

第5版

全国优秀畅销书

机械工人 切削手册

北京第一通用机械厂 编



机械工业出版社



● ISBN 7-111-04100-3/TG-891

封面设计 / 电脑制作：
姚毅

《机械工人切削手册》1999 年修订第 5 版

- 中国最畅销的工人技术手册，销量超过5000000册。
- 机械工人、车间技术人员必备的工具书。
- 在原第4版的基础上全面修订，更改与充实的内容达二分之一，内容更丰富、实用。
- 1986年与1998年两次被中国书刊发行业协会评为全国优秀畅销书

ISBN 7-111-04100-3



9 787111 041009 >

定价：22.00 元

机械工人切削手册

第 5 版

北京第一通用机械厂 编



机械工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械工人切削手册/北京第一通用机械厂编.—5版

·北京:机械工业出版社,1999.10

ISBN 7-111-04100-3

I. 机… II. 北… III. 金属切削-手册 IV. T65-62

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第67265号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:杨溥泉 版式设计:冉晓华 责任校对:韩晶

封面设计:姚毅 责任印制:何全君

三河市宏达印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2001年10月第5版第6次印刷

850mm×1168mm 1/64·18.0625印张·2插页·619千字

5 389 001—5 399 000册

定价:22.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

MAIB 103

本书被中国书刊发行业协会评为

全国优秀畅销书

第5版前言

《机械工人切削手册》自1970年出版发行以来，已重印了21次，累计印数达532万余册，深受全国各地广大机械工人的欢迎。随着机械工业的发展，科学的进步和新的技术标准的颁布与实施，审时度势，我们又一次对手册进行修订。这次修订，力求在第4版的基础上使手册的内容更简明，数据和公式更准确，更切合生产实际，真正成为机械工人必备的工具书。

在修订过程中，力求尽量采用最新的国家标准来替代过时的旧技术标准。但考虑到在新旧标准交替过渡中便于读者应用，也适当地编入了新旧标准的对照。同时，还考虑到企业中设备更新和老设备的应用，有的机床设备虽已改型，但在工厂中仍普遍使用老型号机床设备。为发挥老设备的作用，本手册中仍保留这部分的内容。此外，这次修订还增加了一些新内容，使修订后的手册更完善、更准确、更实用。

本次修订工作，是由我厂陈宏钧、吴永禄同志完成的。由于我们的水平有限，手册内容很可能还会存在不少缺点和错误，恳请广大读者批评指正。

北京第一通用机械厂

目 录

第 5 版前言

第一章 常用数据和公式

常用资料

| | | |
|---|--------------------|---|
| 1 | 汉语拼音字母 | 1 |
| 2 | 英文字母 | 2 |
| 3 | 希腊字母 | 2 |
| 4 | 俄文字母 | 3 |
| 5 | 国内部分标准代号 | 3 |
| 6 | 主要元素的化学符号和密度 | 4 |
| 7 | 常用材料的熔点 | 6 |
| 8 | 常用材料的密度 | 6 |

数学计算

| | | |
|---|--------------------|---|
| 一 | 常用数表 | 7 |
| 1 | π 的重要函数表 | 7 |
| 2 | π 的近似分数 | 8 |
| 3 | 25.4 的近似分数 | 8 |
| 二 | 常用三角计算 | 9 |

| | | |
|---|-----------------------------|----|
| 1 | 常用三角计算公式 | 9 |
| 2 | 30°、45°、60°的三角函数值 | 12 |
| 3 | 三角函数表 | 13 |
| 二 | 几何图形计算 | 59 |
| 1 | 常用几何图形的面积计算公式 | 59 |
| 2 | 常用几何体的表面积和体积的计算公式 | 64 |
| 3 | 计算查用表 | 69 |
| 四 | 法定计量单位及其换算 | 71 |
| 1 | 国际单位制(摘自 GB3100—1993) | 71 |
| 2 | 国际单位制词头 | 73 |
| 3 | 可与国际单位制单位并用的我国法定计量单位 | 73 |
| 1 | 常用法定计量单位及其换算 | 75 |
| 五 | 常用测量计算 | 80 |

第二章 极限与配合, 形状和 位置公差, 表面粗糙度

极限与配合(GB/T1800.1-1997)

| | | |
|---|---------------------|----|
| · | 术语和定义 | 85 |
| 一 | 基本规定 | 94 |
| 1 | 基本尺寸分段 | 94 |
| 2 | 标准公差的等级、代号及数值 | 96 |
| 3 | 基本偏差的代号 | 97 |
| 4 | 偏差代号 | 97 |

| | | |
|----|--------------------------|-----|
| 5 | 轴的极限偏差 | 97 |
| 6 | 孔的极限偏差 | 97 |
| 7 | 公差带代号 | 117 |
| 8 | 基准制 | 117 |
| 9 | 配合代号 | 117 |
| 10 | 配合分类 | 118 |
| 11 | 公差带及配合的选用原则 | 118 |
| 12 | 极限尺寸判断原则 | 118 |
| 三 | 尺寸至 500mm 孔、轴公差与配合 | 120 |
| 1 | 轴的常用和优先公差带(尺寸至 500mm) | 120 |
| 2 | 孔的常用和优先公差带(尺寸至 500mm) | 121 |
| 3 | 轴的极限偏差 | 122 |
| 4 | 孔的极限偏差 | 166 |
| 5 | 基孔制与基轴制优先、常用配合 | 206 |
| 四 | 未注公差尺寸的极限偏差(GB1804-1979) | 230 |
| 五 | 新旧国家标准对照表 | 237 |
| 1 | 新旧国家标准公差等级对照表 | 237 |
| 2 | 公差与配合新旧国家标准对照表 | 238 |

形状和位置公差(GB/T1182-1996)

| | | |
|---|----------------|-----|
| 一 | 形状和位置公差符号 | 242 |
| 1 | 形位公差特征项目的符号 | 242 |
| 2 | 被测要素、基准要素的标注方法 | 243 |
| 二 | 形状和位置公差未注公差值 | |

| | | |
|---|--------------------------------------|-----|
| | (GB/T1184-1996) | 245 |
| 1 | 形状公差的未注公差值 | 245 |
| 2 | 位置公差的未注公差值 | 246 |
| 三 | 图样上注出公差值的规定 (GB/T1184-1996) | 248 |
| 四 | 公差值表 | 249 |
| 1 | 直线度、平面度公差值表 | 249 |
| 2 | 圆度、圆柱度公差值表 | 251 |
| 3 | 平行度、垂直度、倾斜度公差值表 | 253 |
| 4 | 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动公差值表 | 256 |
| 5 | 位置度数系 | 258 |

表面粗糙度(GB/T1031-1995)

| | | |
|---|------------------------------------|-----|
| 1 | 表面粗糙度的评定参数 | 259 |
| 2 | 表面粗糙度代(符)号(GB/T131-1993) | 261 |
| 3 | 各级表面粗糙度的表面特征、经济加工 方法及应用举例 | 263 |

第三章 常用材料

钢

| | | |
|---|--------------------|-----|
| 一 | 常用钢牌号表示方法 | 266 |
| 二 | 常用钢的牌号、性能及用途 | 270 |
| 1 | 碳素结构钢牌号及用途 | 270 |

| | | |
|----|--------------------------------|-----|
| 2 | 常用的优质碳素结构钢牌号及用途 | 271 |
| 3 | 常用的合金结构钢牌号及用途 | 273 |
| 4 | 常用的弹簧钢牌号及用途 | 280 |
| 5 | 铬轴承钢的牌号及用途 | 282 |
| 6 | 部分不锈钢、耐热钢、耐酸钢的牌号及用途 | 283 |
| 7 | 碳素工具钢的牌号及用途(GB1289-1986) | 284 |
| 8 | 易切削钢牌号及用途 | 286 |
| 9 | 合金工具钢的牌号及用途(GB1299-1985) | 286 |
| 10 | 高速工具钢的牌号及用途 | 287 |
| 三 | 常用钢的热处理规范 | 288 |
| 1 | 有关材料力学性能名词解释 | 288 |
| 2 | 热处理名词解释 | 290 |
| 3 | 主要合金元素对钢性能的影响 | 292 |
| 4 | 常用钢的力学性能及热处理规范 | 293 |
| 四 | 常用钢的火花鉴别法 | 297 |
| 1 | 有关火花图的基本知识 | 297 |
| 2 | 低碳钢的火花图 | 299 |
| 3 | 中碳钢的火花图 | 299 |
| 4 | 高碳钢的火花图 | 300 |
| 5 | 铬钢的火花图 | 300 |
| 6 | 锰钢的火花图 | 301 |
| 7 | 高速工具钢的火花图 | 302 |
| 五 | 钢材的涂色标记 | 303 |

铸 铁

| | | |
|---|-------------------------|-----|
| 一 | 铸铁名称、代号及牌号表示示例····· | 306 |
| 二 | 常用铸铁牌号表示方法(新旧标准对照)····· | 308 |
| 三 | 常用铸铁的牌号及用途····· | 311 |
| 1 | 常用的灰铸铁牌号及用途····· | 311 |
| 2 | 常用的可锻铸铁牌号及用途····· | 312 |
| 3 | 常用的球墨铸铁牌号及用途····· | 313 |
| 4 | 常用的高硅耐蚀铸铁牌号及用途····· | 313 |

有色金属及其合金

| | | |
|---|------------------------|-----|
| 一 | 有色金属及其合金产品代号表示方法····· | 314 |
| 二 | 铜及铜合金····· | 316 |
| 1 | 工业纯铜加工产品的代号及用途····· | 316 |
| 2 | 常用的铸造铜合金代号及用途····· | 316 |
| 3 | 常用的加工铜合金代号及用途····· | 319 |
| 4 | 常用的锡基和铅基轴承合金代号及用途····· | 322 |
| 三 | 铝及铝合金····· | 323 |
| 1 | 常用的铸造铝合金代号及用途····· | 323 |
| 2 | 常用的变形铝合金代号及用途····· | 324 |

粉末冶金材料

| | | |
|---|--------------------------|-----|
| 1 | 粉末冶金材料的应用范围····· | 326 |
| 2 | 铁基粉末冶金材料种类、性能、特点及应用····· | 328 |

其他材料

| | | |
|---|---------------------|-----|
| 1 | 常用工程塑料主要性能及应用 | 329 |
| 2 | 润滑油及润滑脂 | 331 |

第四章 机械零件

螺 纹

| | | |
|-----|------------------------------|-----|
| 一 | 普通螺纹(GB192—1981) | 335 |
| 1 | 基本牙型与尺寸计算 | 335 |
| 2 | 代号与标记 | 336 |
| 3 | 直径和螺距表 | 338 |
| 4 | 公差与配合(GB197—1981) | 340 |
| 5 | 螺纹公差带的选用(GB2516—1981) | 346 |
| 二 | 梯形螺纹(GB5796.1—1986) | 365 |
| 1 | 基本牙型 | 365 |
| 2 | 代号和标记 | 365 |
| 3 | 基本尺寸计算 | 367 |
| 4 | 直径与螺距表(GB5796.2—1986) | 368 |
| 5 | 各直径基本尺寸(GB5796.3—1986) | 370 |
| 6 | 梯形螺纹公差(GB5796.4—1986) | 375 |
| 7 | 多线螺纹 | 383 |
| 三 | 管螺纹 | 383 |
| (一) | 一般知识 | 383 |

| | | |
|---|--|-----|
| 1 | 基本类型及标记代号 | 383 |
| 2 | 标记示例 | 384 |
| | (二) 用螺纹密封的管螺纹(GB7306-1987) | 384 |
| 1 | 圆锥外螺纹基本牙型及尺寸计算 | 384 |
| 2 | 圆柱内螺纹基本牙型及尺寸计算 | 385 |
| 3 | 螺纹基本尺寸 | 386 |
| 4 | 螺纹公差 | 388 |
| | (三) 非螺纹密封的管螺纹(55°) (GB7307-1987) | 392 |
| 1 | 基本牙型及尺寸计算 | 392 |
| 2 | 基本尺寸及公差 | 392 |
| | (四) 60°圆锥管螺纹(GB/T12716-1991) | 398 |
| 1 | 基本牙型及尺寸计算 | 398 |
| 2 | 基本尺寸 | 400 |
| | (五) 米制锥螺纹(GB/T 1415-1992) | 401 |
| 1 | 基本牙型 | 401 |
| 2 | 基本尺寸 | 402 |
| 3 | 公差与检验 | 404 |
| 4 | 米制锥螺纹的标记 | 405 |
| 5 | 标记示例 | 406 |
| 四 | 锯齿形螺纹(GB/T13576.1-1992) | 406 |
| 1 | 基本牙型与尺寸计算 | 406 |
| 2 | 锯齿形(3°,30°)螺纹直径与基本尺寸 (GB/T13576.3-1992) | 408 |
| 3 | 锯齿形(3°,30°)螺纹公差 | 413 |

| | | |
|---|------------------|-----|
| 4 | 锯齿形螺纹标记的规定 | 416 |
| 五 | 英制螺纹 | 417 |
| 1 | 基本牙型及尺寸计算 | 417 |
| 2 | 英制螺纹基本尺寸表 | 418 |
| 3 | 英制螺纹公差 | 420 |

渐开线齿轮

| | | |
|-----|---------------------------------|-----|
| 一 | 一般资料 | 422 |
| 1 | 齿轮基本齿廓(GB1356--1988) | 422 |
| 2 | 齿轮模数系列 | 423 |
| 3 | 渐开线圆柱齿轮精度等级(GB10095—1988) | 424 |
| 二 | 圆柱齿轮 | 425 |
| (一) | 标准圆柱齿轮 | 425 |
| 1 | 直齿圆柱齿轮几何计算 | 425 |
| 2 | 斜齿圆柱齿轮几何计算 | 428 |
| 3 | 内齿轮几何计算 | 432 |
| 4 | 齿条几何计算 | 434 |
| (二) | 变位直齿圆柱齿轮 | 434 |
| 1 | 齿轮变位类型及方法的选择 | 434 |
| 2 | 高变位直齿圆柱齿轮几何计算 | 435 |
| 3 | 角变位直齿圆柱齿轮几何计算 | 439 |
| 三 | 直齿锥齿轮 | 443 |
| 1 | 名称与代号 | 443 |
| 2 | 直齿锥齿轮几何计算 | 443 |

| | | |
|---|---------------------------|-----|
| 四 | 蜗杆和蜗轮 | 449 |
| 1 | 蜗杆副传动几何参数 | 449 |
| 2 | 蜗杆副传动几何尺寸计算(GB10085-1988) | 450 |
| 3 | 计算常用表 | 453 |
| 4 | 蜗杆副精度等级及应用范围 | 454 |

常用滚动轴承

| | | |
|---|--------------------------------|-----|
| 一 | 滚动轴承代号的构成(GB/T272-1993) | 455 |
| 1 | 基本代号 | 456 |
| 2 | 前置、后置代号 | 469 |
| 二 | 常用滚动轴承性能尺寸表 | 475 |
| 1 | 深沟球轴承(GB/T276-1994) | 475 |
| 2 | 调心球轴承(GB/T281-1994) | 484 |
| 3 | 双列圆柱滚子轴承(GB/T285-1994) | 489 |
| 4 | 圆锥滚子轴承(GB/T297-1994) | 494 |
| 5 | 双列圆锥滚子轴承(GB/T299-1995) | 496 |
| 6 | 角接触球轴承(GB/T292-1994) | 501 |
| 7 | 推力球轴承(GB/T301-1995) | 513 |
| 三 | 滚动轴承的配合 | 519 |
| 1 | 深沟球轴承和推力球轴承与轴的配合 | 519 |
| 2 | 深沟球轴承和推力球轴承与外壳的配合 | 520 |
| 3 | 推力轴承与轴或外壳的配合 | 520 |
| 四 | 滚动轴承新旧标准代号对照 (GB/T272-1993) | 521 |

| | | |
|---|------------------------|-----|
| 1 | 轴承类型代号对照 | 521 |
| 2 | 轴承尺寸系列代号对照 | 522 |
| 3 | 轴承内径代号 | 525 |
| 4 | 常用轴承类型、结构及轴承代号对照 | 525 |
| 5 | 前、后置代号 | 533 |

套筒滚子传动链

| | | |
|---|---|-----|
| 一 | 短节距传动用精密滚子链 (GB/T1243—1997) | 540 |
| 1 | 滚子链的结构型式 | 540 |
| 2 | 链节结构型式及零部件名称 | 540 |
| 3 | 链条结构型式与尺寸标注 | 541 |
| 4 | 链条主要尺寸 | 544 |
| 5 | 标记示例 | 546 |
| 二 | 短节距传动用精密滚子链用附件 (GB/T1243.2—1997) | 546 |
| 1 | 附件型式 | 546 |
| 2 | 附件板的尺寸 | 548 |
| 三 | 链轮 | 549 |
| 1 | 链轮轮缘直径尺寸 | 549 |
| 2 | 链轮齿槽形状 | 550 |
| 3 | 齿高和齿顶圆直径 | 551 |
| 4 | 链轮轴向齿廓 | 552 |
| 四 | 其他要求 | 553 |

| | | |
|---|---------------------|-----|
| 1 | 径向圆跳动量和端面圆跳动量 | 553 |
| 2 | 齿数 | 554 |

带 传 动

| | | |
|---|---|-----|
| 一 | 平带传动 | 554 |
| 1 | 基本计算 | 554 |
| 2 | 带轮直径尺寸(GB11358—1989) | 557 |
| 3 | 平带及带轮的宽度 (GB11359—1989) | 558 |
| 4 | 带轮轮缘凸面(GB11360—1989) | 559 |
| 5 | 普通平带(GB524—1989) | 560 |
| 二 | V带传动 | 561 |
| 1 | 普通V带(旧称三角带、三角皮带)型号及断面 尺寸(GB11544—1989) | 561 |
| 2 | 普通V带长度系列尺寸 | 562 |
| 3 | V带标记示例(GB1171—1989) | 563 |
| 4 | V型带轮槽型规格 | 563 |
| 5 | 普通V带传动计算 | 563 |

工具圆锥、锥度、锥角及公差

| | | |
|---|--------------------------------------|-----|
| | 工具柄自锁圆锥的尺寸和公差 (GB1443—1985) | 566 |
| 1 | 不带扁尾的外圆锥和内圆锥 | 566 |
| 2 | 带扁尾的外圆锥和内圆锥 | 567 |

| | | |
|---|-------------------------|-----|
| 3 | 工具柄自锁圆锥的尺寸和公差 | 568 |
| 二 | 铣床主轴用刀杆尾部圆锥 | 573 |
| 三 | 锥度、锥角及公差 | 574 |
| 1 | 锥度与锥角(GB157—1989) | 574 |
| 2 | 锥度和角度公差 | 577 |
| 3 | 自由锥度和角度公差 | 580 |

第五章 常用零件结构要素

| | | |
|---|---------------------------------------|-----|
| 一 | 中心孔 | 581 |
| 1 | 60°中心孔(GB145—1985) | 581 |
| 2 | 75°、90°中心孔(JB/ZQ4236—4237—1986) | 585 |
| 二 | 滚花(GB6403.3—1986) | 587 |
| 1 | 滚花的型式 | 587 |
| 2 | 滚花花纹的形状 | 587 |
| 3 | 滚花的尺寸 | 587 |
| 4 | 标记示例 | 588 |
| 三 | 各类槽 | 588 |
| 1 | 退刀槽(JB/ZQ4238—1986) | 588 |
| 2 | 砂轮越程槽(GB6403.5—1986) | 594 |
| 3 | 润滑槽(GB6403.2—1986) | 599 |
| 4 | T形槽(GB158—1984) | 603 |
| 5 | 燕尾槽(JB/ZQ4241—1986) | 609 |
| 四 | 零件倒圆与倒角(GB6403.4—1986) | 610 |
| 1 | 倒圆倒角尺寸 R、C 系列值 | 610 |

| | | |
|---|--|-----|
| 2 | 内角倒角、外角倒圆时 C 的最大值 C_{max} 与 R_1 的关系 | 610 |
| 3 | 与直径 d 相应的倒角 C , 倒圆 R 的推荐值 | 611 |
| 五 | 球面半径(GB6403.1--1986) | 611 |
| 六 | 螺纹零件 | 613 |
| 1 | 紧固件外螺纹零件的末端(GB2--1985) | 613 |
| 2 | 普通螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角尺寸 (GB3--1979) | 615 |
| 3 | 普通内螺纹的螺纹收尾、肩距、退刀槽和 倒角尺寸(GB3--1979) | 619 |
| 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(JB/ZQ4247--1986) | 623 |
| 5 | 紧固件用通孔和沉孔 | 627 |
| 6 | 梯形螺纹收尾、退刀槽和倒角尺寸 (JB/GQ0138--1980) | 634 |
| 7 | 米制锥螺纹的结构要素 | 636 |
| 8 | 圆柱管螺纹收尾、退刀槽和倒角尺寸 (JB/GQ0129--1980) | 640 |

第六章 刀 具

| | | |
|---|--------------------|-----|
| 一 | 刀具基本知识 | 644 |
| 1 | 刀具切削部分的名称及定义 | 644 |
| 2 | 确定刀具角度的辅助平面 | 645 |
| 3 | 刀具切削部分的角度 | 647 |

| | | |
|---|-------------------------------------|-----|
| 4 | 刀具角度的合理选择 | 649 |
| 二 | 刀具材料 | 654 |
| 1 | 碳素工具钢和高速工具钢的化学成分 (质量分数)及用途 | 655 |
| 2 | 硬质合金 | 656 |
| 三 | 刀具的结构形式 | 660 |
| 1 | 结构形式 | 660 |
| 2 | 结构特点与应用范围 | 661 |
| 四 | 硬质合金焊接刀片 | 663 |
| 1 | 常用焊接车刀刀片(GB5244—1985) | 663 |
| 2 | 基本型硬质合金焊接刀片(GB5245—1985) | 664 |
| 五 | 可转位硬质合金刀片 | 671 |
| 1 | 可转位硬质合金刀片代号编号方法 | 671 |
| 2 | 可转位硬质合金刀片型号表示规则示意图 | 672 |
| 3 | 车削用刀片型号表示方法 | 676 |
| 4 | 铣削用刀片型号表示方法 | 676 |

第七章 车工工作

车 锥 体

| | | |
|---|--------------------|-----|
| 一 | 锥体各部分名称和计算 | 677 |
| 1 | 锥体各部分名称及代号 | 677 |
| 2 | 锥体各部分尺寸的计算公式 | 678 |
| 二 | 车锥体的方法 | 678 |

| | | |
|---|-----------------------------------|-----|
| 1 | 转动小刀架车锥体 | 678 |
| 2 | 用靠模板车锥体 | 681 |
| 3 | 车标准锥度和常用锥度时小刀架和 靠模板转动角度表 | 683 |
| 4 | 用偏移尾座法车锥体 | 683 |

车 螺 纹

| | | |
|---|-------------------------|-----|
| 一 | 车螺纹的刀尖宽度尺寸 | 685 |
| 1 | 车梯形螺纹的刀尖宽度尺寸 | 685 |
| 2 | 车模数蜗杆的刀尖宽度尺寸 | 685 |
| 3 | 车径节蜗杆的刀尖宽度尺寸 | 686 |
| 二 | 车螺纹时交换齿轮的计算 | 687 |
| 1 | 无进给箱车床交换齿轮的计算 | 687 |
| 2 | 有进给箱车床交换齿轮的计算 | 708 |
| 三 | 螺纹车削方法 | 711 |
| 1 | 三角形螺纹车削方法 | 711 |
| 2 | 梯形螺纹车削方法 | 712 |
| 3 | 矩形螺纹车削方法 | 713 |
| 四 | 螺纹三针测量法 | 714 |
| 1 | 计算公式 | 714 |
| 2 | 测量普通螺纹时的 M 值 | 717 |
| 3 | 测量梯形螺纹时的 M 值 | 723 |
| 4 | 测量英制螺纹时的 M 值 | 725 |
| 五 | 车螺纹常见问题、产生原因及解决方法 | 727 |

| | | |
|---|-------------------|-----|
| 六 | 冷绕弹簧 | 733 |
| 1 | 卧式车床可绕制弹簧的种类 | 733 |
| 2 | 绕制圆柱形螺旋弹簧用心轴直径的计算 | 733 |
| 3 | 弹簧心轴直径 | 734 |
| 七 | 利用三爪自定心卡盘车偏心 | 735 |

第八章 铣工工作

分 度 头

| | | |
|---|----------------|-----|
| 一 | 简介 | 738 |
| 1 | 分度头结构型式及代号表示方法 | 738 |
| 2 | 分度头型号规格及其传动系统 | 739 |
| 二 | 分度方法及计算 | 741 |
| 1 | 单式分度法 | 741 |
| 2 | 差动分度法 | 744 |
| 3 | 近似分度法 | 752 |
| 4 | 角度分度法 | 757 |

铣四方和六方

| | | |
|---|-----|-----|
| 1 | 铣四方 | 760 |
| 2 | 铣六方 | 761 |

铣 离 合 器

| | | |
|---|---------|-----|
| 一 | 铣矩形齿离合器 | 763 |
|---|---------|-----|

| | | |
|---------------|--------------------------------------|-----|
| 1 | 奇数齿离合器的铣削 | 764 |
| 2 | 偶数齿离合器的铣削 | 765 |
| 三 | 梯形齿、尖齿和锯齿形齿的铣削 | 765 |
| 1 | 铣梯形齿离合器 | 765 |
| 2 | 铣尖齿离合器 | 768 |
| 3 | 铣锯齿形离合器 | 768 |
| 刀具开齿计算 | | |
| 一 | 对前角 $\gamma_n = 0^\circ$ 的铣刀开齿 | 771 |
| 1 | 用单角铣刀开齿方法 | 771 |
| 2 | 用双角铣刀开齿方法 | 772 |
| 二 | 对前角 $\gamma_n > 0^\circ$ 的铣刀开齿 | 774 |
| 1 | 用单角铣刀开齿方法 | 774 |
| 2 | 用双角铣刀开齿方法 | 775 |
| 三 | 圆柱螺旋齿铣刀刀坯的铣削 | 777 |
| 1 | 刀具的选择 | 777 |
| 2 | 工作台转角度的确定 | 777 |
| 3 | 传动比的计算 | 779 |
| 4 | 偏移量 S 和升高量 H 的计算 | 780 |
| 四 | 麻花钻的铣削 | 782 |
| 五 | 端面齿的铣削 | 783 |
| 1 | 刀具的选择 | 783 |
| 2 | 分度头倾斜角 φ 的计算公式 | 784 |
| 3 | 偏移量 S 的计算 | 784 |

| | | |
|---|--------|-----|
| 六 | 锥面齿的铣削 | 785 |
| 七 | 铰刀的开齿 | 789 |

铣 圆 球

| | | |
|---|-------|-----|
| 1 | 铣整球 | 792 |
| 2 | 铣带柄圆球 | 793 |
| 3 | 铣内球面 | 793 |

铣 凸 轮

| | | |
|---|-----------------|-----|
| 一 | 凸轮传动的三要素 | 795 |
| 1 | 升高量 H | 795 |
| 2 | 升高率 h | 796 |
| 3 | 导程 P_h | 796 |
| 二 | 铣削等速圆盘凸轮 | 797 |
| 1 | 垂直铣削法 | 797 |
| 2 | 扳角度铣削法 | 798 |
| 三 | 铣削等速圆柱凸轮 | 801 |
| 四 | 铣削等速凸轮传动比简易计算方法 | 803 |

铣直齿圆柱齿轮

| | | |
|---|-------------------------|-----|
| 1 | 一组 8 把模数铣刀和径节铣刀所铣的齿轮齿数表 | 803 |
| 2 | 一组 15 把模数铣刀所铣的齿轮齿数表 | 804 |

铣 齿 条

铣斜齿圆柱齿轮

| | | |
|---|-----------------------|-----|
| 一 | 铣刀号数的选择 | 805 |
| 1 | 选择铣刀号数用当量齿数的计算公式 | 805 |
| 2 | 选择铣刀号数用系数表 | 806 |
| 3 | 铣斜齿圆柱齿轮用铣刀号数表 | 808 |
| 二 | 交换齿轮计算及配轮装置 | 809 |
| 1 | 交换齿轮计算公式 | 809 |
| 2 | 配轮装置示意图 | 810 |
| 3 | 工件旋转方向和工作台转动方向及中间轮装置表 | 810 |

铣直齿锥齿轮

| | | |
|---|----------------|-----|
| 一 | 铣刀号数的选择 | 810 |
| 1 | 算法 | 811 |
| 2 | 铣直齿锥齿轮用铣刀号数表 | 811 |
| 二 | 直齿锥齿轮的铣削方法 | 812 |
| 1 | 分度头扳起角度计算 | 812 |
| 2 | 横向移动位置 S 的计算 | 812 |
| 3 | 铣削过程 | 813 |
| 三 | 直齿锥齿轮一刀成型的铣削方法 | 814 |

飞刀展成铣蜗轮

| | | |
|---|------|-----|
| 1 | 工作原理 | 816 |
| 2 | 铣削方法 | 817 |

| | | |
|---|----------------------------|-----|
| 3 | 交换齿轮计算 | 818 |
| 4 | 铣头扳角度方向和工件旋转方向及中间轮装置 | 818 |
| 5 | 飞刀各部分尺寸计算公式表 | 819 |

滚 齿 工 作

| | | |
|---|--|-----|
| 一 | 滚齿机传动系统 | 824 |
| 1 | Y38 滚齿机传动系统图 | 824 |
| 2 | Y37 滚齿机传动系统图 | 825 |
| 二 | 滚刀安装角度和工作台转动方向 及中间轮装置 | 826 |
| 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 | 826 |
| 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 | 828 |
| 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 | 830 |
| 4 | 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 | 832 |
| 三 | 交换齿轮计算 | 834 |
| 1 | 分齿、进给、差动交换齿轮计算公式 | 834 |
| 2 | Y37、Y38 滚齿机定数表 | 835 |
| 四 | 滚铣大质数齿轮(以 Y38 为例) | 836 |
| 1 | 滚铣大质数直齿圆柱齿轮时各组交换齿轮计算 | 837 |
| 2 | 滚铣大质数斜齿圆柱齿轮时各组交换齿轮计算 | 838 |

| | | |
|---|---------------------------------------|-----|
| 五 | 分齿及差动交换齿轮表····· | 841 |
| 1 | Y38滚齿机加工直齿斜齿圆柱齿轮时的分 齿交换齿轮表····· | 841 |
| 2 | Y38滚齿机加工大质数直齿圆柱齿轮时, 分齿差动交换齿轮表····· | 844 |
| 六 | 滚齿加工常见缺陷及消除方法····· | 846 |

插齿工作

| | | |
|---|-----------------------|-----|
| 一 | 插齿机传动系统及工作精度····· | 856 |
| 1 | Y54插齿机传动系统图····· | 856 |
| 2 | 常用插齿机的工作精度····· | 857 |
| 二 | 插齿刀具及安装····· | 857 |
| 1 | 插齿刀的类型和用途····· | 857 |
| 2 | 插齿刀安装方法及适用范围····· | 859 |
| 3 | 插齿刀安装精度要求····· | 860 |
| 4 | 插齿刀旋转方向····· | 860 |
| 三 | 插直齿圆柱外齿轮(以Y54为例)····· | 861 |
| 1 | 插齿刀行程长度的确定····· | 861 |
| 2 | 插齿刀往复行程数的确定····· | 861 |
| 3 | 分齿交换齿轮计算····· | 862 |
| 4 | 侧周进给交换齿轮计算····· | 872 |
| 5 | 径向进给交换齿轮计算····· | 873 |
| 6 | 计算实例····· | 873 |
| 四 | 插直齿圆柱内齿轮····· | 874 |

| | | |
|---|-----------------------------------|-----|
| 1 | 插齿刀最大变位系数 ξ_{\max} 值的确定 | 875 |
| 2 | 插齿刀最小变位系数 ξ_{\min} 值的确定 | 877 |
| 五 | 插齿加工中常出现的缺陷及消除方法 | 877 |

齿轮的测量

| | | |
|---|--|-----|
| · | 公法线长度的测量 | 894 |
| 1 | 标准直齿圆柱齿轮公法线长度测量 | 894 |
| 2 | 斜齿圆柱齿轮公法线长度测量 | 901 |
| 3 | 渐开线函数表 | 903 |
| 二 | 分度圆弦齿厚的测量 | 909 |
| 1 | 计算公式 | 909 |
| 2 | 分度圆弦齿厚的测量尺寸表 ($m=1$) | 910 |
| 三 | 固定弦齿厚的测量 | 912 |
| 1 | 计算公式 | 913 |
| 2 | 固定弦齿厚测量尺寸表 | 914 |
| 3 | 固定弦齿厚的最小减薄量 $\Delta_w S$ 及其公差 δS | 915 |
| 四 | 内齿轮齿厚测量 | 917 |
| 1 | 测量内齿轮用圆柱直径表 ($\alpha_n=20^\circ, m=1$) | 917 |
| 2 | 测量尺寸 M 值表 ($\alpha_n=20^\circ, m=1$) | 918 |

第九章 刨工工作

刨削范围与刨削用量

| | | |
|---|---------------|-----|
| 1 | 刨削范围与刨刀 | 921 |
|---|---------------|-----|

| | | |
|---|-----------------|-----|
| 2 | 刨刀切削角度的选择 | 923 |
| 3 | 常用刨削用量 | 924 |

装夹方法与刨削工具

| | | |
|---|----------------|-----|
| 1 | 刨削常用装夹方法 | 925 |
| 2 | 刨削工具 | 930 |

刨削废品产生的原因和防止方法

| | | |
|---|---------------------------------|-----|
| 1 | 刨平面、平行面及简单关联面废品产生的原因和防止方法 | 933 |
| 2 | 刨垂直面及阶台面废品产生的原因和防止方法 | 935 |
| 3 | 刨斜面废品产生的原因和防止方法 | 938 |
| 4 | 切断时废品产生的原因和防止方法 | 939 |
| 5 | 刨直角槽及 V 形槽废品产生的原因和防止方法 ... | 940 |

第十章 磨工工作

| | | |
|---|---|-----|
| 一 | 普通磨料磨具 | 941 |
| 1 | 磨料品种、代号及其应用范围 (GB/T2476—1994) | 941 |
| 2 | 磨料粒度号及其选择(GB2477—1983) | 945 |
| 3 | 磨具硬度等级及其代号(GB/T2484—1994) | 946 |
| 4 | 结合剂代号、性能及其适用范围 (GB/T2484—1994) | 947 |
| 5 | 普通磨具的标志方法(GB/T2484—1994) | 948 |
| 6 | 磨具产品分类与代号(GB/T2484—1994) | 948 |

| | | |
|---|--|-----|
| 7 | 普通磨具的最高工作线速度 | 960 |
| 二 | 超硬磨料磨具 | 960 |
| 1 | 超硬磨料的品种、代号及应用范围 (GB/T6405-1994、GB6966-1986) | 961 |
| 2 | 超硬磨料的粒度号及尺寸范围 | 962 |
| 3 | 超硬磨料结合剂及其代号、性能和应用范围 | 964 |
| 4 | 超硬磨具的标志方法 | 965 |
| 5 | 磨具断面形状及其代号 | 966 |
| 三 | 砂轮调整静平衡 | 968 |
| 1 | 砂轮调整平衡方法 | 968 |
| 2 | 砂轮调整静平衡时注意事项 | 969 |
| 3 | 砂轮的修整 | 969 |
| 四 | 常用磨削液的组成及使用性能 | 971 |
| 五 | 磨削余量的选择 | 974 |
| 1 | 外圆的磨削余量(直径余量) | 974 |
| 2 | 内圆的磨削余量 | 976 |
| 3 | 平面的磨削余量 | 978 |
| 六 | 磨削时缺陷产生的原因和防止措施 | 979 |

第十一章 钻、铰工作

钻削加工

| | | |
|---|-------------|-----|
| 一 | 标准麻花钻 | 982 |
|---|-------------|-----|

| | | |
|---|--------------------------|------|
| 1 | 麻花钻的结构与几何角度 | 982 |
| 2 | 通用型麻花钻的主要几何参数 | 983 |
| 3 | 钻孔切削用量的选择 | 984 |
| 二 | 几种群钻切削部分的几何参数 | 988 |
| 1 | 标准群钻切削部分几何参数表 | 988 |
| 2 | 加工铸铁用群钻切削部分几何参数表 | 990 |
| 3 | 加工紫铜用群钻切削部分几何参数表 | 992 |
| 4 | 加工黄铜用群钻切削部分几何参数表 | 994 |
| 5 | 加工薄板用群钻切削部分几何参数表 | 996 |
| 6 | 加工毛坯用扩孔群钻切削部分几何参数表 | 998 |
| 三 | 群钻的手工刃磨方法 | 1000 |
| 1 | 刃磨前准备 修整砂轮 | 1001 |
| 2 | 磨外直刃 | 1002 |
| 3 | 磨月牙槽 | 1003 |
| 4 | 修磨横刃 | 1004 |
| 5 | 磨外直刃上的分屑槽 | 1006 |
| 四 | 几种其他典型钻头 | 1007 |
| 1 | 分屑钻头 | 1007 |
| 2 | 综合钻头 | 1009 |
| 3 | 钻不锈钢钻头 | 1010 |
| 4 | 钻铝合金钻头 | 1012 |
| 5 | 钻紫铜钻头 | 1013 |
| 6 | 钻青铜钻头 | 1014 |
| 7 | 钻高锰钢的硬质合金钻头 | 1015 |

| | | |
|----|--------------------------|------|
| 8 | 精钻孔钻头 | 1016 |
| 9 | 钻软橡胶钻头 | 1018 |
| 10 | 钻软塑料、硬橡胶钻头 | 1019 |
| 五 | 麻花钻钻孔中常见缺陷的原因和解决办法 | 1020 |

铰 削 加 工

| | | |
|---|-------------------------|------|
| 一 | 铰刀的结构、代号和几何角度 | 1028 |
| 1 | 铰刀的结构和几何角度 | 1028 |
| 2 | 高速钢(硬质合金)铰刀的类型和用途 | 1029 |
| 3 | 铰刀几何参数的选择 | 1031 |
| 4 | 铰刀齿数选取表 | 1032 |
| 5 | 切削液的选择 | 1033 |
| 二 | 铰孔切削用量的选择 | 1034 |
| 1 | 高速钢铰刀加工不同材料的切削用量 | 1034 |
| 2 | 硬质合金铰刀铰孔的切削用量 | 1036 |
| 三 | 铰孔中常见缺陷的原因和解决办法 | 1038 |

第十二章 钳工工作

划 线

| | | |
|---|-------------------|------|
| 一 | 划线种类和划线工具 | 1044 |
| 1 | 划线种类 | 1044 |
| 2 | 常用划线工具名称及用途 | 1045 |
| 二 | 基本线条的划法 | 1051 |

| | | |
|---|--------------------|------|
| 1 | 几种常用几何作图方法 | 1051 |
| 2 | 几种典型的钣金展开图划法 | 1057 |
| 3 | 标准齿轮齿形画法 | 1068 |

鏟 削

| | | |
|---|------------------|------|
| 1 | 鏟子种类及用途 | 1074 |
| 2 | 鏟子的材料和淬火方法 | 1075 |
| 3 | 鏟削方法 | 1075 |

挫 削

| | | |
|---|-------------------------|------|
| 1 | 钳工挫的种类(GB5810—86) | 1077 |
| 2 | 挫刀类别和型式代号 | 1078 |
| 3 | 挫刀的选用 | 1079 |
| 4 | 挫削方法 | 1081 |

刮 削

| | | |
|---|------------|------|
| 1 | 刮削工具 | 1082 |
| 2 | 刮削方法 | 1088 |

研 磨

| | | |
|---|-------------------|------|
| 一 | 研磨的分类 | 1092 |
| 二 | 研磨工具的种类及用途 | 1093 |
| 三 | 研具材料和研磨剂的选择 | 1095 |
| 1 | 研具材料的选择 | 1095 |

| | | |
|---|--------------|------|
| 2 | 研磨剂的选择 | 1097 |
| 四 | 研磨方法 | 1099 |
| 1 | 手工研磨运动轨迹形式 | 1099 |
| 2 | 研磨压力和研磨速度的选择 | 1100 |
| 3 | 研磨余量的选择 | 1101 |

