列	样板宽度	样板厚度	样板数	
					凸形	凹形
		mm				
1	1~6.5	1, 1.25, 1.5, 1.75, 2, 2.25, 2.5, 2.75, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5	13.5	0.5	16	16
2	7~14.5	7, 7.5, 8, 8.5, 9, 9.5, 10, 10.5, 11, 11.5, 12, 12.5, 13, 13.5, 14, 14.5	20.5			
3	15~25	15, 15.5, 16, 16.5, 17, 17.5, 18, 18.5, 19, 19.5, 20, 21, 22, 23, 24, 25				

3. 中心规(表 A-21)

表 A-21 中心规

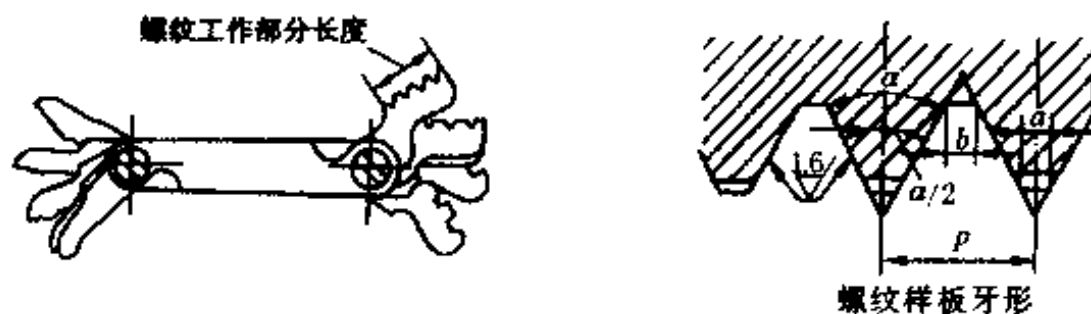


公称规格	基本尺寸		
	L/mm	B/mm	φ
60°	57	20	60°
55°	57	20	55°

4. 螺纹样板(表 A-22)

表 A-22 螺纹样板 (JB/T 7981—1995)

mm



螺纹样板牙形

螺 距 P		基本牙型 角 α	牙型半角 $\alpha/2$ 极限偏差	牙顶和牙底宽度			螺纹工作 部分长度
基本尺寸	极限偏差			a		b	
				最小	最大	最大	
0.40	± 0.010	60°	$\pm 60'$	0.10	0.16	0.05	5
0.45				0.11	0.17	0.06	
0.50				0.13	0.21	0.06	
0.60				0.15	0.23	0.08	
0.70	± 0.015		$\pm 50'$	0.18	0.26	0.09	10
0.75				0.19	0.27	0.09	
0.80				0.20	0.28	0.10	
1.00				0.25	0.33	0.13	
1.25				0.31	0.43	0.16	
1.50	± 0.020		$\pm 30'$	0.38	0.50	0.19	16
1.75				0.44	0.56	0.22	
2.00				0.50	0.62	0.25	
2.50		0.63		0.75	0.31		
3.00		0.75		0.87	0.38		
3.50		0.88		1.03	0.44		
4.00		1.00		1.15	0.50		
4.50		1.13		1.28	0.56		
5.00		1.25		1.40	0.63		
5.50		1.38		1.53	0.69		
6.00	$\pm 20'$	1.50	1.65	0.75			

续表 A-22

mm

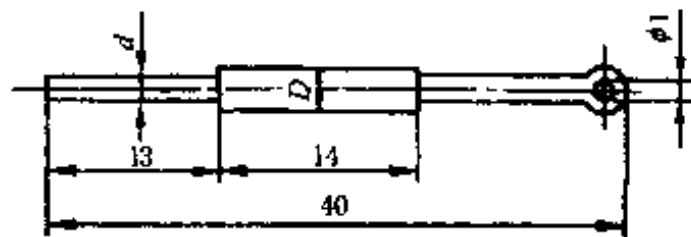
螺 距 P			基本牙型 角 α	牙型半角 $\alpha/2$ 极限偏差	牙顶和牙底宽度			螺纹工.作 部分长度	
每英寸 牙 数	基本 尺寸	极限 偏差			a		b		
					最小	最大	最大		
28	0.907	± 0.015	55°	$\pm 40'$	0.22	0.30	0.15	10	
24	1.058				0.27	0.39	0.18		
22	1.154				0.29	0.41	0.19		
20	1.270				$\pm 35'$	0.31	0.43		0.21
19	1.337					0.33	0.45		0.22
18	1.411				$\pm 30'$	0.35	0.47		0.24
16	1.588			0.39		0.51	0.27		
14	1.814			0.45		0.57	0.30		
12	2.117	0.52		0.64		0.35			
11	2.309	± 0.020		$\pm 25'$	0.57	0.69	0.38	16	
10	2.540				0.62	0.74	0.42		
9	2.822				0.69	0.81	0.47		
8	3.175				0.77	0.92	0.53		
7	3.629				0.89	1.04	0.60		
6	4.233				± 0.02	$\pm 20'$	1.04		1.19
5	5.080	1.24		1.39			0.85		
4.5	5.614	1.38	1.53	0.94					
4	6.350	1.55	1.70	1.06					

5. 量针(表A-23)

表A-23 量针(JB/T 3326—1983)

mm

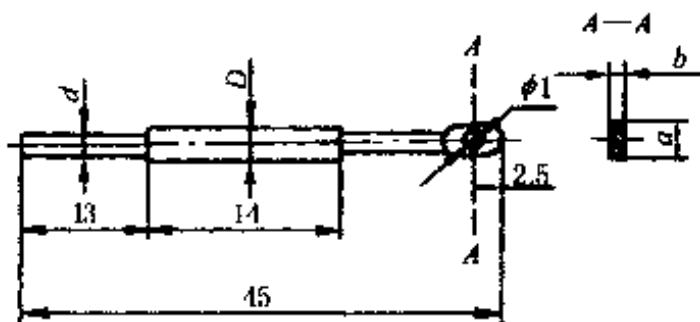
I 型量针公称直径 D 为
0.118mm~0.572mm



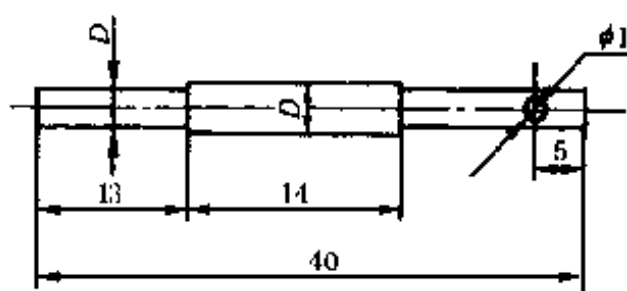
续表 A-23

mm

I 型量针公称直径 D 为
0.724mm~1.553mm



II 型量针公称直径 D 为
1.732mm~6.212mm



量针型式	公称直径 D	基本尺寸		
		d	a	b
I 型	0.118	0.10	—	—
	0.142	0.12		
	0.185	0.165		
	0.250	0.23		
	0.291	0.26		
	0.343	0.31		
	0.433	0.38		
	0.511	0.46		
II 型	0.724	0.65	2.0	0.20
	0.796	0.72		
	0.866	0.79		
	1.008	0.93	2.5	0.25
	1.157	1.08		
	1.302	1.22		
	1.441	1.36		
	1.553	1.47		
III 型	1.732	1.66	—	—
	1.833	1.76		

续表 A 23

mm

量针型式	公称直径 D	基本尺寸		
		d	a	b
■ 型	2.050	1.98		
	2.311	2.24		
	2.595	2.52		
	2.886	2.81		
	3.106	3.03		
	3.177	3.10		
	3.550	3.17		
	4.120	4.04		
	4.400	4.32		
	4.773	4.69		
	5.150	5.07		
	6.212	5.12		

附录 B 常用零件结构要素

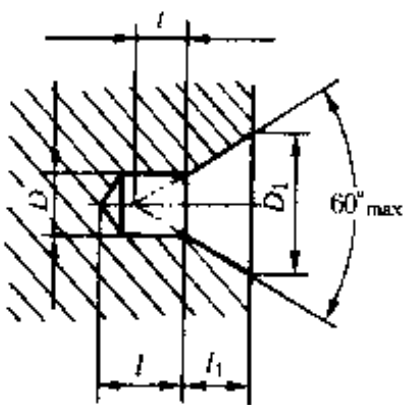
一、中心孔

1. 60°中心孔(GB/T 145—1985)分 A 型、B 型、C 型、R 型四种形式

(1) A 型中心孔,见表 B-1。

表 B-1 A 型中心孔

mm

	D	D_1	参 考	
			l_1	l
	1.00	2.12	0.97	0.9
	1.60	3.35	1.52	1.4
	2.00	4.25	1.95	1.8
	2.50	5.30	2.42	2.2
	3.15	6.70	3.07	2.8
	4.00	8.50	3.90	3.5
	6.30	13.20	5.98	5.5
	10.00	21.20	9.70	8.7

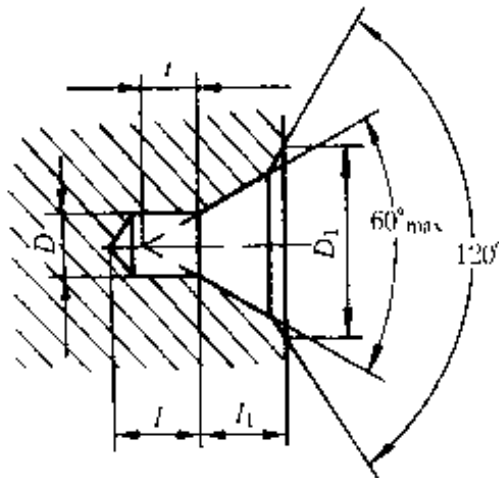
注: 1. 尺寸 l 取决于中心钻的长度, 此值不应小于 l_1 值

2. 当按 GB/T 4459.5—1999《机械制图》中心孔表示法表示时, 必须注明中心孔的标准代号。

(2) B 型中心孔, 见表 B-2。

表 B 2 B 型中心孔

mm

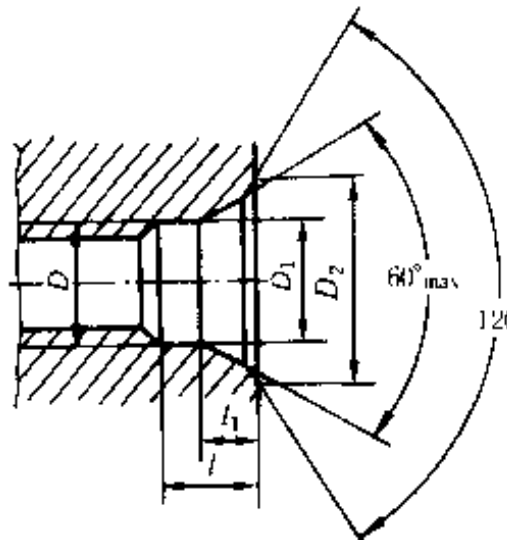
	D	D_1	参 考	
			l_1	l
	1.30	3.15	1.27	0.9
	1.60	5.00	1.99	1.4
	2.00	6.30	2.54	1.8
	2.50	8.00	3.20	2.2
	3.15	10.00	4.03	2.8
	4.00	12.50	5.05	3.5
	5.30	18.00	7.36	5.5
	10.00	28.00	11.66	8.7

注：尺寸 l 取决于中心钻的长度，比值不应小于 r 值

(3) C 型中心孔，见表 B 3

表 B-3 C 型中心孔

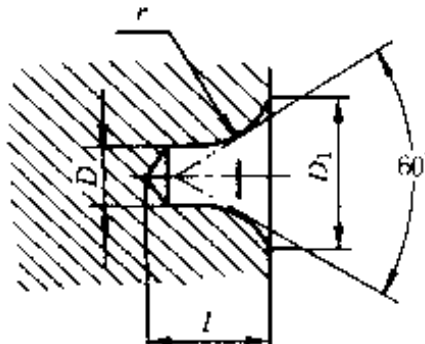
mm

	D	D_1	D_2	l	参 考
					l_1
	M3	3.2	3.8	2.6	1.8
	M4	4.3	7.4	3.2	2.4
	M5	5.3	8.8	4.0	2.4
	M6	6.4	10.5	5.0	2.8
	M8	8.4	13.2	6.0	3.5
	M10	10.5	16.3	7.5	3.8
	M12	13.0	19.8	9.5	4.4
	M16	17.0	25.3	12.0	5.2
	M20	21.0	31.3	15.0	6.4
	M24	25.0	38.0	18.0	8.0