攻螺纹和套螺纹

| | | |
|---|---------------|------|
| 一 | 丝锥攻螺纹 | 1102 |
| 1 | 丝锥结构与名称 | 1102 |
| 2 | 丝锥前角、后角的选择 | 1103 |
| 3 | 攻螺纹辅助工具 | 1103 |
| 4 | 攻螺纹切削液的选择 | 1105 |
| 5 | 攻螺纹前底孔直径的确定 | 1106 |
| 二 | 板牙套螺纹 | 1110 |
| 1 | 板牙种类和使用范围 | 1110 |
| 2 | 圆板牙的几何参数 | 1111 |
| 3 | 板牙架型式和尺寸 | 1112 |
| 4 | 板牙套螺纹前圆杆直径的确定 | 1114 |
| 5 | 套螺纹切削液的选择 | 1115 |

管材的弯形

| | | |
|---|----------------|------|
| 1 | 管材弯形的方法 | 1115 |
| 2 | 管材最小弯形半径数值表 | 1116 |
| 3 | 弯曲管子时管内填充材料的选择 | 1118 |

第一章 常用数据和公式

常用资料

1 汉语拼音字母

| 字 母 | | 名 称 | | 字 母 | | 名 称 | |
|-----|----|-------------|----|-----|----|-------------|----|
| 大写 | 小写 | 用注音 符号注音 | 读法 | 大写 | 小写 | 用注音 符号注音 | 读法 |
| A | a | ㄚ | 啊 | N | n | ㄋㄝ | 讷 |
| B | b | ㄅㄝ | 玻 | O | o | ㄛ | 喔 |
| C | c | ㄘㄝ | 雌 | P | p | ㄆㄝ | 坡 |
| D | d | ㄉㄝ | 得 | Q | q | ㄑㄝ | 欺 |
| E | e | ㄜ | 鹅 | R | r | ㄖㄝ | 日 |
| F | f | ㄝㄝ | 佛 | S | s | ㄙㄝ | 思 |
| G | g | ㄍㄝ | 哥 | T | t | ㄊㄝ | 特 |
| H | h | ㄏㄝ | 喝 | U | u | ㄨㄝ | 乌 |
| I | i | ㄣ | 衣 | V | v | ㄨㄝㄝ | 维 |
| J | j | ㄐㄝ | 基 | W | w | ㄨㄝㄩ | 娃 |
| K | k | ㄎㄝ | 科 | X | x | ㄒㄝ | 希 |
| L | l | ㄌㄝ | 勒 | Y | y | ㄩㄝ | 呀 |
| M | m | ㄇㄝ | 摸 | Z | z | ㄗㄝ | 资 |

2 英文字母

| 大写 | 小写 | 读音 | 大写 | 小写 | 读音 | 大写 | 小写 | 读音 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| A | a | 爱 | J | j | 街 | S | s | 爱斯 |
| B | b | 比 | K | k | 克 | T | t | 提 |
| C | c | 西 | L | l | 爱耳 | U | u | 由 |
| D | d | 低 | M | m | 爱姆 | V | v | 维衣 |
| E | e | 衣 | N | n | 恩 | W | w | 打不留 |
| F | f | 爱福 | O | o | 喔 | X | x | 爱克斯 |
| G | g | 基 | P | p | 皮 | Y | y | 歪 |
| H | h | 爱曲 | Q | q | 克由 | Z | z | 挤 |
| I | i | 哀 | R | r | 啊耳 | | | |

3 希腊字母

| 大写 | 小写 | 读音 | 大写 | 小写 | 读音 | 大写 | 小写 | 读音 |
|----|----|------|----|----|------|----|----|------|
| A | α | 啊耳发 | I | ι | 约塔 | Ρ | ρ | 洛 |
| B | β | 贝塔 | K | κ | 卡帕 | Σ | σ | 西格马 |
| Γ | γ | 嘎马 | Λ | λ | 兰姆达 | Τ | τ | 滔 |
| Δ | δ | 得耳塔 | Μ | μ | 缪米由 | Υ | υ | 依普西龙 |
| Ε | ε | 衣普西龙 | Ν | ν | 纽 | Φ | φ | 费衣 |
| Z | ζ | 截塔 | Ξ | ξ | 克西 | Χ | χ | 喜 |
| H | η | 衣塔 | Ο | ο | 奥密克戎 | Ψ | ψ | 普西 |
| Θ | θ | 西塔 | Π | π | 派 | Ω | ω | 欧米嘎 |

4 俄文字母

| 大写 | 小写 | 读音 | 大写 | 小写 | 读音 | 大写 | 小写 | 读音 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| А | а | 阿 | К | к | 客 | Х | х | 赫 |
| Б | б | 玻 | Л | л | 乐 | И | и | 才 |
| В | в | 喔 | М | м | 莫 | Ч | ч | 其 |
| Г | г | 格 | Н | н | 爱恩 | Ш | ш | 石 |
| Д | д | 德 | О | о | 欧 | Щ | щ | 夏 |
| Е | е | 也 | П | п | 泼 | Ъ | ъ | (硬音符) |
| Ё | ё | 尧 | Р | р | 爱耳 | Ы | ы | 厄 |
| Ж | ж | 日 | С | с | 斯 | Ь | ь | (软音符) |
| З | з | 滋 | Т | т | 特 | Э | э | 爱 |
| И | и | 衣 | У | у | 乌 | Ю | ю | 忧 |
| Й | я | 意 | Ф | ф | 佛 | Я | я | 呀 |

5 国内部分标准代号

| 标准代号 | 标准类别 | 标准代号 | 标准类别 |
|--------------|--------|----------|------|
| GB | 国家标准 | TH, TH/Z | 通用机械 |
| GB/T | 国家推荐标准 | GC | 机床 |
| JB, JB/Z, JZ | 机电, 仪表 | GL | 量具 |
| NJ, NJ/Z | 农业机械 | GR | 刀具 |

(续)

| 标准代号 | 标准类别 | 标准代号 | 标准类别 |
|-----------------------------------|--------|--|------------|
| ZJ, ZZ, ZQ, ZB, ZX, ZH Q/ZB | 重型机械 | QB, SG FZ, FJ, FJ/Z | 轻工 纺织 |
| DZ, ODG, ODD Q/D | 电机, 电器 | WS ₂ , WS ₂ /Z HB, HB/Z | 医疗器械 航空 |
| Y | 仪表 | SI, SJ/Z, NE, E | 电子工业 |
| JJG | 计量 | QJ, QJ/Z | 航天 |
| YB, YB/Z | 冶金 | TB, TB/Z | 铁道 |
| HG, HGB | 化工 | SD, DL | 水电 |
| SY | 石油 | YD, YD/Z | 邮电 |
| MT, MT/Z | 煤炭 | CB, CZ, CB/Z | 船舶 |
| JG, JC | 建筑材料 | JT JT/Z | 交通 |

6 主要元素的化学符号和密度

(g/cm³)

| 元素名称 | 化学符号 | 密度 | 元素名称 | 化学符号 | 密度 |
|------|------|------|------|------|---------|
| 银 | Ag | 10.5 | 钡 | Ba | 3.5 |
| 铝 | Al | 2.7 | 铍 | Be | 1.9 |
| 砷 | As | 5.73 | 铋 | Bi | 9.8 |
| 金 | Au | 19.3 | 溴 | Br | 3.12 |
| 硼 | B | 2.3 | 碳 | C | 1.9~2.3 |

(续)

| 元素名称 | 化学符号 | 密度 | 元素名称 | 化学符号 | 密度 |
|------|------|------|------|------|-------|
| 钙 | Ca | 1.55 | 铅 | Pb | 11.34 |
| 镉 | Cd | 8.65 | 铂 | Pt | 21.45 |
| 铌 | Nb | 8.6 | 镭 | Ra | 5 |
| 钴 | Co | 8.8 | 铷 | Rb | 1.53 |
| 铬 | Cr | 7.19 | 铀 | Ru | 12.2 |
| 铜 | Cu | 8.93 | 硫 | S | 2.07 |
| 氟 | F | 1.11 | 锑 | Sb | 6.67 |
| 铁 | Fe | 7.87 | 硒 | Se | 4.81 |
| 锗 | Ge | 5.36 | 硅 | Si | 2.35 |
| 汞 | Hg | 13.6 | 锡 | Sn | 7.3 |
| 碘 | I | 4.93 | 锶 | Sr | 2.6 |
| 钾 | K | 0.86 | 钽 | Ta | 16.6 |
| 镁 | Mg | 1.74 | 钍 | Th | 11.5 |
| 铱 | Ir | 22.1 | 铊 | Tl | 4.54 |
| 锰 | Mn | 7.3 | 铀 | U | 18.7 |
| 钼 | Mo | 10.2 | 钒 | V | 5.6 |
| 钠 | Na | 0.97 | 钨 | W | 19.15 |
| 镍 | Ni | 8.9 | 锌 | Zn | 7.17 |
| 磷 | P | 1.82 | | | |

7 常用材料的熔点

| 名 称 | 熔 点/°C |
|---------|-----------|
| 灰铸铁 | 1200 |
| 铸钢 | 1425 |
| 钢 | 1400~1500 |
| 黄铜 | 950 |
| 青铜 | 995 |
| 纯钢 | 1083 |
| 铝 | 658 |
| 铅 | 327 |
| 锡 | 232 |
| 镍 | 1452 |
| 尼龙 1010 | 200~210 |
| 有机玻璃 | ≥108 |

8 常用材料的密度

(g/cm³)

| 材料名称 | 密 度 | 材料名称 | 密 度 |
|------|---------|------|----------|
| 灰铸铁 | 6.6~7.4 | 纯钢材 | 8.9 |
| 球墨铸铁 | 7.3 | 黄铜 | 8.5~8.85 |
| 铸钢 | 7.8 | 锡青铜 | 8.8~8.9 |
| 不锈钢 | 7.75 | 铝板 | 2.73 |
| 高速钢 | 8.3~8.7 | 镀铝 | 2.65~2.8 |

(续)

| 材料名称 | 密 度 | 材料名称 | 密 度 |
|---------|------------|----------|-----------|
| 铸铝 | 2.55~2.67 | 尼龙 1010 | 1.04~1.06 |
| 工业镍 | 8.9 | 尼龙 1010+ | 1.19 |
| 锡基轴承合金 | 7.34~7.75 | 30%玻纤 | 1.18 |
| 铅基轴承合金 | 9.33~10.67 | 有机玻璃 | 0.93~1.20 |
| 硬质合金 YG | 13.9~14.9 | 橡胶 | 1.2 |
| 松 木 | 0.5~0.6 | 水泥 | 1.9~2.1 |
| 衬垫纸 | 0.9 | 石墨 | 2.5~2.7 |
| 石棉胶板 | 1.5~2.0 | 普通玻璃 | 2.0~2.4 |
| 聚氯乙烯 | 1.35~1.40 | 普通混凝土 | 0.66~0.75 |
| 聚四氟乙烯 | 2.1~2.2 | 汽油 | |

数学计算

— 常用数表

1 π 的重要函数表

| | | | |
|--------------|----------|------------------------|----------|
| π | 3.141593 | $\sqrt{2\pi}$ | 2.506628 |
| π^2 | 9.869604 | $\sqrt{\frac{\pi}{2}}$ | 1.253314 |
| $\sqrt{\pi}$ | 1.772454 | $\sqrt[3]{\pi}$ | 1.464592 |

(续)

| | | | |
|------------------------|----------|---------------------------|----------|
| $\frac{1}{\pi}$ | 0.318310 | $\sqrt{\frac{1}{2\pi}}$ | 0.398942 |
| $\frac{1}{\pi^2}$ | 0.101321 | $\sqrt{\frac{2}{\pi}}$ | 0.797885 |
| $\sqrt{\frac{1}{\pi}}$ | 0.564190 | $\sqrt[3]{\frac{1}{\pi}}$ | 0.682784 |

2 π 的近似分数

| 近 似 分 数 | 误 差 |
|---|-----------|
| $\pi \approx 3.140000 = \frac{157}{50}$ | 0.0015927 |
| $\pi \approx 3.1428571 = \frac{22}{7}$ | 0.0012644 |
| $\pi \approx 3.1418181 = \frac{32 \times 27}{25 \times 11}$ | 0.0002254 |
| $\pi \approx 3.1417322 = \frac{19 \times 21}{127}$ | 0.0001395 |
| $\pi \approx 3.1417112 = \frac{25 \times 47}{22 \times 17}$ | 0.0001185 |
| $\pi \approx 3.1417004 = \frac{8 \times 97}{13 \times 19}$ | 0.0001077 |
| $\pi \approx 3.1416666 = \frac{13 \times 29}{4 \times 30}$ | 0.0000739 |
| $\pi \approx 3.1415929 = \frac{5 \times 71}{113}$ | 0.0000002 |

3 25.4 的近似分数

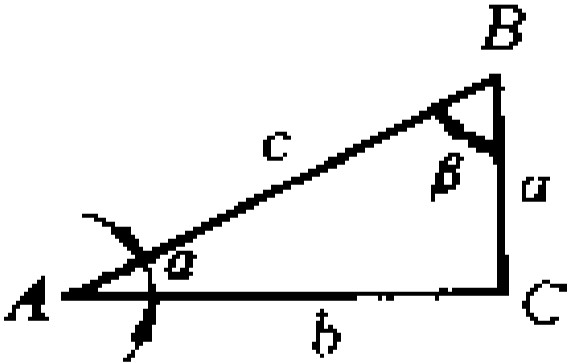
| 近 似 分 数 | 误 差 |
|----------------------------|-----|
| $25.40000 = \frac{127}{5}$ | 0 |

(续)

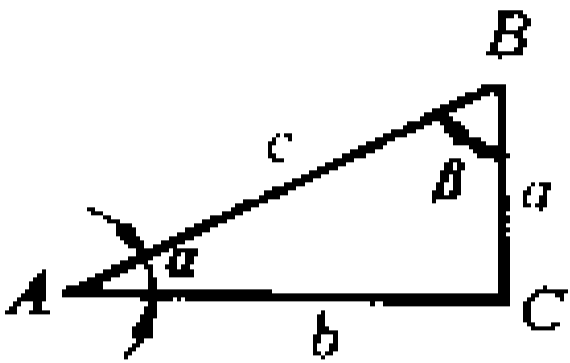
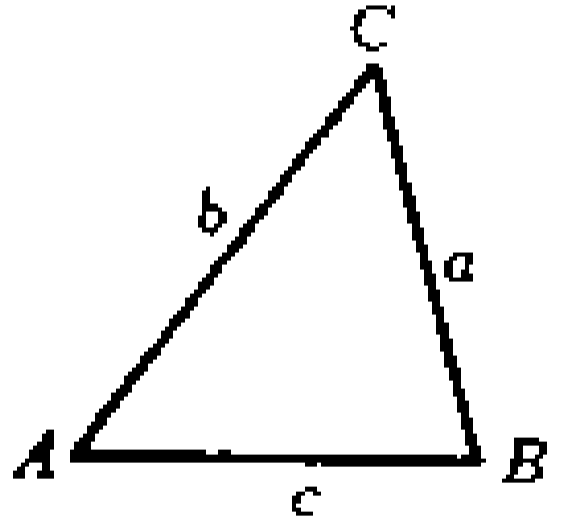
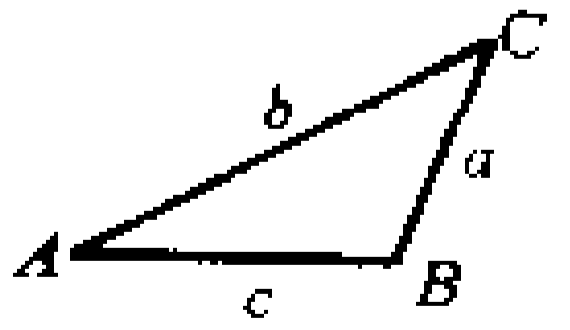
| 近似分数 | 误差 |
|--|---------|
| $25.41176 = \frac{18 \times 24}{17}$ | 0.01176 |
| $25.39683 = \frac{40 \times 40}{7 \times 9}$ | 0.00317 |
| $25.38461 = \frac{11 \times 30}{13}$ | 0.01539 |

二 常用三角计算

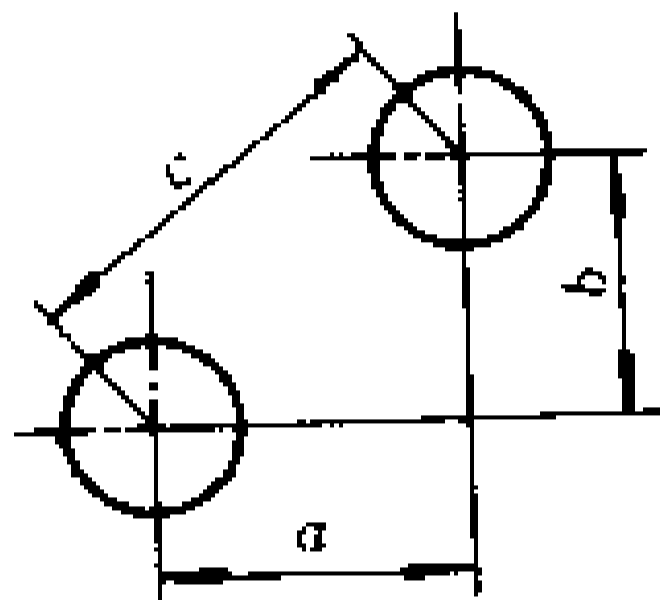
1 常用三角计算公式

| 名称 | 图形 | 计算公式 |
|-------|---|---|
| 直角三角形 |  | α 的正弦 $\sin \alpha = \frac{a}{c}$ α 的余弦 $\cos \alpha = \frac{b}{c}$ α 的正切 $\tan \alpha = \frac{a}{b}$ α 的余切 $\cot \alpha = \frac{b}{a}$ α 的正割 $\sec \alpha = \frac{c}{b}$ α 的余割 $\csc \alpha = \frac{c}{a}$ $\alpha + \beta = 90^\circ \quad c^2 = a^2 + b^2$ 或 $c = \sqrt{a^2 + b^2}; \quad a = \sqrt{c^2 - b^2}$ $b = \sqrt{c^2 - a^2}$ 余角函数: $\sin(90^\circ - \alpha) = \cos \alpha$ $\cos(90^\circ - \alpha) = \sin \alpha$ $\tan(90^\circ - \alpha) = \cot \alpha$ $\cot(90^\circ - \alpha) = \tan \alpha$ |

(续)

| 名称 | 图 形 | 计 算 公 式 |
|-------|---|--|
| 直角三角形 |  | 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 $\alpha = \text{arccot} x$ |
| 锐角三角形 |  | 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： $\cos B = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac}$ |
| 钝角三角形 |  | $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$ 即： $\cos C = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}$ |

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



〔解〕 用公式 $c = \sqrt{a^2 + b^2}$

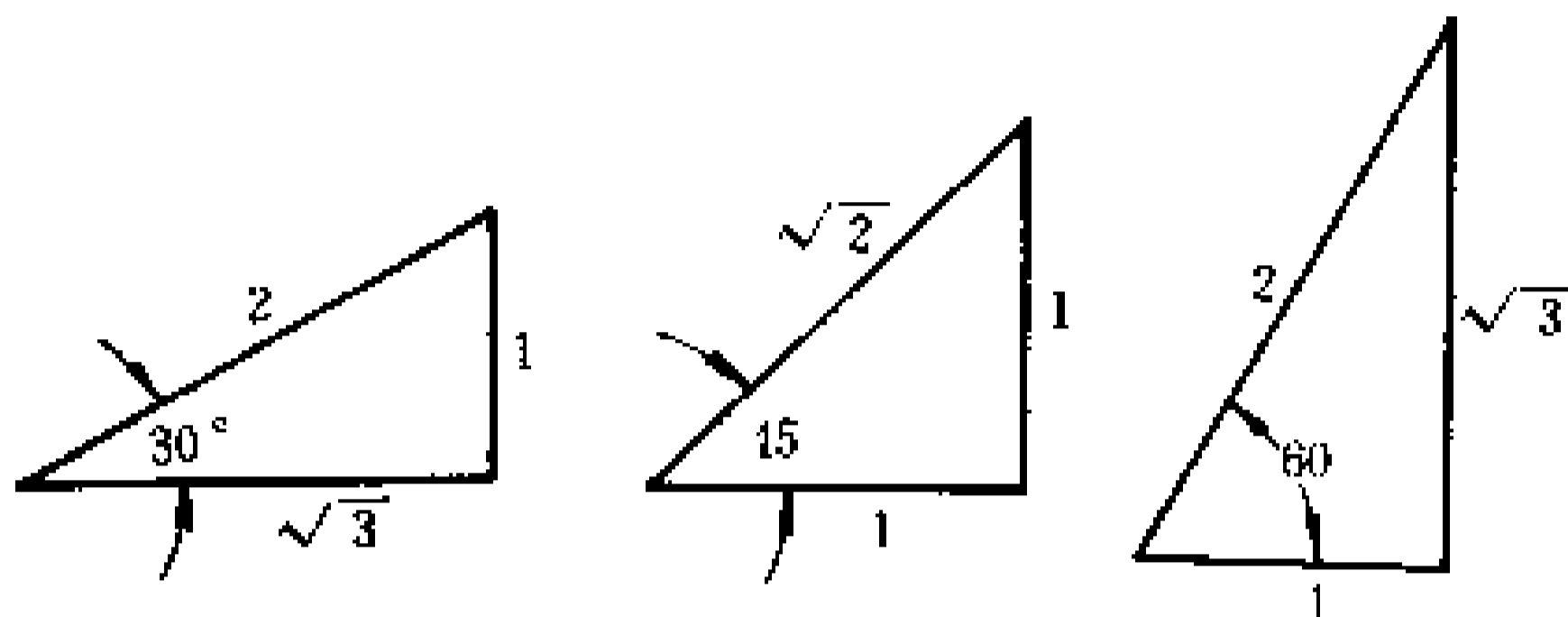
$$= \sqrt{90^2 + 70^2}$$

$$= \sqrt{13000}$$

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

| 角 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

0°

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|----------|----|
| 0' | 0.00000 | 1.0000 | 0.00000 | ∞ | 60 |
| 4 | 00116 | 0000 | 00116 | 859.44 | 56 |
| 8 | 00233 | 0000 | 00233 | 429.72 | 52 |
| 12 | 00349 | 99999 | 00349 | 286.48 | 48 |
| 16 | 00465 | 99999 | 00465 | 214.86 | 44 |
| 20 | 0.00582 | 0.99998 | 0.00582 | 171.89 | 40 |
| 24 | 00698 | 99998 | 00698 | 143.24 | 36 |
| 28 | 00814 | 99997 | 00815 | 122.77 | 32 |
| 32 | 00931 | 99996 | 00931 | 107.43 | 28 |
| 36 | 01047 | 99995 | 01047 | 95.489 | 24 |
| 40 | 0.01164 | 0.99993 | 0.01164 | 85.940 | 20 |
| 44 | 01280 | 99992 | 01280 | 78.126 | 16 |
| 48 | 01396 | 99990 | 01396 | 71.615 | 12 |
| 52 | 01513 | 99989 | 01513 | 66.105 | 8 |
| 56 | 01629 | 99987 | 01629 | 61.383 | 4 |
| 60 | 0.01745 | 0.99985 | 0.01746 | 57.290 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

89°

1°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.01745 | 0.99985 | 0.01746 | 57.290 | 60 |
| 4 | 01862 | 99983 | 01862 | 53.709 | 56 |
| 8 | 01978 | 99980 | 01978 | 50.549 | 52 |
| 12 | 02094 | 99978 | 02095 | 47.740 | 48 |
| 16 | 02211 | 99976 | 02211 | 45.226 | 44 |
| 20 | 0.02327 | 0.99973 | 0.02328 | 42.964 | 40 |
| 24 | 02443 | 99970 | 02444 | 40.917 | 36 |
| 28 | 02560 | 99967 | 02560 | 39.057 | 32 |
| 32 | 02676 | 99964 | 02677 | 37.358 | 28 |
| 36 | 02792 | 99961 | 02793 | 35.801 | 24 |
| 40 | 0.02908 | 0.99958 | 0.02910 | 34.368 | 20 |
| 44 | 03025 | 99954 | 03026 | 33.045 | 16 |
| 48 | 03141 | 99951 | 03143 | 31.821 | 12 |
| 52 | 03257 | 99947 | 03259 | 30.683 | 8 |
| 56 | 03374 | 99943 | 03376 | 29.624 | 4 |
| 60 | 0.03490 | 0.99939 | 0.03492 | 28.636 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

2°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.03490 | 0.99939 | 0.03492 | 28.636 | 60 |
| 4 | 03606 | 99935 | 03609 | 27.712 | 56 |
| 8 | 03723 | 99931 | 03725 | 26.845 | 52 |
| 12 | 03839 | 99926 | 03842 | 26.031 | 48 |
| 16 | 03955 | 99922 | 03958 | 25.264 | 44 |
| 20 | 0.04071 | 0.99917 | 0.04075 | 24.542 | 40 |
| 24 | 04188 | 99912 | 04191 | 23.859 | 36 |
| 28 | 04304 | 99907 | 04308 | 23.214 | 32 |
| 32 | 04420 | 99902 | 04424 | 22.602 | 28 |
| 36 | 04536 | 99897 | 04541 | 22.022 | 24 |
| 40 | 0.04653 | 0.99892 | 0.04658 | 21.470 | 20 |
| 44 | 04769 | 99886 | 04774 | 20.946 | 16 |
| 48 | 04885 | 99881 | 04891 | 20.446 | 12 |
| 52 | 05001 | 99875 | 05007 | 19.970 | 8 |
| 56 | 05117 | 99869 | 05124 | 19.516 | 4 |
| 60 | 0.05234 | 0.99863 | 0.05241 | 19.081 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

3°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.05234 | 0.99863 | 0.05241 | 19.081 | 60 |
| 4 | 05350 | 99857 | 05357 | 18.666 | 56 |
| 8 | 05466 | 99851 | 05471 | 18.268 | 52 |
| 12 | 05582 | 99844 | 05591 | 17.886 | 48 |
| 16 | 05698 | 99838 | 05708 | 17.521 | 44 |
| 20 | 0.05814 | 0.99831 | 0.05824 | 17.169 | 40 |
| 24 | 05931 | 99824 | 05941 | 16.832 | 36 |
| 28 | 06047 | 99817 | 06058 | 16.507 | 32 |
| 32 | 06163 | 99810 | 06175 | 16.195 | 28 |
| 36 | 06279 | 99803 | 06291 | 15.895 | 24 |
| 40 | 0.06395 | 0.99795 | 0.06408 | 15.605 | 20 |
| 44 | 06511 | 99788 | 06525 | 15.325 | 16 |
| 48 | 06627 | 99780 | 06642 | 15.056 | 12 |
| 52 | 06743 | 99772 | 06759 | 14.795 | 8 |
| 56 | 06860 | 99764 | 06876 | 14.544 | 4 |
| 60 | 0.06976 | 0.99756 | 0.06993 | 14.301 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

4°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.06976 | 0.99756 | 0.06993 | 14.301 | 60 |
| 4 | 07092 | 99748 | 07110 | 14.065 | 56 |
| 8 | 07208 | 99740 | 07227 | 13.838 | 52 |
| 12 | 07324 | 99731 | 07344 | 13.617 | 48 |
| 16 | 07440 | 99723 | 07461 | 13.404 | 44 |
| 20 | 0.07556 | 0.99714 | 0.07578 | 13.197 | 40 |
| 24 | 07672 | 99705 | 07695 | 12.996 | 36 |
| 28 | 07788 | 99696 | 07812 | 12.801 | 32 |
| 32 | 07904 | 99687 | 07929 | 12.612 | 28 |
| 36 | 08020 | 99678 | 08046 | 12.429 | 24 |
| 40 | 0.08136 | 0.99668 | 0.08163 | 12.251 | 20 |
| 44 | 08252 | 99659 | 08280 | 12.077 | 16 |
| 48 | 08368 | 99649 | 08397 | 11.909 | 12 |
| 52 | 08484 | 99639 | 08514 | 11.745 | 8 |
| 56 | 08600 | 99630 | 08632 | 11.585 | 4 |
| 60 | 0.08716 | 0.99619 | 0.08749 | 11.430 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

85°

5°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.08716 | 0.99619 | 0.08749 | 11.430 | 60 |
| 4 | 08831 | 99609 | 08866 | 11.279 | 56 |
| 8 | 08947 | 99599 | 08983 | 11.132 | 52 |
| 12 | 09063 | 99588 | 09101 | 10.988 | 48 |
| 16 | 09179 | 99578 | 09218 | 10.848 | 44 |
| 20 | 0.09295 | 0.99567 | 0.09335 | 10.712 | 40 |
| 24 | 09411 | 99556 | 09453 | 10.579 | 36 |
| 28 | 09527 | 99545 | 09570 | 10.449 | 32 |
| 32 | 09642 | 99534 | 09688 | 10.322 | 28 |
| 36 | 09758 | 99523 | 09805 | 10.199 | 24 |
| 40 | 0.09874 | 0.99511 | 0.09923 | 10.078 | 20 |
| 44 | 09990 | 99500 | 10040 | 9.9601 | 16 |
| 48 | 10106 | 99488 | 10158 | 9.8448 | 12 |
| 52 | 10221 | 99476 | 10275 | 9.7322 | 8 |
| 56 | 10337 | 99464 | 10393 | 9.6220 | 4 |
| 60 | 0.10453 | 0.99452 | 0.10510 | 9.5144 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

84°

6°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|----------|----------|----------|---------|----|
| 0' | 0. 10453 | 0. 99452 | 0. 10510 | 9. 5144 | 60 |
| 4 | 10569 | 99440 | 10628 | 4090 | 56 |
| 8 | 10684 | 99428 | 10746 | 3060 | 52 |
| 12 | 10800 | 99415 | 10863 | 2051 | 48 |
| 16 | 10916 | 99402 | 10981 | 1065 | 44 |
| 20 | 0. 11031 | 0. 99390 | 0. 11099 | 9. 0098 | 40 |
| 24 | 11147 | 99377 | 11217 | 9152 | 36 |
| 28 | 11263 | 99364 | 11335 | 8225 | 32 |
| 32 | 11378 | 99351 | 11452 | 7317 | 28 |
| 36 | 11494 | 99337 | 11570 | 6427 | 24 |
| 40 | 0. 11609 | 0. 99324 | 0. 11688 | 8. 5555 | 20 |
| 44 | 11725 | 99310 | 11806 | 4701 | 16 |
| 48 | 11840 | 99297 | 11924 | 3863 | 12 |
| 52 | 11956 | 99283 | 12042 | 3041 | 8 |
| 56 | 12071 | 99269 | 12160 | 2234 | 4 |
| 60 | 0. 12187 | 0. 99255 | 0. 12278 | 8. 1443 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

7°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.12187 | 0.99255 | 0.12278 | 8.1443 | 60 |
| 4 | 12302 | 99240 | 12397 | 0667 | 56 |
| 8 | 12418 | 99226 | 12515 | 7.9906 | 52 |
| 12 | 12533 | 99211 | 12633 | 9158 | 48 |
| 16 | 12649 | 99197 | 12751 | 8424 | 44 |
| 20 | 0.12764 | 0.99182 | 0.12869 | 7.7704 | 40 |
| 24 | 12880 | 99167 | 12988 | 6996 | 36 |
| 28 | 12995 | 99152 | 13106 | 6301 | 32 |
| 32 | 13110 | 99137 | 13224 | 5618 | 28 |
| 36 | 13226 | 99122 | 13343 | 4947 | 24 |
| 40 | 0.13341 | 0.99106 | 0.13461 | 7.4287 | 20 |
| 44 | 13456 | 99091 | 13580 | 3639 | 16 |
| 48 | 13572 | 99075 | 13698 | 3002 | 12 |
| 52 | 13687 | 99059 | 13817 | 2375 | 8 |
| 56 | 13802 | 99043 | 13935 | 1759 | 4 |
| 60 | 0.13917 | 0.99027 | 0.14054 | 7.1154 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

8°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.13917 | 0.99027 | 0.14054 | 7.1154 | 60 |
| 4 | 14033 | 99011 | 14173 | 0558 | 56 |
| 8 | 14148 | 98994 | 14291 | 6.9972 | 52 |
| 12 | 14263 | 98978 | 14410 | 9395 | 48 |
| 16 | 14378 | 98961 | 14529 | 8828 | 44 |
| 20 | 0.14493 | 0.98944 | 0.14648 | 6.8269 | 40 |
| 24 | 14608 | 98927 | 14767 | 7720 | 36 |
| 28 | 14723 | 98910 | 14886 | 7179 | 32 |
| 32 | 14838 | 98893 | 15005 | 6646 | 28 |
| 36 | 14954 | 98876 | 15124 | 6122 | 24 |
| 40 | 0.15069 | 0.98858 | 0.15243 | 6.5606 | 20 |
| 44 | 15184 | 98841 | 15362 | 5097 | 16 |
| 48 | 15299 | 98823 | 15481 | 4596 | 12 |
| 52 | 15414 | 98805 | 15600 | 4103 | 8 |
| 56 | 15529 | 98787 | 15719 | 3617 | 4 |
| 60 | 0.15643 | 0.98769 | 15838 | 6.3138 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

81°

9°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.15643 | 0.98769 | 0.15838 | 6.3138 | 60 |
| 4 | 15758 | 98751 | 15958 | 2666 | 56 |
| 8 | 15873 | 98732 | 16077 | 2200 | 52 |
| 12 | 15988 | 98714 | 16196 | 1742 | 48 |
| 16 | 16103 | 98695 | 16316 | 1290 | 44 |
| 20 | 0.16218 | 0.98676 | 0.16435 | 6.0844 | 40 |
| 24 | 16333 | 98657 | 16555 | 0405 | 36 |
| 28 | 16447 | 98638 | 16674 | 5.9972 | 32 |
| 32 | 16562 | 98619 | 16794 | 9545 | 28 |
| 36 | 16677 | 98600 | 16914 | 9124 | 24 |
| 40 | 0.16792 | 0.98580 | 0.17033 | 5.8708 | 20 |
| 44 | 16906 | 98561 | 17153 | 8298 | 16 |
| 48 | 17021 | 98541 | 17273 | 7894 | 12 |
| 52 | 17136 | 98521 | 17393 | 7495 | 8 |
| 56 | 17250 | 98501 | 17513 | 7101 | 4 |
| 60 | 0.17365 | 0.98481 | 0.17633 | 5.6713 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

80°

10°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|----------|----------|----------|---------|----|
| 0' | 0. 17365 | 0. 98481 | 0. 17633 | 5. 6713 | 60 |
| 4 | 17479 | 98461 | 17753 | 6329 | 56 |
| 8 | 17594 | 98440 | 17873 | 5951 | 52 |
| 12 | 17708 | 98420 | 17993 | 5578 | 48 |
| 16 | 17823 | 98399 | 18113 | 5209 | 44 |
| 20 | 0. 17937 | 0. 98378 | 0. 18233 | 5. 4845 | 40 |
| 24 | 18052 | 98357 | 18353 | 4486 | 36 |
| 28 | 18166 | 98336 | 18474 | 4131 | 32 |
| 32 | 18281 | 98315 | 18594 | 3781 | 28 |
| 36 | 18395 | 98294 | 18714 | 3435 | 24 |
| 40 | 0. 18509 | 0. 98272 | 0. 18835 | 5. 3093 | 20 |
| 44 | 18624 | 98250 | 18955 | 2755 | 16 |
| 48 | 18738 | 98229 | 19076 | 2422 | 12 |
| 52 | 18852 | 98207 | 19197 | 2092 | 8 |
| 56 | 18967 | 98185 | 19317 | 1767 | 4 |
| 60 | 0. 19081 | 0. 98163 | 0. 19438 | 5. 1446 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

11°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.19081 | 0.98163 | 0.19438 | 5.1446 | 60 |
| 4 | 19195 | 98140 | 19559 | 1128 | 56 |
| 8 | 19309 | 98118 | 19680 | 0814 | 52 |
| 12 | 19423 | 98096 | 19801 | 0504 | 48 |
| 16 | 19538 | 98073 | 19921 | 0197 | 44 |
| 20 | 0.19652 | 0.98050 | 0.20042 | 4.9894 | 40 |
| 24 | 19766 | 98027 | 20164 | 9594 | 36 |
| 28 | 19880 | 98004 | 20285 | 9298 | 32 |
| 32 | 19994 | 97981 | 20406 | 9006 | 28 |
| 36 | 20108 | 97958 | 20527 | 8716 | 24 |
| 40 | 0.20222 | 0.97934 | 0.20648 | 4.8430 | 20 |
| 44 | 20336 | 97910 | 20770 | 8147 | 16 |
| 48 | 20450 | 97887 | 20891 | 7867 | 12 |
| 52 | 20563 | 97863 | 21013 | 7591 | 8 |
| 56 | 20677 | 97839 | 21134 | 7317 | 4 |
| 60 | 0.20791 | 0.97815 | 0.21256 | 4.7046 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

78°

12°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|----------|----------|----------|---------|----|
| 0' | 0. 20791 | 0. 97815 | 0. 21256 | 1. 7046 | 60 |
| 4 | 20905 | 97791 | 21377 | 6779 | 56 |
| 8 | 21019 | 97766 | 21499 | 6514 | 52 |
| 12 | 21132 | 97742 | 21621 | 6252 | 48 |
| 16 | 21246 | 97717 | 21743 | 5993 | 44 |
| 20 | 0. 21360 | 0. 97692 | 0. 21864 | 4. 5736 | 40 |
| 24 | 21474 | 97667 | 21986 | 5483 | 36 |
| 28 | 21587 | 97642 | 22108 | 5232 | 32 |
| 32 | 21701 | 97617 | 22231 | 4983 | 28 |
| 36 | 21814 | 97592 | 22353 | 4737 | 24 |
| 40 | 0. 21928 | 0. 97566 | 0. 22475 | 1. 4194 | 20 |
| 44 | 22041 | 97541 | 22597 | 4253 | 16 |
| 48 | 22155 | 97515 | 22719 | 4015 | 12 |
| 52 | 22268 | 97489 | 22842 | 3779 | 8 |
| 56 | 22382 | 97463 | 22964 | 3546 | 4 |
| 60 | 0. 22495 | 0. 97437 | 0. 23087 | 4. 3315 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

77°

13°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|----------|----------|----------|---------|----|
| 0' | 0. 22495 | 0. 97437 | 0. 23087 | 4. 3315 | 60 |
| 4 | 22608 | 97411 | 23209 | 3086 | 56 |
| 8 | 22722 | 97384 | 23332 | 2859 | 52 |
| 12 | 22835 | 97358 | 23455 | 2635 | 48 |
| 16 | 22948 | 97331 | 23577 | 2413 | 44 |
| 20 | 0. 23062 | 0. 97304 | 0. 23700 | 4. 2193 | 40 |
| 24 | 23175 | 97278 | 23823 | 1976 | 36 |
| 28 | 23288 | 97251 | 23946 | 1760 | 32 |
| 32 | 23401 | 97223 | 24069 | 1547 | 28 |
| 36 | 23514 | 97196 | 24193 | 1335 | 24 |
| 40 | 0. 23627 | 0. 97169 | 0. 24316 | 4. 1126 | 20 |
| 44 | 23740 | 97141 | 24439 | 0918 | 16 |
| 48 | 23853 | 97113 | 24562 | 0713 | 12 |
| 52 | 23966 | 97086 | 24686 | 0509 | 8 |
| 56 | 24079 | 97058 | 24809 | 0308 | 4 |
| 60 | 0. 24192 | 0. 97030 | 0. 24933 | 4. 0108 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