(4) R 型中心孔，见表 B 4。

表 B-4 R 型中心孔

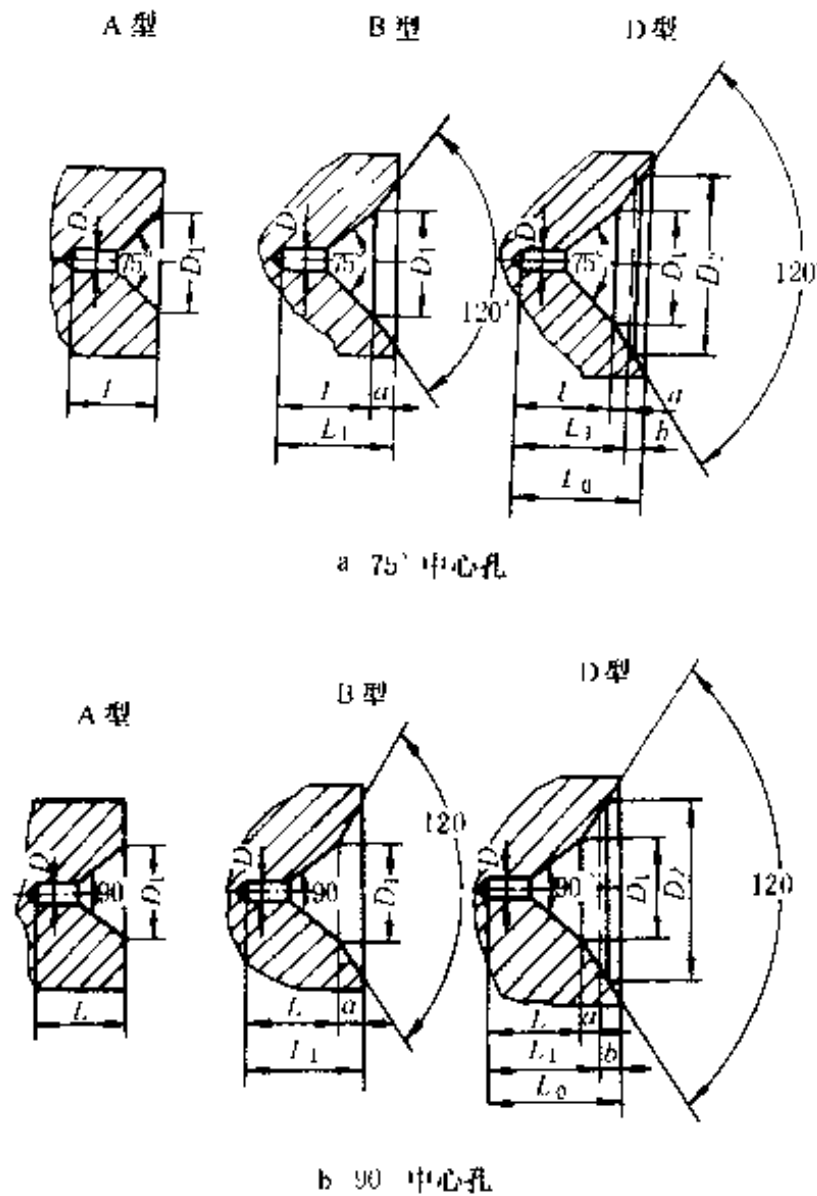
mm

	D	D_1	l_{min}	r	
				max	min
	1.00	2.12	2.3	3.15	2.50
	1.60	3.55	3.5	5.00	4.00
	2.00	4.25	4.4	6.30	5.00
	2.50	5.30	5.5	8.00	6.30
	3.15	6.70	7.0	10.00	8.00
	4.00	8.50	8.9	12.50	10.00
	5.30	13.20	14.0	20.00	16.00
	10.00	21.20	22.5	31.50	25.00

2. 75°、90°中心孔(表 B 5)

表 B-5 75°、90°中心孔 (JB ZQ 4236~ 4237 1986)

mm



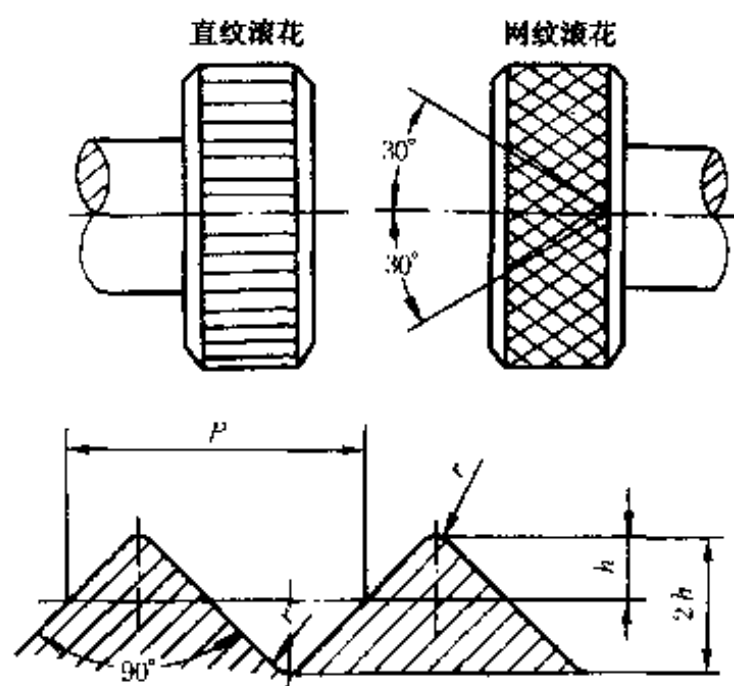
D	D _{max}		D _{2max}		L		L _≈		L		a _≈	
	75°	90°	75°	90°	75°	90°	75°	90°	75°	90°	75°	90°
3	9		18		12		8		7		1	
4	12		24		16		11		10		1.2	
6	18		34		23		16		14		1.8	
8	24		44		26		21		19		2	
12	36		60		41		31		28		2.5	
20	60	80	85	100	63	61	53	53	50	50	3	3
30	90	120	125	150	87	94	71	81	70	80	4	4
40	120	160	160	200	113	115	100	105	95	100	5	5
50	135	180	175	220	136	128	121	116	115	110	6	6
60	150	200	200	250	165	138	148	126	110	120	8	8

注：本标准中的 D、D_{1max} 相当于 GB 1479.5 1984 中的 d、D_{max}。

二、滚花(表B-6)

表B-6 滚花的型式及尺寸(GB/T 6403.3-1986)

mm



标记示例

模数 $m=0.3$ 直纹滚花:直径 $m0.3$ GB 6403.3-1986模数 $m=0.4$ 网纹滚花:网纹 $m0.4$ GB 6403.3-1986

滚花花纹的形状

滚花尺寸

模数 m	h	r	节距 P
0.2	0.132	0.06	0.628
0.3	0.198	0.09	0.942
0.4	0.264	0.12	1.257
0.5	0.326	0.16	1.571

注:表中 $h=0.785m=0.414r$ 。本标准适用于一般用途的圆柱表面滚花。

三、各类槽

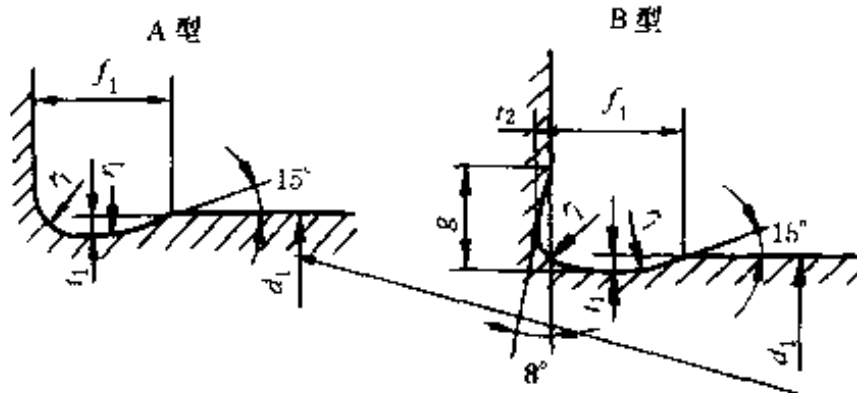
1. 退刀槽(JB/ZQ 4238-1986)

(1) 外圆退刀槽及相配件的倒角和倒圆。

① 退刀槽的各部尺寸,见表B-7。

表B-7 退刀槽的各部尺寸

mm



r_1	t_1 +0.1	f	g \approx	t_2 0.05	推荐的配合直径 d_1	
					用在一般载荷	用在交变载荷
0.6	0.2	2	1.4	0.1	~18	
	0.3	2.5	2.1	0.2	>18~80	
1	0.4	4	3.2	0.3	>80	
	0.2	2.5	1.8	0.1		>18~50
1.6	0.3	4	3.1	0.2		>50~80
2.5	0.4	5	4.8	0.3		>80~125
4	0.5	7	6.4	0.3		125

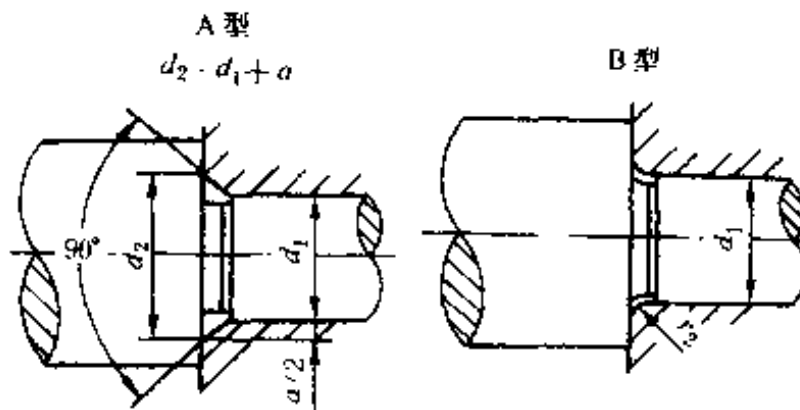
注：A型（轴的配合面需磨削，轴肩不磨削）。

B型（轴的配合面及轴肩皆需磨削）。

② 相配件的倒角和倒圆，见表B-8。

表B-8 相配件的倒角和倒圆

mm



退刀槽尺寸 $r_1 \times t_1$	倒角最小值 a		倒圆最小值 r_2	
	A型	B型	A型	B型
0.6×0.2	0.8	0.2	1	0.3
0.6×0.3	0.6	0	0.8	0
1×0.2	1.6	0.8	2	1

续表B-8

退刀槽尺寸	倒角最小值 a		倒圆最小值 r_2	
	A型	B型	A型	B型
1×0.1	1.2	0	1.5	0
1.6×0.3	2.6	1.1	3.2	1.1
2.5×0.4	4.2	1.9	5.2	2.4
4×0.5	7	4.0	9.8	5

注: A型(轴的配合表面需磨削,轴肩不磨削),B型(轴的配合表面和轴肩皆需磨削),
 (3) C、D、E型退刀槽及相配件的各部尺寸,见表B-9

表B-9 C、D、E型退刀槽及相配件的各部尺寸

mm

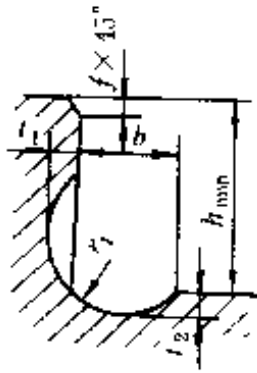
轴					相配件(孔)				
h mm	r_1	t	h		f max	a	偏差	r_2	偏差
			C、D型	E型					
2.5	1.0	0.25	1.6	1.1	0.2	1	-0.6	1.2	$+0.6$
4	1.6	0.25	2.1	2.2	0.2	1.6	$+0.6$	2.0	$+0.6$
6	2.5	0.25	3.6	3.4	0.2	2.5	$+1.0$	3.2	-1.0
10	4.0	0.4	5.7	5.3	0.4	4.0	$+1.0$	5.0	$+1.0$
16	6.0	0.4	8.1	7.7	0.4	6.0	$+1.6$	8.0	-1.6
25	10.0	0.6	13.1	12.8	0.4	10.0	$+1.6$	12.5	-1.6
40	16.0	0.6	20.3	19.7	0.6	16.0	$+2.5$	20.0	$+2.5$
60	25.0	1.0	32.1	31.1	0.6	25.0	$+2.5$	32.0	$+2.5$

注: 适用于对受载无特殊要求的磨削件。C型(轴的配合表面需磨削,轴肩不磨削),D型与C型相反,E型均需磨削。

(1) F型退刀槽的各部尺寸,见表B-10。

表B-10 F型退刀槽的各部尺寸

mm



轴					
h mm	r	t_1	t_2	b	f max
4	1.0	0.4	0.25	1.2	0.2
5	1.6	0.5	0.4	2.0	
8	2.5	1.0	0.6	3.2	
12.5	4.0	1.5	1.0	5.0	0.4
20	6.0	2.5	1.6	8.0	
30	10.0	4.0	2.5	12.5	