14°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|----------|----------|----------|---------|----|
| 0' | 0. 24192 | 0. 97030 | 0. 24933 | 4. 0108 | 60 |
| 4 | 24305 | 97001 | 25056 | 3. 9910 | 56 |
| 8 | 24418 | 96973 | 25180 | 9714 | 52 |
| 12 | 24531 | 96945 | 25304 | 9520 | 48 |
| 16 | 24644 | 96916 | 25428 | 9327 | 44 |
| 20 | 0. 24756 | 0. 96887 | 0. 25552 | 3. 9136 | 40 |
| 24 | 24869 | 96858 | 25676 | 8947 | 36 |
| 28 | 24982 | 96829 | 25800 | 8760 | 32 |
| 32 | 25094 | 96800 | 25924 | 8575 | 28 |
| 36 | 25207 | 96771 | 26048 | 8391 | 24 |
| 40 | 0. 25320 | 0. 96742 | 0. 26172 | 3. 8208 | 20 |
| 44 | 25432 | 96712 | 26297 | 8028 | 16 |
| 48 | 25545 | 96682 | 26421 | 7848 | 12 |
| 52 | 25657 | 96653 | 26546 | 7671 | 8 |
| 56 | 25769 | 96623 | 26670 | 7495 | 4 |
| 60 | 0. 25882 | 0. 96593 | 0. 26795 | 3. 7321 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

75°

15°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|----------|----------|----------|---------|----|
| 0' | 0. 25882 | 0. 96593 | 0. 26795 | 3. 7321 | 60 |
| 4 | 25994 | 96562 | 26920 | 7148 | 56 |
| 8 | 26107 | 96532 | 27044 | 6976 | 52 |
| 12 | 26219 | 96502 | 27169 | 6806 | 48 |
| 16 | 26331 | 96471 | 27294 | 6638 | 44 |
| 20 | 0. 26443 | 0. 96440 | 0. 27419 | 3. 6470 | 40 |
| 24 | 26556 | 96410 | 27545 | 6305 | 36 |
| 28 | 26668 | 96379 | 27670 | 6140 | 32 |
| 32 | 26780 | 96347 | 27795 | 5978 | 28 |
| 36 | 26892 | 96316 | 27921 | 5816 | 24 |
| 40 | 0. 27004 | 0. 96285 | 0. 28046 | 3. 5656 | 20 |
| 44 | 27116 | 96253 | 28172 | 5497 | 16 |
| 48 | 27228 | 96222 | 28297 | 5339 | 12 |
| 52 | 27340 | 96190 | 28423 | 5183 | 8 |
| 56 | 27452 | 96158 | 28549 | 5028 | 4 |
| 60 | 0. 27564 | 0. 96126 | 0. 28675 | 3. 4874 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

74°

16°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.27564 | 0.96126 | 0.28675 | 3.4874 | 60 |
| 4 | 27676 | 96094 | 28801 | 4722 | 56 |
| 8 | 27787 | 96062 | 28927 | 4570 | 52 |
| 12 | 27899 | 96029 | 29053 | 4420 | 48 |
| 16 | 28011 | 95997 | 29179 | 4271 | 44 |
| 20 | 0.28123 | 0.95964 | 0.29305 | 3.4124 | 40 |
| 24 | 28234 | 95931 | 29432 | 3977 | 36 |
| 28 | 28346 | 95898 | 29558 | 3832 | 32 |
| 32 | 28457 | 95865 | 29685 | 3687 | 28 |
| 36 | 28569 | 95832 | 29811 | 3541 | 24 |
| 40 | 0.28680 | 0.95799 | 0.29938 | 3.3402 | 20 |
| 44 | 28792 | 95766 | 30065 | 3261 | 16 |
| 48 | 28903 | 95732 | 30192 | 3122 | 12 |
| 52 | 29015 | 95698 | 30319 | 2983 | 8 |
| 56 | 29126 | 95664 | 30446 | 2845 | 4 |
| 60 | 0.29237 | 0.95630 | 0.30573 | 3.2709 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

73°

17°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|----------|----------|----------|---------|----|
| 0' | 0. 29237 | 0. 95630 | 0. 30573 | 3. 2709 | 60 |
| 4 | 29348 | 95596 | 30700 | 2573 | 56 |
| 8 | 29460 | 95562 | 30828 | 2438 | 52 |
| 12 | 29571 | 95528 | 30955 | 2305 | 48 |
| 16 | 29682 | 95493 | 31083 | 2172 | 44 |
| 20 | 0. 29793 | 0. 95459 | 0. 31210 | 3. 2041 | 40 |
| 24 | 29904 | 95424 | 31338 | 1910 | 36 |
| 28 | 30015 | 95389 | 31466 | 1780 | 32 |
| 32 | 30126 | 95354 | 31594 | 1652 | 28 |
| 36 | 30237 | 95319 | 31722 | 1521 | 24 |
| 40 | 0. 30348 | 0. 95284 | 0. 31850 | 3. 1397 | 20 |
| 44 | 30459 | 95248 | 31978 | 1271 | 16 |
| 48 | 30570 | 95213 | 32106 | 1146 | 12 |
| 52 | 30680 | 95177 | 32235 | 1022 | 8 |
| 56 | 30791 | 95142 | 32363 | 0899 | 4 |
| 60 | 0. 30902 | 0. 95106 | 0. 32492 | 3. 0777 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

72°

18°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.30902 | 0.95106 | 0.32492 | 3.0777 | 60 |
| 4 | 31012 | 95070 | 32621 | 0655 | 56 |
| 8 | 31123 | 95033 | 32749 | 0535 | 52 |
| 12 | 31233 | 94997 | 32878 | 0415 | 48 |
| 16 | 31344 | 94961 | 33007 | 0296 | 44 |
| 20 | 0.31454 | 0.94924 | 0.33136 | 3.0178 | 40 |
| 24 | 31565 | 94888 | 33266 | 0061 | 36 |
| 28 | 31675 | 94851 | 33395 | 2.9945 | 32 |
| 32 | 31786 | 94814 | 33524 | 9829 | 28 |
| 36 | 31896 | 94777 | 33654 | 9714 | 24 |
| 40 | 0.32006 | 0.94740 | 0.33783 | 2.9600 | 20 |
| 44 | 32116 | 94702 | 33913 | 9487 | 16 |
| 48 | 32226 | 94665 | 34043 | 9375 | 12 |
| 52 | 32337 | 94627 | 34173 | 9263 | 8 |
| 56 | 32447 | 94590 | 34303 | 9152 | 4 |
| 60 | 0.32557 | 0.94552 | 0.34433 | 2.9042 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

71°

19°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.32537 | 0.94552 | 0.34433 | 2.9042 | 60 |
| 4 | 32667 | 94514 | 34563 | 8933 | 56 |
| 8 | 32777 | 94476 | 34693 | 8824 | 52 |
| 12 | 32887 | 94438 | 34824 | 8716 | 48 |
| 16 | 32997 | 94399 | 34954 | 8609 | 44 |
| 20 | 0.33106 | 0.94361 | 0.35085 | 2.8502 | 40 |
| 24 | 33216 | 94322 | 35216 | 8396 | 36 |
| 28 | 33326 | 94284 | 35346 | 8291 | 32 |
| 32 | 33436 | 94245 | 35477 | 8187 | 28 |
| 36 | 33545 | 94206 | 35608 | 8083 | 24 |
| 40 | 0.33655 | 0.94167 | 0.35740 | 2.7980 | 20 |
| 44 | 33764 | 94127 | 35871 | 7878 | 16 |
| 48 | 33874 | 94088 | 36002 | 7776 | 12 |
| 52 | 33983 | 94049 | 36134 | 7675 | 8 |
| 56 | 34093 | 94009 | 36265 | 7575 | 4 |
| 60 | 0.34202 | 0.93969 | 0.36397 | 2.7475 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

70°

20°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.34202 | 0.93969 | 0.36397 | 2.7475 | 60 |
| 4 | 34311 | 93929 | 36529 | 7376 | 56 |
| 8 | 34421 | 93889 | 36661 | 7277 | 52 |
| 12 | 34530 | 93849 | 36793 | 7179 | 48 |
| 16 | 34639 | 93809 | 36925 | 7082 | 44 |
| 20 | 0.34748 | 0.93769 | 0.37057 | 2.6985 | 40 |
| 24 | 34857 | 93728 | 37190 | 6889 | 36 |
| 28 | 34966 | 93688 | 37322 | 6791 | 32 |
| 32 | 35075 | 93647 | 37455 | 6699 | 28 |
| 36 | 35184 | 93606 | 37588 | 6605 | 24 |
| 40 | 0.35293 | 0.93565 | 0.37720 | 2.6511 | 20 |
| 44 | 35402 | 93524 | 37853 | 6118 | 16 |
| 48 | 35511 | 93483 | 37986 | 6325 | 12 |
| 52 | 35619 | 93441 | 38120 | 6233 | 8 |
| 56 | 35728 | 93400 | 38253 | 6142 | 4 |
| 60 | 0.35837 | 0.93358 | 0.38386 | 2.6051 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

69°

21°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.35837 | 0.93358 | 0.38386 | 2.6051 | 60 |
| 4 | 35945 | 93316 | 38520 | 5961 | 56 |
| 8 | 36054 | 93274 | 38654 | 5871 | 52 |
| 12 | 36162 | 93232 | 38787 | 5782 | 48 |
| 16 | 36271 | 93190 | 38921 | 5693 | 44 |
| 20 | 0.36379 | 0.93148 | 0.39055 | 2.5605 | 40 |
| 24 | 36488 | 93106 | 39190 | 5617 | 36 |
| 28 | 36596 | 93063 | 39324 | 5430 | 32 |
| 32 | 36704 | 93020 | 39458 | 5343 | 28 |
| 36 | 36812 | 92978 | 39593 | 5257 | 24 |
| 40 | 0.36921 | 0.92935 | 0.39727 | 2.5172 | 20 |
| 44 | 37029 | 92892 | 39862 | 5086 | 16 |
| 48 | 37137 | 92849 | 39997 | 5002 | 12 |
| 52 | 37245 | 92805 | 40132 | 4918 | 8 |
| 56 | 37353 | 92762 | 40267 | 4834 | 4 |
| 60 | 0.37461 | 0.92718 | 0.40403 | 2.4751 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

68°

22°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|----------|----------|----------|---------|----|
| 0' | 0. 37461 | 0. 92718 | 0. 40403 | 2. 4751 | 60 |
| 4 | 37569 | 92675 | 40538 | 4668 | 56 |
| 8 | 37676 | 92631 | 40674 | 4586 | 52 |
| 12 | 37784 | 92587 | 40809 | 4504 | 48 |
| 16 | 37892 | 92543 | 40945 | 4423 | 44 |
| 20 | 0. 37999 | 0. 92499 | 0. 41081 | 2. 4342 | 40 |
| 24 | 38107 | 92455 | 41217 | 4262 | 36 |
| 28 | 38215 | 92410 | 41353 | 4182 | 32 |
| 32 | 38322 | 92366 | 41490 | 4102 | 28 |
| 36 | 38430 | 92321 | 41626 | 4023 | 24 |
| 40 | 0. 38537 | 0. 92276 | 0. 41763 | 2. 3945 | 20 |
| 44 | 38644 | 92231 | 41899 | 3867 | 16 |
| 48 | 38752 | 92186 | 42036 | 3789 | 12 |
| 52 | 38859 | 92141 | 42173 | 3712 | 8 |
| 56 | 38966 | 92096 | 42310 | 3635 | 4 |
| 60 | 0. 39073 | 0. 92050 | 0. 42447 | 2. 3559 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

67°

23°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.39073 | 0.92050 | 0.42447 | 2.3559 | 60 |
| 4 | 39180 | 92005 | 42585 | 3483 | 56 |
| 8 | 39287 | 91959 | 42722 | 3407 | 52 |
| 12 | 39394 | 91914 | 42860 | 3332 | 48 |
| 16 | 39501 | 91868 | 42998 | 3257 | 44 |
| 20 | 0.39608 | 0.91822 | 0.43136 | 2.3183 | 40 |
| 24 | 39715 | 91775 | 43274 | 3109 | 36 |
| 28 | 39822 | 91729 | 43412 | 3035 | 32 |
| 32 | 39928 | 91683 | 43550 | 2962 | 28 |
| 36 | 40035 | 91636 | 43689 | 2889 | 24 |
| 40 | 0.40141 | 0.91590 | 0.43828 | 2.2817 | 20 |
| 44 | 40248 | 91543 | 43966 | 2745 | 16 |
| 48 | 40355 | 91496 | 44105 | 2673 | 12 |
| 52 | 40461 | 91449 | 44244 | 2602 | 8 |
| 56 | 40567 | 91402 | 44384 | 2531 | 4 |
| 60 | 0.40674 | 0.91355 | 0.44523 | 2.2460 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

66°

24°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|----------|----------|----------|---------|----|
| 0' | 0. 40674 | 0. 91355 | 0. 44523 | 2. 2460 | 60 |
| 4 | 40780 | 91307 | 44662 | 2390 | 56 |
| 8 | 40886 | 91260 | 44802 | 2320 | 52 |
| 12 | 40992 | 91212 | 44942 | 2251 | 48 |
| 16 | 41098 | 91164 | 45082 | 2182 | 44 |
| 20 | 0. 41204 | 0. 91116 | 0. 45222 | 2. 2113 | 40 |
| 24 | 41310 | 91068 | 45362 | 2043 | 36 |
| 28 | 41416 | 91020 | 45502 | 1977 | 32 |
| 32 | 41522 | 90972 | 45643 | 1909 | 28 |
| 36 | 41628 | 90924 | 45784 | 1842 | 24 |
| 40 | 0. 41734 | 0. 90875 | 0. 45924 | 2. 1775 | 20 |
| 44 | 41840 | 90826 | 46065 | 1708 | 16 |
| 48 | 41945 | 90778 | 46206 | 1642 | 12 |
| 52 | 42051 | 90729 | 46348 | 1576 | 8 |
| 56 | 42156 | 90680 | 46489 | 1510 | 4 |
| 60 | 0. 42262 | 0. 90631 | 0. 46631 | 2. 1445 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

65°

25°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.42262 | 0.90631 | 0.46631 | 2.1445 | 60 |
| 4 | 42367 | 90582 | 46772 | 1380 | 56 |
| 8 | 42473 | 90532 | 46914 | 1315 | 52 |
| 12 | 42578 | 90483 | 47056 | 1251 | 48 |
| 16 | 42683 | 90433 | 47199 | 1187 | 44 |
| 20 | 0.42788 | 0.90383 | 0.47341 | 2.1123 | 40 |
| 24 | 42894 | 90334 | 47483 | 1060 | 36 |
| 28 | 42999 | 90284 | 47626 | 0997 | 32 |
| 32 | 43104 | 90233 | 47769 | 0934 | 28 |
| 36 | 43209 | 90183 | 47912 | 0872 | 24 |
| 40 | 0.43313 | 0.90133 | 0.48055 | 2.0809 | 20 |
| 44 | 43418 | 90082 | 48198 | 0748 | 16 |
| 48 | 43523 | 90032 | 48342 | 0686 | 12 |
| 52 | 43628 | 89981 | 48486 | 0625 | 8 |
| 56 | 43733 | 89930 | 48629 | 0564 | 4 |
| 60 | 0.43837 | 0.89879 | 0.48773 | 2.0503 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

64°

26°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.43837 | 0.89879 | 0.48773 | 2.0503 | 60 |
| 4 | 43942 | 89828 | 48917 | 0443 | 56 |
| 8 | 44046 | 89777 | 49062 | 0383 | 52 |
| 12 | 44150 | 89726 | 49206 | 0323 | 48 |
| 16 | 44255 | 89674 | 49351 | 0263 | 44 |
| 20 | 0.44359 | 0.89623 | 0.49495 | 2.0204 | 40 |
| 24 | 44464 | 89571 | 49640 | 0145 | 36 |
| 28 | 44568 | 89519 | 49786 | 0086 | 32 |
| 32 | 44672 | 89467 | 49931 | 0028 | 28 |
| 36 | 44776 | 89415 | 50076 | 9970 | 24 |
| 40 | 0.44880 | 0.89363 | 0.50222 | 1.9912 | 20 |
| 44 | 44984 | 89311 | 50368 | 9854 | 16 |
| 48 | 45088 | 89259 | 50514 | 9797 | 12 |
| 52 | 45192 | 89206 | 50660 | 9740 | 8 |
| 56 | 45295 | 89153 | 50806 | 9683 | 4 |
| 60 | 0.45399 | 0.89101 | 0.50953 | 1.9626 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

63°

27°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.45399 | 0.89101 | 0.50953 | 1.9626 | 60 |
| 4 | 45503 | 89048 | 51099 | 9570 | 56 |
| 8 | 45606 | 88995 | 51246 | 9514 | 52 |
| 12 | 45710 | 88942 | 51393 | 9458 | 48 |
| 16 | 45813 | 88888 | 51540 | 9402 | 44 |
| 20 | 0.45917 | 0.88835 | 0.51688 | 1.9347 | 40 |
| 24 | 46020 | 88782 | 51835 | 9292 | 36 |
| 28 | 46123 | 88728 | 51983 | 9237 | 32 |
| 32 | 46226 | 88671 | 52131 | 9183 | 28 |
| 36 | 46330 | 88620 | 52279 | 9128 | 24 |
| 40 | 0.46433 | 0.88566 | 0.52427 | 1.9074 | 20 |
| 44 | 46536 | 88512 | 52575 | 9020 | 16 |
| 48 | 46639 | 88458 | 52724 | 8967 | 12 |
| 52 | 46742 | 88404 | 52873 | 8913 | 8 |
| 56 | 46841 | 88349 | 53022 | 8860 | 4 |
| 60 | 0.46917 | 0.88295 | 0.53171 | 1.8807 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

62°

28°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.46947 | 0.88295 | 0.53171 | 1.8807 | 60 |
| 4 | 47050 | 88240 | 53320 | 8755 | 56 |
| 8 | 47153 | 88185 | 53470 | 8702 | 52 |
| 12 | 47255 | 88130 | 53620 | 8650 | 48 |
| 16 | 47358 | 88075 | 53769 | 8598 | 44 |
| 20 | 0.47460 | 0.88020 | 0.53920 | 1.8546 | 40 |
| 24 | 47562 | 87965 | 54070 | 8495 | 36 |
| 28 | 47665 | 87909 | 54220 | 8443 | 32 |
| 32 | 47767 | 87854 | 54371 | 8392 | 28 |
| 36 | 47869 | 87798 | 54522 | 8341 | 24 |
| 40 | 0.47971 | 0.87743 | 0.54673 | 1.8291 | 20 |
| 44 | 48073 | 87687 | 54824 | 8240 | 16 |
| 48 | 48175 | 87631 | 54975 | 8190 | 12 |
| 52 | 48277 | 87575 | 55127 | 8140 | 8 |
| 56 | 48379 | 87518 | 55279 | 8090 | 4 |
| 60 | 0.48481 | 0.87462 | 0.55431 | 1.8040 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

61°

29°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.48481 | 0.87162 | 0.55431 | 1.8040 | 60 |
| 4 | 48583 | 87406 | 55583 | 7991 | 56 |
| 8 | 48684 | 87349 | 55736 | 7942 | 52 |
| 12 | 48786 | 87292 | 55888 | 7893 | 48 |
| 16 | 48888 | 87235 | 56041 | 7844 | 44 |
| 20 | 0.48989 | 0.87178 | 0.56194 | 1.7796 | 40 |
| 24 | 49090 | 87121 | 56347 | 7747 | 36 |
| 28 | 49192 | 87064 | 56501 | 7699 | 32 |
| 32 | 49293 | 87007 | 56654 | 7651 | 28 |
| 36 | 49394 | 86949 | 56808 | 7603 | 24 |
| 40 | 0.49495 | 0.86892 | 0.56962 | 1.7556 | 20 |
| 44 | 49596 | 86834 | 57116 | 7508 | 16 |
| 48 | 49697 | 86777 | 57271 | 7461 | 12 |
| 52 | 49798 | 86719 | 57425 | 7414 | 8 |
| 56 | 49899 | 86661 | 57580 | 7367 | 4 |
| 60 | 0.50000 | 0.86603 | 0.57735 | 1.7321 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

60°

30°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.50000 | 0.86603 | 0.57735 | 1.7321 | 60 |
| 4 | 50101 | 86544 | 57890 | 7274 | 56 |
| 8 | 50201 | 86486 | 58046 | 7228 | 52 |
| 12 | 50302 | 86427 | 58201 | 7182 | 48 |
| 16 | 50403 | 86369 | 58357 | 7136 | 44 |
| 20 | 0.50503 | 0.86310 | 0.58513 | 1.7090 | 40 |
| 24 | 50603 | 86251 | 58670 | 7045 | 36 |
| 28 | 50704 | 86192 | 58826 | 6999 | 32 |
| 32 | 50804 | 86133 | 58983 | 6954 | 28 |
| 36 | 50904 | 86074 | 59140 | 6909 | 24 |
| 40 | 0.51004 | 0.86015 | 0.59297 | 1.6864 | 20 |
| 44 | 51104 | 85956 | 59454 | 6820 | 16 |
| 48 | 51204 | 85896 | 59612 | 6775 | 12 |
| 52 | 51304 | 85836 | 59770 | 6731 | 8 |
| 56 | 51404 | 85777 | 59928 | 6687 | 4 |
| 60 | 0.51504 | 0.85717 | 0.60086 | 1.6643 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

59°

31°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|----------|----------|----------|---------|----|
| 0' | 0. 51504 | 0. 85717 | 0. 60086 | 1. 6643 | 60 |
| 4 | 51604 | 85657 | 60245 | 6599 | 56 |
| 8 | 51703 | 85597 | 60403 | 6555 | 52 |
| 12 | 51803 | 85536 | 60562 | 6512 | 48 |
| 16 | 51902 | 85476 | 60721 | 6469 | 44 |
| 20 | 0. 52002 | 0. 85416 | 0. 60881 | 1. 6426 | 40 |
| 24 | 52101 | 85355 | 61040 | 6383 | 36 |
| 28 | 52200 | 85294 | 61200 | 6340 | 32 |
| 32 | 52299 | 85234 | 61360 | 6297 | 28 |
| 36 | 52399 | 85173 | 61520 | 6255 | 24 |
| 40 | 0. 52498 | 0. 85112 | 0. 61681 | 1. 6212 | 20 |
| 44 | 52597 | 85051 | 61842 | 6170 | 16 |
| 48 | 52696 | 84989 | 62003 | 6128 | 12 |
| 52 | 52794 | 84928 | 62164 | 6087 | 8 |
| 56 | 52893 | 84866 | 62325 | 6045 | 4 |
| 60 | 0. 52992 | 0. 84805 | 0. 62487 | 1. 6003 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

58°

32°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.52992 | 0.84805 | 0.62487 | 1.6003 | 60 |
| 4 | 53091 | 84713 | 62649 | 5962 | 56 |
| 8 | 53189 | 84681 | 62811 | 5921 | 52 |
| 12 | 53288 | 84619 | 62973 | 5880 | 48 |
| 16 | 53386 | 84557 | 63136 | 5839 | 44 |
| 20 | 0.53484 | 0.84495 | 0.63299 | 1.5798 | 40 |
| 24 | 53583 | 84433 | 63462 | 5757 | 36 |
| 28 | 53681 | 84370 | 63625 | 5717 | 32 |
| 32 | 53779 | 84308 | 63789 | 5677 | 28 |
| 36 | 53877 | 84245 | 63953 | 5637 | 24 |
| 40 | 0.53975 | 0.84182 | 0.64117 | 1.5597 | 20 |
| 44 | 54073 | 84120 | 64281 | 5557 | 16 |
| 48 | 54171 | 84057 | 64446 | 5517 | 12 |
| 52 | 54269 | 83994 | 64610 | 5477 | 8 |
| 56 | 54366 | 83930 | 64775 | 5438 | 4 |
| 60 | 0.54464 | 0.83867 | 0.64941 | 1.5399 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

57°

33°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.54164 | 0.83867 | 0.64941 | 1.5399 | 60 |
| 4 | 54561 | 83801 | 65106 | 5359 | 56 |
| 8 | 54659 | 83740 | 65272 | 5320 | 52 |
| 12 | 54756 | 83676 | 65438 | 5282 | 48 |
| 16 | 54854 | 83613 | 65604 | 5243 | 44 |
| 20 | 0.54951 | 0.83549 | 0.65771 | 1.5204 | 40 |
| 24 | 55048 | 83485 | 65938 | 5166 | 36 |
| 28 | 55145 | 83421 | 66105 | 5127 | 32 |
| 32 | 55242 | 83356 | 66272 | 5089 | 28 |
| 36 | 55339 | 83292 | 66440 | 5051 | 24 |
| 40 | 0.55436 | 0.83228 | 0.66608 | 1.5013 | 20 |
| 44 | 55533 | 83163 | 66776 | 4975 | 16 |
| 48 | 55630 | 83098 | 66944 | 4938 | 12 |
| 52 | 55726 | 83034 | 67113 | 4900 | 8 |
| 56 | 55823 | 82969 | 67282 | 4863 | 4 |
| 60 | 0.55919 | 0.82904 | 0.67451 | 1.4826 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

56°

34°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.55919 | 0.82904 | 0.67451 | 1.4826 | 60 |
| 4 | 56016 | 82839 | 67620 | 4788 | 56 |
| 8 | 56112 | 82773 | 67790 | 4751 | 52 |
| 12 | 56208 | 82708 | 67960 | 4715 | 48 |
| 16 | 56305 | 82643 | 68130 | 4678 | 44 |
| 20 | 0.56401 | 0.82577 | 0.68301 | 1.4641 | 40 |
| 24 | 56497 | 82511 | 68471 | 4605 | 36 |
| 28 | 56593 | 82446 | 68642 | 4568 | 32 |
| 32 | 56689 | 82380 | 68814 | 4532 | 28 |
| 36 | 56784 | 82314 | 68985 | 4496 | 24 |
| 40 | 0.56880 | 0.82248 | 0.69157 | 1.4460 | 20 |
| 44 | 56976 | 82181 | 69329 | 4424 | 16 |
| 48 | 57071 | 82115 | 69502 | 4388 | 12 |
| 52 | 57167 | 82048 | 69675 | 4352 | 8 |
| 56 | 57262 | 81982 | 69847 | 4317 | 4 |
| 60 | 0.57358 | 0.81915 | 0.70021 | 1.4281 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

55°

35°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.57358 | 0.81915 | 0.70021 | 1.4281 | 60 |
| 1 | 57453 | 81848 | 70194 | 4246 | 56 |
| 8 | 57548 | 81782 | 70368 | 4211 | 52 |
| 12 | 57643 | 81714 | 70542 | 4176 | 48 |
| 16 | 57738 | 81647 | 70717 | 4141 | 44 |
| 20 | 0.57833 | 0.81580 | 0.70891 | 1.4106 | 40 |
| 24 | 57928 | 81513 | 71066 | 4071 | 36 |
| 28 | 58023 | 81445 | 71242 | 4037 | 32 |
| 32 | 58118 | 81378 | 71417 | 4002 | 28 |
| 36 | 58212 | 81310 | 71593 | 3968 | 24 |
| 40 | 0.58307 | 0.81242 | 0.71769 | 1.3934 | 20 |
| 44 | 58401 | 81174 | 71946 | 3899 | 16 |
| 48 | 58496 | 81106 | 72122 | 3865 | 12 |
| 52 | 58590 | 81038 | 72299 | 3831 | 8 |
| 56 | 58684 | 80970 | 72477 | 3798 | 4 |
| 60 | 0.58779 | 0.80902 | 0.72654 | 1.3764 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

54°

36°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.58779 | 0.80902 | 0.72654 | 1.3764 | 60 |
| 4 | 58873 | 80833 | 72832 | 3730 | 56 |
| 8 | 58967 | 80765 | 73010 | 3697 | 52 |
| 12 | 59061 | 80696 | 73189 | 3663 | 48 |
| 16 | 59154 | 80627 | 73368 | 3630 | 44 |
| 20 | 0.59248 | 0.80558 | 0.73547 | 1.3597 | 40 |
| 24 | 59342 | 80489 | 73726 | 3564 | 36 |
| 28 | 59436 | 80420 | 73906 | 3531 | 32 |
| 32 | 59529 | 80351 | 74086 | 3498 | 28 |
| 36 | 59622 | 80282 | 74267 | 3465 | 24 |
| 40 | 0.59716 | 0.80212 | 0.74447 | 1.3432 | 20 |
| 44 | 59809 | 80143 | 74628 | 3400 | 16 |
| 48 | 59902 | 80073 | 74810 | 3367 | 12 |
| 52 | 59995 | 80003 | 74991 | 3335 | 8 |
| 56 | 60089 | 79934 | 75173 | 3303 | 4 |
| 60 | 0.60182 | 0.79864 | 0.75355 | 1.3270 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

53°

37°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.60182 | 0.79864 | 0.75355 | 1.3270 | 60 |
| 4 | 60274 | 79793 | 75538 | 3238 | 56 |
| 8 | 60367 | 79723 | 75721 | 3206 | 52 |
| 12 | 60460 | 79653 | 75904 | 3175 | 48 |
| 16 | 60553 | 79583 | 76088 | 3143 | 44 |
| 20 | 0.60645 | 0.79512 | 0.76272 | 1.3111 | 40 |
| 24 | 60738 | 79441 | 76456 | 3079 | 36 |
| 28 | 60830 | 79371 | 76640 | 3048 | 32 |
| 32 | 60922 | 79300 | 76825 | 3017 | 28 |
| 36 | 61015 | 79229 | 77010 | 2985 | 24 |
| 40 | 0.61107 | 0.79158 | 0.77196 | 1.2954 | 20 |
| 44 | 61199 | 79087 | 77382 | 2923 | 16 |
| 48 | 61291 | 79016 | 77568 | 2892 | 12 |
| 52 | 61383 | 78944 | 77754 | 2861 | 8 |
| 56 | 61474 | 78873 | 77941 | 2830 | 4 |
| 60 | 0.61566 | 0.78801 | 0.78129 | 1.2799 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

52°

38°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.61566 | 0.78801 | 0.78128 | 1.2799 | 60 |
| 4 | 61658 | 78729 | 78316 | 2769 | 56 |
| 8 | 61749 | 78658 | 78504 | 2738 | 52 |
| 12 | 61841 | 78586 | 78692 | 2708 | 48 |
| 16 | 61932 | 78514 | 78881 | 2677 | 44 |
| 20 | 0.62024 | 0.78442 | 0.79070 | 1.2647 | 40 |
| 24 | 62115 | 78369 | 79259 | 2617 | 36 |
| 28 | 62206 | 78297 | 79449 | 2587 | 32 |
| 32 | 62297 | 78225 | 79639 | 2557 | 28 |
| 36 | 62388 | 78152 | 79829 | 2527 | 24 |
| 40 | 0.62479 | 0.78079 | 0.80020 | 1.2497 | 20 |
| 44 | 62570 | 78007 | 80211 | 2467 | 16 |
| 48 | 62660 | 77934 | 80402 | 2437 | 12 |
| 52 | 62751 | 77861 | 80594 | 2408 | 8 |
| 56 | 62842 | 77788 | 80786 | 2378 | 4 |
| 60 | 0.62932 | 0.77715 | 0.80978 | 1.2349 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

51'

39°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|----------|----------|----------|---------|----|
| 0' | 0. 62932 | 0. 77715 | 0. 80978 | 1. 2349 | 60 |
| 4 | 63022 | 77641 | 81171 | 2320 | 56 |
| 8 | 63113 | 77568 | 81364 | 2290 | 52 |
| 12 | 63203 | 77494 | 81558 | 2261 | 48 |
| 16 | 63293 | 77421 | 81752 | 2232 | 44 |
| 20 | 0. 63383 | 0. 77347 | 0. 81946 | 1. 2203 | 40 |
| 24 | 63473 | 77273 | 82141 | 2174 | 36 |
| 28 | 63563 | 77199 | 82336 | 2145 | 32 |
| 32 | 63653 | 77125 | 82531 | 2117 | 28 |
| 36 | 63742 | 77051 | 82727 | 2088 | 24 |
| 40 | 0. 63832 | 0. 76977 | 0. 82923 | 1. 2059 | 20 |
| 44 | 63922 | 76903 | 83120 | 2031 | 16 |
| 48 | 64011 | 76828 | 83317 | 2002 | 12 |
| 52 | 64100 | 76754 | 83514 | 1974 | 8 |
| 56 | 64190 | 76679 | 83712 | 1946 | 4 |
| 60 | 0. 64279 | 0. 76604 | 0. 83910 | 1. 1918 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

50°

40°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|----------|----------|----------|---------|----|
| 0' | 0. 64279 | 0. 76604 | 0. 83910 | 1. 1918 | 60 |
| 4 | 64368 | 76530 | 84108 | 1889 | 56 |
| 8 | 64457 | 76455 | 84307 | 1861 | 52 |
| 12 | 64546 | 76380 | 84507 | 1833 | 48 |
| 16 | 64635 | 76304 | 84706 | 1806 | 44 |
| 20 | 0. 64723 | 0. 76229 | 0. 84906 | 1. 1778 | 40 |
| 24 | 64812 | 76154 | 85107 | 1750 | 36 |
| 28 | 64901 | 76078 | 85308 | 1722 | 32 |
| 32 | 64989 | 76003 | 85509 | 1695 | 28 |
| 36 | 65077 | 75927 | 85710 | 1667 | 24 |
| 40 | 0. 65166 | 0. 75851 | 0. 85912 | 1. 1640 | 20 |
| 44 | 65254 | 75775 | 86115 | 1612 | 16 |
| 48 | 65342 | 75700 | 86318 | 1585 | 12 |
| 52 | 65430 | 75623 | 86521 | 1558 | 8 |
| 56 | 65518 | 75547 | 86725 | 1531 | 4 |
| 60 | 0. 65606 | 0. 75471 | 0. 86929 | 1. 1504 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

49°

41°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.65606 | 0.75471 | 0.86929 | 1.1501 | 60 |
| 4 | 65694 | 75395 | 87133 | 1477 | 56 |
| 8 | 65781 | 75318 | 87338 | 1450 | 52 |
| 12 | 65869 | 75241 | 87543 | 1423 | 48 |
| 16 | 65956 | 75165 | 87749 | 1396 | 44 |
| 20 | 0.66044 | 0.75088 | 0.87955 | 1.1369 | 40 |
| 24 | 66131 | 75011 | 88162 | 1343 | 36 |
| 28 | 66218 | 74934 | 88369 | 1316 | 32 |
| 32 | 66306 | 74857 | 88576 | 1290 | 28 |
| 36 | 66393 | 74780 | 88784 | 1263 | 24 |
| 40 | 0.66480 | 0.74703 | 0.88992 | 1.1237 | 20 |
| 44 | 66566 | 74625 | 89201 | 1211 | 16 |
| 48 | 66653 | 74548 | 89410 | 1184 | 12 |
| 52 | 66740 | 74470 | 89620 | 1158 | 8 |
| 56 | 66827 | 74392 | 89830 | 1132 | 4 |
| 60 | 0.66913 | 0.74314 | 0.90040 | 1.1106 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

48°

42°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.66913 | 0.74314 | 0.90040 | 1.1106 | 60 |
| 4 | 66999 | 74237 | 90251 | 1080 | 56 |
| 8 | 67086 | 74159 | 90463 | 1054 | 52 |
| 12 | 67172 | 74080 | 90674 | 1028 | 48 |
| 16 | 67258 | 74002 | 90887 | 1003 | 44 |
| 20 | 0.67344 | 0.73924 | 0.91099 | 1.0977 | 40 |
| 24 | 67430 | 73846 | 91313 | 0951 | 36 |
| 28 | 67516 | 73767 | 91526 | 0926 | 32 |
| 32 | 67602 | 73688 | 91740 | 0900 | 28 |
| 36 | 67688 | 73610 | 91955 | 0875 | 24 |
| 40 | 0.67773 | 0.73531 | 0.92170 | 1.0850 | 20 |
| 44 | 67859 | 73452 | 92385 | 0824 | 16 |
| 48 | 67944 | 73373 | 92601 | 0799 | 12 |
| 52 | 68029 | 73294 | 92817 | 0774 | 8 |
| 56 | 68115 | 73215 | 93034 | 0749 | 4 |
| 60 | 0.68200 | 0.73135 | 0.93252 | 1.0724 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

43°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.68200 | 0.73135 | 0.93252 | 1.0724 | 60 |
| 4 | 68285 | 73056 | 93469 | 0699 | 56 |
| 8 | 68370 | 72976 | 93688 | 0674 | 52 |
| 12 | 68455 | 72897 | 93906 | 0649 | 48 |
| 16 | 68539 | 72817 | 94125 | 0624 | 44 |
| 20 | 0.68624 | 0.72737 | 0.94315 | 1.0599 | 40 |
| 24 | 68709 | 72657 | 94565 | 0575 | 36 |
| 28 | 68793 | 72577 | 94786 | 0550 | 32 |
| 32 | 68878 | 72497 | 95007 | 0526 | 28 |
| 36 | 68962 | 72417 | 95229 | 0501 | 24 |
| 40 | 0.69046 | 0.72337 | 0.95451 | 1.0477 | 20 |
| 44 | 69130 | 72257 | 95673 | 0452 | 16 |
| 48 | 69214 | 72176 | 95897 | 0428 | 12 |
| 52 | 69298 | 72095 | 96120 | 0404 | 8 |
| 56 | 69382 | 72015 | 96344 | 0379 | 4 |
| 60 | 0.69466 | 0.71934 | 0.96569 | 1.0355 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

46°

44°

(续)

| 分 | 正弦 sin | 余弦 cos | 正切 tan | 余切 cot | |
|----|---------|---------|---------|--------|----|
| 0' | 0.69466 | 0.71934 | 0.96569 | 1.0355 | 60 |
| 4 | 69549 | 71853 | 96794 | 0331 | 56 |
| 8 | 69633 | 71772 | 97020 | 0307 | 52 |
| 12 | 69717 | 71691 | 97246 | 0283 | 48 |
| 16 | 69800 | 71610 | 97472 | 0259 | 44 |
| 20 | 0.69883 | 0.71529 | 0.97700 | 1.0235 | 40 |
| 24 | 69966 | 71447 | 97927 | 0212 | 36 |
| 28 | 70049 | 71366 | 98155 | 0188 | 32 |
| 32 | 70132 | 71284 | 98384 | 0164 | 28 |
| 36 | 70215 | 71203 | 98613 | 0141 | 24 |
| 40 | 0.70298 | 0.71121 | 0.98843 | 1.0117 | 20 |
| 44 | 70381 | 71039 | 99073 | 0094 | 16 |
| 48 | 70463 | 70957 | 99304 | 0070 | 12 |
| 52 | 70546 | 70875 | 99536 | 0047 | 8 |
| 56 | 70628 | 70793 | 99768 | 0023 | 4 |
| 60 | 0.70711 | 0.70711 | 1.00000 | 1.0000 | 0' |
| | 余弦 cos | 正弦 sin | 余切 cot | 正切 tan | 分 |

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′40″)的角度，可以用比例法进行修正。

〔例1〕 求30°15′的正弦($\sin 30^\circ 15'$)等于多少。

〔解〕 先查出 $\sin 30^\circ 12' = 0.50302$

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

取 $\sin 30^\circ 12'$ 与 $\sin 30^\circ 16'$ 的差值除4，可以作为1′的值。

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

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

〔例2〕 求24°35′40″的正切($\tan 24^\circ 35' 40''$)等于多少。

〔解〕 先查出 $\tan 24^\circ 32' = 0.45643$

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

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

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：

$$\begin{aligned} \frac{20}{60} &= \frac{x}{0.00035} \\ x &= 0.00012 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{所以 } \tan 24^\circ 35' 40'' &= \tan 36^\circ - \tan 20'' \\ &= 0.45784 - 0.00012 \\ &= 0.45772 \end{aligned}$$

〔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 ：

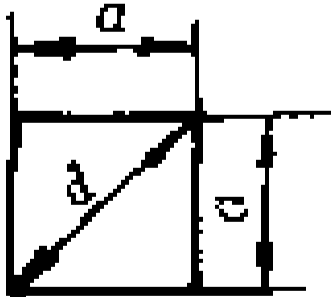
$$\frac{0.00039}{0.00156} = \frac{x}{4'}$$

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

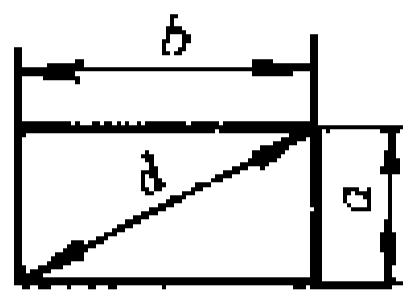
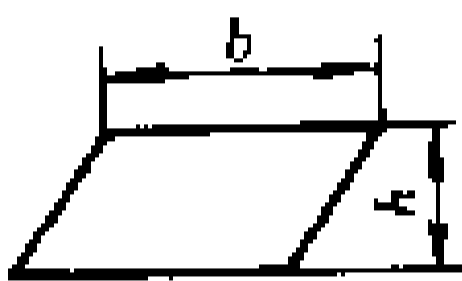
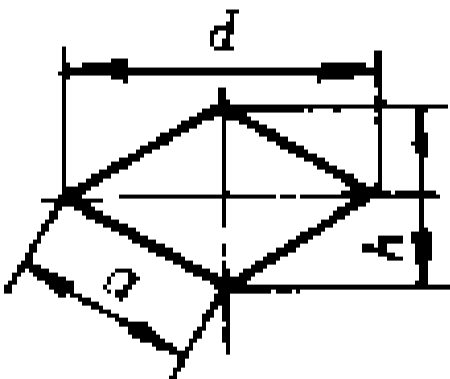
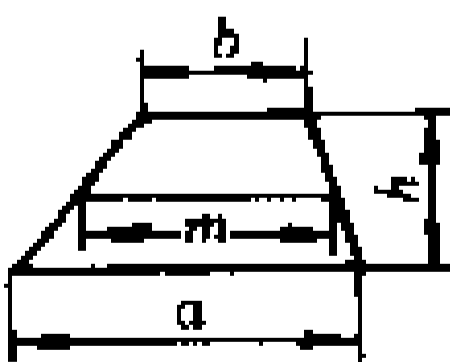
所以正切为 0.5824 的角度 $= 30^{\circ}12' + 1' = 30^{\circ}13'$

三 几何图形计算

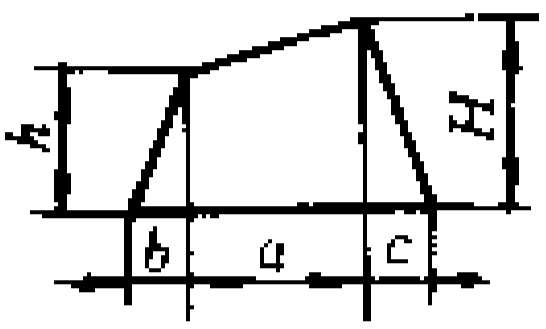
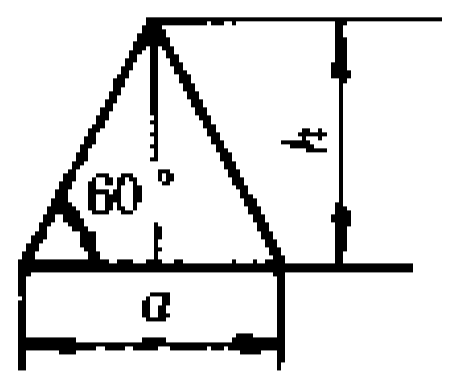
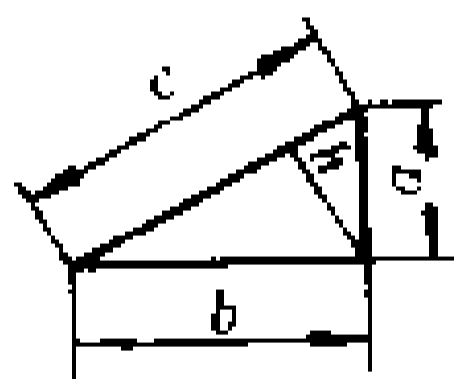
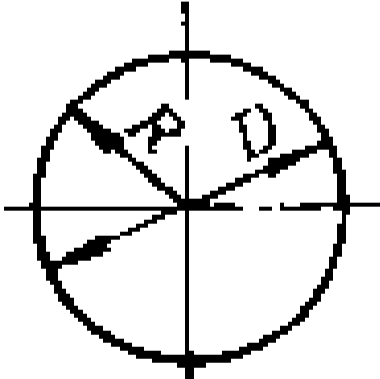
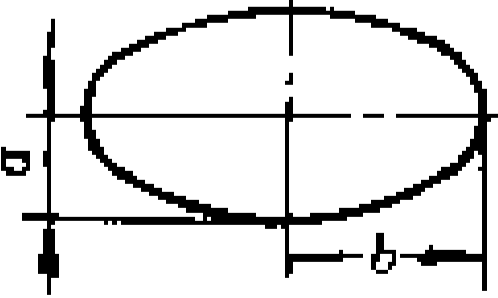
1 常用几何图形的面积计算公式

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

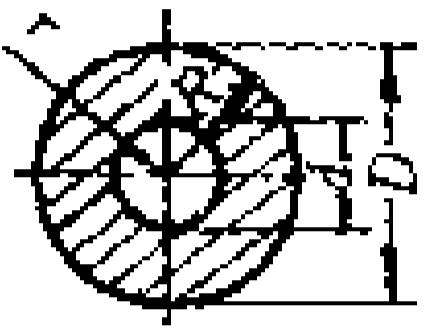
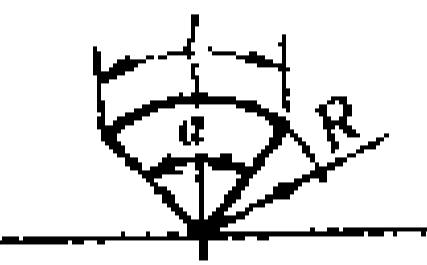
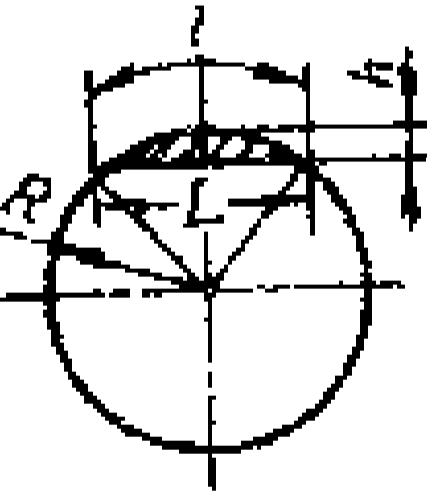
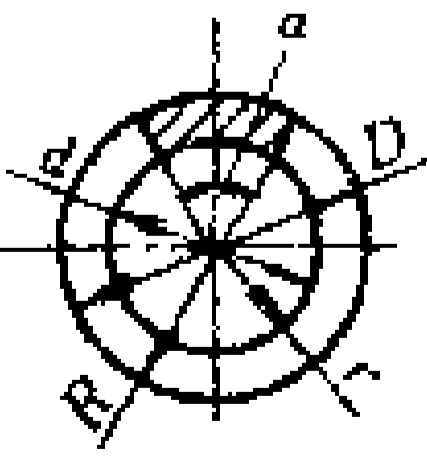
(续)

| 名称 | 图 形 | 计 算 公 式 |
|-------|---|---|
| 长方形 |  | $d = \sqrt{a^2 + b^2}$ $\text{面积 } A = ab$ $a = \sqrt{d^2 - b^2}$ $b = \sqrt{d^2 - a^2}$ |
| 平行四边形 |  | $\text{面积 } A = bh$ $h = \frac{A}{b}$ $b = \frac{A}{h}$ |
| 菱形 |  | $\text{面积 } A = \frac{dh}{2}$ $a = \frac{1}{2} \sqrt{d^2 + h^2}$ $h = \frac{2A}{d}; \quad d = \frac{2A}{h}$ |
| 梯形 |  | $m = \frac{a+b}{2}$ $\text{面积 } A = \frac{a+b}{2} h$ $h = \frac{2A}{a+b}$ $a = \frac{2A}{h} - b$ $b = \frac{2A}{h} - a$ |

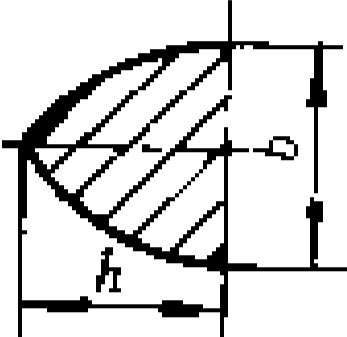
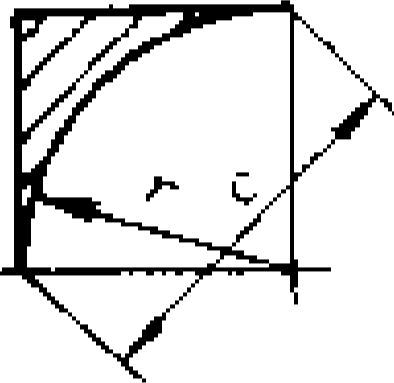
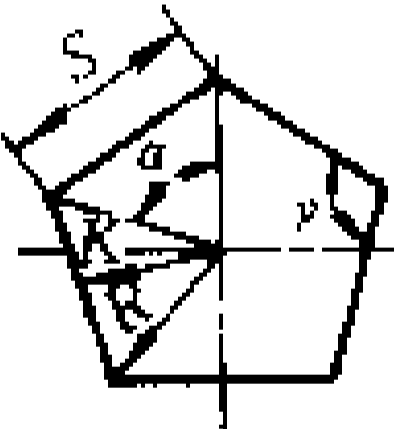
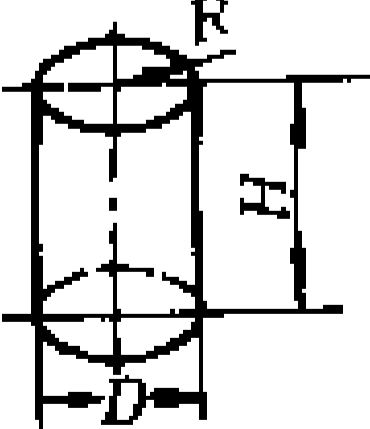
(续)

| 名称 | 图 形 | 计 算 公 式 |
|-----------------------|---|---|
| 斜 梯 形 |  | 面积 $A = \frac{(H+h)a + bh + cH}{2}$ |
| 等 边 三 角 形 |  | 面积 $A = \frac{ah}{2} \quad \text{或} \quad 0.433a^2$ $a = 1.155h$ $= 0.578h^2$ $h = 0.866a$ |
| 直 角 三 角 形 |  | 面积 $A = \frac{ab}{2}$ $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ $h = \frac{ab}{c}$ |
| 圆 形 |  | 面积 $A = \frac{1}{4}\pi D^2$ $= 0.7854D^2$ $= \pi R^2$ 周长 $c = \pi D$ $D = 0.318c$ |
| 椭 圆 形 |  | 面积 $A = \pi ab$ |

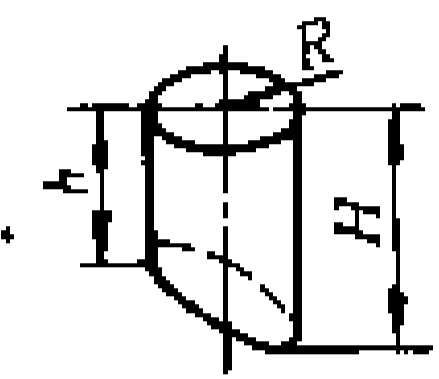
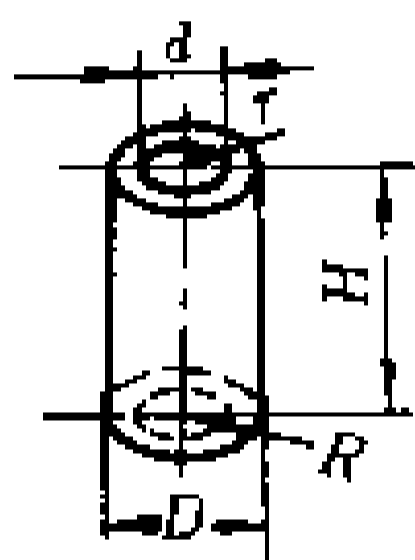
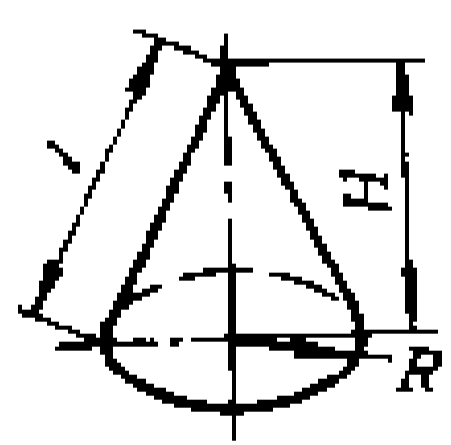
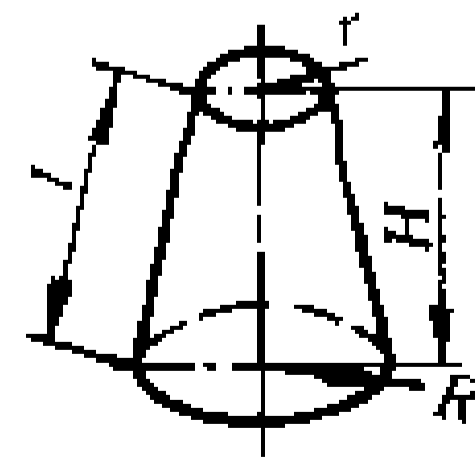
(续)

| 名称 | 图 形 | 计 算 公 式 |
|-----------------------|---|--|
| 圆 环 形 |  | 面积 $A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$ $= 0.785(D^2 - d^2)$ $= \pi(R^2 - r^2)$ |
| 扇 形 |  | 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 |  | 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 |  | 面积 $A = \frac{\pi \alpha}{360^\circ}(R^2 - r^2)$ $= 0.00873 \alpha (R^2 - r^2)$ $= \frac{\pi \alpha}{4 \times 360^\circ}(D^2 - d^2)$ $= 0.00218 \alpha (D^2 - d^2)$ |

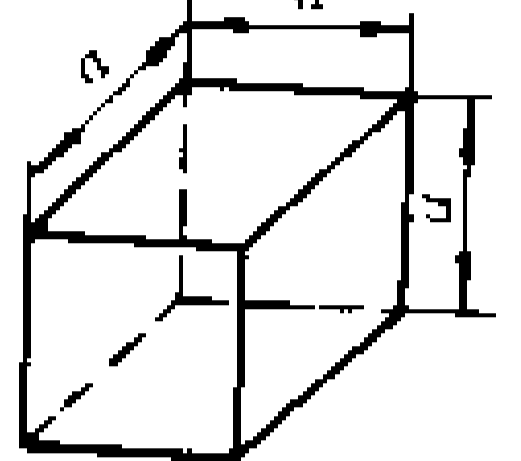
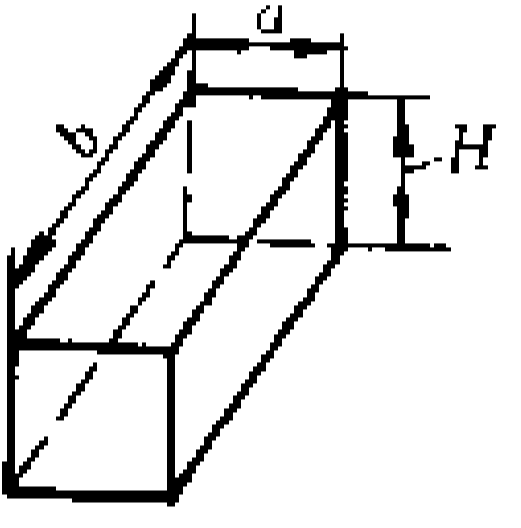
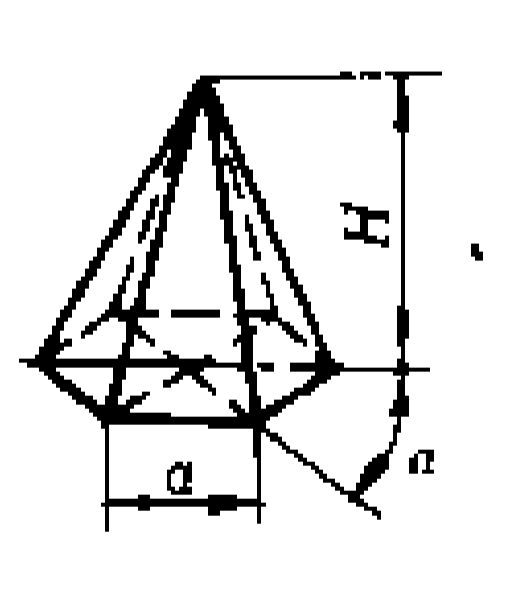
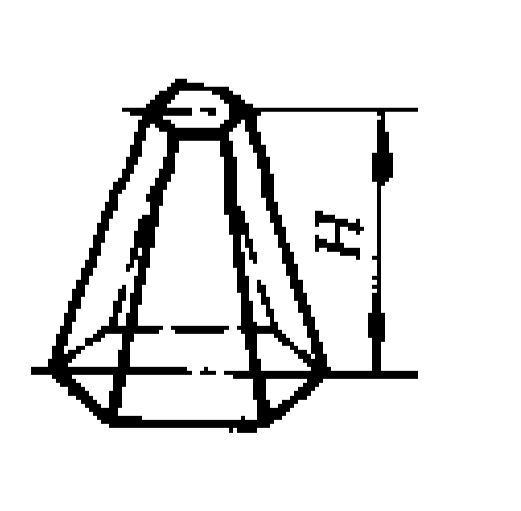
(续)

| 名称 | 图 形 | 计 算 公 式 |
|-------|---|--|
| 抛物线弓形 |  | 面积 $A = \frac{2}{3}bh$ |
| 角 椽 |  | 面积 $A = r^2 \frac{\pi \alpha}{4} = 0.215r^2$ $= 0.1075r^2$ |
| 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 $\gamma = 180^\circ - \frac{360^\circ}{n}$ 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 $A_0 = 2\pi R H$ |

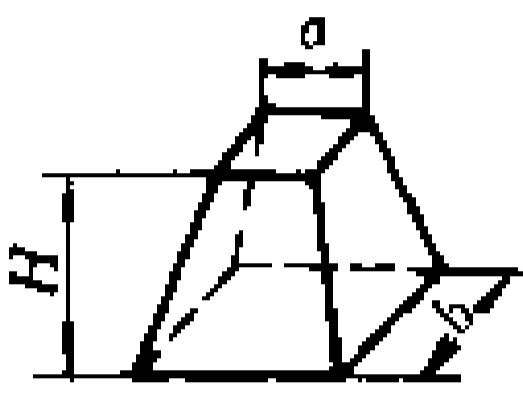
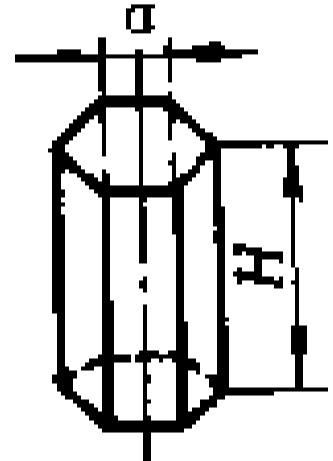
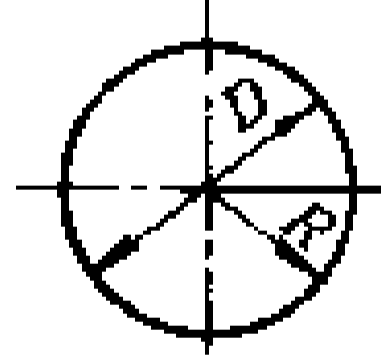
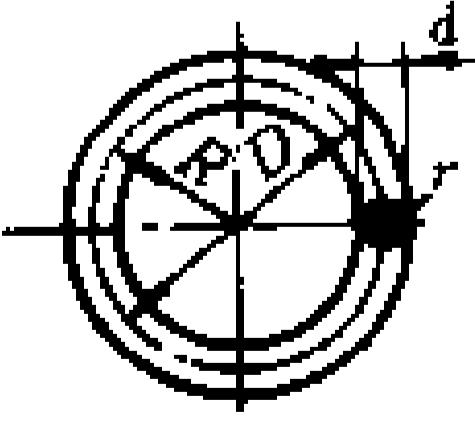
2 常用几何体的表面积和体积的计算公式

| 名称 | 图 形 | 计 算 公 式 |
|-------|---|--|
| 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 $A_0 = 2\pi H(R+r)$ |
| 圆锥体 |  | 体 积 $V = \frac{1}{3} \pi H R^2$ 侧表面积 $A_0 = \pi R l = \pi R \sqrt{R^2 + H^2}$ 母 线 $l = \sqrt{R^2 + H^2}$ |
| 截顶圆锥体 |  | 体 积 $V = (R^2 + r^2 + Rr) \frac{\pi H}{3}$ 侧表面积 $A_0 = \pi l(R+r)$ 母 线 $l = \sqrt{H^2 + (R-r)^2}$ |

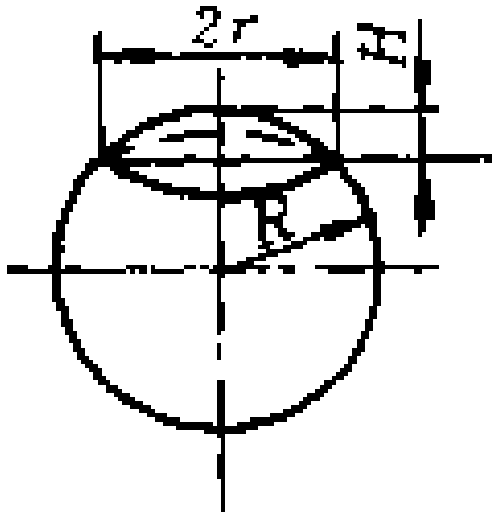
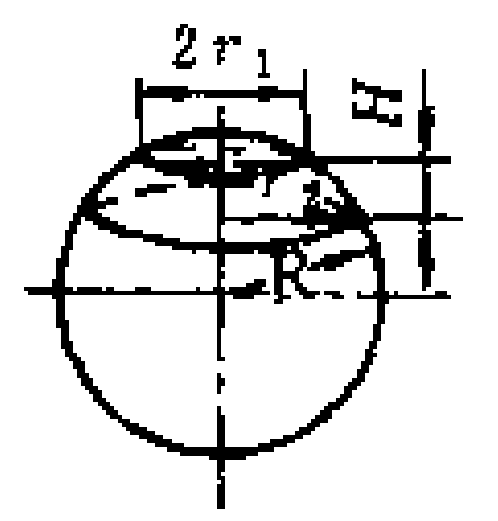
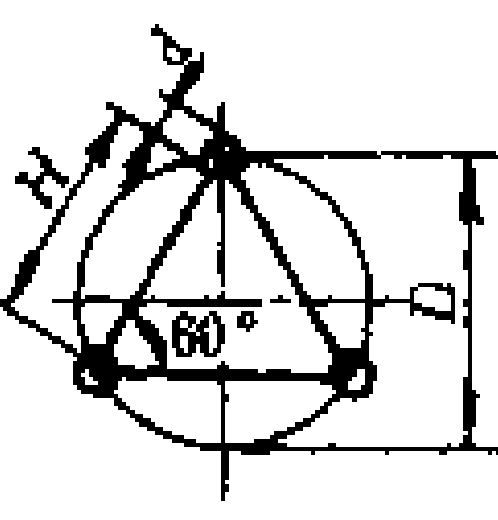
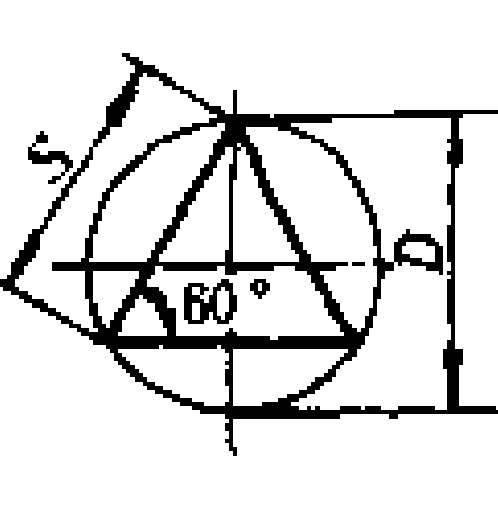
(续)

| 名称 | 图 形 | 计 算 公 式 |
|-----------------------|---|---|
| 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 |

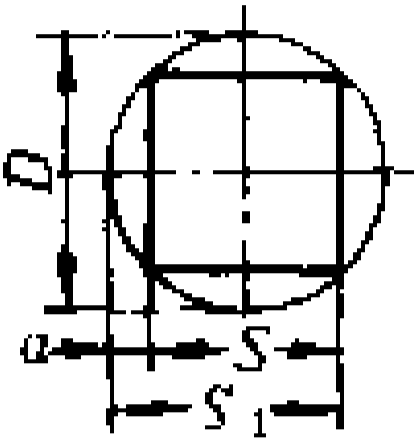
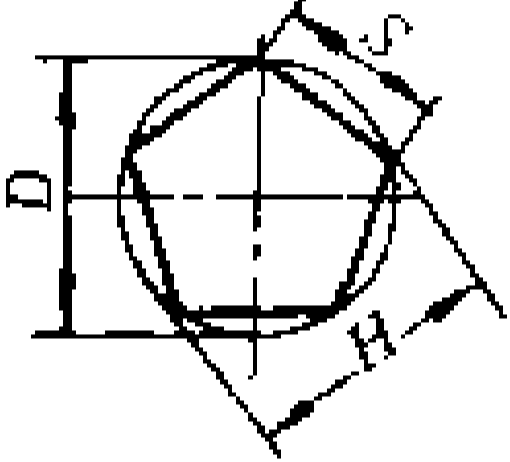
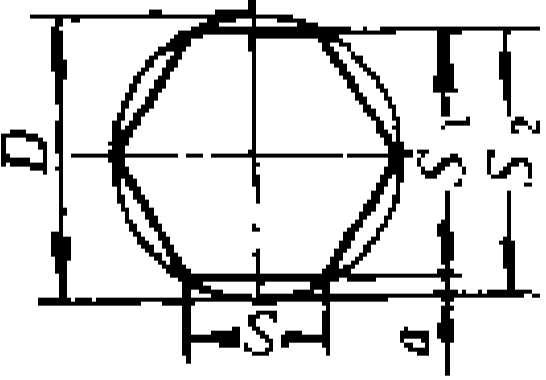
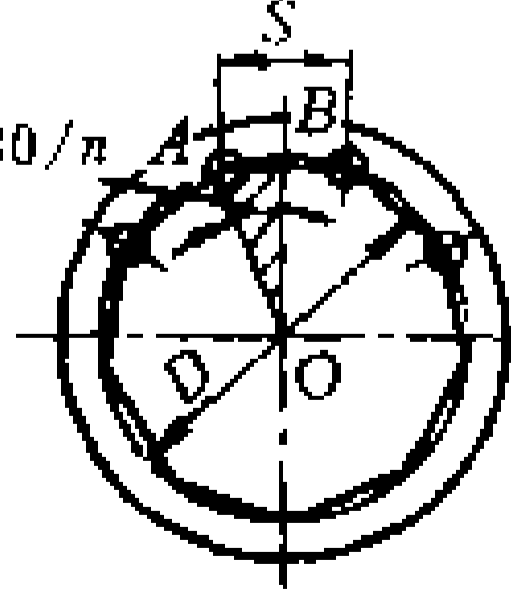
(续)

| 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 $A_s = 12.57R^2 = 3.142D^2$ |
| 圆 球 环 体 |  | 体积 $V = 2\pi^2 Rr^2 = 19.739Rr^2$ $= \frac{1}{4}\pi^2 Dd^2$ $= 2.4674Dd^2$ 表面积 $A_s = 4\pi^2 Rr = 39.48Rr$ |

(续)

| 名称 | 图 形 | 计 算 公 式 |
|-------|---|--|
| 截球体 |  | 体 积 $V = \frac{1}{6} \pi H (3r^2 + H^2)$ $= \pi H^2 \left(R - \frac{H}{3} \right)$ 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 $A_0 = 2\pi RH$ |
| 内接三角形 |  | $D = (H + d) 1.155$ $H = \frac{D - 1.155d}{1.155}$ |
| |  | $D = 1.154S$ $S = 0.866D$ |

(续)

| 名称 | 图 形 | 计 算 公 式 |
|-------|---|--|
| 内接四边形 |  | $D = 1.414S$ $S = 0.707D$ $S_1 = 0.854D$ $a = 0.147D = \frac{D - S}{2}$ |
| 内接五边形 |  | $D = 1.701S$ $S = 0.588D$ $H = 0.951D = 1.618S$ |
| 内接六边形 |  | $D = 2S = 1.155S_1$ $S = \frac{1}{2}D$ $S_1 = 0.866D$ $S_2 = 0.933D$ $a = 0.067D = \frac{D - S_1}{2}$ |
| 正多边形 |  | $S = D \sin \frac{180^\circ}{n} = DK$ $K = \sin \frac{180^\circ}{n}$ <p>式中 n —— 等分数</p> <p>K —— 圆周等分系数(查表)</p> |

3 计算查用表

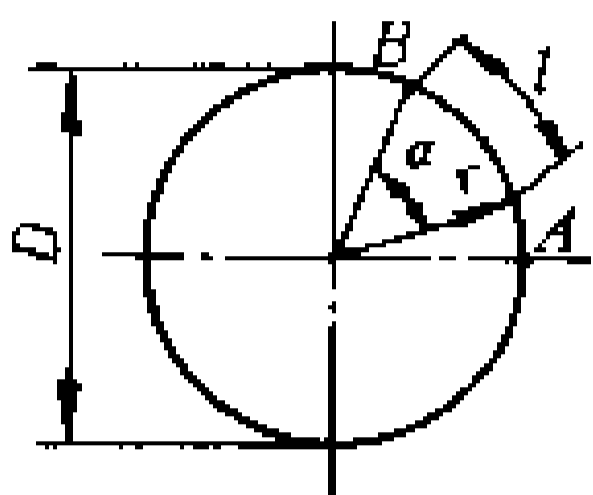
(1) 圆周等分系数表

| 名称 | 等分数 n | 系数 K | 等分数 n | 系数 K | 等分数 n | 系数 K | 等分数 n | 系数 K | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|----------|
| 正 | 3 | 0.86603 | 28 | 0.11197 | 53 | 0.059210 | 78 | 0.040265 | |
| | 4 | 0.70711 | 29 | 0.10812 | 54 | 0.058145 | 79 | 0.039757 | |
| | 5 | 0.58779 | 30 | 0.10453 | 55 | 0.057090 | 80 | 0.039260 | |
| | 6 | 0.50000 | 31 | 0.10117 | 56 | 0.056071 | 81 | 0.038775 | |
| | 7 | 0.43388 | 32 | 0.098015 | 57 | 0.055087 | 82 | 0.038302 | |
| | 8 | 0.38268 | 33 | 0.095056 | 58 | 0.054138 | 83 | 0.037841 | |
| | 9 | 0.34202 | 34 | 0.092269 | 59 | 0.053222 | 84 | 0.037391 | |
| | 10 | 0.30902 | 35 | 0.089640 | 60 | 0.052336 | 85 | 0.036951 | |
| | 11 | 0.28173 | 36 | 0.087156 | 61 | 0.051478 | 86 | 0.036522 | |
| | 12 | 0.25882 | 37 | 0.084805 | 62 | 0.050649 | 87 | 0.036102 | |
| | 多 | 13 | 0.23932 | 38 | 0.082580 | 63 | 0.049845 | 88 | 0.035692 |
| | | 14 | 0.22252 | 39 | 0.080466 | 64 | 0.049067 | 89 | 0.035291 |
| 15 | | 0.20791 | 40 | 0.078460 | 65 | 0.048313 | 90 | 0.034899 | |
| 16 | | 0.19509 | 41 | 0.076549 | 66 | 0.047581 | 91 | 0.034516 | |
| 17 | | 0.18375 | 42 | 0.074731 | 67 | 0.046872 | 92 | 0.034141 | |
| 边 | | 18 | 0.17365 | 43 | 0.072995 | 68 | 0.046183 | 93 | 0.033774 |
| | 19 | 0.16459 | 44 | 0.071339 | 69 | 0.045514 | 94 | 0.033415 | |
| | 20 | 0.15643 | 45 | 0.069756 | 70 | 0.044864 | 95 | 0.033064 | |
| | 21 | 0.14904 | 46 | 0.068243 | 71 | 0.044233 | 96 | 0.032719 | |
| | 22 | 0.14232 | 47 | 0.066792 | 72 | 0.043619 | 97 | 0.032381 | |
| | 形 | 23 | 0.13617 | 48 | 0.065403 | 73 | 0.043022 | 98 | 0.032051 |
| 24 | | 0.13053 | 49 | 0.064073 | 74 | 0.042441 | 99 | 0.031728 | |
| 25 | | 0.12533 | 50 | 0.062791 | 75 | 0.041875 | 100 | 0.031410 | |
| 26 | | 0.12054 | 51 | 0.061560 | 76 | 0.041325 | | | |
| 27 | | 0.11609 | 52 | 0.060379 | 77 | 0.040788 | | | |

【例】要在直径 $D=80\text{mm}$ 的圆周上钻 31 个等距离的小孔，求两孔的中心距 $S=?$

【解】查上表，31 等分时，系数 $K=0.10117$ ，所以 $S=DK=80\text{mm}\times 0.10117=8.09\text{mm}$

(2) 角度换算弧度

| 名称 | 图 形 | | 计 算 公 式 | | | |
|----|---|----------|---|----------|---------------------------|----------|
| |  | | AB 弧长 $l = r \times \text{弧度数}$ 或 $l = 0.017453ra$ (弧度) $= 0.008727Da$ (弧度) | | | |
| 圆 | 角度 | 弧 度 | 角度 | 弧 度 | 角度 | 弧 度 |
| | 1" | 0.000005 | 6' | 0.001745 | 20° | 0.349066 |
| 弧 | 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 |
| | 长 | 20 | 0.000097 | 2 | 0.034907 | 150 |
| 30 | | 0.000145 | 3 | 0.052360 | 180 | 3.141593 |
| 40 | | 0.000194 | 4 | 0.069813 | 200 | 3.490659 |
| 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 | 1rad(弧度) = 57°17'44.8" | |
| 5 | | 0.001454 | 10 | 0.174533 | | |

四 法定计量单位及其换算

1 国际单位制(摘自 GB3100 1993)

(1) 国际单位制的基本单位

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

- 注：1. 圆括号中的名称，是它前面的名称的同义词，下同。
2. 无方括号的量的名称与单位名称均为全称。方括号中的字，在不致引起混淆、误解的情况下，可以省略。去掉方括号中的字即为其名称的简称。下同。
3. 本标准所称的符号，除特殊指明外，均指我国法定计量单位中所规定的符号以及国际符号，下同。
4. 人民生活和贸易中，质量习惯称为重量

(2) 国际单位制中具有专门名称和符号的导出单位

SI 导出单位

用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示

| 量的名称 | 名称 | 符号 | 用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示 |
|-----------------|-------|----------|--|
| [平面]角 | 弧度 | rad | $1 \text{ rad} = 1 \text{ m/m} = 1$ |
| 立体角 | 球面度 | sr | $1 \text{ sr} = 1 \text{ m}^2/\text{m}^2 = 1$ |
| 频率 | 赫[兹] | Hz | $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$ |
| 力 | 牛[顿] | N | $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$ |
| 压力, 压强, 应力 | 帕[斯卡] | Pa | $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N}/\text{m}^2$ |
| 能[量], 功, 热量 | 焦[耳] | J | $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$ |
| 功率, 辐[射能]通量 | 瓦[特] | W | $1 \text{ W} = 1 \text{ J}/\text{s}$ |
| 电荷[量] | 库[仑] | C | $1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot \text{s}$ |
| 电压, 电动势, 电位(电势) | 伏[特] | V | $1 \text{ V} = 1 \text{ W}/\text{A}$ |
| 电容 | 法[拉] | F | $1 \text{ F} = 1 \text{ C}/\text{V}$ |
| 电阻 | 欧[姆] | Ω | $1 \Omega = 1 \text{ V}/\text{A}$ |
| 电导 | 西[门子] | S | $1 \text{ S} = 1 \Omega^{-1}$ 或 $1 \text{ A}/\text{V}$ |
| 磁通[量] | 韦[伯] | Wb | $1 \text{ Wb} = 1 \text{ V} \cdot \text{s}$ |
| 磁通[量]密度, 磁感应强度 | 特[斯拉] | T | $1 \text{ T} = 1 \text{ Wb}/\text{m}^2$ |
| 电感 | 亨[利] | H | $1 \text{ H} = 1 \text{ Wb}/\text{A}$ |
| 摄氏温度 | 摄氏温度 | ℃ | $1 \text{ }^\circ\text{C} = 1 \text{ K}$ |
| 光通量 | 流[明] | lm | $1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr}$ |
| [光]照度 | 勒[克斯] | lx | $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm}/\text{m}^2$ |

2 国际单位制词头

| 因 数 | 词头名称 | 符 号 |
|------------|-------|-------|
| 10^{24} | 尧(它) | Y |
| 10^{21} | 泽(它) | Z |
| 10^{18} | 艾(可萨) | E |
| 10^{15} | 拍(它) | P |
| 10^{12} | 太(拉) | T |
| 10^9 | 吉(咖) | G |
| 10^6 | 兆 | M |
| 10^4 | 千 | k |
| 10^2 | 百 | h |
| 10^1 | 十 | da |
| 10^{-1} | 分 | d |
| 10^{-2} | 厘 | c |
| 10^{-3} | 毫 | m |
| 10^{-6} | 微 | μ |
| 10^{-9} | 纳(诺) | n |
| 10^{-12} | 皮(可) | p |
| 10^{-15} | 飞(母托) | f |
| 10^{-18} | 阿(托) | a |
| 10^{-21} | 仄(普托) | z |
| 10^{-24} | 幺(科托) | y |

3 可与国际单位制单位并用的我国法定计量单位

| 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 | 度 | ° | 1° = (π/180)rad |
| | [角]分 | ' | 1' = (1/60)° = (π/10 800)rad |
| | [角]秒 | " | 1" = (1/60)' = (π/648 000)rad |
| 体积 | 升 | l, (l) | 1l = 1dm ³ = 10 ⁻³ m ³ |
| 质量 | 吨 | t | 1t = 10 ³ kg |
| | 原子质量单位 | u | 1u ≈ 1. 660 540 × 10 ⁻²⁷ kg |
| 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 (只用于航行) |
| 速度 | 节 | kn | 1kn = 1n mile/h = (1 852/3 600)m/s (只用于航行) |
| 能 | 电子伏 | eV | 1eV ≈ 1. 602 177 × 10 ⁻¹⁹ J |
| 级差 | 分贝 | dB | |
| 线密度 | 特[克斯] | tex | 1tex = 10 ⁻⁶ kg/m |
| 面积 | 公顷 | hm ² | 1hm ² = 10 ⁴ m ² |

4 常用法定计量单位及其换算

| 物理量名称 | 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 | 米 | m | 公里 | | 1公里 = 10^3 m |
| | 海里 | n mile | 费密 | | 1费密 = $1\text{fm} = 10^{-15}$ m |
| | | | 埃 | Å | 1Å = $0.1\text{nm} = 10^{-10}$ m |
| | | | 英尺 | ft | 1ft = 0.3048m |
| | | | 英寸 | in | 1in = 0.0254m |
| | | | 英里 | mile | 1mile = 1609.344m |
| 面积 | 平方米 | m^2 | 公亩 | a | 1a = 10^2 m^2 |
| | | | 平方英尺 | ft^2 | 1 ft^2 = 0.092 903 0 m^2 |
| | | | 平方英寸 | in^2 | 1 in^2 = 6.4516×10^{-4} m^2 |
| | | | 平方英里 | mile^2 | 1 mile^2 = $2.589 99 \times 10^6$ m^2 |
| 体积、容积 | 立方米 | m^3 | 立方英尺 | ft^3 | 1 ft^3 = 0.028 316 8 m^3 |