注: $r_1=10$ 不适用于光整。

(2) 公称直径相同具有不同配合的退刀槽,见表B-11。

表B-11 公称直径相同具有不同配合的退刀槽

mm

		r	t	b
A型	$\phi 30 J6$	2.5	0.25	2.2
	$\phi 30 f7$			
B型	$\phi 30 J6$	4	0.4	3.1
	$\phi 30 f7$			
		4	0.4	4.3
		10	0.6	7.0
		16	0.6	9.0
		25	1.0	13.0

注: 1. A型退刀槽长度 f_1 包括在公差带较小的一段长度内;各部尺寸根据直径 d_1 的大小按表B-7选取。

2. B型退刀槽各部尺寸按表B-11选取。

(3) 带槽孔的退刀槽,见图B-1。

退刀槽直径 d_2 可按选用的平键或楔键而定。

退刀槽的深度 t_2 一般为20mm,如因结构上的原因 t_2 的最小值不得小于10mm。

退刀槽的粗糙度一般选用 $R_3, 2\mu\text{m}$, 根据需要也可选用 $R_1, 6, 0.8, 0.4\mu\text{m}$ 。

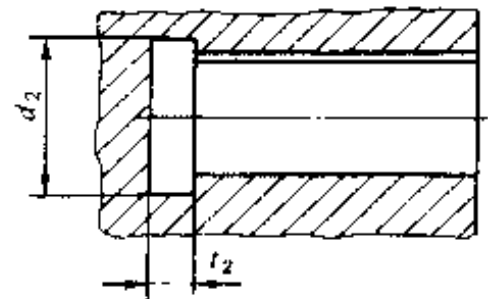


图 B-1

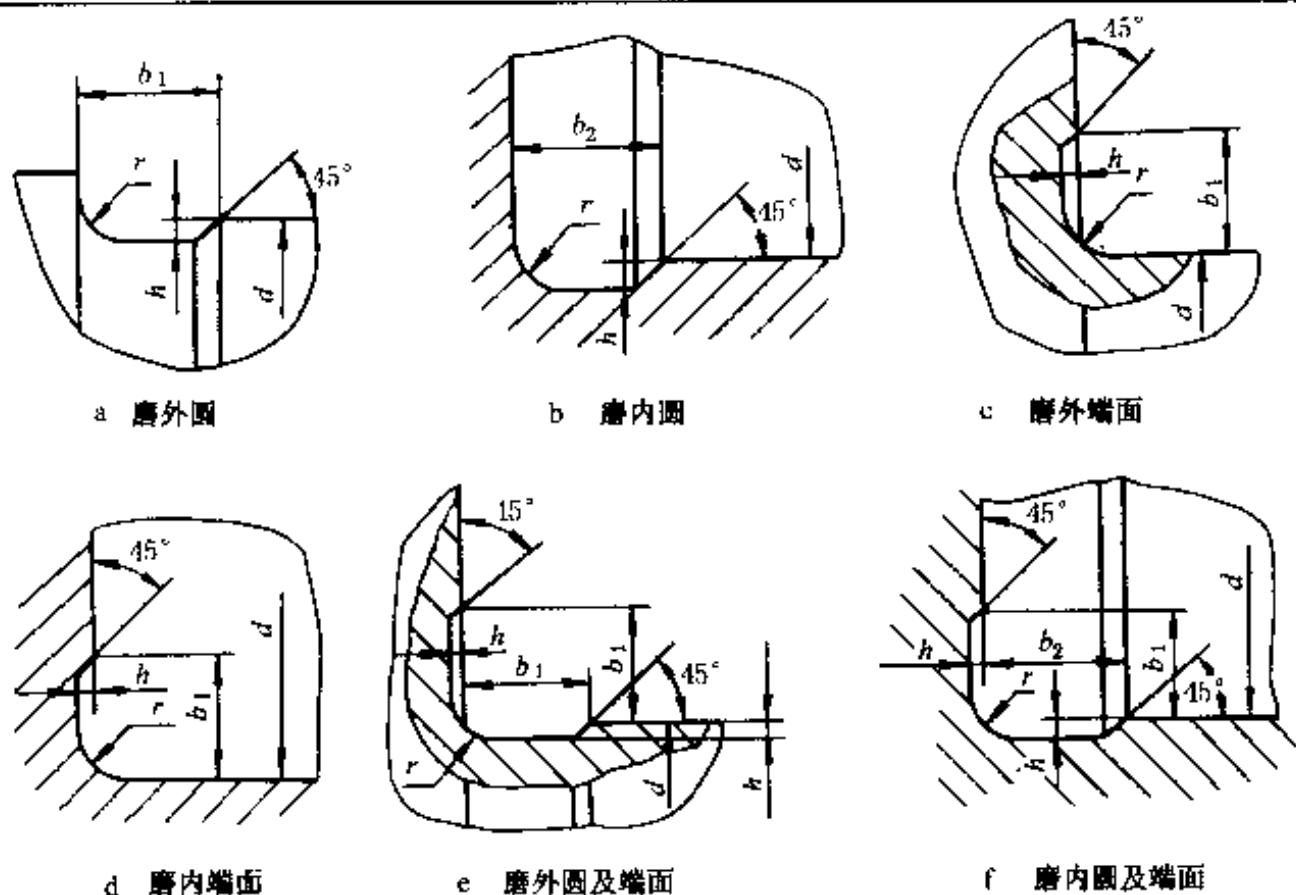
2. 砂轮越程槽(GB/T 6403.5—1986)

适用于一般结构零件磨削面的砂轮越程槽。

(1) 磨回端面及端面砂轮越程槽,见表B-12。

表 B-12 磨回转面及端面砂轮越程槽

mm



b_1	0.6	1.0	1.6	2.0	3.0	4.0	5.0	8.0	10
b_2	2.0	3.0	4.0		5.0		8.0	10	
h	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	1.2		
r	0.2	0.5	0.8	1.0	1.6	2.0	3.0		
d	~10		10~50		50~100		>100		

注：1. 越程槽内两直线相交处，不允许产生尖角。

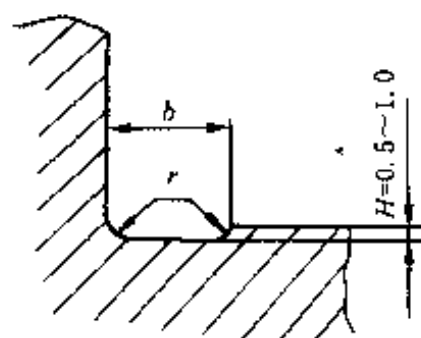
2. 越程槽深度 h 与圆弧半径 r ，要满足 $r < 3h$ 。

3. 磨削具有数个直径的工件时，可使用同一规格的越程槽。

4. 直径 d 值大的零件，允许选择小规格的砂轮越程槽。

5. 砂轮越程槽的尺寸公差和表面粗糙度根据该零件的结构、性能确定。

(2) 磨平面砂轮越程槽，见图 B-2。



图中尺寸

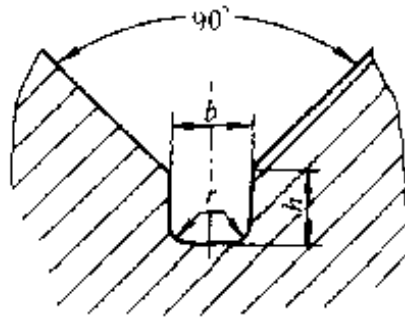
b	2	3	4	5
r	0.5	1.0	1.2	1.6

图 B-2

(3) 磨V形面砂轮越程槽,见表B-13。

表B-13 磨V形面砂轮越程槽

mm

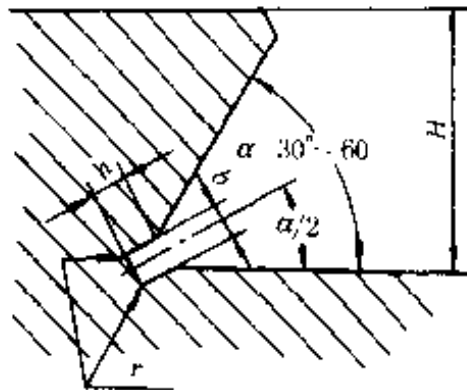


b	2	3	4	5
h	1.6	2.0	2.5	3.0
r	0.5	1.0	1.2	1.6

(4) 磨燕尾导轨面砂轮越程槽,见表B-14。

表B-14 磨燕尾导轨面砂轮越程槽

mm

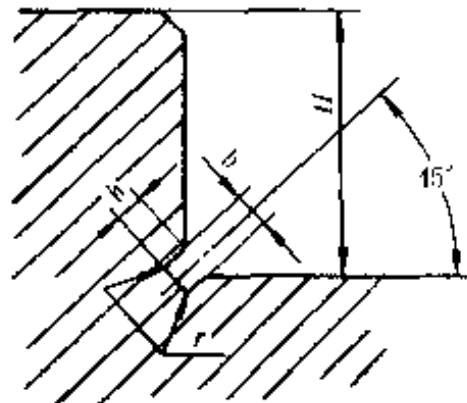


H	≤ 5	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50	63	80
b	1	2	3				4			5		6	
h													
r	0.5	0.5	1.0				1.6			1.6		2.0	

(5) 磨矩形导轨面砂轮越程槽,见表B-15

表B-15 磨矩形导轨面砂轮越程槽

mm



续表B-15

mm

H	8	10	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100
h	2				3				3		8	
k	1.0				2.0				3.0		5.0	
r	0.5				1.0				1.6		2.0	

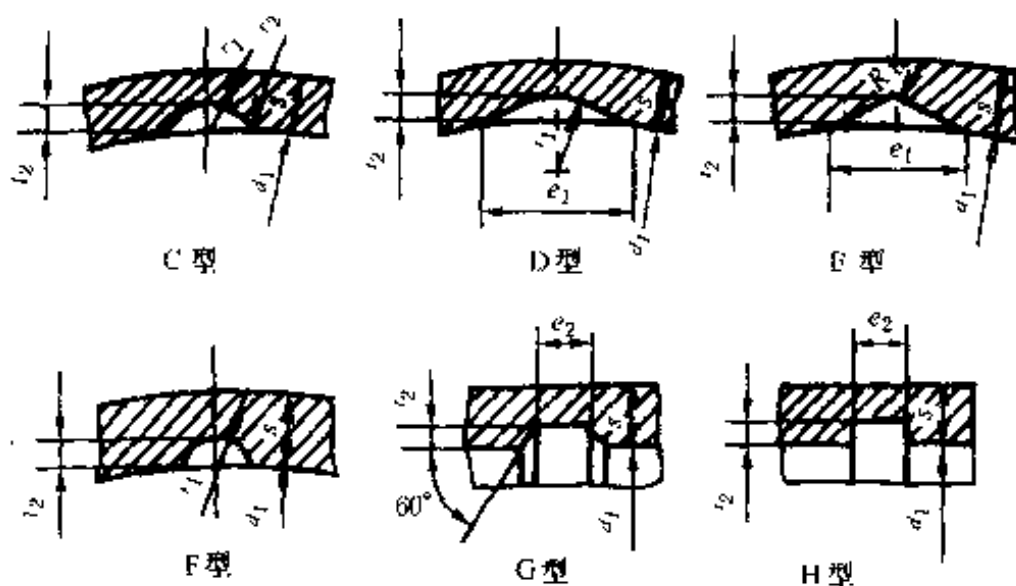
3. 润滑槽(GB/T 6103.2 1986)

适用于一般用途的滑动轴承润滑槽和平面润滑槽

(1) 滑动轴承上用润滑槽型式和尺寸(表B-16)

表B-16 滑动轴承上用润滑槽型式和尺寸

mm

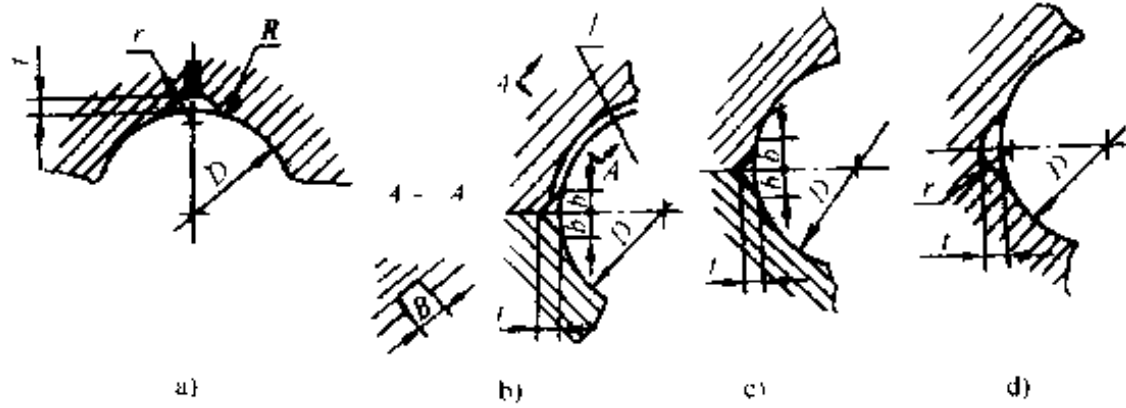


$t_2^{1/2}$ C,D,E,F,G,H	$e_1 \approx$ D,E	e_2		r_1			e C	e D	e E	$d_1 \approx$
		G	H	C	D	F				
0.4	3	1.2	3	1.5	1.5	1	1.5	-	1	≈30
0.6	4	1.6	3	1.5	1.5	1	2	1	1.5	
0.8	5	1.8	3	1.5	2.5	1	3	1.5	2	
1	8	2	4	2	4	1.5	4.5	2	2.5	>30~100
1.2	10.5	2.5	5	2.5	6	2	6	2.5	3	
1.6	14	3.5	6	3	8	3	9	3	4	
2	19	4.5	8	4	12	4	12	4	5	>100
2.5	28	7.5	10	5	20	5	15	5	7.5	
3.2	38	11	12	7	28	7	21	7.5	10	
4	49	14	15	9	35	9	27	10	-	

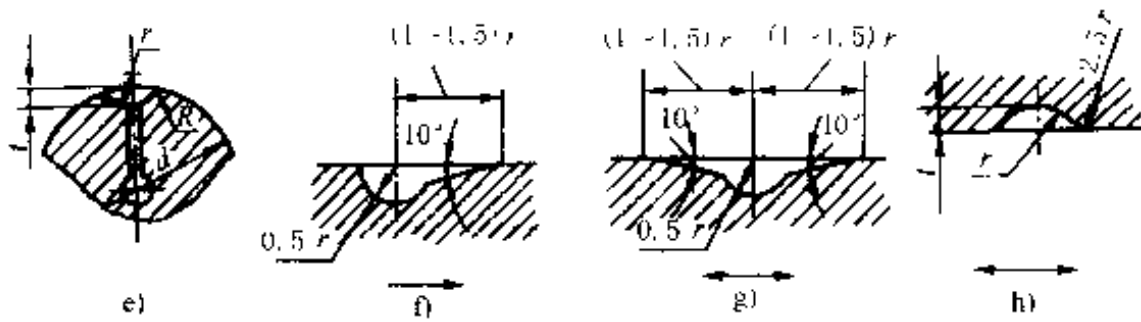
(2) 径向轴承的润滑槽及推力轴承的润滑槽型式和尺寸(表B-17)。

表B-17 径向轴承的润滑槽及推力轴承的润滑槽型式和尺寸

mm



径向轴承: a)、b)、c)、d)图用于轴瓦、轴套; e)图用于轴上

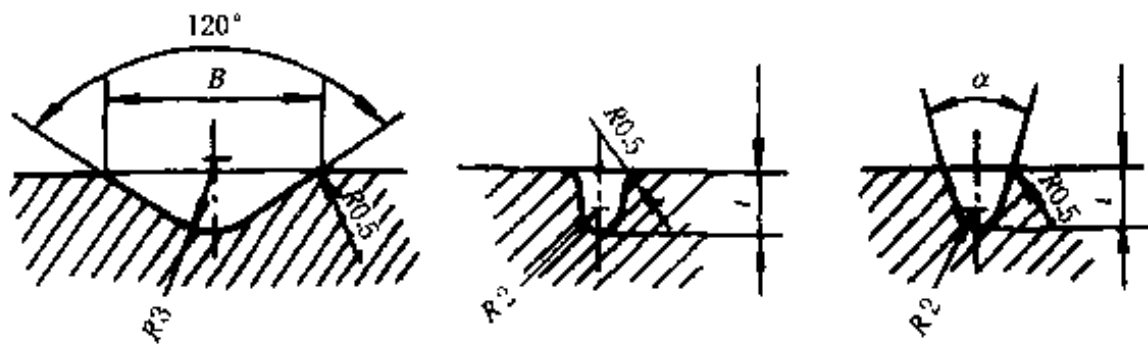


推力轴承: (f)、(g)图用于推力轴承; h)图用于轴端面; 箭头表示运动为单向或双向

直 径		r	r	R	B	f	k
D	d						
≤50		0.8	1.0	1.2			
		1.0	1.5	1.6			
		1.6	3.0	6.0	3.0	1.0	1.0
50~120		2.0	1.0	10	8.0	2.0	6.0
		2.5	5.0	16	10	2.0	8.0
		3.0	6.0	20	12	2.5	10
>120		4.0	8.0	25	16	3.0	12
		5.0	10	32	20	3.0	16
		6.0	12	40	25	4.0	20

(3) 平面上用润滑槽型式和尺寸(表B-18)

表 B-18 平面上用润滑油槽型式和尺寸

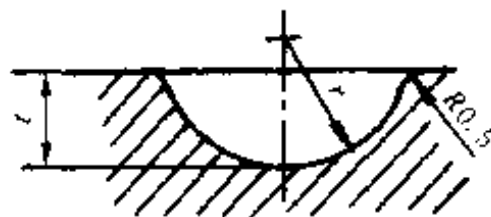


B/mm	4, 6	10, 12	16
α	15°	30°	45°
t/mm	3	4	5

(4) 一般型式润滑油槽尺寸(表 B-19)

表 B-19 一般型式润滑油槽尺寸

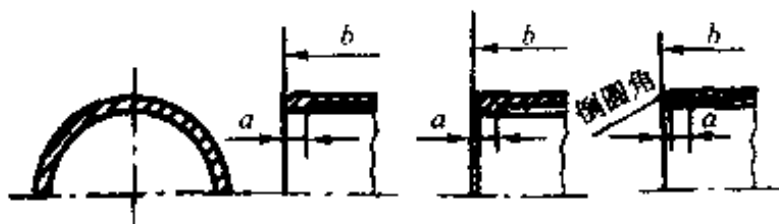
mm



t	1.0	1.6	2.0
r	1.6	2.5	4.0

(5) 润滑油槽距离 a 的尺寸(表 B-20)表 B-20 润滑油槽距离 a 的尺寸

mm



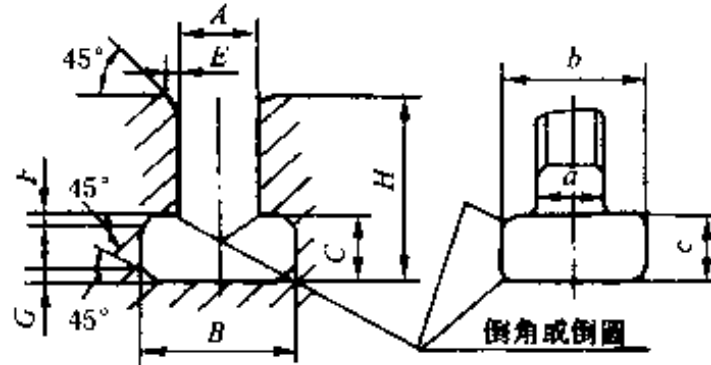
b	15~30	>30~60	>60~100	>100
a	3	4	6	10

4. T形槽(GB/T 158-1996)

(1) T形槽及螺栓头部尺寸(表 B-21)

表 B-21 T形槽及螺栓头部尺寸

mm



T 形 槽											螺 栓 头 部			
A		B		C		H		E	F	G	a	b	c	
基本尺寸	极限偏差		最小尺寸	最大尺寸	最小尺寸	最大尺寸	最小尺寸	最大尺寸	最大尺寸	最大尺寸	最大尺寸	最大尺寸	最大尺寸	
	基准槽	固定槽												
5	+0.018	+0.12	10	11	3	3.5	8	10	1	0.6	1	4	9	2.5
6	0	0	11	12.5	5	6	11	13				5	10	4
8	+0.020	+0.15	14.5	16	7	8	15	18				6	13	6
10	0	0	16	18	7	8	17	21	1.6	1.6	1.6	8	15	6
12	+0.027	+0.18	19	21	8	9	20	25				10	18	7
14			23	25	9	11	23	28				12	22	8
18	+0.033	+0.21	30	32	12	11	30	36	1.6	1	2.5	16	28	10
22			37	40	16	18	38	45				20	34	14
28	46	50	20	22	48	56	24	43				18		
36	+0.039	+0.25	56	60	25	28	61	71	2.5	1.6	4	30	53	23
42			68	72	32	35	74	85				36	64	28
48	80	85	36	40	84	95	42	75				32		
54	+0.046	+0.30	90	95	40	44	94	106	2	6	18	85	36	

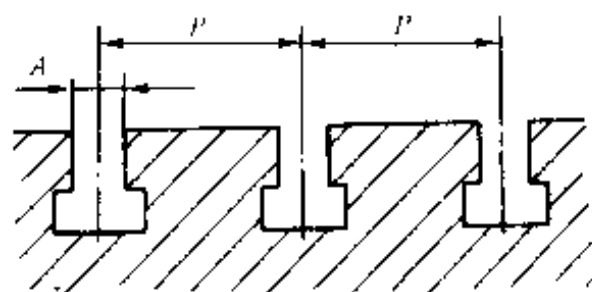
注：T形槽宽度A的极限偏差，按GB/T 1801-1979公差与配合尺寸至500mm孔、轴公差带与配合。

对于基准槽为H8，对于固定槽为H12。T形槽宽度A的两侧面的表面粗糙度，基准槽为 $R_a 2.8\mu m$ ，固定槽为 $R_a 6.3\mu m$ ，其余为 $R_a 12.5\mu m$ 。

(2) T形槽间距尺寸(表B-22)

表B-22 T形槽间距尺寸

mm



T形槽宽度 A	T形槽间距 P	T形槽宽度 A	T形槽间距 P	T形槽宽度 A	T形槽间距 P
4	20	14	6.5	36	160
	25		80		200
	32		100		250
6	25	18	80	42	200
	32		100		250
	40		120		320
8	32	22	100	48	250
	40		120		320
	50		160		400
10	40	28	120	54	320
	50		160		400
	63		200		500
12	50	32	160	60	400
	63		200		500
	80		250		600

(3) T形槽的间距尺寸 P 的极限偏差(表B-23)

表 B-23 T形槽的间距尺寸 P 的极限偏差

mm

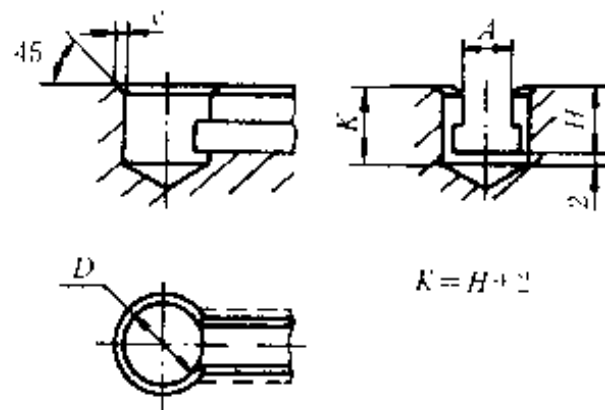
T形槽间距 P	极限偏差		T形槽间距 P	极限偏差	
	基准槽	固定槽		基准槽	固定槽
20	+0.1	-0.2	125	±0.2	±0.5
25					
32					
40					
50	±0.15	±0.3	250		
63					
80					
100					
			320	±0.3	±0.8
			400		
			500		

注：T形槽的排列，一般应对称分布。当槽数为奇数时，应以中间T形槽为基准槽；当槽数为偶数时，基准槽必须明显标出。

(1) T形槽不通端形式尺寸(表 B-24)

表 B-24 T形槽不通端形式尺寸

mm



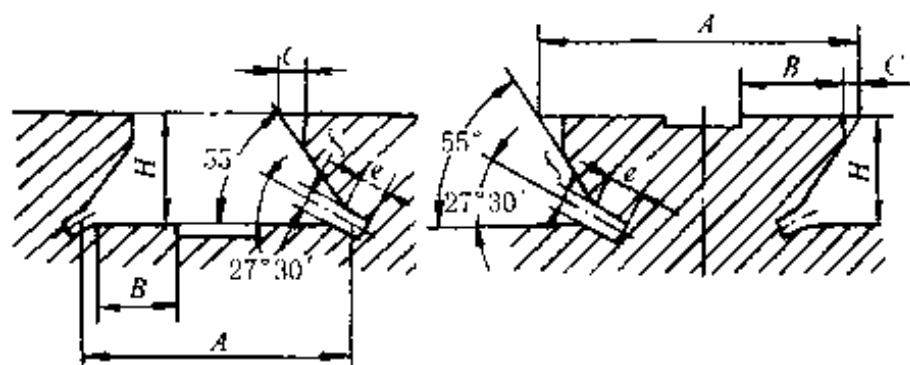
T形槽槽宽 A	5	6	8	10	12	14	18	22	28	36	42	48	54	
K	12	15	20	23	27	30	38	47	58	73	87	97	108	
D	基本尺寸	15	16	20	22	28	32	42	50	62	76	92	108	122
	极限偏差	+1				+1.5					-2			
c	0.5				1			1.5				2		