(续)

| 物理量名称 | 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 容积 | 升 | L, (l) | 立方英寸 | in ³ | 1 in ³ = 1.638 71 × 10 ⁻⁵ m ³ |
| | | | 英加仑 | UK gal | 1 UK gal = 4.546 09 dm ³ |
| | | | 美加仑 | US gal | 1 US gal = 3.785 41 dm ³ |
| 质量 | 千克(公斤) 吨 原子质量单位 | kg t u | 磅 | lb | 1 lb = 0.453 592 37 kg |
| | | | 英担 | cwt | 1 cwt = 50.8023 kg |
| | | | 英吨 | ton | 1 ton = 1016.05 kg |
| | | | 短吨 | sh ton | 1 sh ton = 907.185 kg |
| | | | 盎司 | oz | 1 oz = 28.3495 g |
| | | | 格令 | gr, gn | 1 gr = 0.064 798 91 g |
| | | | 夸特 | qr, qtr | 1 qr = 12.7006 kg |
| 旋转速度 | 转每分 | r/min | 转每秒 | r/s, rev/s | 1 r/s = (1/60) r/min |
| | | | 米制克拉 | rpm | 1 rpm = 1 r/min |

(续)

| 物理量名称 | 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 | |
| 力 | 牛〔顿〕 | N | 达 因 | dyn | 1 dyn = 10^{-5} N |
| | | | 千克力 | kgf | 1 kgf = 9.806 65 N |
| | | | 磅 力 | lbf | 1 lbf = 4.448 22 N |
| | | | 吨 力 | tf | 1 tf = $9.806 65 \times 10^4$ N |
| 压力, 压强, 应力 | 帕〔斯卡〕 | Pa | 巴 | bar | 1 bar = 10^5 Pa |
| | | | 千克力每 平方厘米 | kgf/cm ² | 1 kgf/cm ² = 0.098 066 5 MPa |
| | | | 毫米水柱 | mmH ₂ O | 1 mmH ₂ O = 9.806 65 Pa |
| | | | 毫米汞柱 | mmHg | 1 mmHg = 133. 322 Pa |
| | | | 托 | Torr | 1 Torr = 133. 322 Pa |
| | | | 工程大 气压 | at | 1 at = 98 066. 5 Pa = 98. 0665 kPa |
| | | | 标准大 气压 | atm | 1 atm = 101 325 Pa = 101. 325 kPa |

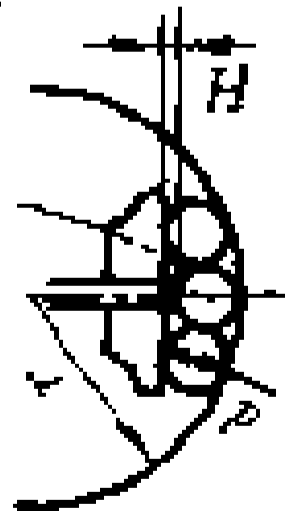
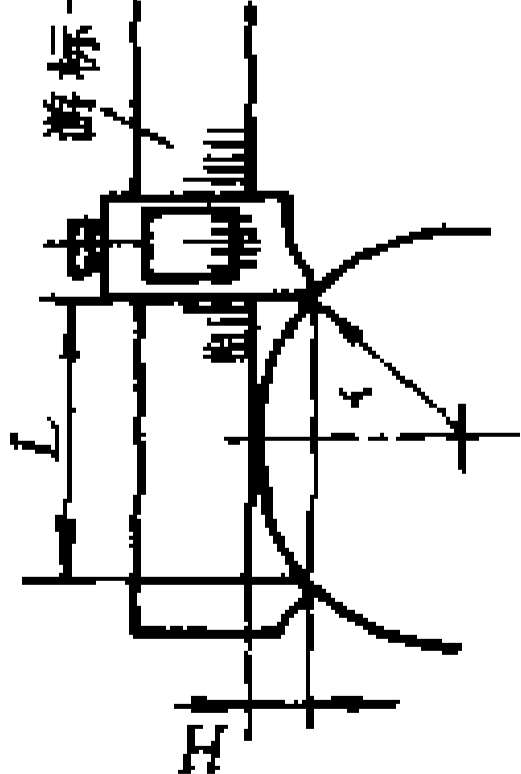
(续)

| 物理量名称 | 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 | |
| 压力, 压强, | 帕 (斯卡) | Pa | 磅力每平方英尺 | lbf/ft ² | 1 lbf/ft ² = 47.8803 Pa |
| | | | 磅力每平方英寸 | lbf/in ² | |
| 应力 | | | 高斯 | Gs, G | 1 Gs = 10 ⁻¹¹ T |
| | | | | | |
| 磁通〔量〕 | | | | | |
| 密度, 磁感应强度 | 特 (斯拉) | T | 英尺烛光 | lm/ft ² | 1 lm/ft ² = 10.76 lx |
| 〔光〕照度 | 勒 (克斯) | lx | 英尺每秒 | ft/s | 1 ft/s = 0.3048 m/s |
| | 米每秒 | m/s | 英寸每秒 | in/s | 1 in/s = 0.0254 m/s |
| | 节 | kn | 英里每小时 | mile/h | 1 mile/h = 0.44704 m/s |
| 速度 | 千米每小时 | km/h | | | 1 km/h = 0.277778 m/s |
| | 米每分钟 | m/min | | | 1 m/min = 0.016667 m/s |

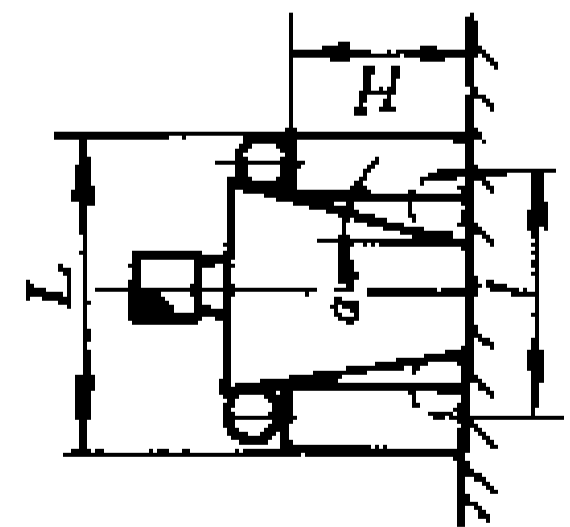
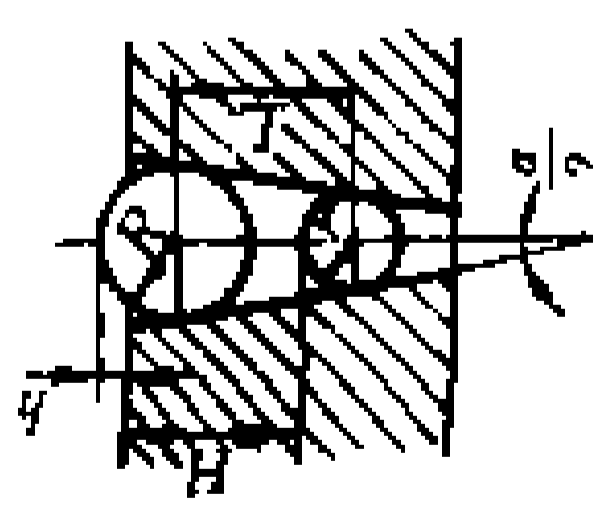
(续)

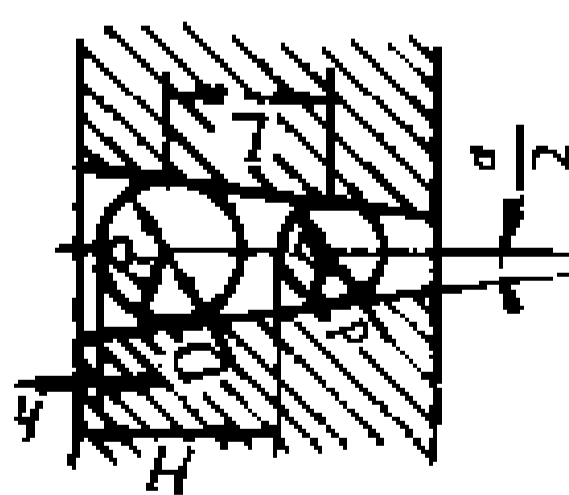
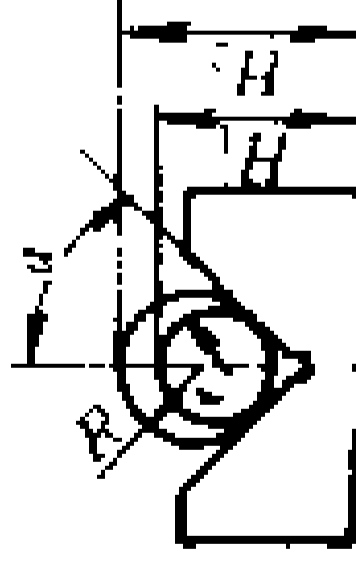
| 物理量名称 | 法定计量单位 | | 非法定计量单位 | | 单位换算 |
|--------|--------|-------------|---------|----------------------|-------------------------------------|
| | 单位名称 | 单位符号 | 单位名称 | 单位符号 | |
| 加速度 | 米每二次方秒 | m/s^2 | 标准重力 | gn | $1gn = 9.80665m/s^2$ |
| | | | 加速度 | ft/s^2 | $1ft/s^2 = 0.3048m/s^2$ |
| | | | 英尺每二次方秒 | Gal | $1Gal = 10^{-2}m/s^2$ |
| 伽 | | | | $1tex = 10^{-6}kg/m$ | |
| 线密度, 线 | 千克每米 | kg/m | | | |
| 质量 | 特[克斯] | tex | | | |
| 力矩 | 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 | $lbf \cdot in$ | $1lbf \cdot in = 0.112985N \cdot m$ |
| 密度 | 千克每立方米 | kg/m^3 | 磅每立方英尺 | lb/ft^3 | $1lb/ft^3 = 16.0135kg/m^3$ |
| | | | 磅每立方英寸 | lb/in^3 | $1lb/in^3 = 276.79.9kg/m^3$ |

五 常用测量计算

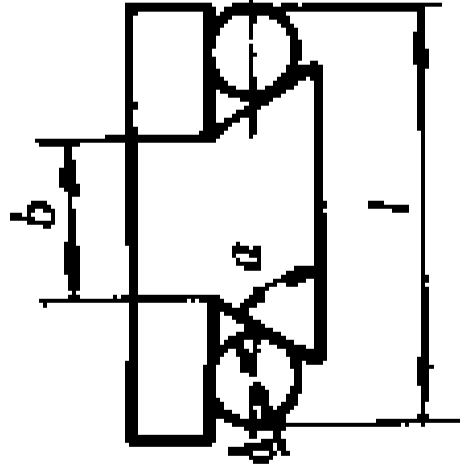
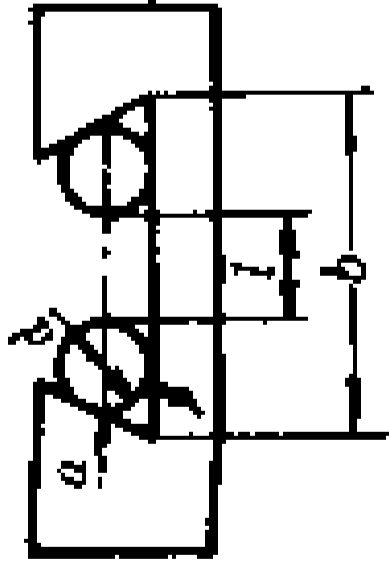
| 名称 | 图 形 | 计 算 公 式 | 应 用 举 例 |
|-------|--|---|---|
| 测量内圆弧 | <p style="text-align: center;">深度游标卡尺</p>  | $r = \frac{d(d+H)}{2H}$ $H = \frac{d^2}{2\left(r - \frac{d}{2}\right)}$ | <p>[例] 已知圆柱直径 $d = 20\text{mm}$，深度游标卡尺读数 2.3mm，求圆弧工件的半径 r</p> <p>[解] $r = \frac{20(20 + 2.3)}{2 \times 2.3}$ $= 95.96\text{mm}$</p> |
| 测量外圆弧 |  | $L = 2\sqrt{H(2r - H)}$ $r = \frac{L^2}{8H} + \frac{H}{2}$ | <p>[例] 已知游标卡尺 $H = 22\text{mm}$，读数 122mm，求圆弧工件的半径 r</p> <p>[解] $r = \frac{122^2}{8 \times 22} + \frac{22}{2}$ $= 95.57\text{mm}$</p> |

(续)

| 名称 | 图形 | 计算公式 | 应用举例 |
|---------|---|---|---|
| 测量外圆锥斜角 |  | $\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{L-l}{2H}$ | <p>[例] 已知 $H=15\text{mm}$, 游标卡尺读数 $L=32.7\text{mm}$, $l=28.5\text{mm}$, 求斜角 $\frac{\alpha}{2}$</p> <p>[解] $\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{32.7-28.5}{2 \times 15} = 0.1400$</p> <p>$\frac{\alpha}{2} = 7^{\circ}58'$</p> |
| 测量内圆 |  | $\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{R-r}{H+r-R+h}$ | <p>[例] 已知大钢球半径 $R=10\text{mm}$, 小钢球半径 $r=6\text{mm}$, 深度游标卡尺读数, $H=18\text{mm}$, $h=2.2\text{mm}$, 求斜角 $\frac{\alpha}{2}$</p> <p>[解] $\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{10-6}{18+1.8-10+6} = 0.2532$</p> <p>$\frac{\alpha}{2} = 14^{\circ}12'24''$</p> |

| 名称 | 图形 | 计算公式 | 应用举例 |
|---------|---|---|--|
| 锥斜角 |  | $\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{R-l}{R}$ $l = \frac{R-h}{R} R$ | <p>[例] 已知大钢球半径 $R=10\text{mm}$，小钢球半径 $r=6\text{mm}$，深度游标卡尺读数 $H=25.1\text{mm}$，$h=2.2\text{mm}$，求斜角 $\frac{\alpha}{2}$</p> <p>[解] $\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{R-l}{R}$</p> $l = \frac{R-h}{R} R = \frac{10-6}{25.4-2.2} \cdot 10 = 0.2083$ $\frac{\alpha}{2} = 11^{\circ}16'$ |
| 测量V形槽角度 |  | $\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{R-l}{R}$ | <p>[例] 已知大钢球半径 $R=15\text{mm}$，小钢球半径 $r=10\text{mm}$，高度游标卡尺读数 $H_1=13.53\text{mm}$，$H_2=5.6\text{mm}$，求V形槽斜角 α</p> <p>[解]</p> $\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{R-l}{R} = \frac{15-l}{13.53-(15-l)}$ $= 0.7071$ $\alpha = 45^{\circ}$ |

(续)

| 名称 | 图形 | 计算公式 | 应用举例 |
|-------|---|---|---|
| 测量燕尾槽 |  | $l = b + d \left(1 + \cot \frac{\alpha}{2} \right) - b + K^{(1)}$ $b = l - d \left(1 + \cot \frac{\alpha}{2} \right) + K^{(1)}$ | <p>[例] 已知钢柱直径 $d=10\text{mm}$, $b=60\text{mm}$, $\alpha=55^\circ$, 求 l</p> <p>[解] $l = 60 + 10(1 + 1.921)$ $= 89.21\text{mm}$</p> |
| |  | $l = b - d \left(1 + \cot \frac{\alpha}{2} \right) + K^{(1)}$ $b = l + d \left(1 + \cot \frac{\alpha}{2} \right) - K^{(1)}$ | <p>[例] 已知钢柱直径 $d=10\text{mm}$, $b=72\text{mm}$, $\alpha=55^\circ$, 求 l</p> <p>[解] $l = 72 - 10(1 + 1.921)$ $= 42.79\text{mm}$</p> |

① $K = d \left(1 + \cot \frac{\alpha}{2} \right)$, 其值可查下页表。

用标准圆柱测量燕尾槽时的 K 值 (mm)

| 标准圆柱直径 d | 燕尾倾斜角 α | | | |
|---------------|----------------|------------|------------|------------|
| | 45° | 50° | 55° | 60° |
| 4 | 13.657 | 12.378 | 11.684 | 10.928 |
| 6 | 20.485 | 18.687 | 17.526 | 16.392 |
| 8 | 27.311 | 25.156 | 23.368 | 21.856 |
| 12 | 40.970 | 37.734 | 35.052 | 32.784 |
| 15 | 51.213 | 47.1675 | 43.815 | 40.980 |

第二章 极限与配合，形状和位置公差，表面粗糙度

极限与配合

(GB/T 1800.1—1997)

一 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。

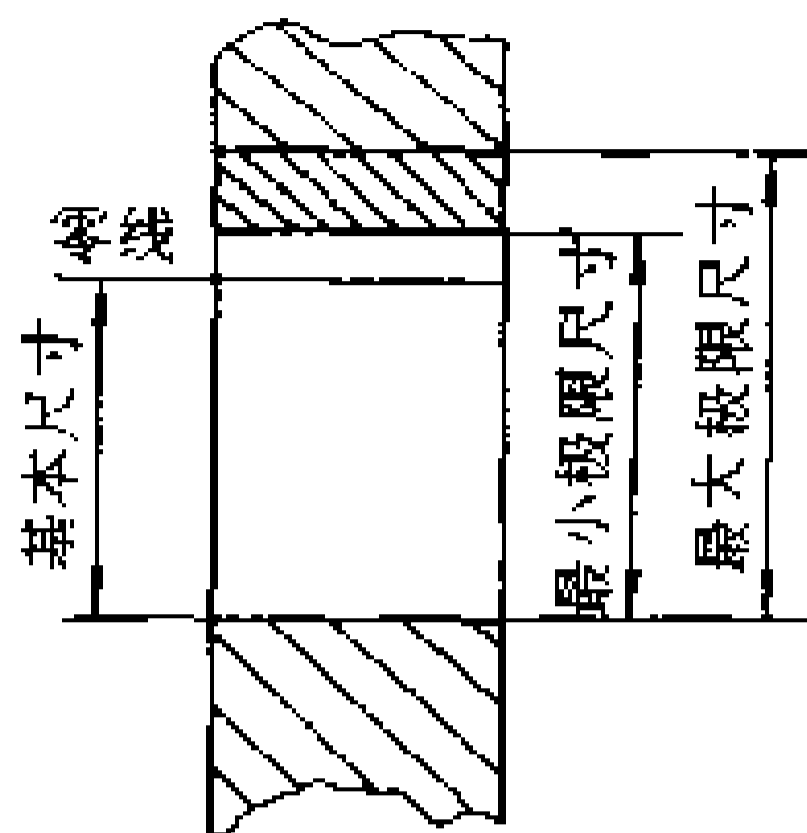
(2) 孔 通常，指工件的圆柱形内表面，也包括非圆柱形内表面(由二平行平面或切面形成的包容面)。

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，见下图(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。

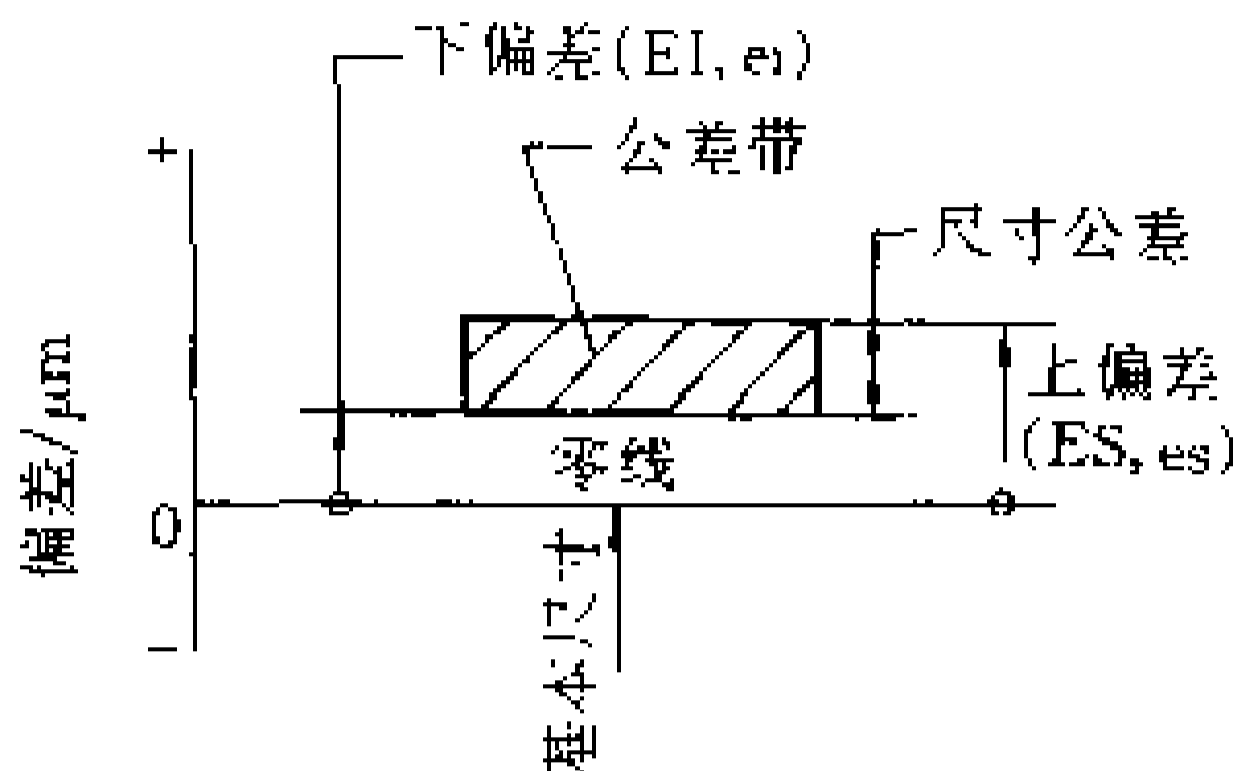
6) 最小极限尺寸：孔或轴允许的最小尺寸。

(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上图。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，见下图。

(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。

注：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。

(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)。

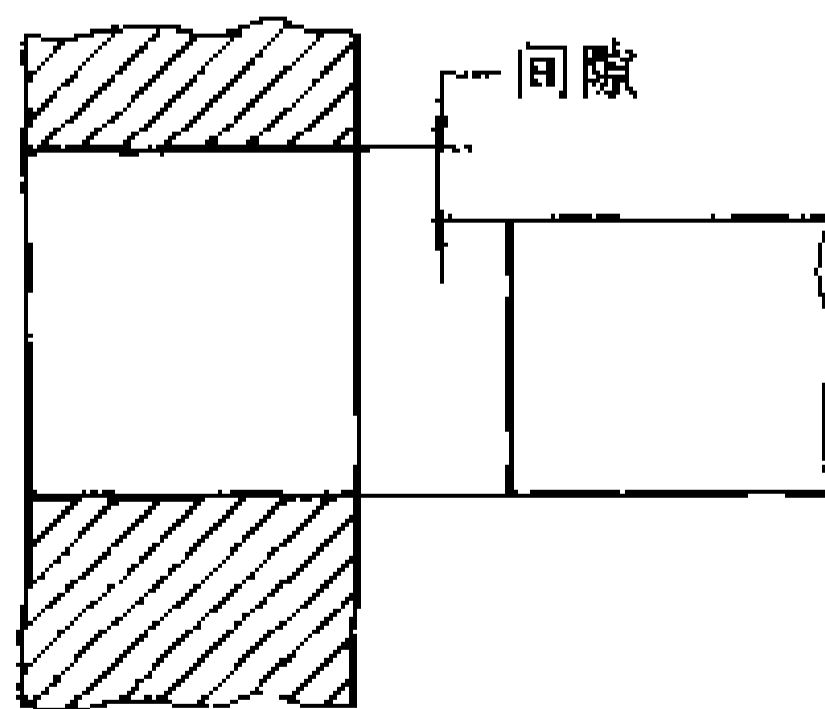
2) 标准公差等级：本标准极限与配合制中，同一公

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。

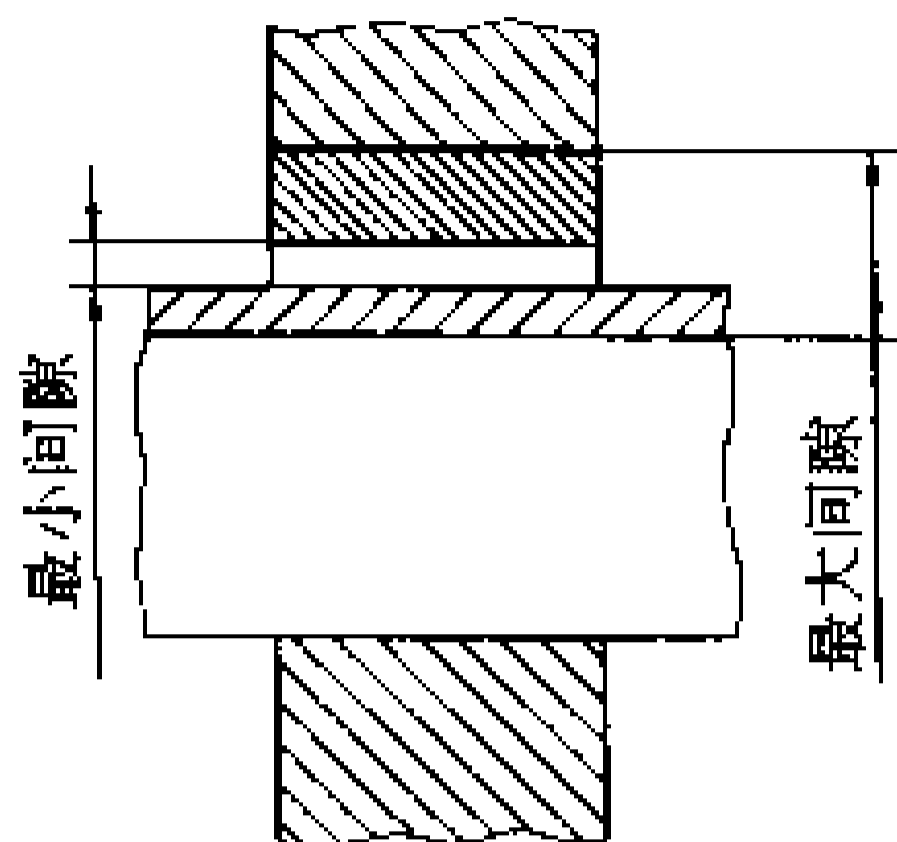
3) 公差带: 在公差带图解中, 由代表上偏差和下偏差或最大极限尺寸和最小极限尺寸的两条直线所限定的一个区域。它是由公差大小和其相对零线的位置如基本偏差来确定(见上图)。

4) 基准公差因子(i, 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)。

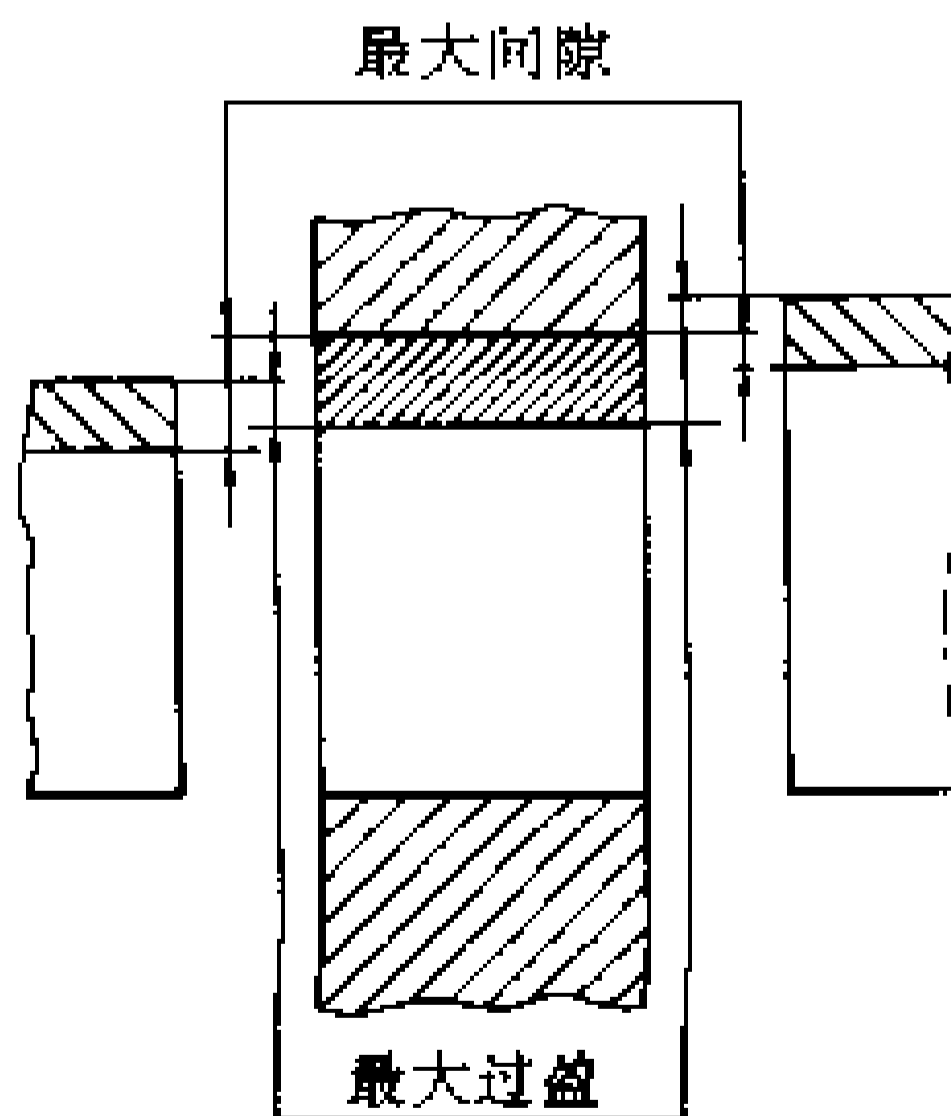
(8) 间隙 孔的尺寸减去相配合轴的尺寸之差为正, 见下图。



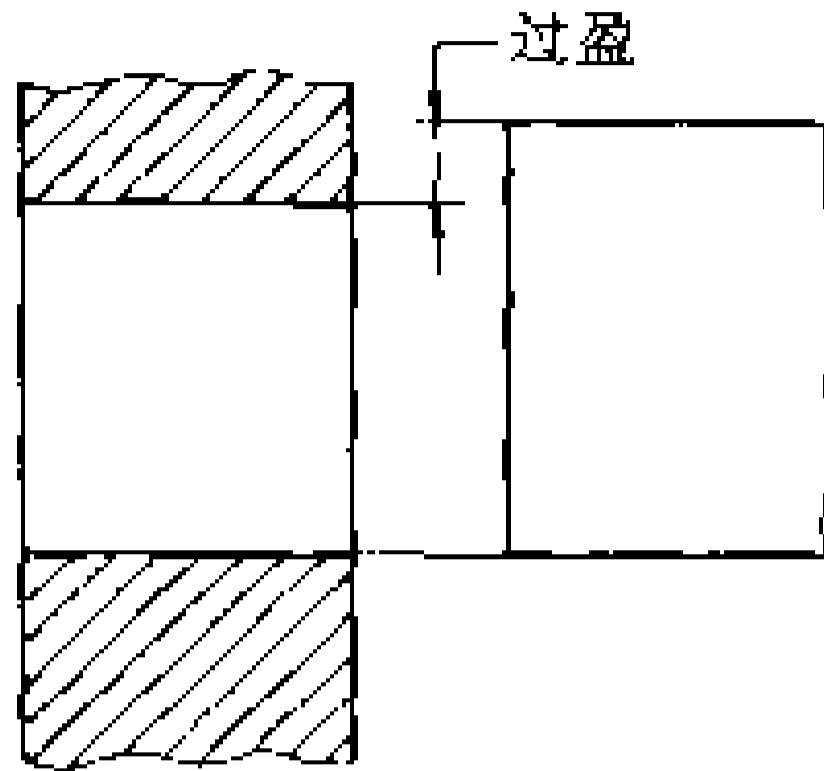
1) 最小间隙: 在间隙配合中, 孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸之差, 见下图。



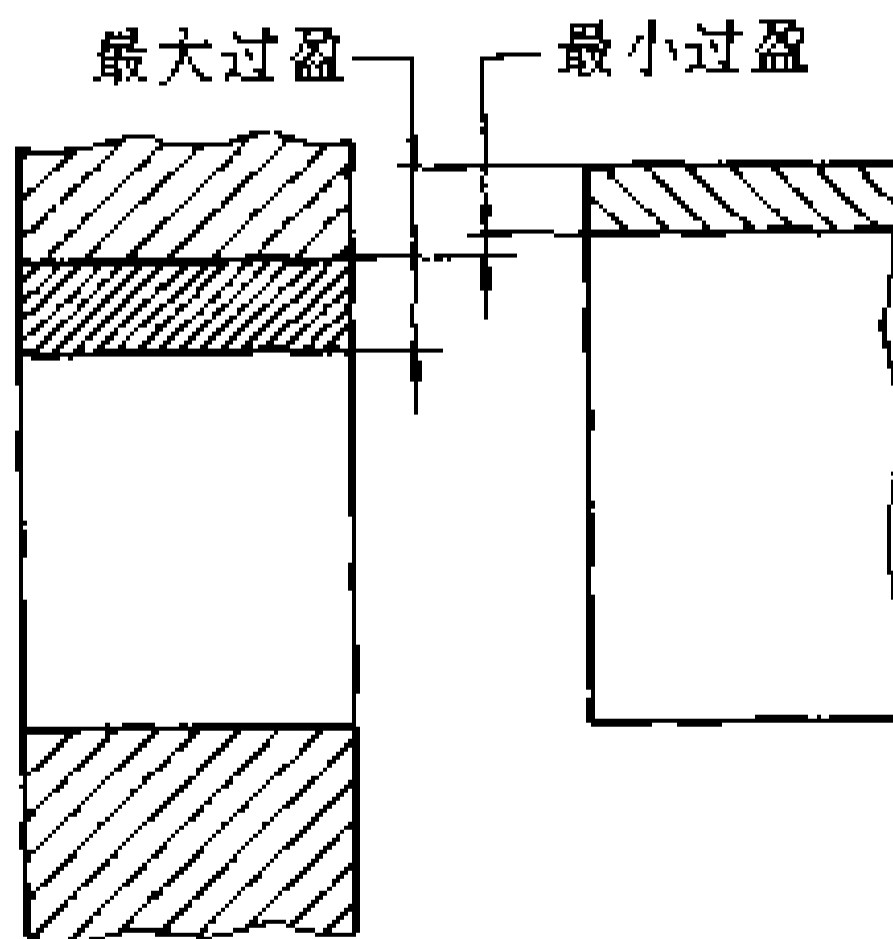
2) 最大间隙：在间隙配合或过渡配合中，孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸之差，见上图和下图。



(9) 过盈 孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为负，见下图。



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，见下图。

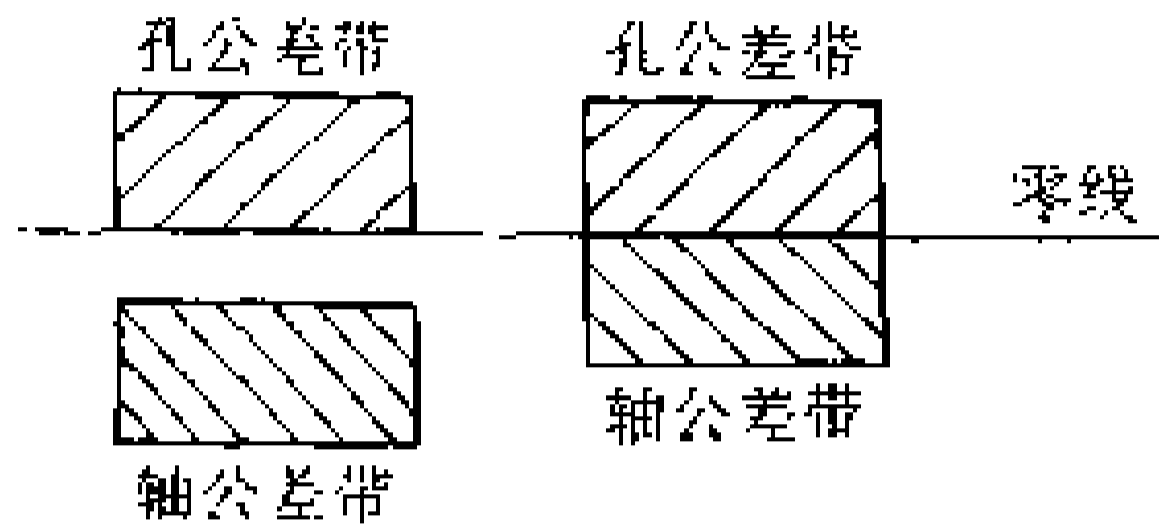


2) 最大过盈：在过盈配合或过渡配合中，孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸之差，见上图和过渡配合图。

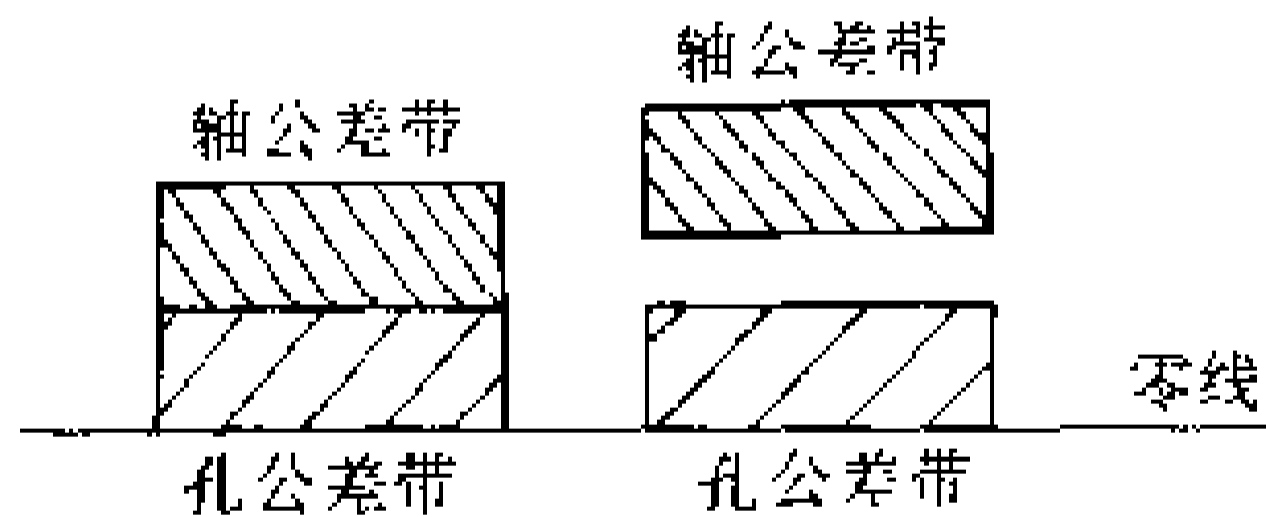
(10) 配合 基本尺寸相同的，相互结合的孔和轴公

差带之间的关系。

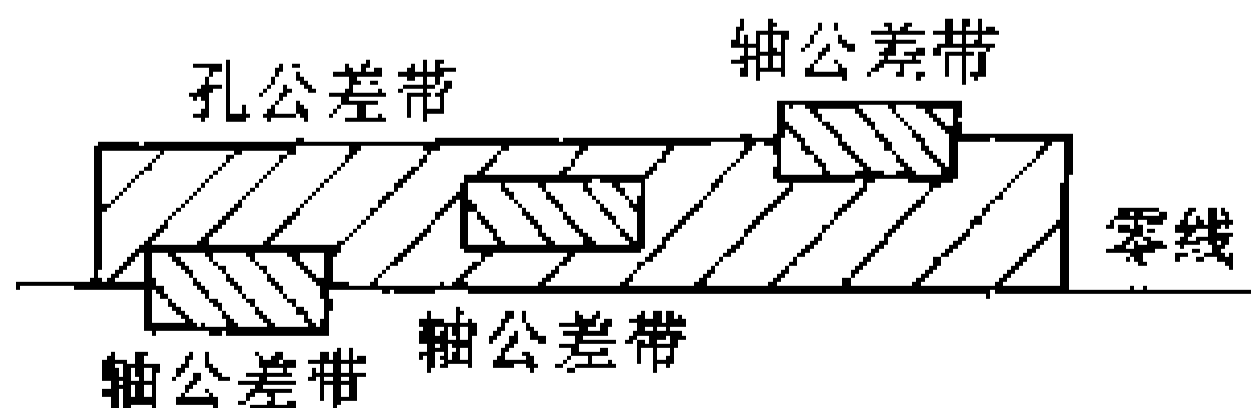
1) 间隙配合：具有间隙(包括最小间隙等于零)的配合。此时，孔的公差带在轴的公差带之上，见下图。