注：基准槽 H 为 8，固定槽 H 为 12。

5. 燕尾槽(表 B-25)

表 B-25 燕尾槽 (JB/ZQ 4241 1986)

mm



A	40~ 65	50~ 70	60~ 90	80~ 125	100~ 160	125~ 200	160~ 250	200~ 320	250~ 400	320~ 500
B	12	16	20	25	32	40	50	65	80	100
C	1.3~5									
e	1.5			2.0				2.5		
f	2			3				4		
H	8	10	12	16	20	25	32	40	50	65

注: 1. A(mm)的系列为: 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 320, 360, 400, 450, 500。

2. C为推荐值。

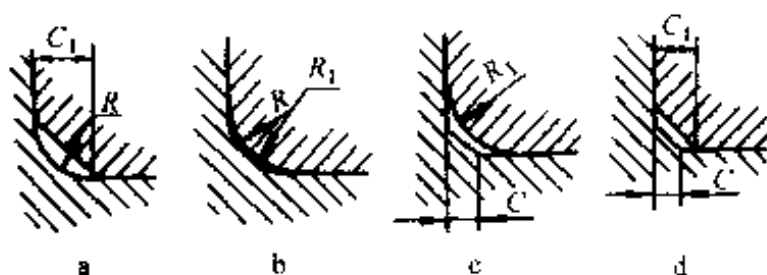
四、零件倒圆与倒角 (GB/T 6403.4 1986)

适用于一般机械切削加工零件的外角和内角的倒圆、倒角。不适用于有特殊要求的倒圆倒角。

1. 倒圆倒角尺寸 R、C 值 (表 B-26)

表 B-26 倒圆倒角尺寸 R、C 值

mm



(1) 倒圆倒角尺寸 R、C 系列值

0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0
4.0	5.0	6.0	8.0	10	12	16	20	25	32	40	50	

(2) 内角倒角、外角倒圆时 C 的最大值 C_{max} 与 R_1 的关系

R_1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0
C_{max}	—	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0

续表 B-26

mm

R_1	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10	12	16	20	25
C_{max}	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10	12

注：1. 四种装配方式中， R_1, C_1 的偏差为正； R, C 的偏差为负。

2. α 一般采用 45° ，也可采用 30° 或 60° 。倒角半径、倒角的尺寸标注，不适用于有特殊要求的情况下使用。

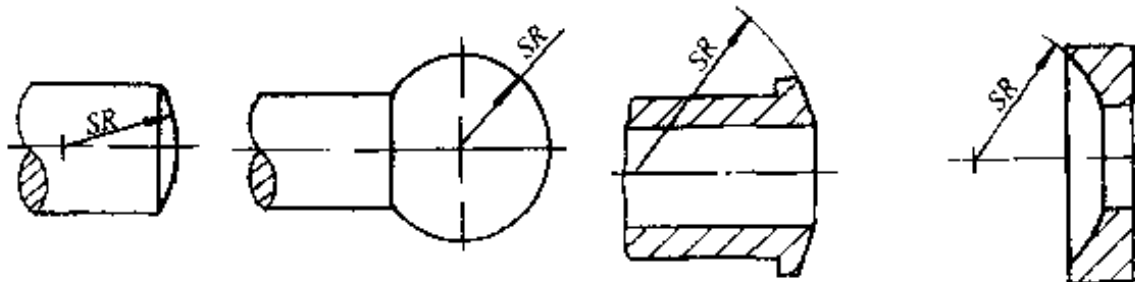
(3) 与直径 ϕ 相应的倒角 C 、倒圆 R 的推荐值

ϕ	~ 3	$>3 \sim 6$	$>6 \sim 10$	$>10 \sim 18$	$>18 \sim 30$	$>30 \sim 50$
C 或 R	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.6
ϕ	$>50 \sim 80$	$>80 \sim 120$	$>120 \sim 180$	$>180 \sim 250$	$>250 \sim 320$	$>320 \sim 1000$
C 或 R	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0
ϕ	$>400 \sim 500$	$>500 \sim 630$	$>630 \sim 800$	$>800 \sim 1000$	$>1000 \sim 1250$	$>1250 \sim 1600$
C 或 R	8.0	10	12	16	20	25

五、球面半径(表 B 27)

表 B-27 球面半径(GB/T 6403.1 1986)

mm



系 列	I	0.2	0.4	0.6	1.0	1.6	2.5	4.0	6.0	10	16	20
	II	0.3	0.5	0.8	1.2	2.0	3.0	5.0	8.0	12	18	22
	I	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250
	II	28	36	45	56	71	90	110	140	180	220	280
	I	320	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200
	II	360	450	560	710	900	1100	1400	1800	2200	2800	

注：优先选用表中第 I 系列。

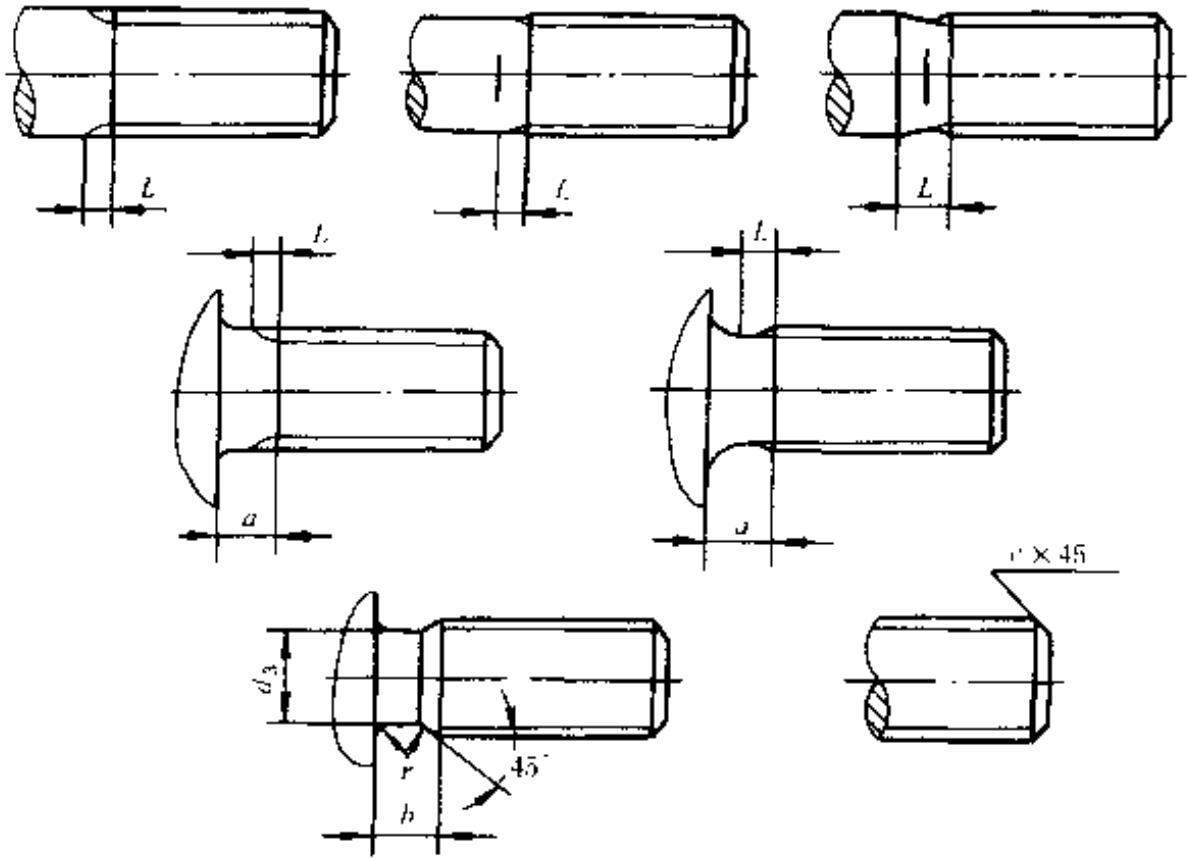
六、螺纹零件

1. 紧固件外螺纹零件的末端(GB/T 2—1985)

(1) 螺栓、螺柱及机器螺钉(开槽及十字槽螺钉)的末端型式与尺寸(图 B-3)

表 B-28 普通螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角尺寸 (GB/T 3 1997)

mm



螺距 P	粗牙螺 纹外径 d	螺纹收尾 l (不大于)		肩距 a (不大于)			退 刀 槽			倒角 C	
		一 般	短 的	一 般	长 的		一 般	窄 的	\approx		d_3
					短 的	长 的					
0.2		0.5	0.25	0.6	0.8	0.4					
0.25	1; 1.2	0.6	0.3	0.75	1	0.5	0.75			0.2	
0.3	1.4	0.75	0.4	0.9	1.2	0.6	0.9				
0.35	1.6; 1.8	0.9	0.45	1.05	1.4	0.7	1.05			0.3	
0.4	2	1	0.5	1.2	1.6	0.8	1.2		$d/3$		
0.45	2.2; 2.5	1.1	0.6	1.35	1.8	0.9	1.35		$d/3$	0.4	
0.5	3	1.25	0.7	1.5	2	1	1.5		$0.5P$	$d/3$	
0.6	3.5	1.5	0.75	1.8	2.4	1.2	1.8		$d/3$	$d/3$	
0.7	4	1.75	0.9	2.1	2.8	1.4	2.1	1	$d/3$		
0.75	4.5	1.9	1	2.25	3	1.5	2.25		$d/3$	0.5	
0.8	5	2	1	2.4	3.2	1.6	2.4		$d/3$	0.6	
1	6; 7	2.5	1.25	3	4	2	3		$d/3$	0.8	
1.25	8	3.2	1.6	4	5	2.5	3.75	1.5	$d/3$	1	
									$d/3$	1.2	

续表 B-28

mm

螺距 P	粗牙螺 纹外径 d	螺纹收尾 L (不大于)		肩距 a (不大于)			退 刀 槽			倒角 C	
		一般	短的	一般	长的	短的	b		r \approx		d_1
							一般	窄的			
1.5	10	3.8	1.9	4.5	6	3	4.5	2.5	0.5P	$d-2.3$	1.5
1.75	12	4.3	2.2	5.3	7	3.5	5.25			$d-2.6$	2
2	14;16	5	2.5	6	8	4	6	3.5		$d-3$	2.5
2.5	18;20;22	6.3	3.2	7.5	10	5	7.5	4.5	$d-3.6$	3	
3	24;27	7.5	3.8	9	12	6	9		$d-4.4$		
3.5	30;33	9	4.5	10.5	14	7	10.5	5.5	$d-5$	4	
4	36;39	10	5	12	16	8	12	$d-5.7$			
4.5	42;45	11	5.5	13.5	18	9	13.5	6	$d-6.4$	5	
5	48;52	12.5	6.3	15	20	10	15	6.5	$d-7$		
5.5	56;60	11	7	15.5	22	11	17.5	7.5	$d-7.7$	5	
6	64;68	15	7.5	18	24	12	18	8	$d-8.3$		

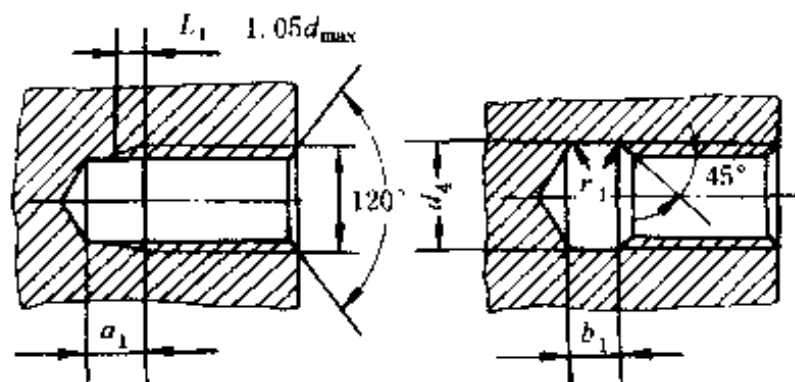
注：1. 外螺纹倒角和退刀槽过渡角一般按45°，也可按60°或30°。当螺纹按60°或30°倒角时，倒角深度约等于螺纹深度。

2. 肩距 a 是螺纹收尾 L 加螺纹空白的总长。设计时应优先考虑一般肩距尺寸。短的肩距只在结构需要时采用。

3. 细牙螺纹按本表螺距 P 选用。

3. 普通内螺纹的收尾、肩距、退刀槽和倒角尺寸(表B-29)

表B-29 普通内螺纹的收尾、肩距、退刀槽和倒角尺寸(GB/T 3 1997) mm



螺距 P	粗牙螺 纹外径 d	螺纹收尾 L_1 (不大于)		肩距 a_1 (不大于)		退 刀 槽		
		一般	长的	一般	长的	b_1		r_1 \approx
						一般	窄的	
0.2	---	0.4	0.6	1.2	1.6			0.5P

续表 B-29

mm

螺距 P	粗牙螺 纹外径 d	螺纹收尾 L_1 (不大于)		肩距 a_1 (不大于)		退 刀 槽			
		一般	长的	一般	长的	b_1		r_1 \approx	d_1
						一般	窄的		
0.25	1, 1.2	0.5	0.8	1.5	2				
0.3	1.4	0.6	0.9	1.8	2.4				
0.35	1.6, 1.8	0.7	1.1	2.2	2.8				
0.4	2	0.8	1.2	2.5	3.2				
0.45	2.2, 2.5	0.9	1.4	2.8	3.6				
0.5	3	1	1.5	3	4	2	1.5	0.5P	$d \pm 0.3$
0.6	3.5	1.2	1.8	3.2	4.8				
0.7	4	1.4	2.1	3.5	5.6	3	2		
0.75	4.5	1.5	2.3	3.8	6				
0.8	5	1.6	2.4	4	6.4	3	2		
1	6, 7	2	3	5	8	4	2.5		
1.25	8	2.5	3.8	6	10	5	3		
1.5	10	3	4.5	7	12	6	4		
1.75	12	3.5	5.2	9	14	7			
2	14, 16	4	6	10	16	8	5		
2.5	18, 20, 22	5	7.5	12	18	10	6		
3	24, 27	6	9	14	22	12	7		
3.5	30, 33	7	10.5	16	24	14	8		
4	36, 39	8	12	18	26	16	9		
4.5	42, 45	9	13.5	21	29	18	10		
5	48, 52	10	15	23	32	20	11		
5.5	56, 60	11	16.5	25	35	22	12		
6	64, 68	12	18	28	38	24	14		

注：1. 内螺纹倒角一般是 120° 锥角，也可以是 90° 锥角

2. 肩距 a_1 是螺纹收尾 L_1 加螺纹空白的总长。

3. 窄的退刀槽只在结构需要时采用。

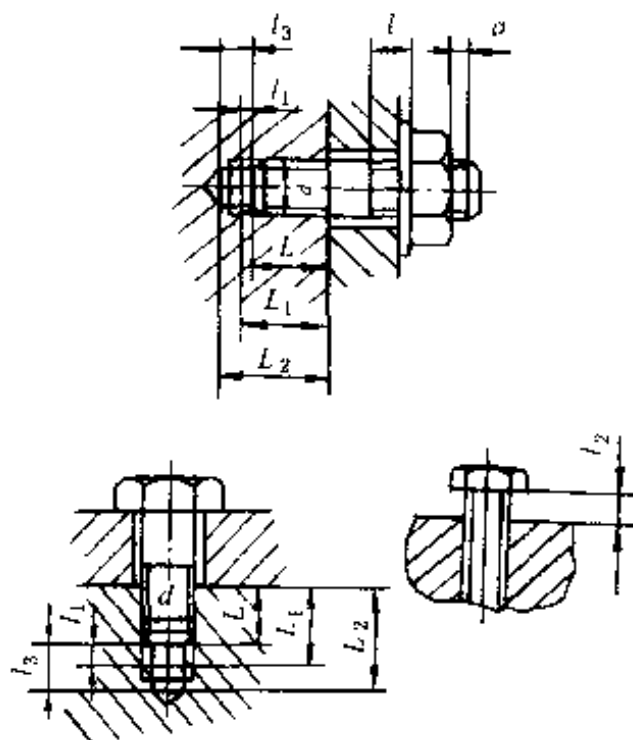
4. 细牙螺纹按本表螺距 P 选用。

4. 普通螺纹的内、外螺纹余留长度、钻孔余留深度、螺栓突出螺母的末端长度(表 B-30)

表B-30 普通螺纹的内、外螺纹余留长度、钻孔余留深度。

螺栓突出螺母的末端长度(JB/ZQ 1247 1986)

mm



螺距	螺纹直径		余留长度			末端长度	螺距	螺纹直径		余留长度			末端长度				
	粗牙	细牙	内螺纹	外螺纹	钻孔			粗牙	细牙	内螺纹	外螺纹	钻孔					
P	d		l_1	$l=l_2$	l_3	a	P	d		l_1	$l=l_2$	l_3	a				
0.5	3		1	2	3	0.5~1.5	1.5	20									
	5							22									
0.7	4		1.5	2.5	4	1~2		24	3	4.5	9						
0.75	6				5				27								
0.8	5							30					2~3				
	6							33	3.5	5.5	11						
1		8	2	3.5	6	1.5~2.5		1.75	12								
		10										14					
		14										16					
		16										2	24	4	6	12	
1.25	8	12	2.5	4	8		27										
1.5	10		3	1.5	9	2~3		30					2.5~1				
		14									33						
		16									36						
		18									39						

续表 B-30

mm

螺距	螺纹直径		余留长度			末端长度	螺距	螺纹直径		余留长度			末端长度
	粗牙	细牙	内螺纹	外螺纹	钻孔			粗牙	细牙	内螺纹	外螺纹	钻孔	
P	d		l_1	$l-l_2$	l_3	a	P	d		l_1	$l-l_2$	l_3	a
2		45	1	6	12	2.5~1			72	6	8	18	3~5
		18							76				
		52					3.5	30	7				
2.5	18		5	7	15	2.5~1			36				
	20								56				
	22								60				
3	24		6	8	18	3~5	4		64	8	10	21	4~7
	27								68				
	36								72				
	39								76				
3	12		6	8	18	3~5	4.5	12		9	11	27	6~10
	15						5	48	10	13	30		
	18						5.5	56	11	16	33		
	56												
	60						6	72	12	18	36		
	64												

注：1. 拧入深度 l 由设计者决定。

2. 钻孔深度 $l_3 = l + l_1$ 。

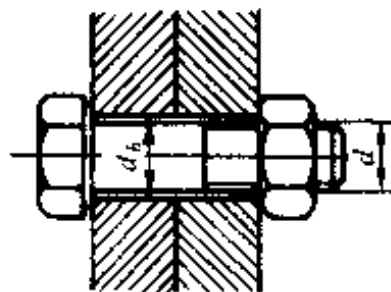
3. 螺孔深度 $l_1 = l + l_1$ (不包括螺尾)。

5. 紧固件用通孔和沉孔

(1) 螺栓和螺钉用通孔(表 B-31)

表 B-31 螺栓和螺钉用通孔(GB/T 5277 1985)

mm



续表 B-31

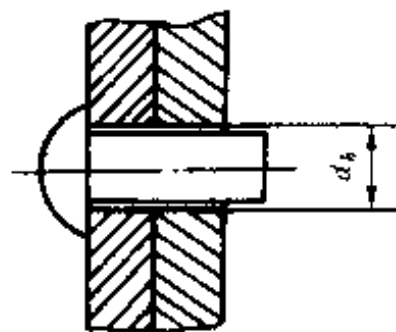
mm

螺纹 规格 d	通孔 d_s			螺纹 规格 d	通孔 d_h		
	系 列				系 列		
	精装配	中等装配	粗装配		精装配	中等装配	粗装配
M1.6	1.7	1.8	2	M22	23	24	26
M1.8	2	2.1	2.2	M24	25	26	28
M2	2.2	2.4	2.6	M27	28	30	32
M2.5	2.7	2.9	3.1	M30	31	33	35
M3	3.2	3.4	3.6	M33	34	36	38
M3.5	3.7	3.9	4.2	M36	37	39	42
M4	4.3	4.5	4.8	M39	40	42	45
M4.5	4.8	5	5.3	M42	43	45	48
M5	5.3	5.5	5.8	M45	46	48	52
M6	6.4	6.6	7	M48	50	52	56
M7	7.4	7.6	8	M52	54	56	62
M8	8.4	9	10	M56	58	62	66
M10	10.5	11	12	M60	62	66	70
M12	13	13.5	14.5	M64	66	70	74
M14	15	15.5	16.5	M68	70	74	78
M16	17	17.5	18.5	M72	74	78	82
M18	19	20	21				
M20	21	22	24				

(2) 铆钉用通孔(表 B-32)

表 B-32 铆钉用通孔(GB/T 152.1--1988)

mm



铆钉公称直径 d	0.6	0.7	0.8	1	1.2	1.4	1.6	2	2.5	3	3.5	4	5	6	8
d_h 精装配	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.1	2.6	3.1	3.6	4.1	5.2	6.2	8.2

续表 B-32

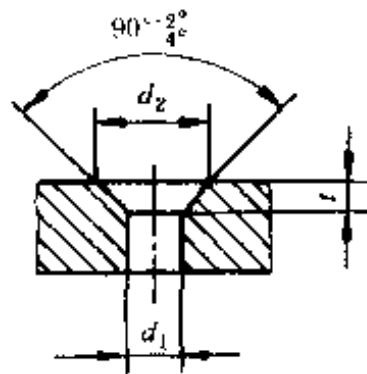
mm

铆钉公称直径 d	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36
d_h	精装配	10.3	12.4	14.5	16.5	-	--		--		
	粗装配	11	13	15	17	19	21.5	23.5	25.5	28.5	32

(3) 沉头紧固件用沉孔(表 B-33)

表 B-33 沉头紧固件用沉孔(GB/T 152.2 1988)

mm



(1) 沉头螺钉及半沉头螺钉用沉孔

螺纹规格	M1.6	M2	M2.5	M3	M3.5	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M20
d_2 H13	3.7	4.5	5.6	6.4	8.4	9.6	10.6	12.8	17.6	20.3	24.4	28.4	32.4	40.4
$t \approx$	1	1.2	1.5	1.6	2.4	2.7	2.7	3.3	4.6	5.0	6.0	7.0	8.0	10.0
d_1 H13	1.8	2.4	2.9	3.4	3.9	4.5	5.5	6.6	9	11	13.5	15.5	17.5	22

(2) 沉头自攻螺钉及半沉头自攻螺钉用沉孔

螺纹规格	ST2.2	ST2.9	ST3.5	ST4.2	ST4.8	ST5.5	ST6.3	ST8	ST9.5
d_2 H12	4.4	6.3	8.2	9.4	10.1	11.5	12.6	17.3	20
$t \approx$	1.1	1.7	2.1	2.6	2.8	3.0	3.2	4.6	5.2
d_1 H12	2.4	3.1	3.7	4.5	5.1	5.8	6.7	8.4	10

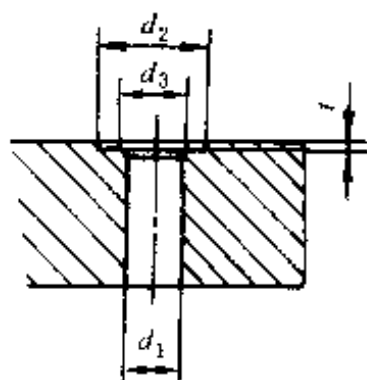
(3) 沉头木螺钉及半沉头木螺钉用沉孔

公称规格	1.6	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	7	8	10
d_2 H13	3.7	4.5	5.4	6.6	7.7	8.6	10.1	11.2	12.1	13.2	15.3	17.3	21.9
$t \approx$	1.0	1.2	1.4	1.7	2.0	2.2	2.7	3.0	3.2	3.5	4.0	4.5	5.8
d_1 H13	1.8	2.4	2.9	3.4	3.9	4.5	5.0	5.5	6.0	6.6	7.6	9.0	11.0

(4) 圆柱头紧固件用沉孔(表 B-34)

表 B-34 圆柱头紧固件用沉孔 (GB/T 152.3 1988)

mm



(1) 内六角圆柱头螺钉用沉孔

螺纹规格	M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M20	M24	M30	M36
d_2	3.3	4.3	5.0	6.0	8.0	10.0	11.0	15.0	18.0	20.0	21.0	26.0	33.0	40.0	48.0	57.0
r	1.8	2.3	2.9	3.4	4.6	5.7	6.8	9.0	11.0	13.0	15.0	17.5	21.5	25.5	32.0	38.0
d_3										16	18	20	21	28	36	42
d_1	1.8	2.4	2.9	3.4	4.5	5.5	6.6	9.0	11.0	13.5	15.5	17.5	22.0	26.0	33.0	39.0

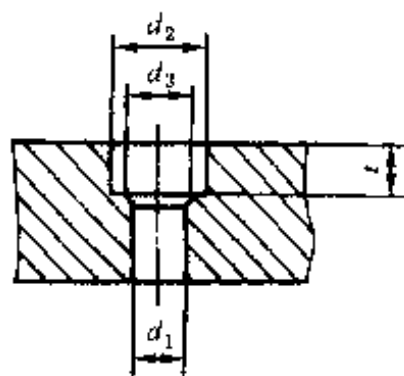
(2) 内六角花形圆柱头螺钉及开槽圆柱头螺钉用沉孔

螺纹规格	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M20
d_2 H13	8	10	11	15	18	20	24	26	33
r H13	3.2	4.0	4.7	6.0	7.0	8.0	9.0	10.5	12.5
d_3						16	18	20	24
d_1 H13	4.5	5.5	6.6	9.0	11.0	13.5	15.5	17.5	22.0

(5) 六角头螺栓和六角螺母用沉孔, 见表 B-35.