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，见下图。



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，见下图。

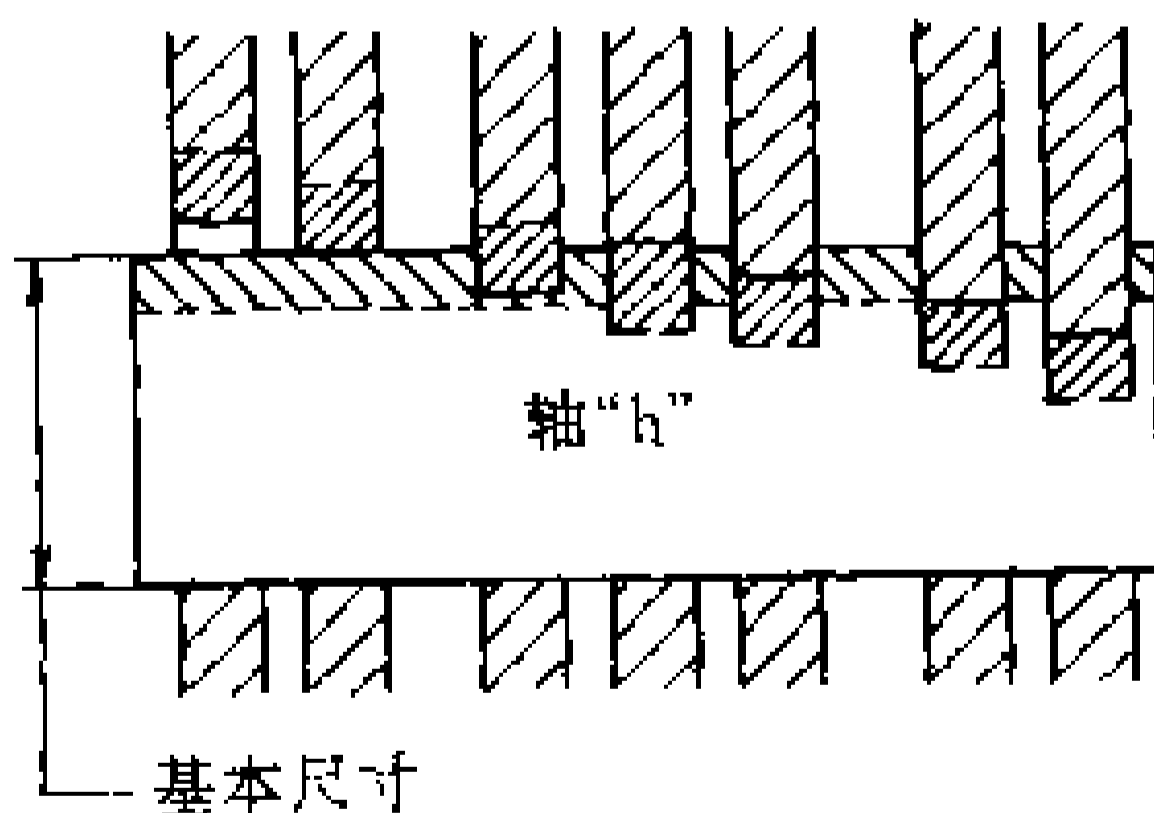


4) 配合公差：组成配合的孔、轴公差之和。它是允许间隙或过盈的变动量（配合公差是一个没有符号的绝对值）。

(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，见下图。

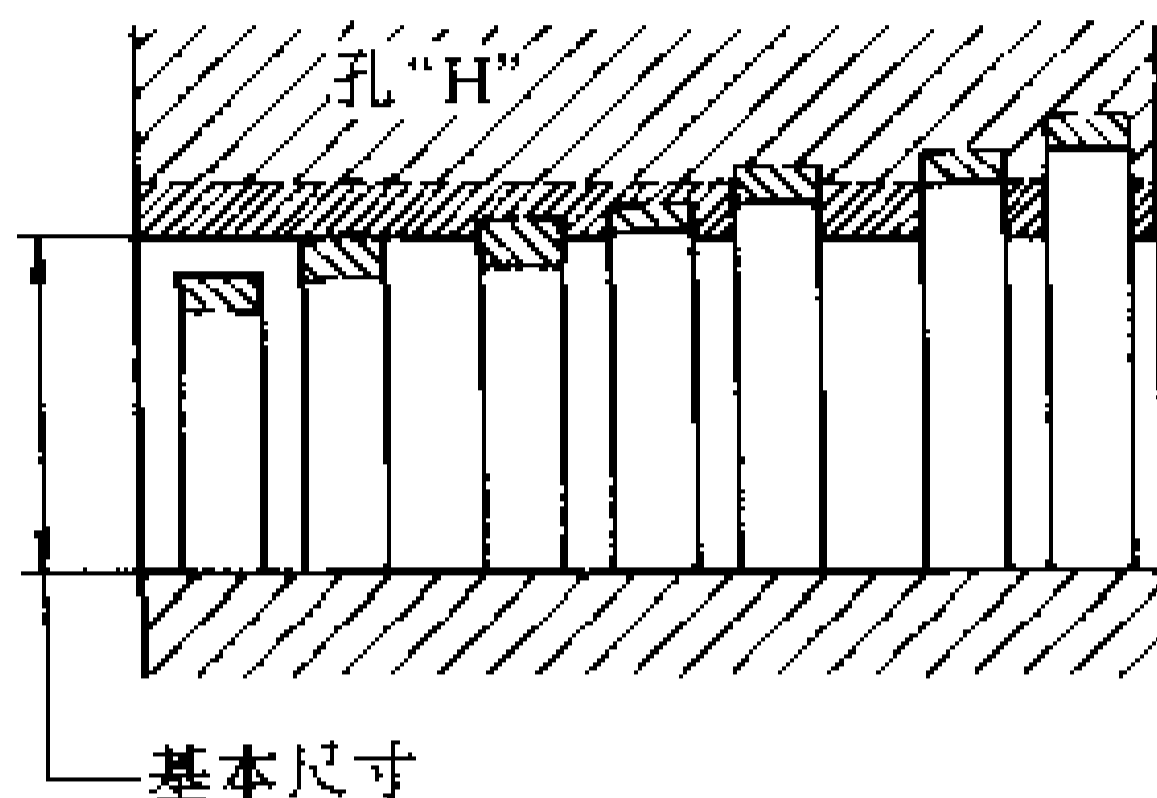
2) 基孔制配合：基本偏差为一定的孔的公差带，与不同基本偏差的轴的公差带形成各种配合的一种制度。



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。

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，见下图。



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。

(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。

二 基本规定

1 基本尺寸分段

对基本尺寸的分段规定如下：

基本尺寸分段 (mm)

| 主 段 落 | | 中 间 段 落 | |
|-------|----|---------|----|
| 大 于 | 至 | 大 于 | 至 |
| — | 3 | | |
| 3 | 6 | | |
| 6 | 10 | | |
| 10 | 18 | 10 | 14 |
| | | 14 | 18 |
| 18 | 30 | 18 | 24 |
| | | 24 | 30 |
| 30 | 50 | 30 | 40 |
| | | 40 | 50 |
| 50 | 80 | 50 | 65 |
| | | 65 | 80 |

(续)

| 主 段 落 | | 中 间 段 落 | |
|-------|-----|---------|-----|
| 大 于 | 至 | 大 于 | 至 |
| 80 | 120 | 80 | 100 |
| | | 100 | 120 |
| 120 | 180 | 120 | 140 |
| | | 140 | 160 |
| | | 160 | 180 |
| 180 | 250 | 180 | 200 |
| | | 200 | 225 |
| | | 225 | 250 |
| 250 | 315 | 250 | 280 |
| | | 280 | 315 |
| 315 | 400 | 315 | 355 |
| | | 355 | 400 |
| 400 | 500 | 400 | 450 |
| | | 450 | 500 |
| 500 | 630 | 500 | 560 |
| | | 560 | 630 |
| 630 | 800 | 630 | 710 |
| | | 710 | 800 |

(续)

| 主 段 落 | | 中 间 段 落 | |
|-------|------|---------|------|
| 大 于 | 至 | 大 于 | 至 |
| 800 | 1000 | 800 | 900 |
| | | 900 | 1000 |
| 1000 | 1250 | 1000 | 1120 |
| | | 1120 | 1250 |
| 1250 | 1600 | 1250 | 1400 |
| | | 1400 | 1600 |
| 1600 | 2000 | 1600 | 1800 |
| | | 1800 | 2000 |
| 2000 | 2500 | 2000 | 2240 |
| | | 2240 | 2500 |
| 2500 | 3150 | 2500 | 2800 |
| | | 2800 | 3150 |

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，公差等级的代号用阿拉伯数字表示。从 IT01 至 IT18 等级依次降低，各级标准公差的数值规定见 98 页表。

在 GB/T1800.1—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。本手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, 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, 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。

轴的基本偏差数值表见 101 页。

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:

$$ei = es - IT$$

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。

孔的基本偏差数值表见 108 页。

标准公

| 基本尺寸 /mm | | 公差 | | | | |
|-------------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| | | IT01 | IT0 | IT1 | IT2 | IT3 |
| 大于 | 至 | /μm | | | | |
| — | 3 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 2 |
| 3 | 6 | 0.4 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 |
| 6 | 10 | 0.4 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 |
| 10 | 18 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 2 | 3 |
| 18 | 30 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 |
| 30 | 50 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 |
| 50 | 80 | 0.8 | 1.2 | 2 | 3 | 5 |
| 80 | 120 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 |
| 120 | 180 | 1.2 | 2 | 3.5 | 5 | 8 |
| 180 | 250 | 2 | 3 | 4.5 | 7 | 10 |
| 250 | 315 | 2.5 | 4 | 6 | 8 | 12 |
| 315 | 400 | 3 | 5 | 7 | 9 | 13 |
| 400 | 500 | 4 | 6 | 8 | 10 | 15 |
| 500 | 630 | 4.5 | 6 | 9 | 11 | 16 |
| 630 | 800 | 5 | 7 | 10 | 13 | 18 |
| 800 | 1000 | 5.5 | 8 | 11 | 15 | 21 |
| 1000 | 1250 | 6.5 | 9 | 13 | 18 | 24 |
| 1250 | 1600 | 8 | 11 | 15 | 21 | 29 |
| 1600 | 2000 | 9 | 13 | 18 | 25 | 35 |
| 2000 | 2500 | 11 | 15 | 22 | 30 | 41 |
| 2500 | 3150 | 13 | 18 | 26 | 36 | 50 |

差数值

| 等 级 | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| IT4 | IT5 | IT6 | IT7 | IT8 | IT9 | IT10 | IT11 |
| 3 | 4 | 6 | 10 | 14 | 25 | 40 | 60 |
| 4 | 5 | 8 | 12 | 18 | 30 | 48 | 75 |
| 4 | 6 | 9 | 15 | 22 | 36 | 58 | 90 |
| 5 | 8 | 11 | 18 | 27 | 43 | 70 | 110 |
| 6 | 9 | 13 | 21 | 33 | 52 | 84 | 130 |
| 7 | 11 | 16 | 25 | 39 | 62 | 100 | 160 |
| 8 | 13 | 19 | 30 | 46 | 74 | 120 | 190 |
| 10 | 15 | 22 | 35 | 54 | 87 | 140 | 220 |
| 12 | 18 | 25 | 40 | 63 | 100 | 160 | 250 |
| 14 | 20 | 29 | 46 | 72 | 115 | 185 | 290 |
| 16 | 23 | 32 | 52 | 81 | 130 | 210 | 320 |
| 18 | 25 | 36 | 57 | 89 | 140 | 230 | 360 |
| 20 | 27 | 40 | 63 | 97 | 155 | 250 | 400 |
| 22 | 30 | 44 | 70 | 110 | 175 | 280 | 440 |
| 25 | 35 | 50 | 80 | 125 | 200 | 320 | 500 |
| 29 | 40 | 56 | 90 | 140 | 230 | 360 | 560 |
| 34 | 46 | 66 | 105 | 165 | 260 | 420 | 660 |
| 40 | 54 | 78 | 125 | 195 | 310 | 500 | 780 |
| 48 | 65 | 92 | 150 | 230 | 370 | 600 | 920 |
| 57 | 77 | 110 | 175 | 280 | 440 | 700 | 1100 |
| 69 | 93 | 135 | 210 | 330 | 540 | 860 | 1350 |

(续)

| 基本尺寸 /mm | | 公差等级 | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | IT12 | IT13 | IT14 | IT15 | IT16 | IT17 | IT18 |
| 大下 | 至 | /μm | | | | | | |
| | 3 | 0.10 | 0.14 | 0.25 | 0.40 | 0.60 | 1.0 | 1.4 |
| 3 | 6 | 0.12 | 0.18 | 0.30 | 0.48 | 0.75 | 1.2 | 1.8 |
| 6 | 10 | 0.15 | 0.22 | 0.36 | 0.58 | 0.90 | 1.5 | 2.2 |
| 10 | 18 | 0.18 | 0.27 | 0.43 | 0.70 | 1.10 | 1.8 | 2.7 |
| 18 | 30 | 0.21 | 0.33 | 0.52 | 0.84 | 1.30 | 2.1 | 3.3 |
| 30 | 50 | 0.25 | 0.39 | 0.62 | 1.00 | 1.60 | 2.5 | 3.9 |
| 50 | 80 | 0.30 | 0.46 | 0.74 | 1.20 | 1.90 | 3.0 | 4.6 |
| 80 | 120 | 0.35 | 0.54 | 0.87 | 1.40 | 2.20 | 3.5 | 5.4 |
| 120 | 180 | 0.40 | 0.63 | 1.00 | 1.60 | 2.50 | 4.0 | 6.3 |
| 180 | 250 | 0.46 | 0.72 | 1.15 | 1.85 | 2.90 | 4.6 | 7.2 |
| 250 | 315 | 0.52 | 0.81 | 1.30 | 2.10 | 3.20 | 5.2 | 8.1 |
| 315 | 400 | 0.57 | 0.89 | 1.40 | 2.30 | 3.60 | 5.7 | 8.9 |
| 400 | 500 | 0.63 | 0.97 | 1.55 | 2.50 | 4.00 | 6.3 | 9.7 |
| 500 | 630 | 0.70 | 1.10 | 1.75 | 2.8 | 4.4 | 7.0 | 11.0 |
| 630 | 800 | 0.80 | 1.25 | 2.00 | 3.2 | 5.0 | 8.0 | 12.5 |
| 800 | 1000 | 0.90 | 1.40 | 2.30 | 3.6 | 5.6 | 9.0 | 14.0 |
| 1000 | 1250 | 1.05 | 1.65 | 2.60 | 4.2 | 6.6 | 10.5 | 16.5 |
| 1250 | 1600 | 1.25 | 1.95 | 3.10 | 5.0 | 7.8 | 12.5 | 19.5 |
| 1600 | 2000 | 1.50 | 2.30 | 3.70 | 6.0 | 9.2 | 15.0 | 23.0 |
| 2000 | 2500 | 1.75 | 2.80 | 4.40 | 7.0 | 11.0 | 17.5 | 28.0 |
| 2500 | 3150 | 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。

轴的基本偏差数值表

(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 | k | |
| 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 | -2 | -4 | 6 | |
| 3 | 6 | -270 | -140 | -70 | -46 | -30 | 20 | -14 | -10 | -6 | -4 | 0 | -2 | 4 | — | |
| 6 | 10 | -280 | 150 | -80 | -56 | -40 | -25 | -18 | -13 | -8 | 5 | 0 | -2 | -5 | — | |
| 10 | 14 | -290 | -150 | -95 | — | 50 | -32 | — | -16 | — | -6 | 0 | -3 | -6 | — | |
| 14 | 18 | -300 | -160 | -110 | — | -65 | -40 | — | -20 | — | -7 | 0 | -4 | 8 | — | |
| 18 | 24 | -310 | -170 | 120 | — | -80 | -50 | — | -25 | — | 9 | 0 | -5 | -10 | — | |
| 24 | 30 | -320 | 180 | -130 | — | -100 | -60 | — | -30 | — | -10 | 0 | 7 | 12 | — | |
| 30 | 40 | -340 | -190 | -140 | — | -100 | -60 | — | -30 | — | -10 | 0 | 7 | 12 | — | |
| 40 | 50 | 360 | -200 | -150 | — | -100 | -60 | — | -30 | — | -10 | 0 | 7 | 12 | — | |

2/11 + 1 级

(续)

| 基本偏差 | 上 偏 差 (es) | | | | | | | | | | 下 偏 差 (ei) | | | |
|-------------|------------|------|------|----|------|------|----|-----|----|-----|------------|----|-----|-----|
| | a | b | c | cd | d | e | ef | f | fg | g | h | js | k | l |
| 基本尺寸 /mm | 公 差 等 级 | | | | | | | | | | | | | |
| 大于 | 所 有 等 级 | | | | | | | | | | | | | |
| 至 | 5, 6, 7, 8 | | | | | | | | | | | | | |
| 80 | -380 | -220 | -170 | - | -120 | -72 | - | -36 | - | -12 | 0 | - | 9 | -15 |
| 100 | -410 | -240 | -180 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 120 | -460 | -260 | -200 | - | 145 | 85 | - | 13 | - | -11 | 0 | - | -11 | 18 |
| 140 | -520 | -280 | -210 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 160 | -580 | 310 | 230 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 180 | -660 | 340 | 240 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 200 | -740 | 380 | 260 | - | -170 | -100 | - | -50 | - | 15 | 0 | - | 13 | 21 |
| 225 | -820 | 420 | 280 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 250 | -920 | 480 | 300 | - | -190 | -110 | - | 56 | - | -17 | 0 | - | -16 | -26 |
| 280 | -1050 | 540 | 330 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 315 | -1200 | 600 | 350 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 355 | -1350 | 680 | 400 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 400 | -1500 | 760 | 440 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 450 | -1650 | 840 | 480 | - | -230 | 135 | - | 66 | - | -20 | 0 | - | -20 | -32 |

注：— 表示公差带在零线以上或以下。

(续)

| 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 | k | m | n | p | r | s | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| 基本尺寸 /mm | 公 差 等 级 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 大于 至 | 所 有 等 级 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 公差等级 | 6 至 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 500 | 560 | | | | 260 | - 145 | | | | - 76 | | | | - 22 | 0 | | | | | | | | | |
| 560 | 630 | | | | - 290 | - 160 | | | | 80 | | | | - 24 | 0 | | | | | | | | | |
| 630 | 710 | | | | - 320 | - 170 | | | | - 86 | | | | - 26 | 0 | | | | | | | | | |
| 710 | 800 | | | | - 350 | - 195 | | | | - 98 | | | | - 28 | 0 | | | | | | | | | |
| 800 | 900 | | | | - 390 | 220 | | | | 110 | | | | - 30 | 0 | | | | | | | | | |
| 900 | 1000 | | | | - 430 | - 240 | | | | - 120 | | | | - 32 | 0 | | | | | | | | | |
| 1000 | 1120 | | | | - 480 | - 260 | | | | - 130 | | | | 34 | 0 | | | | | | | | | |
| 1120 | 1250 | | | | - 520 | 290 | | | | - 145 | | | | - 38 | 0 | | | | | | | | | |
| 1250 | 1400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1400 | 1600 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1600 | 1800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1800 | 2000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | 2240 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2240 | 2500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2500 | 2800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2800 | 3150 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

图 表 1 T12

| 基本偏差 | | 下 偏 | | | | | | | |
|-------------|-----|-------|-------------------|-----|-----|-----|------|------|------|
| | | k | m | n | p | r | s | t | |
| 基本尺寸 /mm | | 公 差 | | | | | | | |
| 大于 | 至 | 4 至 7 | ≤ 3 > 7 | 所 有 | | | | | |
| - | 3 | 0 | 0 | +2 | +1 | +6 | +10 | +14 | |
| 3 | 6 | +1 | 0 | +42 | +8 | +12 | +15 | +19 | - |
| 6 | 10 | +1 | 0 | +6 | +10 | +15 | +19 | +23 | - |
| 10 | 14 | +1 | 0 | +7 | +12 | +18 | +23 | +28 | |
| 14 | 18 | | | | | | | | |
| 18 | 24 | +2 | 0 | +8 | +15 | +22 | +28 | +35 | - |
| 24 | 30 | | | | | | | | +41 |
| 30 | 40 | +2 | 0 | +9 | +17 | +26 | +31 | +43 | +18 |
| 40 | 50 | | | | | | | | +54 |
| 50 | 65 | +2 | 0 | +11 | +20 | +32 | +41 | +53 | +66 |
| 65 | 80 | | | | | | +43 | +59 | +75 |
| 80 | 100 | +3 | 0 | +13 | +23 | +37 | +51 | +71 | +91 |
| 100 | 120 | | | | | | +54 | +79 | +104 |
| 120 | 140 | +3 | 0 | +15 | +27 | +43 | +63 | +92 | +122 |
| 140 | 160 | | | | | | +65 | +100 | +134 |
| 160 | 180 | +3 | 0 | +15 | +27 | +43 | +68 | +108 | +146 |
| 180 | 200 | | | | | | +77 | +122 | +166 |
| 200 | 225 | +4 | 0 | +17 | +31 | +50 | +80 | +130 | +180 |
| 225 | 250 | | | | | | +84 | +140 | +196 |
| 250 | 280 | +4 | 0 | +20 | +34 | +56 | +94 | +158 | +218 |
| 280 | 315 | | | | | | +98 | +170 | +240 |
| 315 | 355 | +4 | 0 | +21 | +37 | +62 | +108 | +190 | +268 |
| 355 | 400 | | | | | | +114 | +208 | +294 |
| 400 | 450 | +5 | 0 | +23 | +40 | +68 | +126 | +232 | +330 |
| 450 | 500 | | | | | | +132 | +252 | +360 |

(续)

| 差(ei) | | | | | | | |
|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| u | v | x | y | z | za | zb | zc |
| 等 级 | | | | | | | |
| 等 级 | | | | | | | |
| +18 | — | +20 | — | +26 | +32 | +40 | +60 |
| +23 | — | +28 | — | +35 | +42 | +50 | +80 |
| +28 | — | +34 | — | +42 | +52 | +67 | +97 |
| +33 | | +40 | | +50 | +64 | +90 | +130 |
| | +39 | +45 | — | +60 | +77 | +108 | +150 |
| +41 | +47 | +54 | +63 | +73 | +98 | +136 | +188 |
| +48 | +55 | +64 | +75 | +88 | +118 | +160 | +218 |
| +60 | +68 | +80 | +94 | +112 | +148 | +200 | +274 |
| +70 | +81 | +97 | +114 | +136 | +180 | +242 | +325 |
| +87 | +102 | +122 | +144 | +172 | +226 | +300 | +405 |
| +102 | +120 | +146 | +174 | +210 | +274 | +360 | +480 |
| +124 | +146 | +178 | +214 | +258 | +335 | +445 | +585 |
| +144 | +172 | +210 | +254 | +310 | +400 | +525 | +690 |
| +170 | +202 | +248 | +300 | +365 | +470 | +620 | +800 |
| +190 | +228 | +280 | +340 | +415 | +535 | +700 | +900 |
| +210 | +252 | +310 | +380 | +465 | +600 | +780 | +1000 |
| +236 | +284 | +350 | +425 | +520 | +670 | +880 | +1150 |
| +258 | +310 | +385 | +470 | +575 | +740 | +960 | +1250 |
| +284 | +340 | +425 | +520 | +640 | +820 | +1050 | +1350 |
| +315 | +385 | +475 | +580 | +710 | +920 | +1200 | +1550 |
| +350 | +425 | +525 | +650 | +790 | +1000 | +1300 | +1700 |
| +390 | +475 | +590 | +730 | +900 | +1150 | +1500 | +1900 |
| +435 | +530 | +660 | +820 | +1000 | +1300 | +1650 | +2100 |
| +490 | +595 | +740 | +920 | +1100 | +1450 | +1850 | +2400 |
| +540 | +660 | +820 | +1000 | +1250 | +1600 | +2100 | +2600 |

| 基本偏差 | | 下 偏 | | | | | |
|-------------|------|-------|-------------------|------|------|------|-------|
| | | k | m | n | p | r | s |
| 基本尺寸 /mm | | 公 差 | | | | | |
| 大于 | 至 | 4 至 7 | ≤ 3 > 7 | 所 有 | | | |
| 公差等级 | | 6 | | | | | |
| 500 | 560 | 0 | +26 | +44 | +78 | +150 | +280 |
| 560 | 630 | | | | | +155 | +310 |
| 630 | 710 | 0 | +30 | +50 | +88 | +175 | +340 |
| 710 | 800 | | | | | +185 | +380 |
| 800 | 900 | 0 | +34 | +56 | +100 | +210 | +430 |
| 900 | 1000 | | | | | +220 | +470 |
| 1000 | 1120 | 0 | +40 | +66 | +120 | +250 | +520 |
| 1120 | 1250 | | | | | +260 | +580 |
| 1250 | 1400 | 0 | +48 | +78 | +140 | +300 | +640 |
| 1400 | 1600 | | | | | +330 | +720 |
| 1600 | 1800 | 0 | +58 | +92 | +170 | +370 | +820 |
| 1800 | 2000 | | | | | +400 | +920 |
| 2000 | 2240 | 0 | +68 | +110 | +195 | +440 | +1000 |
| 2240 | 2500 | | | | | +460 | +1100 |
| 2500 | 2800 | 0 | +76 | +135 | +240 | +550 | +1250 |
| 2800 | 3150 | | | | | +580 | +1400 |

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

(续)

| 差(c ₁) | | | | | | | | |
|--------------------|-------|---|---|---|---|----|----|----|
| t | u | v | x | y | z | za | zb | zc |
| 等 | | 级 | | | | | | |
| 等 | | 级 | | | | | | |
| 至 18 | | | | | | | | |
| +400 | +600 | | | | | | | |
| +450 | +660 | | | | | | | |
| +500 | +740 | | | | | | | |
| +560 | +840 | | | | | | | |
| +620 | +940 | | | | | | | |
| +680 | +1050 | | | | | | | |
| +780 | +1150 | | | | | | | |
| +840 | +1300 | | | | | | | |
| +960 | +1450 | | | | | | | |
| +1050 | +1600 | | | | | | | |
| +1200 | +1850 | | | | | | | |
| +1350 | +2000 | | | | | | | |
| +1500 | +2300 | | | | | | | |
| +1650 | +2500 | | | | | | | |
| +1900 | +2900 | | | | | | | |
| +2100 | +3200 | | | | | | | |

奇数, 则取 $js = \pm \frac{IT-1}{2}$ 。

孔的基本偏差

| 基本偏差 | | 下 偏 差 (EI) | | | | | | | | | |
|-------------|-----|------------|------|------|-----|------|------|-----|-----|----|-----|
| | | A | B | C | CD | D | E | EF | F | FC | G |
| 基本尺寸 /mm | | 公 差 | | | | | | | | | |
| 大于 | 至 | 所 有 等 级 | | | | | | | | | |
| | 3 | +270 | +140 | +60 | +34 | +20 | +14 | +10 | +6 | +4 | +2 |
| 3 | 6 | +270 | +140 | +70 | +46 | +30 | +20 | +14 | +10 | +6 | +4 |
| 6 | 10 | +280 | +150 | +80 | +56 | +40 | +25 | +18 | +13 | +8 | +5 |
| 10 | 14 | +290 | +150 | +95 | - | +50 | +32 | - | +16 | -- | +6 |
| 14 | 18 | | | | | | | | | | |
| 18 | 24 | +300 | +160 | +110 | - | +65 | +40 | - | +20 | - | +7 |
| 24 | 30 | | | | | | | | | | |
| 30 | 40 | +310 | +170 | +120 | - | +80 | +50 | -- | +25 | - | +9 |
| 40 | 50 | +320 | +180 | +130 | | | | | | | |
| 50 | 65 | +340 | +190 | +140 | - | +100 | +60 | - | +30 | - | +10 |
| 65 | 80 | +360 | +200 | +150 | | | | | | | |
| 80 | 100 | +380 | +220 | +170 | -- | +120 | +72 | -- | +36 | - | +12 |
| 100 | 120 | +410 | +240 | +180 | | | | | | | |
| 120 | 140 | +460 | +260 | +200 | - | +145 | +85 | - | +43 | - | +14 |
| 140 | 160 | +520 | +280 | +210 | | | | | | | |
| 160 | 180 | +580 | +310 | +230 | - | +170 | +100 | -- | +50 | - | +15 |
| 180 | 200 | +660 | +340 | +240 | | | | | | | |
| 200 | 225 | +740 | +380 | +260 | - | +190 | +110 | - | +56 | - | +17 |
| 225 | 250 | +820 | +420 | +280 | | | | | | | |
| 250 | 280 | +920 | +480 | +300 | - | +210 | +125 | - | +62 | - | +18 |
| 280 | 315 | +1050 | +540 | +330 | | | | | | | |
| 315 | 355 | +1200 | +600 | +360 | - | +230 | +135 | - | +68 | - | +20 |
| 355 | 400 | +1350 | +680 | +400 | | | | | | | |
| 400 | 450 | +1500 | +760 | +440 | - | +230 | +135 | - | +68 | - | +20 |
| 450 | 500 | +1650 | +840 | +480 | | | | | | | |

数值表

(μm)

| | | 上 偏 差 (ES) | | | | | | | | |
|---|-----------|------------|-----|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| H | js | J | K | M | N | | | | | |
| | | 等 级 | | | | | | | | |
| | | 6 | 7 | 8 | ≤ 8 | > 8 | ≤ 8 | > 8 | ≤ 8 | > 8 |
| 0 | 偏差 - IT/2 | +2 | +4 | +6 | 0 | 0 | -2 | -2 | -4 | -4 |
| 0 | | +5 | +6 | +10 | $-1 + \Delta$ | - | $-4 + \Delta$ | -4 | $-8 + \Delta$ | 0 |
| 0 | | +5 | +8 | +12 | $1 + \Delta$ | - | $-6 + \Delta$ | -6 | $-10 + \Delta$ | 0 |
| 0 | | +6 | +10 | +15 | $1 + \Delta$ | - | $-7 + \Delta$ | -7 | $12 + \Delta$ | 0 |
| 0 | | +8 | +12 | +20 | $2 + \Delta$ | - | $-8 + \Delta$ | 8 | $15 + \Delta$ | 0 |
| 0 | | +10 | +14 | +24 | $2 + \Delta$ | - | $-9 + \Delta$ | 9 | $17 + \Delta$ | 0 |
| 0 | | +13 | +18 | +28 | $2 + \Delta$ | - | $-11 + \Delta$ | -11 | $-20 + \Delta$ | 0 |
| 0 | | +16 | +22 | +34 | $-3 + \Delta$ | - | $-13 + \Delta$ | 13 | $-23 + \Delta$ | 0 |
| 0 | | +18 | +26 | +41 | $-3 + \Delta$ | - | $15 + \Delta$ | -15 | $-27 + \Delta$ | 0 |
| 0 | | +22 | +30 | +47 | $-4 + \Delta$ | - | $-17 + \Delta$ | 17 | $-31 + \Delta$ | 0 |
| 0 | | +25 | +36 | +55 | $-4 + \Delta$ | - | $20 + \Delta$ | 20 | $-34 + \Delta$ | 0 |
| 0 | | +29 | +39 | +60 | $-4 + \Delta$ | - | $21 + \Delta$ | -21 | $-37 + \Delta$ | 0 |
| 0 | +33 | +43 | +66 | $-5 + \Delta$ | - | $-23 + \Delta$ | -23 | $-40 + \Delta$ | 0 | |

(续)

| | | | 上 偏 差 (ES) | | | | | | |
|------|---|-----------------|------------|---|-----|------|----|----|----|
| G | H | Js | J | K | M | N | | | |
| 等 级 | | | | | | | | | |
| 级 | | | 6 | 7 | 8 | ≤8 | >8 | ≤8 | >8 |
| 至 18 | | | | | | | | | |
| +22 | 0 | 偏差 - $\pm IT/2$ | | 0 | -26 | -44 | | | |
| +24 | 0 | | | 0 | -30 | -50 | | | |
| +26 | 0 | | | 0 | -34 | -56 | | | |
| +28 | 0 | | | 0 | -40 | -66 | | | |
| +30 | 0 | | | 0 | -48 | -78 | | | |
| +32 | 0 | | | 0 | -58 | -92 | | | |
| +34 | 0 | | | 0 | -68 | -110 | | | |
| +38 | 0 | | | 0 | -76 | -135 | | | |

| 基本偏差 | | 上 偏 差 | | | | | | | |
|-------------|-----|-----------------|------|------|------|------|------|-------|------|
| | | P 至 ZC | P | R | S | T | U | V | X |
| 基本尺寸 /mm | | 公 差 | | | | | | | |
| 大下 | 至 | ≤ 7 | | | | | | > 7 | |
| - | 3 | 在7级的相应数值上增加一个△值 | -6 | -10 | -14 | - | -18 | - | -20 |
| 3 | 6 | | -12 | -15 | -19 | - | -23 | - | -28 |
| 6 | 10 | | -15 | 19 | -23 | - | -28 | - | 34 |
| 10 | 14 | | -18 | 23 | -28 | - | 33 | - | -40 |
| 14 | 18 | | - | - | - | - | - | -39 | -45 |
| 18 | 24 | | -22 | -28 | -35 | - | -41 | -47 | -54 |
| 24 | 30 | | - | - | - | -41 | -48 | -55 | -64 |
| 30 | 40 | | -26 | -34 | -43 | -48 | -60 | -68 | -80 |
| 40 | 50 | | - | - | - | -54 | -70 | -81 | -97 |
| 50 | 65 | | 32 | 41 | -53 | -66 | -87 | -102 | 122 |
| 65 | 80 | | - | -43 | -59 | -75 | -102 | -120 | -146 |
| 80 | 100 | | -37 | -51 | -71 | -91 | -124 | -146 | -178 |
| 100 | 120 | | - | -54 | -79 | -104 | -144 | -172 | -210 |
| 120 | 140 | | - | -63 | -92 | -122 | -170 | -202 | -248 |
| 140 | 160 | | -43 | -65 | -100 | -134 | -190 | -228 | -280 |
| 160 | 180 | | - | -68 | -108 | -146 | -210 | -252 | -310 |
| 180 | 200 | | - | -77 | -122 | -166 | -236 | -284 | -350 |
| 200 | 225 | | -50 | -80 | -130 | -180 | -258 | -310 | -385 |
| 225 | 250 | | - | -84 | -140 | -196 | -284 | -340 | -425 |
| 250 | 280 | | -56 | -94 | -158 | -218 | -315 | -385 | -475 |
| 280 | 315 | - | 98 | -170 | -240 | -350 | -425 | -525 | |
| 315 | 355 | -62 | -108 | -190 | -268 | -390 | -475 | -590 | |
| 355 | 400 | - | -114 | -208 | -294 | -435 | -530 | -660 | |
| 400 | 450 | -68 | -126 | -232 | -330 | -490 | -595 | -740 | |
| 450 | 500 | - | -132 | -252 | -360 | -540 | -660 | -820 | |

(续)

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

(续)

| 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 至 | ≤ 7 | > 7 | | | | | | | | | | | 3 | 1 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | |
| 公差等级 | 6 至 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1250 1400 | | -140 | 300 | -640 | -960 | -1450 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1400 1600 | | | 330 | -720 | -1050 | -1600 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1600 1800 | | | 370 | -820 | -1200 | -1850 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1800 2000 | - | | -400 | -920 | -1350 | -2000 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2000 2240 | | 195 | -440 | -1000 | 1500 | -2300 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2240 2500 | | | -460 | -1100 | -1650 | 2500 | | | | | | | | | | | | | | | | |

(续)

| 基本偏差 | H 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 至 | ≤ 7 | > 7 | | | | | | | | | | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | |
| 公差等级 | 6 至 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2500 | 2800 | - | -550 | -1250 | 1900 | -2900 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2800 | 3150 | - | -210 | -580 | 1400 | -2100 | -3200 | | | | | | | | | | | | | |

注：1. 基本尺寸小于 1mm 时，各级的 A 和 H 及大于 8 级的 N 均不采用。

2. J_s 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 250 至 315mm 时，M6 的 ES 等于 -9 (不等于 -11)。

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

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:

$$ES = EI + IT$$

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。

表示方法可以用下列示例之一:

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

轴: $\phi 50f7$, $\phi 50 \begin{smallmatrix} 0.025 \\ 0.050 \end{smallmatrix}$, $\phi 50f7 \left(\begin{smallmatrix} -0.025 \\ 0.050 \end{smallmatrix} \right)$ 。

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 $\frac{H8}{f7}$ 。

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。属于那一类配合取决于孔、轴公差带的相互关系。

基孔制(基轴制)中,a到h(A到H)用于间隙配合;j到zc(J至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。

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。

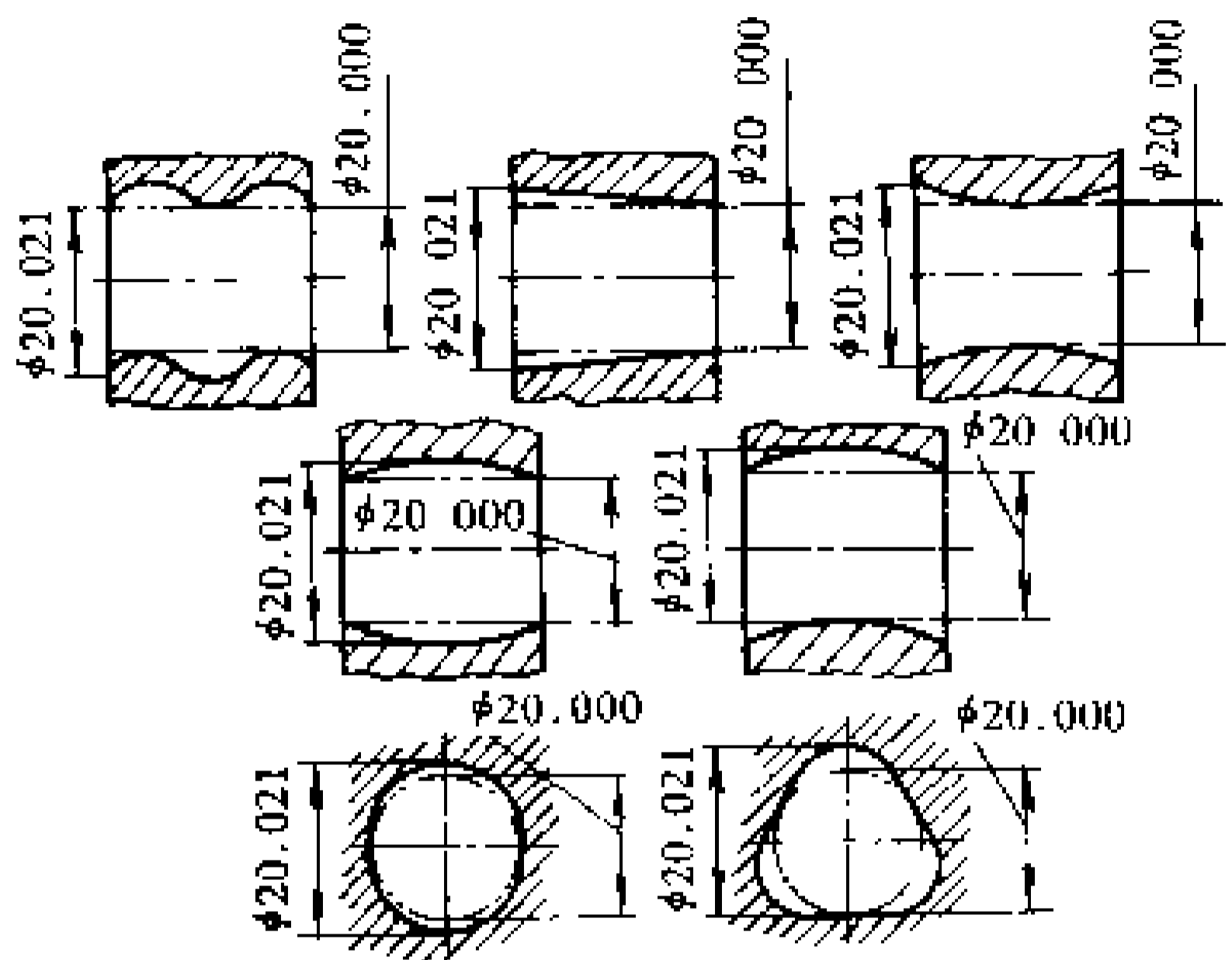
12 极限尺寸判断原则(即泰勒原则)