表 B-35 六角头螺栓和六角螺母用沉孔 (GB/T 152.4 1988)

mm



螺纹规格	M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20
d_2 H15	5	6	8	9	10	11	13	18	22	26	30	33	36	40

续表 B-35

mm

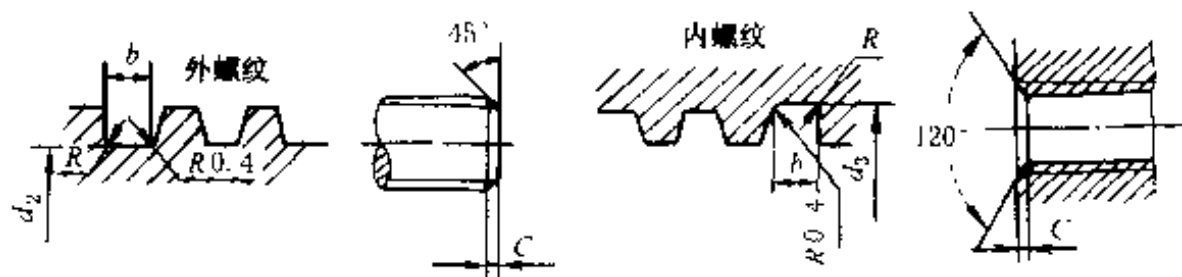
螺纹规格	M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20
d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	18	20	22	24
d_1 H13	1.8	2.4	2.9	3.1	4.5	5.7	6.6	7.9	11.0	13.5	15.5	17.5	20.0	22.0
螺纹规格	M22	M24	M27	M30	M33	M36	M39	M42	M45	M48	M52	M56	M60	M64
d_2 H13	43	48	53	61	66	71	76	82	89	98	107	112	118	125
d	26	28	33	36	39	42	45	48	51	56	60	68	72	76
d_1 H13	24	26	30	33	36	39	42	45	48	52	56	62	66	70

注：对尺寸 r ，只要能制出与通孔轴线垂直的圆平面即可

6. 梯形螺纹收尾、退刀槽和倒角尺寸(表 B-36)

表 B-36 梯形螺纹收尾、退刀槽和倒角尺寸(JB/GQ 0138-1980)

mm



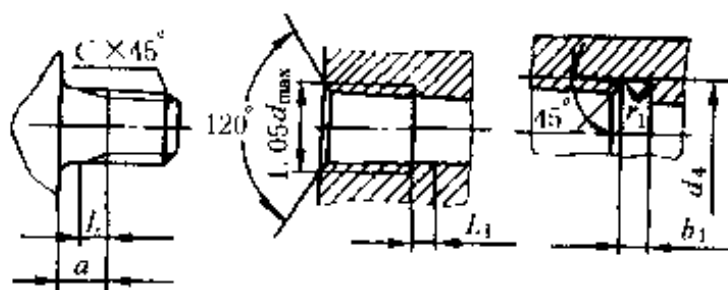
螺距(或导程) P	b	d_2	d_3	R	C
2	2.5	$d - 3$	$d + 1$	1	1.5
3	4	$d - 4$	$d + 1$	1	2
4	5	$d - 5.1$	$d + 1.1$	1.5	2.5
5	6.5	$d - 6.6$	$d - 1.6$	1.5	3
6	7.5	$d - 7.8$	$d - 1.8$	2	3.5
8	10	$d - 9.8$	$d - 1.8$	2.5	4.5
10	12.5	$d - 12$	$d + 2$	3	5.5
12	15	$d - 14$	$d + 2$	3	6
16	20	$d - 19.2$	$d + 3.2$	4	9
20	24	$d - 25.5$	$d + 3.5$	5	11
24	30	$d - 27.5$	$d + 3.5$	5	13
32	40	$d - 36$	$d + 4$	6	17
40	50	$d - 44$	$d + 4$	6	21

注：表中 d 为螺纹公称直径。

7. 米制锥螺纹的结构要素

(1) 米制锥螺纹的螺纹收尾、肩距、退刀槽和倒角尺寸(表B-37)

表B-37 米制锥螺纹的螺纹收尾、肩距、退刀槽和倒角尺寸(GB/T 3—1997) mm



螺纹代号	螺距 P	外 螺 纹			内 螺 纹			
		螺纹收尾 L	肩距 a	倒角 C	螺纹收尾 L_1	退 刀 槽		
						b_1	r_1	d_1
ZM6	1	2	3	1	3	3	0.5	6.5
ZM8								8.5
ZM10								10.5
ZM14								14.5
ZM18	1.5	3	4.5	1.5	4.5	4.5	1	18.5
ZM22								22.5
ZM27								27.5
ZM33								33.5
ZM42	2	4	6	1.5	6	6	1.5	42.5
ZM48								48.5
ZM60								60.5
ZM76								77.5
ZM90	3	6	8		9	9	1.5	91.5

注：1. 外螺纹倒角和螺纹退刀槽过渡角一般按 45° ，也可按 60° 或 $30'$ 。当按 60° 或 $30'$ 倒角时，倒角深度约等于螺纹深度。

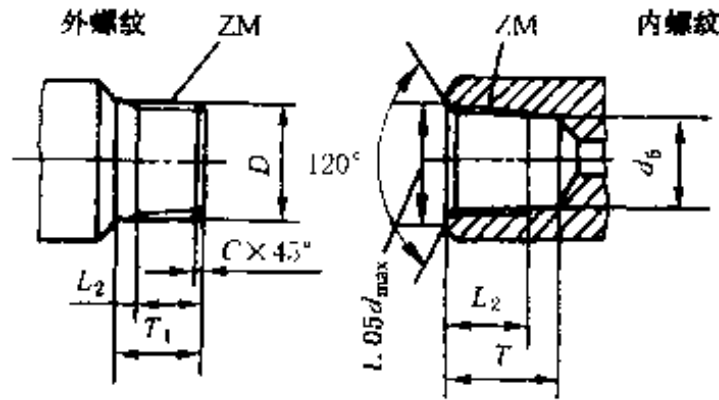
2. 内螺纹倒角一般是 120° 锥角，也可以是 90° 锥角。

3. d 为基面上螺纹外径(对内螺纹即螺孔端面的螺纹外径)。

(2) 米制锥螺纹接头尾端尺寸(表B-38)

表B-38 米制锥螺纹接头尾端尺寸(JB/GQ 0134--1980)

mm



螺纹代号	D	L ₂	T ₁	T	d _s		C
					l	ll	
ZM6	6.18	7.5	10.5	12	1	1.5	1
ZM8	8.18				6	6.5	
ZM10	10.18				8	8.5	
ZM14	14.28	11.5	16	18	11	11.8	1.5
ZM18	18.28				15	15.7	
ZM22	22.28				19	19.7	
ZM27	27.37	15	21	23	23	24	1.5
ZM33	33.37				29	30	
ZM42	42.37	16	22	24	38	39	1.5
ZM48	48.37				44	45	
ZM60	60.37				56	57	

注：l 铰锥孔前的底孔直径，用于高压接头；ll 钻孔后攻丝用的底孔直径。d_s - 基面上螺纹外径。

8. 圆柱管螺纹收尾(表B-39)

表B-39 圆柱管螺纹收尾、退刀槽和倒角尺寸(JB GQ 0129-1980)

mm

		外 螺 纹					内 螺 纹					倒 角																			
收 尾		退 刀 槽					收 尾					退 刀 槽		倒 角																	
收 尾		退 刀 槽					收 尾					退 刀 槽					倒 角														
收 尾		退 刀 槽					收 尾					退 刀 槽					倒 角														
		外 螺 纹					内 螺 纹																								
公称 直径 d	每英寸 牙数 n	$L \leq$ ($\alpha = 25^\circ$ 时)	b	d_2	R	r	L_1 \leq	b_1	d_3	R_1	r	C																			
G1.8	28	1.5	2	8	0.5	2	2	10	0.5	-	0.6																				
G1.4	19	2	3	11	1	3	3	13.5	1	0.5	1	1	1																		
G3/8				14				17																							
G1.2	11	2.5	4	18	1	5	5	21.5	1	0.5	1	1	1																		
G5/8				20				23.5																							
G3/4				23.5				27																							
G1	11	3.5	5	29.5	1.5	0.5	6	34	1.5	1	1	1	1																		
G1 1/4				38				42.5																							
G1 1/2				44				48.5																							
G1 3/4				50				54.5																							
G2				56				60.5																							
G2 1/4				62				66.5																							
G2 1/2	71	76	2	1																											
G2 3/4	78	82.5	3	3																											
G3	81	88.5																													
G3 1/4	96	101	8	10																											
G4	109	114																													
G5	134.5	139.5	8	10																											
G6	160	165																													

注：1. 外螺纹的螺尾角 $\alpha = 25^\circ$ 的螺尾数值系列为基本的，内螺纹的螺尾角不予规定，以螺尾长度 L_1 与螺纹牙型高度来确定。

2. 对辗制和铣制的螺尾角不予规定,而螺尾长度 l 不超过表中对 $\alpha=25^\circ$ 时所规定的数值。
3. 螺纹倒角的宽度系指在切制螺纹前的数值。
4. 在必要情况下, b_1 或 b_2 的退刀槽宽度两种形式可以采用本标准规定的其他退刀槽宽度,但不得小于 1.2 倍螺距和不大于 3 倍螺距。
5. 在结构有特殊要求时,允许不按本标准规定的退刀槽直径 d_2 与 d 。

[G e n e r a l I n f o r m a t i o n]

书名 = 铣工速查速算实用手册

作者 =

页数 = 5 2 7

SS号 = 1 1 0 2 9 7 7 2

出版日期 =

封面页
书名页
版权页
前言页
目录页
第一章

常用技术资料

一、常用计算及数表

(一) 常用数学符号和数学公式

1. 常用数学符号
2. 代数中常用公式和相互关系

(二) 法定计量单位及其换算

1. 国际单位制 (S I)
2. 常用法定计量单位与非法定计量单位的换算
3. 单位换算

(三) 常用数表

1. 的重要函数及 $2.5 \cdot 4$ 的近似分数
2. 数的平方、立方、平方根、立方根、圆周长及

圆面积速查表

(四) 常用几何图形计算

1. 常用几何图形计算公式
2. 圆的几何图形计算

(五) 常用三角计算

1. 计算公式
2. 30° 、 45° 、 60° 的三角函数值
3. 三角函数表

二、机械制图常识

(一) 简化画法

(二) 尺寸标注

1. 一般尺寸注法
2. 简化注法
3. 各种孔的尺寸注法
4. 中心孔的符号及标注方法
5. 尺寸公差与配合注法
6. 形位公差的标注方法
7. 表面粗糙度的标注方法

(三) 常用件的画法及标注

1. 螺纹和螺纹紧固件画法及标注
2. 键的型式、标准、画法及标记
3. 销的型式、标准、画法及标记
4. 齿轮画法及示例
5. 弹簧画法及示例
6. 滚动轴承的简化画法

三、极限与配合、形状和位置公差、表面粗糙度

(一) 极限与配合 (G B / T 1 8 0 0 . 1 — 1 9 9 7)

1. 术语和定义

2 . 基本规定

3 . 尺寸 5 0 0 m m 的孔轴公差与配合

4 . 新旧国家标准对照表

(二) 形状和位置公差 (G B / T 1 1 8 2 — 1 9 9 6)

1 . 形状和位置公差符号

8 4 — 1 9 9 6)

2 . 形状和位置公差未注公差值 (G B / T 1 1

4 — 1 9 9 6)

3 . 图样上注出公差值的规定 (G B / T 1 1 8

4 . 公差值表

(三) 表面粗糙度 (G B / T 1 0 3 1 — 1 9 9 5)

1 . 表面粗糙度的评定参数

2 . 表面粗糙度代 (符) 号

3 . 各级表面粗糙度的表面特征、经济加工方法及

应用举例

四、常用材料及性能

(一) 金属材料的分类

1 . 金属材料的分类

2 . 金属材料性能的名词术语

(二) 钢

1 . 常用钢牌号表示方法

2 . 常用钢的牌号及用途

(1) 碳素结构钢牌号及用途

(2) 常用优质碳素结构钢牌号及用途

(3) 常用的合金结构钢牌号及用途

(4) 常用的弹簧钢牌号及用途

(5) 铬轴承钢的牌号及用途

(6) 常用不锈钢、耐热钢、耐酸钢的牌

号及用途

(7) 碳素工具钢的牌号及用途

(8) 易切削钢牌号及用途

(9) 合金工具钢的牌号及用途

(1 0) 高速工具钢的牌号及用途

(三) 铸铁

1 . 铸铁名称、代号及牌号表示示例

2 . 常用铸铁牌号表示方法

3 . 常用铸铁的牌号及用途

(1) 常用的灰铸铁牌号及用途

(2) 常用的可锻铸铁牌号及用途

(3) 常用的球墨铸铁牌号及用途

(4) 常用的高硅耐蚀铸铁牌号及用途

(四) 有色金属及其合金

1 . 有色金属及其合金产品代号表示方法

2 . 铜及铜合金

3 . 铝及铝合金

(五) 粉末冶金材料

1. 粉末冶金材料的应用范围
2. 铁基粉末冶金材料种类、性能、特点及应用

(六) 常用工程塑料主要性能及应用

第二章 铣床型式及常用辅具

一、常用铣床型式及主要技术参数

1. 卧式铣床

- (1) 卧式铣床的型号与技术参数
- (2) 卧式铣床联系尺寸
- (3) 7:24 铣床主轴联系尺寸

2. 立式铣床

- (1) 立式铣床的型号与技术参数
- (2) 立式铣床联系尺寸

3. 龙门铣床

- (1) 龙门铣床的型号与技术参数
- (2) 龙门铣床联系尺寸

4. 万能工具铣床

- (1) 万能工具铣床的型号与技术参数
- (2) 万能工具铣床联系尺寸

二、铣床辅具

1. 中间套

2. 铣刀杆

3. 铣夹头

三、铣床附件及通用工具

1. 铣头规格尺寸

2. 插头规格尺寸

3. 分度头

4. 回转工作台

5. 微调镗头规格尺寸

6. 机床用平口虎钳

7. 卡盘

- (1) 三爪自定心卡盘

- (2) 四爪单动卡盘

第三章 渐开线齿轮基本尺寸及计算

一、齿轮基本要素

1. 齿轮几何要素名称和代号

2. 齿轮基本齿廓及其参数

3. 模数

4. 渐开线圆柱齿轮精度等级

5. 模数、径节对照表

二、齿轮的几何尺寸计算

1. 直齿圆柱齿轮几何尺寸计算

2. 斜齿圆柱齿轮几何尺寸计算

3. 内齿轮几何尺寸计算

4. 齿条几何尺寸计算公式

- 5 . 变位直齿圆柱齿轮
 - (1) 齿轮变位类型及方法的选择
 - (2) 高变位直齿圆柱齿轮几何计算公式
 - (3) 角变位直齿圆柱齿轮几何计算公式
- 6 . 直齿锥齿轮几何尺寸计算
- 7 . 蜗杆和蜗轮
 - (1) 蜗杆传动几何尺寸计算
 - (2) 计算常用数表
 - (3) 蜗杆的基本尺寸和参数
 - (4) 蜗杆副精度等级及应用范围

第四章 铣削用刀具

一、铣刀

(一) 高速钢铣刀

- 1 . 铣刀切削部分几何角度
- 2 . 铣刀磨钝标准及耐用度
- 3 . 铣刀的种类、标准代号和用途
- 4 . 常用高速钢铣刀规格尺寸
 - (1) 立铣刀
 - (2) 键槽铣刀
 - (3) T 形槽铣刀
 - (4) 半圆键槽铣刀
 - (5) 直柄燕尾槽铣刀和直柄反燕尾槽铣刀
 - (6) 槽铣刀
 - (7) 锯片铣刀
 - (8) 三面刃铣刀
 - (9) 圆柱形铣刀
 - (1 0) 铲背成形铣刀
 - (1 1) 角铣刀

(二) 常用硬质合金铣刀

- 1 . 整体硬质合金直柄立铣刀的形式和尺寸
- 2 . 硬质合金螺旋齿直柄立铣刀的形式和尺寸
- 3 . 硬质合金螺旋齿莫氏锥柄立铣刀的形式和尺寸
- 4 . 硬质合金错齿三面刃铣刀
- 5 . 整体硬质合金锯片铣刀的形式和尺寸

(三) 可转位铣刀

- 1 . 可转位铣刀用刀片
 - (1) 铣刀片型号表示规则
 - (2) 常用铣刀片型号和基本尺寸
- 2 . 可转位铣刀片的定位及夹紧方式
- 3 . 可转位铣刀的类型和型号表示方法
- 4 . 可转位铣刀的型式和基本尺寸
 - (1) 可转位面铣刀
 - (2) 可转位立铣刀 (G B / T 5 3 4

(3) 可转位三面刃铣刀

二、齿轮加工刀具

1 . 盘形铣刀

- (1) 盘形齿轮铣刀基本型式和尺寸
- (2) 盘形锥齿轮铣刀基本型式和尺寸

2 . 滚刀

- (1) 齿轮滚刀
- (2) 镶片齿轮滚刀
- (3) 小模数齿轮滚刀

3 . 直齿插齿刀 (GB / T 6081—1985)

- (1) 盘形直齿插齿刀
- (2) 碗形直齿插齿刀
- (3) 锥柄直齿插齿刀

第五章 典型零件铣削加工

一、分度头及分度方法

1 . 分度头传动系统及分度头定数

2 . 分度方法及计算

- (1) 单式分度法计算及分度表
- (2) 差动分度法计算及分度表
- (3) 近似分度法计算及分度表
- (4) 角度分度法计算及分度表
- (5) 直线移距分度法

二、铣四方、铣六方尺寸计算

1 . 铣四方尺寸计算

2 . 铣六方尺寸计算

三、铣削离合器

1 . 齿式离合器的种类及特点

2 . 齿式离合器的铣削及计算

3 . 铣削离合器常用齿数应取?角值

- (1) 铣尖齿与梯形收缩齿时分度头的仰角?
- (2) 铣锯齿形离合器时分度头仰角?

四、铣削凸轮

1 . 凸轮传动的三要素

2 . 等速圆盘凸轮的铣削

3 . 等速圆柱凸轮的铣削

五、刀具开齿加工

1 . 前角 $\alpha = 0^\circ$ 的铣刀开齿

2 . 前角 $\alpha > 0^\circ$ 的铣刀开齿

3 . 圆柱螺旋齿铣刀的开齿

4 . 端面刀齿的铣削

5 . 锥面刀齿的铣削

6 . 麻花钻头槽的铣削

7 . 铰刀的开齿

六、铣削球面

七、铣削花键轴

- 1 . 用单刀铣削矩形齿花键轴
 - 2 . 用组合铣刀铣削矩形齿花键轴
 - 3 . 用硬质合金组合刀盘精铣花键轴
 - 4 . 用成形铣刀铣削花键轴
 - 5 . 铣削花键轴时产生的误差及解决方法
- 八、铣削加工常见问题产生原因及解决方法
- 第六章 齿轮加工
- 一、成形法铣削齿轮
- 1 . 铣刀号数的选择
 - 2 . 齿坯加工精度
 - 3 . 铣削直齿条、斜齿条
 - (1) 铣削直齿条方法
 - (2) 铣削斜齿条方法
 - 4 . 铣斜齿圆柱齿轮
 - 5 . 铣直齿锥齿轮
- 二、飞刀展成铣蜗轮
- 1 . 铣削方法
 - 2 . 交换齿轮计算
 - 3 . 铣头扳角度方向和工件旋转方向及中间轮装置
 - 4 . 飞刀部分尺寸计算公式表
- 三、滚齿
- 1 . 滚齿机传动系统 (以 Y 3 8 为例)
 - 2 . 常用滚齿机联接尺寸
 - 3 . 常用滚齿夹具及齿轮的安装
 - 4 . 滚刀心轴和滚刀的安装要求
 - 5 . 滚刀精度的选用
 - 6 . 滚齿加工工艺参数的选择
 - 7 . 滚齿加工的调整
 - (1) 交换齿轮计算及滚齿机定数
 - (2) 滚刀安装角度和工作台转动方向及中间轮装置
 - 8 . 滚切大质数齿轮
 - (1) 滚切大质数直齿圆柱齿轮时各组交换齿轮计算
 - (2) 滚切大质数斜齿圆柱齿轮时各组交换齿轮计算
 - (3) Y 3 8 滚齿机加工大质数直齿圆柱齿轮时、分度、差动交换齿轮表
 - (4) P 的推荐值
 - 9 . 滚齿加工常见缺陷及解决方法
- 四、插齿
- 1 . 插齿机的组成及传动系统
 - 2 . 插齿机的基本参数和工作精度
 - 3 . 常用插齿机联接尺寸
 - 4 . 插齿刀的调整

- 5 . 插齿用夹具及调整
- 6 . 常用插齿机交换齿轮计算
- 7 . 插削余量及插削用量的选用
- 8 . 插齿加工中常出现的缺陷及解决方法

五、剃齿

- 1 . 剃齿机及其精度要求
- 2 . 剃齿刀的基本尺寸
- 3 . 剃齿用心轴
- 4 . 剃齿加工的切削用量
- 5 . 剃齿加工余量
- 6 . 剃齿方法
- 7 . 剃齿误差产生原因及解决方法
 - (1) 剃齿误差产生原因及解决方法
 - (2) 轮齿接触区的偏差与修正方法

六、挂轮表

七、齿轮的测量

- 1 . 标准直齿圆柱齿轮公法线长度测量
 - (1) 公法线长度计算公式
 - (2) 标准直齿圆柱齿轮公法线长度数值表
 - (3) 径节齿轮公法线长度数值表
 - (4) 斜齿圆柱齿轮公法线长度测量
 - (5) 公法线平均长度偏差及公差
- 2 . 分度圆弦齿厚的测量
 - (1) 计算公式
 - (2) 分度圆弦齿厚的测量尺寸表
- 3 . 固定弦齿厚的测量
 - (1) 计算公式
 - (2) 固定弦齿厚测量尺寸表
- 4 . 齿厚上偏差及公差

第七章 切削余量及切削用量

一、平面加工余量及偏差

- 1 . 平面粗刨后精铣加工余量
- 2 . 铣平面加工余量
- 3 . 磨平面加工余量
- 4 . 铣及磨平面时的厚度偏差
- 5 . 刮平面加工余量及偏差
- 6 . 凹槽加工余量及偏差
- 7 . 研磨平面加工余量

二、铣削用量及其选择

- 1 . 铣削用量的计算
- 2 . 铣削用量的选择
 - (1) 铣削速度
 - (2) 高速钢端铣刀、圆柱形铣刀和圆盘铣刀铣削时的进给量
 - (3) 高速钢立铣刀、角铣刀、半圆铣刀、切槽铣

刀和切断铣刀铣削钢的进给量

(4) 硬质合金端铣刀、圆柱形铣刀和圆盘铣刀铣

削平面和凸台的进给量

(5) 硬质合金立铣刀铣削平面和凸台的进给量

(6) 涂层硬质合金铣刀的铣削用量

附录

附录 A 常用计量工具

一、游标类量具

二、螺旋测微量具规格及示值误差

三、机械式测微仪规格及示值误差

四、角度量具

五、量规和样板

附录 B 常用零件结构要素

一、中心孔

二、滚花

三、各类槽

四、零件倒圆与倒角

五、球面半径

六、螺纹零件

附录页



责任编辑：赖喜平

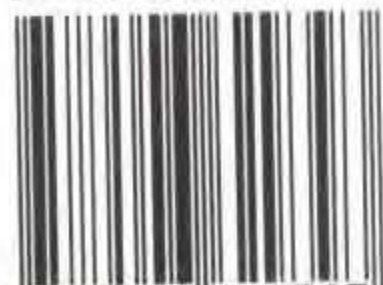
封面设计：徐东彦

版式设计：张秀玲

责任校对：李兵

责任印制：邓成友

ISBN 7-5066-2939-9



9 787506 629393 >

ISBN 7-5066-2939-9/TB · 888

定价：32.00 元