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。

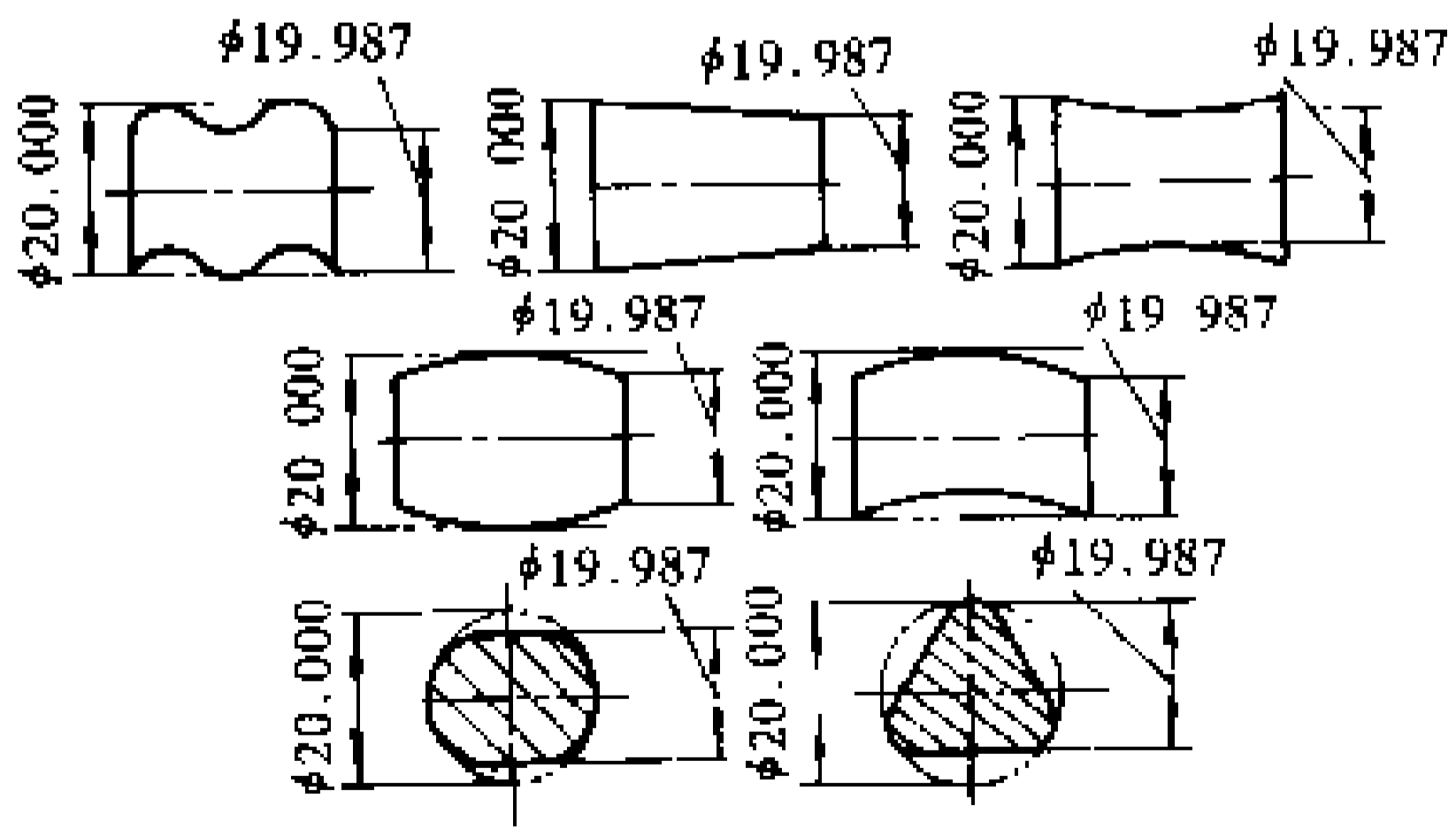
在任何位置上的实际尺寸不允许超过最小实体尺寸。即对于孔,其实际尺寸应不大于最大极限尺寸;对于轴,则应不小于最小极限尺寸。

在孔的极限尺寸中,例如 $\phi 20_{+0.021}^{+0.021}$,形状误差可能的极端情况;在轴的极限尺寸中,例如 $\phi 20_{-0.013}^{0}$,形状误差可能的极端情况;见下页图。

温度条件:标准规定的数值均以标准温度(20℃)时的数值为准。



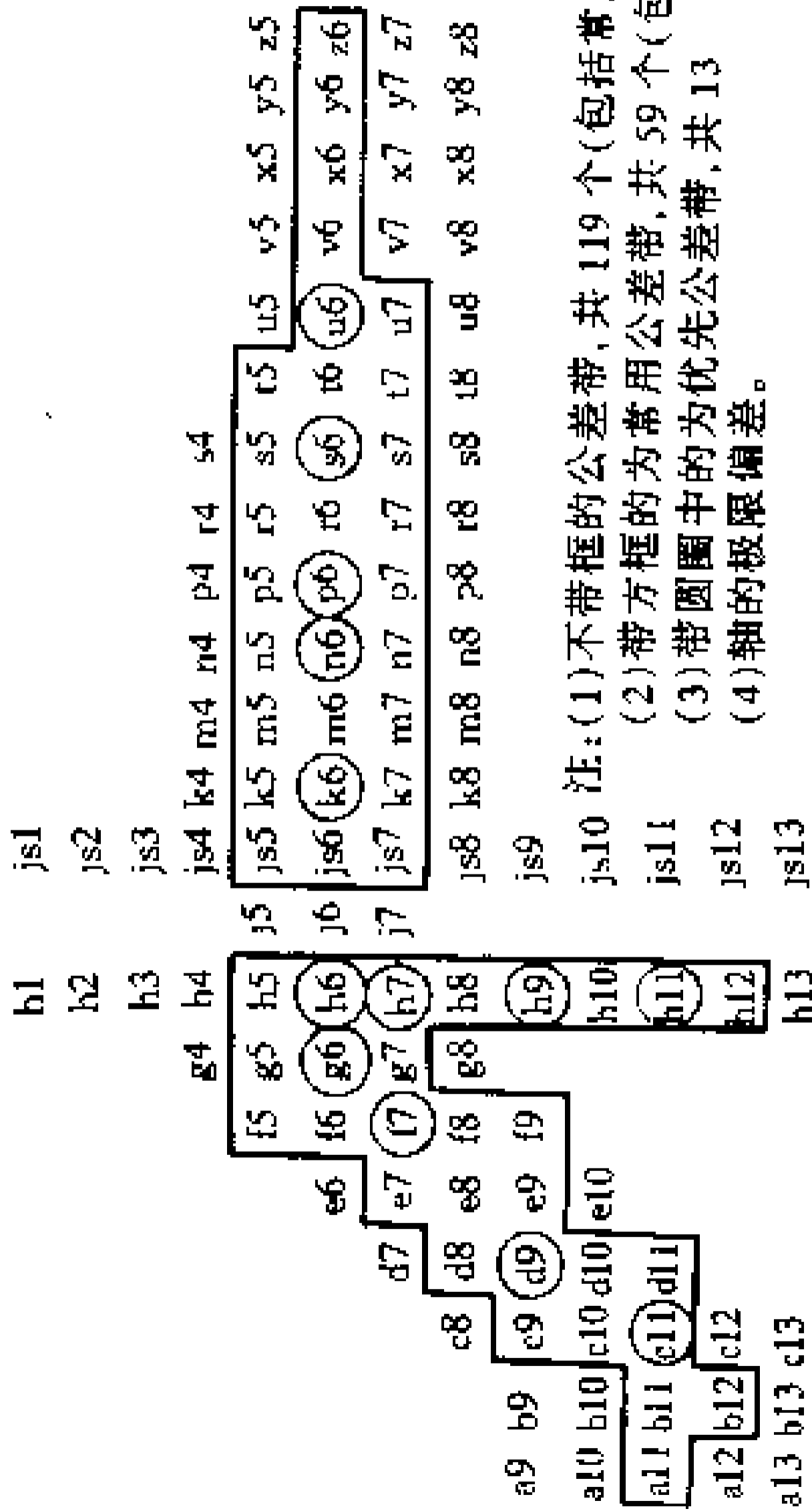
在孔的极限尺寸中, 形状误差可能的极端情况



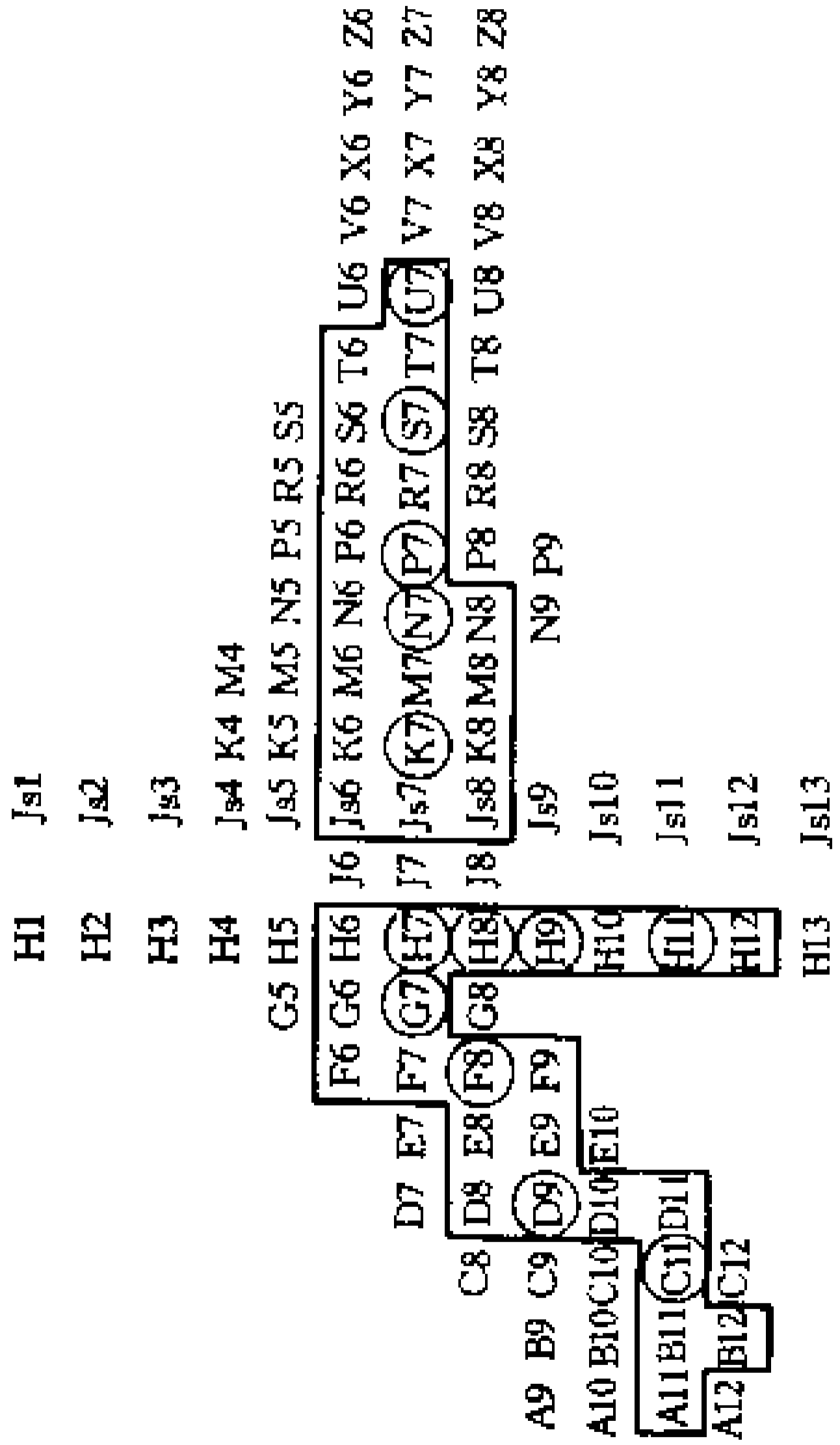
在轴的极限尺寸中, 形状误差可能的极限情况

三 尺寸至 500mm 孔、轴公差与配合

1 轴的常用和优先公差带(尺寸 $\leq 500\text{mm}$)



2 孔的常用和优先公差带(尺寸 $\leq 500\text{mm}$)



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 轴的极

| 基本尺寸 /mm | | 公差 | | | |
|-------------|-----|-------|-------|----------------|-------|
| | | a | | | |
| 大于 | 至 | 9 | 10 | 11 Δ | 12 |
| -- | 3 | - 270 | 270 | - 270 | 270 |
| | | 295 | 310 | - 330 | 370 |
| 3 | 6 | - 270 | 270 | - 270 | - 270 |
| | | - 300 | - 318 | - 345 | - 390 |
| 6 | 10 | - 280 | - 280 | - 280 | 280 |
| | | 316 | - 338 | - 370 | 430 |
| 10 | 14 | 290 | - 290 | - 290 | - 290 |
| 14 | 18 | - 333 | 360 | - 400 | - 470 |
| 18 | 24 | - 300 | 300 | - 300 | 300 |
| 24 | 30 | 352 | - 384 | 430 | 510 |
| 30 | 40 | 310 | - 310 | - 310 | - 310 |
| | | - 372 | - 410 | - 470 | - 560 |
| 40 | 50 | - 320 | 320 | - 320 | - 320 |
| | | - 382 | - 420 | - 480 | 570 |
| 50 | 65 | - 340 | - 340 | - 340 | 340 |
| | | 414 | - 460 | - 530 | - 640 |
| 65 | 80 | - 360 | - 360 | - 360 | - 360 |
| | | - 434 | - 480 | - 550 | 660 |
| 80 | 100 | - 380 | - 380 | - 380 | 380 |
| | | - 467 | - 520 | - 600 | - 730 |
| 100 | 120 | - 410 | - 410 | - 410 | - 410 |
| | | - 497 | 550 | - 630 | - 760 |

限偏差

(μm)

| 带 | | | | | |
|------|------|------|----------------|----------------|------|
| | | b | | | |
| 13 | 9 | 10 | 11 Δ | 12 Δ | 13 |
| -270 | -140 | 140 | -140 | -140 | -140 |
| -410 | -165 | 180 | -200 | -240 | -280 |
| -270 | -140 | 140 | -140 | -140 | -140 |
| -450 | -170 | -188 | -215 | -260 | 320 |
| -280 | -150 | -150 | -150 | -150 | -150 |
| -500 | -186 | -208 | -240 | -300 | -370 |
| -290 | -150 | -150 | -150 | -150 | -150 |
| -560 | -193 | -220 | -260 | -330 | -420 |
| -300 | -160 | -160 | -160 | -160 | -160 |
| -630 | -212 | -244 | -290 | -370 | -490 |
| 310 | -170 | -170 | -170 | -170 | -170 |
| -700 | -232 | -270 | -330 | -420 | -560 |
| -320 | -180 | 180 | -180 | -180 | -180 |
| -710 | -242 | -280 | -340 | -430 | -570 |
| -340 | -190 | -190 | -190 | -190 | -190 |
| -800 | -264 | 310 | -380 | -490 | -650 |
| -360 | -200 | -200 | -200 | -200 | -200 |
| -820 | 274 | -320 | -390 | -500 | -660 |
| -380 | -220 | -220 | -220 | -220 | -220 |
| -920 | -307 | -360 | -440 | -570 | -760 |
| -410 | -240 | -240 | -240 | -240 | -240 |
| -950 | -327 | -380 | -460 | -590 | -780 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | |
|-------------|-----|--------|--------|---------|--------|
| | | a | | | |
| 大干 | 至 | 9 | 10 | 11 △ | 12 |
| 120 | 140 | - 460 | - 460 | - 460 | - 460 |
| | | - 560 | - 620 | - 710 | - 860 |
| 140 | 160 | - 520 | 520 | - 520 | - 520 |
| | | - 620 | - 680 | - 770 | 920 |
| 160 | 180 | - 580 | - 580 | 580 | - 580 |
| | | 680 | - 740 | - 830 | 980 |
| 180 | 200 | - 660 | 660 | - 660 | - 660 |
| | | - 775 | - 845 | - 950 | - 1120 |
| 200 | 225 | - 740 | - 740 | - 740 | - 740 |
| | | - 855 | 925 | - 1030 | - 1200 |
| 225 | 250 | - 820 | - 820 | 820 | - 820 |
| | | - 935 | 1005 | - 1110 | - 1280 |
| 250 | 280 | - 920 | - 920 | - 920 | - 920 |
| | | - 1050 | 1130 | - 1240 | - 1440 |
| 280 | 315 | - 1050 | - 1050 | - 1050 | - 1050 |
| | | - 1180 | - 1260 | - 1370 | 1570 |
| 315 | 355 | 1200 | - 1200 | - 1200 | - 1200 |
| | | 1340 | - 1430 | - 1560 | 1770 |
| 355 | 400 | - 1350 | - 1350 | 1350 | - 1350 |
| | | - 1490 | - 1580 | - 1710 | - 1920 |
| 400 | 450 | - 1500 | - 1500 | - 1500 | - 1500 |
| | | - 1655 | - 1750 | - 1900 | - 2130 |
| 450 | 500 | - 1650 | - 1650 | - 1650 | - 1650 |
| | | - 1805 | - 1900 | - 2050 | - 2280 |

(续)

| 差 | | 带 | | | |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| | | | b | | |
| 13 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| | | | △ | △ | |
| -460 | -260 | -260 | 260 | -260 | -260 |
| -1090 | -360 | -420 | 510 | -660 | -890 |
| -520 | -280 | -280 | -280 | 280 | -280 |
| -1150 | -380 | 440 | -530 | -680 | 910 |
| -580 | -310 | -310 | -310 | 310 | -310 |
| -1210 | -410 | 470 | -560 | -710 | -940 |
| -660 | -340 | -340 | -340 | 340 | -340 |
| -1380 | -455 | -525 | -630 | -800 | -1060 |
| -740 | -380 | -380 | -380 | -380 | 380 |
| -1460 | -495 | -565 | -670 | -840 | -1100 |
| -820 | -420 | -420 | -420 | -420 | -420 |
| -1540 | -535 | 605 | -710 | -880 | 1140 |
| -920 | -480 | -480 | -480 | -480 | -480 |
| -1730 | -610 | -690 | -800 | -1000 | -1290 |
| -1050 | -540 | -540 | -540 | -540 | -540 |
| -1860 | -670 | -750 | -860 | -1060 | -1350 |
| -1200 | -600 | -600 | -600 | -600 | -600 |
| -2090 | -740 | -830 | -960 | -1170 | -1490 |
| -1350 | -680 | -680 | -680 | 680 | -680 |
| -2240 | -820 | -910 | -1040 | -1250 | -1570 |
| -1500 | -760 | -760 | -760 | -760 | -760 |
| -2470 | -915 | -1010 | -1160 | -1390 | -1730 |
| -1650 | -840 | -840 | -840 | -840 | -840 |
| -2620 | -995 | -1090 | -1240 | -1470 | -1810 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | |
|-------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | c | | | |
| 大十 | 至 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | | | △ | △ | ▲ |
| | 3 | 60 71 | - 60 - 85 | - 60 100 | 60 - 120 |
| 3 | 6 | - 70 88 | - 70 - 100 | 70 - 118 | - 70 115 |
| 6 | 10 | 80 102 | - 80 - 116 | 80 138 | - 80 - 170 |
| 10 | 11 | - 95 | 95 | - 95 | 95 |
| 14 | 18 | - 122 | 138 | - 165 | 205 |
| 18 | 24 | 110 | 110 | - 110 | - 110 |
| 24 | 30 | - 143 | - 162 | 194 | - 240 |
| 30 | 40 | 120 - 159 | - 120 - 182 | - 120 - 220 | - 120 - 280 |
| 40 | 50 | - 130 169 | - 130 192 | - 130 - 230 | 130 - 290 |
| 50 | 65 | 140 - 186 | - 140 - 214 | - 140 260 | - 140 - 330 |
| 65 | 80 | - 150 196 | 150 - 224 | - 150 - 270 | 150 - 340 |
| 80 | 100 | - 170 - 224 | - 170 - 257 | - 170 - 310 | - 170 - 390 |
| 100 | 120 | - 180 - 234 | - 180 - 267 | - 180 - 320 | - 180 - 400 |

(续)

| 差 | | 带 | | | | |
|------|------|------|--------|--------|---------|---------|
| | | d | | | | |
| 12 | 13 | 7 | 8 △ | 9 ▲ | 10 △ | 11 △ |
| -60 | -60 | -20 | -20 | -20 | -20 | -20 |
| -160 | -200 | -30 | -34 | -45 | 60 | -80 |
| -70 | -70 | -30 | -30 | -30 | -30 | -30 |
| -190 | -250 | -42 | -48 | 60 | -78 | -105 |
| -80 | -80 | -40 | -40 | -40 | -40 | -40 |
| -230 | -300 | -55 | -62 | -76 | -98 | -130 |
| -95 | -95 | -50 | -50 | -50 | -50 | -50 |
| -275 | -365 | 68 | -77 | -93 | -120 | -160 |
| -110 | -110 | 65 | -65 | -65 | -65 | -65 |
| -320 | -440 | -86 | -98 | -117 | -149 | -195 |
| -120 | -120 | -80 | -80 | -80 | -80 | -80 |
| -370 | -510 | | | | | |
| -130 | -130 | | | | | |
| -380 | -520 | -105 | -119 | -142 | 180 | -240 |
| -140 | -140 | -100 | -100 | -100 | -100 | -100 |
| -440 | -600 | | | | | |
| -150 | 150 | | | | | |
| -450 | -610 | -130 | -146 | -171 | -220 | -290 |
| -170 | -170 | -120 | -120 | -120 | -120 | -120 |
| -520 | -710 | | | | | |
| -180 | -180 | | | | | |
| -530 | -720 | -155 | -174 | -207 | -260 | -340 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | |
|-------------|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | e | | | |
| 大于 | 至 | 8 | 9 △ | 10 △ | 11 ▲ |
| 120 | 140 | -200 -263 | -200 -300 | -200 -360 | -200 -450 |
| 140 | 160 | -210 -273 | -210 -310 | 210 -370 | -210 -460 |
| 160 | 180 | -230 293 | -230 -330 | -230 -390 | -230 -480 |
| 180 | 200 | -240 -312 | -240 -355 | -240 -425 | -240 -530 |
| 200 | 225 | -260 -332 | -260 -375 | -260 -445 | -260 -550 |
| 225 | 250 | -280 -352 | -280 -395 | -280 -465 | -280 -570 |
| 250 | 280 | -300 -381 | -300 -430 | -300 -510 | -300 -620 |
| 280 | 315 | 330 -411 | 330 -460 | 330 -540 | 330 -650 |
| 315 | 355 | -360 -449 | -360 -500 | -360 -590 | -360 -720 |
| 355 | 400 | -400 -489 | -400 -540 | -400 -630 | -400 -760 |
| 400 | 450 | -440 -537 | -440 -595 | -440 -690 | -440 -840 |
| 450 | 500 | -480 -577 | -480 -635 | -480 -730 | -480 -880 |

(续)

| 差 | | 带 | | | | |
|-------|-------|------|--------|--------|---------|---------|
| | | d | | | | |
| 12 | 13 | 7 | 8 △ | 9 ▲ | 10 △ | 11 △ |
| -200 | -200 | -145 | -145 | -145 | -145 | -145 |
| -600 | -830 | | | | | |
| -210 | -210 | | | | | |
| -610 | -840 | | | | | |
| -230 | -230 | | | | | |
| -630 | -860 | -185 | -208 | 215 | -305 | -695 |
| -240 | -240 | -170 | 170 | -170 | -170 | -170 |
| -700 | -960 | | | | | |
| -260 | -260 | | | | | |
| -720 | -980 | | | | | |
| -280 | -280 | | | | | |
| -740 | -1000 | -216 | 242 | -285 | 355 | 460 |
| -300 | -300 | 190 | -190 | -190 | -190 | -190 |
| -820 | -1110 | | | | | |
| -330 | -330 | | | | | |
| -850 | -1140 | -242 | -271 | -320 | -400 | -510 |
| -360 | -360 | -210 | -210 | 210 | -210 | -210 |
| -930 | -1250 | | | | | |
| -400 | -400 | | | | | |
| -970 | -1290 | -267 | -299 | -350 | -440 | -570 |
| -440 | -440 | -230 | -230 | -230 | -230 | -230 |
| -1070 | -1410 | | | | | |
| -480 | -480 | | | | | |
| -1110 | -1450 | -293 | -327 | -385 | -480 | -630 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | |
|-------------|-----|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 大于 | 至 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | | Δ | Δ | Δ |
| — | 3 | - 14 - 20 | - 14 - 24 | - 14 - 28 | -- 14 - 39 |
| 3 | 6 | - 20 28 | - 20 - 32 | - 20 - 38 | - 20 -- 50 |
| 6 | 10 | - 25 - 34 | - 25 40 | 25 - 47 | 25 - 61 |
| 10 | 14 | - 32 | - 32 | - 32 | - 32 |
| 14 | 18 | 43 | - 50 | - 59 | - 75 |
| 18 | 24 | - 40 | - 40 | - 40 | - 40 |
| 24 | 30 | 53 | - 61 | - 73 | -- 92 |
| 30 | 40 | - 50 | 50 | -- 50 | - 50 |
| 40 | 50 | 66 | - 75 | 89 | - 112 |
| 50 | 65 | -- 60 | - 60 | 60 | - 60 |
| 65 | 80 | - 79 | - 90 | -- 106 | - 134 |
| 80 | 100 | - 72 | - 72 | - 72 | -- 72 |
| 100 | 120 | - 94 | - 107 | - 126 | - 159 |

(续)

| 差 | | 带 | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|------|
| | | f | | | |
| 10 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | △ | △ | ▲ | △ | △ |
| -14 | -6 | -6 | -6 | -6 | -6 |
| 54 | 10 | 12 | 16 | 20 | -31 |
| -20 | -10 | 10 | 10 | 10 | -10 |
| -68 | 15 | 18 | 22 | -28 | -40 |
| -25 | -13 | -13 | -13 | -13 | -13 |
| -83 | -19 | -22 | 28 | -35 | -49 |
| 32 | -16 | -16 | -16 | -16 | -16 |
| -102 | -24 | 27 | 34 | -43 | -59 |
| 40 | -20 | -20 | 20 | -20 | -20 |
| -124 | -29 | -33 | 41 | -53 | -72 |
| -50 | -25 | -25 | -25 | -25 | -25 |
| -150 | -36 | -41 | -50 | -64 | -87 |
| -60 | -30 | 30 | -30 | -30 | 30 |
| -180 | 43 | -49 | -60 | 76 | -104 |
| -72 | -36 | -36 | -36 | -36 | -36 |
| -212 | -51 | -58 | -71 | -90 | -123 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | |
|-------------|-----|-------|--------|--------|--------|
| | | e | | | |
| 大于 | 至 | 6 | 7 △ | 8 △ | 9 △ |
| 120 | 140 | 85 | - 85 | - 85 | - 85 |
| 140 | 160 | | | | |
| 160 | 180 | 110 | 125 | - 148 | - 185 |
| 180 | 200 | - 100 | 100 | - 100 | - 100 |
| 200 | 225 | | | | |
| 225 | 250 | - 129 | - 146 | - 172 | - 215 |
| 250 | 280 | - 110 | - 110 | 110 | - 110 |
| 280 | 315 | - 142 | - 162 | - 191 | - 249 |
| 315 | 355 | - 125 | - 125 | 125 | - 125 |
| 355 | 400 | - 161 | - 182 | - 214 | - 265 |
| 400 | 450 | - 135 | - 135 | - 135 | - 135 |
| 450 | 500 | - 175 | - 198 | - 232 | - 290 |

(续)

| 差 | | 带 | | | |
|------|-----|------|------|------|------|
| 10 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | △ | △ | ▲ | △ | △ |
| -85 | -43 | -43 | -43 | -43 | -43 |
| -245 | 61 | -68 | -83 | -106 | -143 |
| -100 | -50 | -50 | -50 | -50 | -50 |
| -285 | -70 | -79 | -96 | -122 | -165 |
| -110 | -56 | -56 | 56 | -56 | -56 |
| -320 | 79 | -88 | -108 | -137 | -186 |
| -125 | -62 | -62 | -62 | -62 | -62 |
| -355 | -87 | -98 | -119 | -151 | -202 |
| -135 | -68 | -68 | -68 | -68 | -68 |
| -385 | -95 | -108 | -131 | -165 | -223 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | | |
|-------------|-----|------|------------------|-----------------------|------------------|------|
| | | K | | | | |
| 大于 | 至 | 4 | 5 \triangle | 6 \blacktriangle | 7 \triangle | 8 |
| — | 3 | 2 | 2 | - 2 | - 2 | - 2 |
| | | 5 | - 6 | --8 | - 12 | - 16 |
| 3 | 6 | - 4 | 4 | --4 | - 4 | - 4 |
| | | - 8 | - 9 | - 12 | 16 | 22 |
| 6 | 10 | --5 | - 5 | 5 | - 5 | 5 |
| | | --9 | 11 | --14 | - 20 | - 27 |
| 10 | 14 | --6 | - 6 | --6 | --6 | --6 |
| 14 | 18 | - 11 | - 14 | 17 | - 24 | 33 |
| 18 | 24 | 7 | --7 | 7 | - 7 | 7 |
| 24 | 30 | --13 | - 16 | --20 | - 28 | - 10 |
| 30 | 40 | --9 | 9 | - 9 | 9 | - 9 |
| 40 | 50 | 16 | - 20 | 25 | - 34 | --48 |
| 50 | 65 | - 10 | - 10 | - 10 | 10 | - 10 |
| 65 | 80 | --18 | - 23 | --29 | - 40 | --56 |
| 80 | 100 | --12 | - 12 | - 12 | --12 | - 12 |
| 100 | 120 | --22 | - 27 | - 34 | 47 | - 66 |

(续)

| 差 带 | | | | | |
|------|------|------|-----|-----|-----|
| h | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -0.8 | -1.2 | -2 | -3 | -4 | -6 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -1 | -1.5 | -2.5 | -4 | -5 | -8 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -1 | -1.5 | -2.5 | -4 | -6 | -9 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -1.2 | -2 | -3 | -5 | -8 | -11 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -1.5 | -2.5 | -4 | -6 | -9 | -13 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.5 | -2.5 | -4 | -7 | -11 | -16 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -2 | -3 | -5 | -8 | -13 | -19 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -2.5 | -4 | -6 | -10 | -15 | -22 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | | |
|-------------|-----|------|--------|--------|--------|-------|
| | | E | | | | |
| 大于 | 至 | 4 | 5 △ | 6 ▲ | 7 △ | 8 |
| 120 | 140 | - 14 | - 14 | - 14 | - 14 | - 14 |
| 140 | 160 | | | | | |
| 160 | 180 | - 26 | - 32 | - 39 | - 54 | - 77 |
| 180 | 200 | - 15 | - 15 | - 15 | - 15 | - 15 |
| 200 | 225 | | | | | |
| 225 | 250 | - 29 | - 35 | - 44 | - 61 | 87 |
| 250 | 280 | - 17 | - 17 | - 17 | - 17 | - 17 |
| 280 | 315 | - 33 | - 40 | - 49 | - 69 | - 98 |
| 315 | 355 | - 18 | - 18 | 18 | - 18 | - 18 |
| 355 | 400 | - 36 | - 43 | - 54 | - 75 | - 107 |
| 400 | 450 | - 20 | - 20 | - 20 | - 20 | - 20 |
| 450 | 500 | - 40 | - 47 | - 60 | - 83 | - 117 |

(续)

| 差 带 | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| h | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | △ 5 | ▲ 6 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -3.5 | -5 | -8 | -12 | -18 | -25 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -4.5 | -7 | -10 | -11 | -20 | 29 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -6 | -8 | -12 | -16 | -23 | -32 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -7 | -9 | -13 | -18 | -25 | -36 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -8 | -10 | -15 | -20 | -27 | -40 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | |
|-------------|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | h | | | |
| 大于 | 至 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | ▲ | △ | ▲ | △ |
| - | 3 | 0 - 10 | 0 - 14 | 0 - 25 | 0 - 10 |
| 3 | 6 | 0 12 | 0 - 18 | 0 - 30 | 0 18 |
| 6 | 10 | 0 - 15 | 0 22 | 0 - 30 | 0 58 |
| 10 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 18 | - 18 | - 27 | 43 | 70 |
| 18 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 30 | - 23 | - 33 | - 52 | - 84 |
| 30 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 40 | 50 | 25 | 39 | 62 | 100 |
| 50 | 65 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 65 | 80 | - 30 | - 46 | 74 | - 120 |
| 80 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 100 | 120 | - 35 | - 54 | - 87 | - 140 |

(续)

| 差 | | 带 | | | |
|------|------|------|----|-----|-----|
| 11 | 12 | 13 | 5 | 6 | 7 |
| 0 | 0 | 0 | - | +4 | +6 |
| -60 | -100 | -140 | - | -2 | -4 |
| 0 | 0 | 0 | +3 | +6 | +8 |
| -75 | -120 | -180 | -2 | -2 | -4 |
| 0 | 0 | 0 | +4 | +7 | +10 |
| -90 | 150 | -220 | -2 | -2 | -5 |
| 0 | 0 | 0 | +5 | +8 | +12 |
| -110 | -180 | -270 | -3 | -3 | -6 |
| 0 | 0 | 0 | +5 | +9 | +13 |
| -130 | -210 | -330 | -4 | -4 | -8 |
| 0 | 0 | 0 | +6 | +11 | +15 |
| -160 | 250 | -390 | -5 | -5 | 10 |
| 0 | 0 | 0 | +6 | +12 | +18 |
| -190 | -300 | -460 | -7 | -7 | -12 |
| 0 | 0 | 0 | +6 | +13 | +20 |
| -220 | -350 | -540 | -9 | -9 | -15 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | |
|-------------|-----|------|------|-------|------|
| | | h | | | |
| 大于 | 至 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 120 | 140 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 140 | 160 | | | | |
| 160 | 180 | --40 | 63 | --100 | -160 |
| 180 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 200 | 225 | | | | |
| 225 | 250 | --46 | --72 | --115 | -185 |
| 250 | 280 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 280 | 315 | -52 | -81 | -130 | -210 |
| 315 | 355 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 355 | 400 | -57 | -89 | -140 | -230 |
| 400 | 450 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 450 | 500 | -63 | -97 | -155 | -250 |

(续)

| 差 | | | 带 | | |
|------|------|------|-----|-----|-----|
| | | | j | | |
| 11 | 12 | 13 | 5 | 6 | 7 |
| ▲ | △ | | | | |
| 0 | 0 | 0 | +7 | +14 | +22 |
| -250 | -400 | -630 | -11 | -11 | -18 |
| 0 | 0 | 0 | +7 | +16 | +25 |
| -290 | -460 | -720 | -13 | -13 | -21 |
| 0 | 0 | 0 | +7 | - | - |
| -320 | -520 | -810 | -16 | - | - |
| 0 | 0 | 0 | +7 | - | +29 |
| -360 | -570 | -890 | -18 | - | -28 |
| 0 | 0 | 0 | +7 | - | +31 |
| -400 | -630 | -970 | -20 | - | -32 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | | | |
|-------------|-----|-------|-------|-------|------|--------|--------|
| 大于 | 至 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 △ | 6 △ |
| — | 3 | ±0.4 | ±0.6 | ±1 | ±1.5 | ±2 | ±3 |
| 3 | 6 | ±0.5 | ±0.75 | ±1.25 | ±2 | ±2.5 | ±4 |
| 6 | 10 | ±0.5 | ±0.75 | ±1.25 | ±2 | ±3 | ±4.5 |
| 10 | 14 | ±0.6 | ±1 | ±1.5 | ±2.5 | ±4 | ±5.5 |
| 14 | 18 | | | | | | |
| 18 | 24 | ±0.75 | ±1.25 | ±2 | ±3 | ±4.5 | ±6.5 |
| 24 | 30 | | | | | | |
| 30 | 40 | ±0.75 | ±1.25 | ±2 | ±3.5 | ±5.5 | ±8 |
| 40 | 50 | | | | | | |
| 50 | 65 | ±1 | ±1.5 | ±2.5 | ±4 | ±6.5 | ±9.5 |
| 65 | 80 | | | | | | |
| 80 | 100 | ±1.25 | ±2 | ±3 | ±5 | ±7.5 | ±11 |
| 100 | 120 | | | | | | |

(续)

| 差 带 | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 度 | | | | | | | |
| Δ | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| | ± 5 | ± 7 | ± 12 | ± 20 | ± 30 | ± 50 | ± 70 |
| | ± 6 | ± 9 | ± 15 | ± 24 | ± 37 | ± 60 | ± 90 |
| | ± 7 | ± 11 | ± 18 | ± 29 | ± 45 | ± 75 | ± 110 |
| | ± 9 | ± 13 | ± 21 | ± 35 | ± 55 | ± 90 | ± 135 |
| | ± 10 | ± 16 | ± 26 | ± 42 | ± 65 | ± 105 | ± 165 |
| | ± 12 | ± 19 | ± 31 | ± 50 | ± 80 | ± 125 | ± 195 |
| | ± 15 | ± 23 | ± 37 | ± 60 | ± 95 | ± 150 | ± 230 |
| | ± 17 | ± 27 | ± 43 | ± 70 | ± 110 | ± 175 | ± 270 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | | | |
|-------------|-----|------------|-----------|-----------|----------|------------|------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 大于 | 至 | | | | | Δ | Δ |
| 120 | 140 | | | | | | |
| 140 | 160 | ± 1.75 | ± 2.5 | ± 4 | ± 6 | ± 9 | ± 12.5 |
| 160 | 180 | | | | | | |
| 180 | 200 | | | | | | |
| 200 | 225 | ± 2.25 | ± 3.5 | ± 5 | ± 7 | ± 10 | ± 14.5 |
| 225 | 250 | | | | | | |
| 250 | 280 | | | | | | |
| 280 | 315 | ± 3 | ± 4 | ± 6 | ± 8 | ± 11.5 | ± 16 |
| 315 | 355 | | | | | | |
| 355 | 400 | ± 3.5 | ± 4.5 | ± 6.5 | ± 9 | ± 12.5 | ± 18 |
| 400 | 450 | | | | | | |
| 450 | 500 | ± 4 | ± 5 | ± 7.5 | ± 10 | ± 13.5 | ± 20 |

(续)

| 差 带 | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| js | | | | | | | |
| Δ | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| | ± 20 | ± 31 | ± 50 | ± 80 | ± 125 | ± 200 | ± 315 |
| | ± 23 | ± 36 | ± 57 | ± 92 | ± 145 | ± 230 | ± 360 |
| | ± 26 | ± 40 | ± 65 | ± 105 | ± 160 | ± 260 | ± 405 |
| | ± 28 | ± 44 | ± 70 | ± 115 | ± 180 | ± 285 | ± 445 |
| | ± 31 | ± 48 | ± 77 | ± 125 | ± 200 | ± 315 | ± 485 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | |
|-------------|-----|----------|------------------|-----------------------|------------------|
| | | k | | | |
| 大于 | 至 | 4 | 5 \triangle | 6 \blacktriangle | 7 \triangle |
| — | 3 | +3 0 | +4 0 | +6 0 | +10 0 |
| 3 | 6 | +5 +1 | +6 -1 | +9 +1 | +13 +1 |
| 6 | 10 | +5 +1 | +7 -1 | +10 +1 | +16 +1 |
| 10 | 14 | +6 | +9 | +12 | +19 |
| 14 | 18 | +1 | +1 | +1 | +1 |
| 18 | 24 | +8 | +11 | +15 | +23 |
| 24 | 30 | +2 | +2 | +2 | +2 |
| 30 | 40 | +9 | +13 | +18 | +27 |
| 40 | 50 | +2 | +2 | +2 | +2 |
| 50 | 65 | +10 | +15 | +21 | +32 |
| 65 | 80 | +2 | +2 | +2 | +2 |
| 80 | 100 | +13 | +18 | +25 | +38 |
| 100 | 120 | +3 | +3 | +3 | +3 |

(续)

| 差 | | 带 | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | m | | | |
| 8 | 1 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | | △ | △ | △ | |
| +14 | +5 | +6 | -8 | +12 | +16 |
| 0 | +2 | +2 | +2 | +2 | +2 |
| +18 | +8 | +9 | +12 | +16 | +22 |
| 0 | +4 | -1 | -4 | +4 | +4 |
| +22 | +10 | +12 | +15 | +21 | +28 |
| 0 | +6 | +6 | +6 | +6 | +6 |
| +27 | +12 | +15 | +18 | +25 | +34 |
| 0 | +7 | +7 | +7 | +7 | +7 |
| +33 | +14 | +17 | +21 | +29 | +41 |
| 0 | +8 | +8 | +8 | +8 | +8 |
| +39 | +16 | +20 | +25 | +34 | +43 |
| 0 | +9 | +9 | +9 | +9 | +9 |
| +46 | +19 | +24 | +30 | +41 | +57 |
| 0 | +11 | +11 | +11 | +11 | +11 |
| +54 | +23 | +28 | +35 | +48 | +67 |
| 0 | +13 | +13 | +13 | +13 | +13 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | |
|-------------|-----|-----|--------|--------|--------|
| | | k | | | |
| 大于 | 至 | 4 | 5 △ | 6 ▲ | 7 △ |
| 120 | 140 | +15 | +21 | +28 | +43 |
| 140 | 160 | | | | |
| 160 | 180 | +3 | +3 | +3 | +3 |
| 180 | 200 | +18 | +24 | +33 | +50 |
| 200 | 225 | | | | |
| 225 | 250 | +4 | +4 | +4 | +4 |
| 250 | 280 | +20 | +27 | +36 | +56 |
| 280 | 315 | +4 | +4 | +4 | +4 |
| 315 | 355 | +22 | +29 | +40 | +61 |
| 355 | 400 | +4 | +4 | +4 | +4 |
| 400 | 450 | +25 | +32 | +45 | +68 |
| 450 | 500 | +5 | +5 | +5 | +5 |

(续)

| 差 | | 带 | | | |
|-----|-----|------------|------------|------------|------|
| | | III | | | |
| 8 | 4 | Δ 5 | Δ 6 | Δ 7 | 8 |
| +63 | +27 | +33 | +40 | +55 | +78 |
| 0 | +15 | +15 | +15 | +15 | +15 |
| +72 | +31 | +37 | +46 | +63 | +89 |
| 0 | +17 | +17 | +17 | +17 | +17 |
| +81 | +36 | +43 | +52 | +72 | +101 |
| 0 | +20 | +20 | +20 | +20 | +20 |
| +89 | +39 | +46 | +57 | +78 | +110 |
| 0 | +21 | +21 | +21 | +21 | +21 |
| +97 | +43 | +50 | +63 | +86 | +120 |
| 0 | +23 | +23 | +23 | +23 | +23 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | |
|-------------|-----|------------|------------|------------|------------|
| | | π | | | |
| 大于 | 至 | 4 | 5 △ | 6 ▲ | 7 △ |
| — | 3 | +7 +4 | +8 +4 | +10 +4 | +14 +4 |
| 3 | 6 | +12 +8 | +13 +8 | +16 +8 | +20 +8 |
| 6 | 10 | +14 +10 | +16 +10 | +19 +10 | +25 +10 |
| 10 | 14 | +17 | +20 | +23 | +30 |
| 14 | 18 | +12 | +12 | +12 | +12 |
| 18 | 24 | +21 | +24 | +28 | +36 |
| 24 | 30 | +15 | +15 | +15 | +15 |
| 30 | 40 | +24 | +28 | +33 | +42 |
| 40 | 50 | +17 | +17 | +17 | +17 |
| 50 | 65 | +28 | +33 | +39 | +50 |
| 65 | 80 | +20 | +20 | +20 | +20 |
| 80 | 100 | +33 | +38 | +45 | +58 |
| 100 | 120 | +23 | +23 | +23 | +23 |

(续)

| 差 | | 带 | | | |
|-----|-----|--------|--------|--------|-----|
| | | P | | | |
| 8 | 1 | 5 △ | 6 ▲ | 7 △ | 8 |
| +18 | +9 | +10 | -12 | +16 | +20 |
| +4 | +6 | +6 | -6 | +6 | +6 |
| +26 | +16 | +17 | +20 | +24 | +30 |
| +8 | +12 | +12 | +12 | +12 | +12 |
| +32 | +19 | +21 | +21 | +30 | +37 |
| +10 | -15 | +15 | +15 | +15 | +15 |
| +29 | +23 | +26 | +29 | +36 | +45 |
| +12 | -18 | +18 | +18 | +18 | +18 |
| +48 | +28 | +31 | +35 | +43 | +55 |
| +15 | -22 | +22 | +22 | +22 | +22 |
| +56 | +33 | +37 | +42 | +51 | +65 |
| +17 | +26 | +26 | +26 | +26 | +26 |
| +66 | +10 | +45 | +51 | +62 | +78 |
| +20 | +32 | +32 | +32 | +32 | +32 |
| +77 | +47 | +52 | +59 | +72 | +91 |
| +23 | +37 | +37 | +37 | +37 | +37 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | |
|-------------|-----|-----|----------|------------------|----------|
| | | H | | | |
| 大于 | 至 | 1 | 5 | 6 | 7 |
| | | | Δ | \blacktriangle | Δ |
| 120 | 140 | +39 | +45 | +52 | +67 |
| 140 | 160 | | | | |
| 160 | 180 | +27 | +27 | +27 | +27 |
| 180 | 200 | +45 | +51 | +60 | +77 |
| 200 | 225 | | | | |
| 225 | 250 | +31 | +31 | +31 | +31 |
| 250 | 280 | +50 | +57 | +66 | +86 |
| 280 | 315 | +34 | +34 | +34 | +34 |
| 315 | 355 | +55 | +62 | +73 | +94 |
| 355 | 400 | +37 | +37 | +37 | +37 |
| 400 | 450 | +60 | +67 | +80 | +103 |
| 450 | 500 | +40 | +40 | +40 | +40 |

(续)

| 差 | | 带 | | | |
|------|-----|--------|--------|--------|------|
| | | p | | | |
| 8 | 4 | 5 △ | 6 ▲ | 7 △ | 8 |
| +90 | +55 | -61 | +68 | +83 | -106 |
| +27 | -13 | +43 | +43 | +43 | +13 |
| +103 | +64 | +70 | -79 | +96 | +122 |
| +31 | +50 | +50 | -50 | +50 | +50 |
| -115 | +72 | +79 | -88 | +108 | -137 |
| +34 | +56 | +56 | +56 | +56 | +56 |
| +126 | +80 | +87 | -98 | +119 | +151 |
| +37 | +62 | -62 | +62 | 62 | +62 |
| +137 | +88 | +95 | +108 | +131 | +165 |
| +40 | +68 | +68 | +68 | +68 | +68 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | |
|-------------|-----|------------|------------|------------|------------|
| 大于 | 至 | r | | | |
| | | 4 | △ 5 | △ 6 | △ 7 |
| | 3 | +30 -10 | +14 | +16 +10 | +20 +10 |
| 3 | 6 | +19 -15 | +20 +15 | +23 +15 | +27 +15 |
| 6 | 10 | +23 -19 | +25 +19 | +28 +19 | +34 +19 |
| 10 | 14 | +28 | +31 | +31 | +41 |
| 14 | 18 | +23 | +23 | +23 | +23 |
| 18 | 24 | +34 | +37 | +41 | +49 |
| 24 | 30 | +28 | +28 | +28 | +28 |
| 30 | 40 | +41 | +45 | +50 | +59 |
| 40 | 50 | +34 | +34 | +34 | +34 |
| 50 | 65 | +49 +41 | +54 +41 | +60 +41 | +71 +41 |
| 65 | 80 | +51 +43 | +56 +43 | +62 +43 | +73 +43 |
| 80 | 100 | +61 +51 | +66 +51 | +73 +51 | +86 +51 |
| 100 | 120 | +64 +54 | +69 +54 | +76 +54 | +89 +54 |

(续)

| 差 | | 带 | | | |
|------|-----|--------|--------|--------|------|
| | | s | | | |
| 8 | 4 | 5 △ | 6 ▲ | 7 △ | 8 |
| +24 | +17 | +18 | +20 | +24 | +28 |
| +10 | +14 | +14 | +14 | +14 | +14 |
| +33 | +23 | +24 | +27 | +31 | +37 |
| +15 | +19 | +19 | +19 | +19 | +19 |
| +41 | +27 | +29 | +32 | +38 | +45 |
| +19 | +23 | +23 | +23 | +23 | +23 |
| +50 | +33 | +36 | +39 | +46 | +55 |
| +23 | +28 | +28 | +28 | +28 | +28 |
| +61 | +41 | +44 | +48 | +56 | +68 |
| +28 | +35 | +35 | +35 | +35 | +35 |
| +73 | +50 | +54 | +59 | +68 | +82 |
| +34 | +43 | +43 | +43 | +43 | +43 |
| +87 | +61 | +66 | +72 | +83 | +99 |
| +41 | +53 | +53 | +53 | +53 | +53 |
| +89 | +67 | +72 | +78 | +89 | +105 |
| +43 | +59 | +59 | +59 | +59 | +59 |
| +105 | +81 | +86 | +93 | +106 | +125 |
| +51 | +71 | +71 | +71 | +71 | +71 |
| +108 | +89 | +94 | +101 | +114 | +133 |
| +54 | +79 | +79 | +79 | +79 | +79 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | |
|-------------|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | r | | | |
| 大于 | 至 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | | | △ | △ | △ |
| 120 | 140 | -75 -63 | +81 +63 | +88 +63 | +103 +63 |
| 140 | 160 | -77 -65 | +83 +65 | +90 +65 | +105 +65 |
| 160 | 180 | -80 -68 | +86 +68 | +93 +68 | +108 +68 |
| 180 | 200 | +91 +77 | +97 +77 | +106 +77 | +123 +77 |
| 200 | 225 | +94 +80 | +100 +80 | +109 +80 | +126 +80 |
| 225 | 250 | +98 +84 | +104 +84 | +113 +84 | +130 +84 |
| 250 | 280 | +110 +94 | +117 +94 | +126 +94 | +146 +94 |
| 280 | 315 | +114 +98 | +121 +98 | +130 +98 | +150 +98 |
| 315 | 355 | +126 +108 | +133 +108 | +144 +108 | +165 +108 |
| 355 | 400 | +132 +114 | +139 +114 | +150 +114 | +171 +114 |
| 400 | 450 | +146 +126 | +153 +126 | +166 +126 | +180 +126 |
| 450 | 500 | +152 +132 | +159 +132 | +172 +132 | +195 +132 |

(续)

| 差 | | 带 | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | s | | | |
| 8 | 4 | 5 △ | 6 ▲ | 7 △ | 8 |
| +126 +63 | +104 +92 | +110 +92 | +117 +92 | +132 +92 | -155 +92 |
| +128 +65 | +112 +100 | +118 +100 | +125 +100 | +140 +100 | +163 +100 |
| +131 +68 | +120 +108 | +126 +108 | +133 +108 | +118 +108 | +171 +108 |
| +149 +77 | +136 +122 | +142 +122 | +151 +122 | +168 +122 | +194 +122 |
| +152 +80 | +144 +130 | +150 +130 | +159 +130 | +176 +130 | +202 +130 |
| +156 +84 | +154 +110 | +160 +110 | +169 +140 | +186 +140 | +212 +110 |
| +175 +94 | +174 +158 | -181 +158 | +190 +158 | +210 +158 | +239 +158 |
| +179 +98 | +186 +170 | +193 +170 | +202 +170 | +222 +170 | +251 +170 |
| +197 +108 | +208 +190 | +215 +190 | +226 +190 | +247 +190 | +279 +190 |
| +203 +114 | +226 +208 | +233 +208 | +244 +208 | -265 +208 | +297 +208 |
| +223 +126 | +252 +232 | +259 +232 | +272 +232 | +295 +232 | +329 +232 |
| +229 +132 | +272 +252 | +279 +252 | +292 +252 | +315 +252 | +349 +252 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | | |
|-------------|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 大下 | 至 | † | | | | |
| | | 5 | 6 | 7 | 8 | 5 |
| | | △ | △ | △ | | |
| — | 3 | | — | — | | +22 +18 |
| 3 | 6 | | — | — | — | +28 +23 |
| 6 | 10 | — | — | | | +34 +28 |
| 10 | 14 | — | — | — | — | +41 |
| 14 | 18 | — | — | — | — | +33 |
| 18 | 24 | — | — | — | — | +50 +41 |
| 24 | 30 | +50 +11 | +51 +41 | +62 +41 | +74 +41 | +57 +48 |
| 30 | 40 | +59 +48 | +64 +48 | +73 +48 | +87 +48 | +71 +60 |
| 40 | 50 | +65 +54 | +70 +54 | +79 +54 | +93 +54 | +81 +70 |
| 50 | 65 | +79 +66 | +85 +66 | +96 +66 | +112 +66 | +100 +87 |
| 65 | 80 | +88 +75 | +94 +75 | +105 +75 | +121 +75 | +115 +102 |
| 80 | 100 | +106 +91 | +113 +91 | +126 +91 | +145 +91 | +139 +124 |
| 100 | 120 | +119 +104 | +126 +104 | +139 +104 | +158 +104 | +159 +144 |

(续)

| 差 | | | 带 | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| u | | | v | | | |
| ▲ 6 | △ 7 | 8 | 5 | △ 6 | 7 | 8 |
| + 24 | + 28 | + 32 | | | - | - |
| + 18 | + 18 | + 18 | | | | |
| + 31 | + 35 | + 41 | - | | - | - |
| + 23 | + 23 | - 23 | | | | |
| + 37 | + 43 | + 50 | - | | - | - |
| + 28 | + 28 | + 28 | | | | |
| + 44 | + 51 | + 60 | - | | - | - |
| + 33 | + 33 | + 33 | + 47 | + 50 | + 57 | + 66 |
| | | | + 39 | + 39 | + 39 | + 39 |
| + 54 | + 62 | + 71 | + 56 | + 60 | + 68 | + 80 |
| + 41 | + 41 | + 41 | + 47 | + 47 | + 47 | + 47 |
| + 61 | + 69 | + 81 | + 61 | + 68 | + 76 | + 88 |
| + 48 | + 48 | + 48 | + 55 | + 55 | + 55 | + 55 |
| + 76 | + 85 | + 99 | + 79 | + 84 | + 93 | + 107 |
| + 60 | + 60 | + 60 | + 68 | + 68 | + 68 | + 68 |
| + 86 | + 95 | + 109 | + 92 | + 97 | + 106 | + 120 |
| + 70 | + 70 | + 70 | + 81 | + 81 | + 81 | + 81 |
| + 106 | + 117 | + 133 | + 115 | + 121 | + 132 | + 148 |
| + 87 | + 87 | + 87 | + 102 | + 102 | + 102 | + 102 |
| + 121 | + 132 | + 148 | + 133 | + 139 | + 150 | + 166 |
| + 102 | + 102 | + 102 | + 120 | + 120 | + 120 | + 120 |
| + 146 | + 159 | + 178 | + 161 | + 168 | + 181 | + 200 |
| + 124 | + 124 | + 124 | + 146 | + 146 | + 146 | + 146 |
| + 166 | + 179 | + 198 | + 187 | + 194 | + 207 | + 226 |
| + 144 | + 144 | + 144 | + 172 | + 172 | + 172 | + 172 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | | |
|-------------|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 大于 | 至 | 1 | | | | |
| | | 5 | 6 | 7 | 8 | 5 |
| | | Δ | Δ | Δ | | |
| 120 | 140 | +140 +122 | +147 +122 | +162 +122 | +185 +122 | +188 +170 |
| 140 | 160 | +152 +134 | +159 +134 | +174 +134 | +197 +134 | +208 +190 |
| 160 | 180 | +164 +146 | +171 +146 | +186 +146 | +209 +146 | +228 +210 |
| 180 | 200 | +186 +166 | +195 +166 | +212 +166 | +238 +166 | +256 +236 |
| 200 | 225 | +200 +180 | +209 +180 | +226 +180 | +252 +180 | +278 +258 |
| 225 | 250 | +216 +196 | +225 +196 | +242 +196 | +268 +196 | +304 +284 |
| 250 | 280 | +241 +218 | +250 +218 | +270 +218 | +299 +218 | +338 +315 |
| 280 | 315 | +263 +240 | +272 +240 | +292 +240 | +321 +240 | +373 +350 |
| 315 | 355 | +293 +268 | +304 +268 | +325 +268 | +357 +268 | +415 +390 |
| 355 | 400 | +319 +294 | +330 +294 | +351 +294 | +383 +294 | +460 +435 |
| 400 | 450 | +357 +330 | +370 +330 | +393 +330 | +427 +330 | +517 +490 |
| 450 | 500 | +387 +360 | +400 +360 | +423 +360 | +457 +360 | +567 +540 |

(续)

| 差 | | | 带 | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| u | | | v | | | |
| 5 | 7 | 8 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| ▲ | △ | | | △ | | |
| + 195 | + 210 | + 233 | - 220 | + 227 | + 242 | - 265 |
| + 170 | + 170 | + 170 | - 202 | + 202 | + 202 | + 202 |
| + 215 | + 230 | + 253 | - 246 | + 253 | + 268 | + 291 |
| + 190 | + 190 | - 190 | - 228 | + 228 | + 228 | + 228 |
| + 235 | + 250 | - 273 | + 270 | + 277 | + 292 | + 315 |
| + 210 | + 210 | - 210 | + 252 | + 252 | - 252 | + 252 |
| - 265 | + 282 | - 308 | + 304 | + 313 | - 330 | + 356 |
| + 236 | + 236 | - 236 | + 284 | + 284 | - 284 | + 284 |
| + 287 | + 304 | - 330 | + 330 | + 339 | - 356 | + 382 |
| + 258 | + 258 | - 258 | + 310 | + 310 | + 310 | + 310 |
| + 313 | + 330 | - 356 | + 360 | + 369 | - 386 | + 412 |
| + 284 | + 284 | - 284 | + 340 | + 340 | - 340 | + 340 |
| + 347 | + 367 | - 396 | + 408 | + 417 | - 437 | + 466 |
| + 315 | + 315 | - 315 | + 385 | + 385 | + 385 | + 385 |
| + 382 | + 402 | - 431 | + 448 | + 457 | + 477 | - 506 |
| + 350 | + 350 | - 350 | + 425 | + 425 | + 425 | - 425 |
| + 426 | + 447 | - 479 | + 500 | + 511 | + 532 | + 561 |
| + 390 | + 390 | - 390 | + 475 | + 475 | + 475 | + 475 |
| + 471 | + 492 | + 524 | + 555 | + 566 | + 587 | + 619 |
| + 435 | + 435 | + 435 | + 530 | + 530 | + 530 | + 530 |
| + 530 | + 553 | + 587 | + 622 | + 635 | + 658 | + 692 |
| + 490 | + 490 | + 490 | + 595 | + 595 | + 595 | + 595 |
| + 580 | + 603 | + 637 | + 687 | + 700 | + 723 | + 757 |
| + 540 | + 540 | + 540 | + 660 | + 660 | + 660 | + 660 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | | |
|-------------|-----|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| 大于 | 至 | x | | | | |
| | | 5 | 6 Δ | 7 | 8 | 5 |
| — | 3 | +21 +20 | +26 +20 | +30 +20 | +34 +20 | — |
| 3 | 6 | +33 +28 | +36 +28 | +40 +28 | +46 +28 | — |
| 6 | 10 | +40 +34 | +43 +34 | +49 +34 | +56 +34 | — |
| 10 | 14 | +48 +40 | +51 +40 | +58 +40 | +67 +40 | — |
| 14 | 18 | +53 +45 | +56 +45 | +63 +45 | +72 +45 | — |
| 18 | 24 | +63 +54 | +67 +54 | +75 +54 | +87 +54 | +72 +63 |
| 24 | 30 | +73 +64 | +77 +64 | +85 +64 | +97 +64 | +84 +75 |
| 30 | 40 | +91 +80 | +96 +80 | +105 +80 | +119 +80 | +105 +94 |
| 40 | 50 | +108 +97 | +113 +97 | +122 +97 | +136 +97 | +125 +114 |
| 50 | 65 | +135 +122 | +141 +122 | +152 +122 | +168 +122 | +157 +144 |
| 65 | 80 | +159 +146 | +165 +146 | +176 +146 | +192 +146 | +187 +174 |
| 80 | 100 | +193 +178 | +200 +178 | +213 +178 | +232 +178 | +229 +214 |
| 100 | 120 | +225 +210 | +232 +210 | +245 +210 | +264 +210 | +269 +254 |

(续)

| 岸 | | | 带 | | | |
|----------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|
| y | | | z | | | |
| 6 | 7 | 8 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Δ | | | | Δ | | |
| | - | - | + 30 | + 32 | + 36 | + 40 |
| | | | + 26 | + 26 | + 26 | + 26 |
| | - | - | + 40 | + 43 | + 47 | + 53 |
| | | | + 35 | + 35 | + 35 | + 35 |
| | - | - | + 48 | + 51 | + 57 | + 64 |
| | | | + 42 | + 42 | + 42 | + 42 |
| | - | - | + 58 | + 61 | + 68 | + 77 |
| | | | + 50 | + 50 | + 50 | + 50 |
| | - | - | + 68 | + 71 | + 78 | + 87 |
| | | | + 60 | + 60 | + 60 | + 60 |
| + 76 | + 84 | + 96 | + 82 | + 86 | + 94 | + 106 |
| + 63 | + 63 | + 63 | + 73 | + 73 | + 73 | + 73 |
| + 88 | + 96 | + 108 | + 97 | + 101 | + 106 | + 121 |
| + 75 | + 75 | + 75 | + 88 | + 88 | + 88 | + 88 |
| + 110 | + 119 | + 133 | + 123 | + 128 | + 137 | + 151 |
| + 94 | + 94 | + 94 | + 112 | + 112 | + 112 | + 112 |
| + 130 | + 139 | + 153 | + 147 | + 152 | + 161 | + 175 |
| + 114 | + 114 | + 114 | + 136 | + 136 | + 136 | + 136 |
| + 163 | + 174 | + 190 | + 185 | + 191 | + 202 | + 218 |
| + 144 | + 144 | + 144 | + 172 | + 172 | + 172 | + 172 |
| + 193 | + 204 | + 220 | + 223 | + 229 | + 240 | + 256 |
| + 174 | + 174 | + 174 | + 210 | + 210 | + 210 | + 210 |
| + 236 | + 249 | + 268 | + 273 | + 280 | + 293 | + 312 |
| + 214 | + 214 | + 214 | + 258 | + 258 | + 258 | + 258 |
| + 276 | + 289 | + 308 | + 325 | + 332 | + 345 | + 364 |
| + 254 | + 254 | + 254 | + 310 | + 310 | + 310 | + 310 |

| 基本尺寸 /mm | | 公差 | | | | |
|-------------|-----|--------------|---------------|--------------|--------------|----------------|
| | | x | | | | |
| 大于 | 至 | 5 | 6 Δ | 7 | 8 | 5 |
| 120 | 140 | +266 +248 | +273 +248 | +288 +248 | +311 +218 | +318 +300 |
| 140 | 160 | +298 +280 | +305 +280 | +320 +280 | +343 +280 | +358 +340 |
| 160 | 180 | +328 +310 | +335 +310 | +350 +310 | +373 +310 | +398 +380 |
| 180 | 200 | +370 +350 | +379 +350 | +396 +350 | +422 +350 | +445 +425 |
| 200 | 225 | +405 +385 | +414 +385 | +431 +385 | +457 +385 | +490 +470 |
| 225 | 250 | +445 +425 | +454 +425 | +471 +425 | +497 +425 | +540 +520 |
| 250 | 280 | +498 +475 | +507 +475 | +527 +475 | +556 +475 | +603 +580 |
| 280 | 315 | +548 +525 | +557 +525 | +577 +525 | +606 +525 | +673 +650 |
| 315 | 355 | +615 +590 | +626 +590 | +647 +590 | +679 +590 | +755 +730 |
| 355 | 400 | +685 +660 | +696 +660 | +717 +660 | +749 +660 | +815 +820 |
| 400 | 450 | +767 +740 | +780 +740 | +803 +740 | +837 +740 | +917 +920 |
| 450 | 500 | +847 +820 | +860 +820 | +883 +820 | +917 +820 | +1027 +1000 |

注：1. 基本尺寸小于 1mm 时，各级的 a 和 b 均不采用。
2. 标注 Δ 为常用公差带， \blacktriangle 为优先公差带。

(续)

| 差 | | | 带 | | | |
|----------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|
| y | | | z | | | |
| 6 | 7 | 8 | 5 | 5 | 7 | 8 |
| Δ | | | | Δ | | |
| - 325 | + 340 | - 363 | + 383 | - 390 | - 405 | + 428 |
| + 300 | + 300 | + 300 | + 365 | + 365 | + 365 | + 365 |
| + 365 | + 380 | + 403 | + 433 | + 440 | + 455 | + 478 |
| + 340 | - 340 | + 340 | + 415 | + 415 | + 415 | - 415 |
| - 405 | + 420 | + 443 | + 483 | + 490 | - 505 | + 528 |
| + 380 | + 380 | + 380 | - 465 | + 465 | + 465 | + 465 |
| - 454 | + 471 | + 497 | + 540 | + 549 | + 566 | + 592 |
| + 425 | + 425 | + 425 | + 520 | + 520 | - 520 | + 520 |
| + 499 | + 516 | - 542 | + 595 | + 604 | + 621 | + 647 |
| + 470 | + 470 | + 470 | + 575 | + 575 | + 575 | + 575 |
| + 549 | + 566 | - 592 | + 660 | - 669 | + 686 | + 712 |
| + 520 | - 520 | + 520 | + 640 | + 640 | + 640 | - 640 |
| + 612 | + 632 | + 661 | + 733 | - 742 | + 762 | + 791 |
| + 580 | - 580 | + 580 | - 710 | + 710 | + 710 | - 710 |
| + 682 | + 702 | + 731 | + 813 | + 822 | + 842 | + 871 |
| - 650 | + 650 | + 650 | - 790 | + 790 | - 790 | + 790 |
| + 766 | + 787 | - 819 | + 925 | - 936 | + 957 | + 989 |
| + 730 | + 730 | + 730 | + 900 | + 900 | - 900 | + 900 |
| + 856 | + 877 | - 909 | + 1025 | - 1036 | + 1057 | + 1089 |
| + 820 | + 820 | + 820 | + 1000 | - 1000 | + 1000 | + 1000 |
| + 960 | + 983 | + 1017 | + 1127 | + 1140 | + 1163 | + 1197 |
| + 920 | + 920 | + 920 | + 1100 | + 1100 | + 1100 | - 1100 |
| + 1040 | + 1063 | - 1097 | + 1277 | + 1290 | + 1313 | + 1347 |
| + 1000 | + 1000 | + 1000 | + 1250 | + 1250 | + 1250 | + 1250 |

4 孔的极限

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | |
|-------------|-----|----------------|----------------|----------------|
| 大于 | 至 | 9 | 10 | 11 |
| — | 3 | + 295 + 270 | + 310 + 270 | - 330 + 270 |
| 3 | 6 | + 300 + 270 | - 318 + 270 | + 315 + 270 |
| 6 | 10 | - 316 + 280 | + 338 + 280 | + 370 - 280 |
| 10 | 14 | + 333 | + 360 | + 400 |
| 14 | 18 | + 290 | + 290 | + 290 |
| 18 | 24 | + 352 | + 384 | + 480 |
| 24 | 30 | + 300 | + 300 | + 300 |
| 30 | 40 | + 372 + 310 | + 410 + 310 | + 470 + 310 |
| 40 | 50 | + 382 + 320 | + 420 + 320 | + 480 + 320 |
| 50 | 65 | + 414 + 340 | + 460 + 340 | + 530 + 340 |
| 65 | 80 | + 434 + 360 | + 480 + 360 | + 550 + 360 |
| 80 | 100 | + 467 + 380 | + 520 + 380 | + 600 + 380 |
| 100 | 120 | + 497 + 410 | + 550 + 410 | + 630 + 410 |

偏差

(μm)

| 带 | | B | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 12 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | △ | △ |
| + 370 | + 165 | - 180 | + 200 | + 240 |
| + 270 | + 140 | + 140 | + 140 | + 140 |
| + 390 | + 170 | + 188 | + 215 | + 260 |
| + 270 | + 140 | + 140 | + 140 | + 140 |
| + 430 | + 185 | + 208 | + 245 | + 300 |
| + 280 | + 150 | + 150 | + 150 | + 150 |
| + 470 | + 193 | + 220 | + 260 | + 330 |
| + 290 | + 150 | + 150 | + 150 | + 150 |
| + 510 | + 212 | + 214 | + 290 | + 370 |
| + 300 | + 160 | + 160 | + 160 | + 160 |
| + 560 | + 232 | + 270 | + 330 | + 420 |
| + 310 | + 170 | + 170 | + 170 | + 170 |
| + 570 | + 242 | + 280 | + 340 | + 430 |
| + 320 | + 180 | + 180 | + 180 | + 180 |
| + 640 | + 264 | + 310 | + 380 | + 490 |
| + 340 | + 190 | + 190 | + 190 | + 190 |
| + 660 | + 274 | + 320 | + 390 | + 500 |
| + 360 | + 200 | + 200 | + 200 | + 200 |
| + 730 | + 307 | + 360 | + 440 | + 570 |
| + 380 | + 220 | + 220 | + 220 | + 220 |
| + 760 | + 327 | + 380 | + 460 | + 590 |
| + 410 | + 240 | + 240 | + 240 | + 240 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | |
|-------------|-----|----------------|----------------|----------------|
| | | A | | |
| 大于 | 至 | 9 | 10 | 11 Δ |
| 120 | 140 | +560 +460 | +620 +460 | +710 +460 |
| 140 | 160 | +620 +520 | +680 +520 | +770 +520 |
| 160 | 180 | +680 +580 | +740 +580 | +830 +580 |
| 180 | 200 | +775 +660 | +845 +660 | +950 +660 |
| 200 | 225 | +855 +740 | +925 +740 | +1030 +740 |
| 225 | 250 | +935 +820 | +1005 +820 | +1110 +820 |
| 250 | 280 | +1050 +920 | +1130 +920 | +1240 +920 |
| 280 | 315 | +1180 +1050 | +1260 +1050 | +1370 +1050 |
| 315 | 355 | +1340 +1200 | +1430 +1200 | +1560 +1200 |
| 355 | 400 | +1490 +1350 | +1580 +1350 | +1710 +1350 |
| 400 | 450 | +1655 +1500 | +1750 +1500 | +1900 +1500 |
| 450 | 500 | +1805 +1650 | +1900 +1650 | +2050 +1650 |

(续)

| 差 | | 带 | | |
|--------|-------|--------|--------|--------|
| | | B | | |
| 12 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | △ | △ |
| + 860 | + 360 | + 120 | + 510 | + 660 |
| + 460 | + 260 | + 260 | + 260 | + 260 |
| + 920 | + 380 | - 440 | + 530 | + 680 |
| + 520 | + 280 | + 280 | + 280 | + 280 |
| + 980 | + 110 | + 170 | + 560 | + 710 |
| + 580 | + 310 | - 310 | + 310 | + 310 |
| + 1120 | + 155 | - 525 | + 630 | + 800 |
| + 660 | - 340 | + 340 | + 340 | + 340 |
| + 1200 | + 495 | + 565 | + 670 | + 840 |
| + 740 | + 380 | - 380 | + 380 | + 380 |
| + 1280 | + 535 | - 605 | + 710 | + 880 |
| + 820 | + 420 | + 420 | + 420 | + 420 |
| + 1440 | + 610 | + 690 | + 800 | + 1000 |
| + 920 | + 480 | - 480 | + 480 | + 480 |
| + 1570 | - 670 | - 750 | + 860 | + 1060 |
| + 1050 | + 510 | + 510 | + 510 | + 510 |
| + 1770 | + 740 | - 830 | + 960 | + 1170 |
| + 1200 | + 600 | - 600 | + 600 | + 600 |
| + 1920 | + 820 | + 910 | + 1040 | + 1250 |
| + 1350 | + 680 | + 680 | + 680 | + 680 |
| + 2130 | + 915 | + 1010 | + 1160 | + 1390 |
| + 1500 | + 760 | + 760 | + 760 | + 760 |
| + 2280 | + 995 | + 1090 | + 1240 | + 1470 |
| + 1650 | + 840 | + 840 | + 840 | + 840 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | |
|-------------|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | C | | | |
| 大于 | 至 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | 3 | +74 +60 | +85 +60 | -100 -60 | +120 +60 |
| 3 | 6 | +88 +70 | +100 +70 | -118 +70 | +145 +70 |
| 6 | 10 | +102 +80 | +116 +80 | +138 +80 | +170 +80 |
| 10 | 14 | +122 | +138 | +165 | +205 |
| 14 | 18 | +95 | +95 | +95 | +95 |
| 18 | 24 | +143 | +162 | +191 | +240 |
| 24 | 30 | +110 | +110 | +110 | +110 |
| 30 | 40 | +159 +120 | +182 +120 | +220 +120 | +280 +120 |
| 40 | 50 | +169 +130 | +192 +130 | +230 +130 | +290 +130 |
| 50 | 65 | +186 +140 | +214 +140 | +260 +140 | +330 +140 |
| 65 | 80 | +196 +150 | +224 +150 | +270 +150 | +340 +150 |
| 80 | 100 | +224 +170 | +257 +170 | +310 +170 | +390 +170 |
| 100 | 120 | +234 +180 | +267 +180 | +320 +180 | +400 +180 |

(续)

| 差 | | 带 | | | |
|------|------|--------|--------|---------|---------|
| | | D | | | |
| 12 | 7 | 8 △ | 9 ▲ | 10 △ | 11 △ |
| +160 | +30 | +34 | +45 | +60 | +80 |
| +60 | +20 | +20 | +20 | +20 | +20 |
| +190 | +42 | +48 | +60 | +78 | +105 |
| +70 | +30 | +30 | +30 | +30 | +30 |
| +230 | +55 | +62 | +76 | +98 | +130 |
| +80 | +40 | +40 | +40 | +40 | +40 |
| +275 | +68 | +77 | +93 | +120 | +160 |
| +95 | +50 | +50 | +50 | +50 | +50 |
| +320 | +86 | +98 | +117 | +149 | +195 |
| +110 | +65 | +65 | +65 | +65 | +65 |
| +370 | +105 | +119 | +142 | +180 | +240 |
| +120 | | | | | |
| +380 | +80 | +80 | +80 | +80 | +80 |
| +130 | | | | | |
| +440 | +130 | +146 | +174 | +220 | +290 |
| +140 | | | | | |
| +450 | +100 | +100 | +100 | +100 | +100 |
| +150 | | | | | |
| +520 | +155 | +174 | +207 | +260 | +340 |
| +170 | | | | | |
| +530 | +120 | +120 | +120 | +120 | +120 |
| +180 | | | | | |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | |
|-------------|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | C | | | |
| 大于 | 至 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 120 | 140 | +263 +200 | -300 -200 | +360 +200 | +450 +200 |
| 140 | 160 | +273 +210 | -310 -210 | +370 +210 | +460 +210 |
| 160 | 180 | +293 +230 | -330 -230 | +390 +230 | +480 +230 |
| 180 | 200 | +312 +240 | -355 +240 | +425 +240 | +530 +240 |
| 200 | 225 | +332 +260 | +375 +260 | +445 +260 | +550 +260 |
| 225 | 250 | +352 +280 | +395 +280 | +465 +280 | +570 +280 |
| 250 | 280 | +381 +300 | +430 +300 | +510 +300 | +620 +300 |
| 280 | 315 | +411 +330 | +460 +330 | +540 +330 | +650 +330 |
| 315 | 355 | +449 +360 | +500 +360 | +590 +360 | +720 +360 |
| 355 | 400 | +489 +400 | +540 +400 | +630 +400 | +760 +400 |
| 400 | 450 | +537 +440 | +595 +440 | +690 +440 | +840 +440 |
| 450 | 500 | +577 +480 | +635 +480 | +730 +480 | +880 +480 |

(续)

| 差 | | 带 | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | D | | | |
| 12 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | | △ | ▲ | △ | △ |
| + 600 + 200 | + 185 | + 208 | + 245 | + 305 | + 395 |
| + 610 + 210 | | | | | |
| + 630 + 230 | + 145 | + 145 | + 145 | + 145 | + 145 |
| + 700 + 240 | + 216 | + 242 | + 285 | + 355 | + 460 |
| + 720 + 260 | | | | | |
| + 740 + 280 | + 170 | + 170 | + 170 | + 170 | + 170 |
| + 820 + 300 | + 242 | + 271 | + 320 | + 400 | + 510 |
| + 850 + 330 | + 190 | + 190 | + 190 | + 190 | + 190 |
| + 930 + 360 | + 267 | + 299 | + 350 | + 440 | + 570 |
| + 970 + 400 | + 210 | + 210 | + 210 | + 210 | + 210 |
| + 1070 + 440 | + 293 | + 327 | + 385 | + 480 | + 630 |
| + 1110 + 480 | + 230 | + 230 | + 230 | + 230 | + 230 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | | |
|-------------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | E | | | | |
| 大于 | 至 | 7 | 8 △ | 9 △ | 10 | 6 △ |
| | 3 | +24 +14 | +28 +14 | +39 +14 | +54 +14 | +12 +6 |
| 3 | 6 | +32 +20 | +38 +20 | +50 +20 | +68 +20 | +18 +10 |
| 6 | 10 | +40 +25 | +47 +25 | +61 +25 | +83 +25 | +22 +13 |
| 10 | 14 | +50 | +59 | +75 | +102 | +27 |
| 14 | 18 | +32 | +32 | +32 | +32 | +16 |
| 18 | 24 | +61 | +73 | +92 | +124 | +33 |
| 24 | 30 | +40 | +40 | +40 | +40 | +20 |
| 30 | 40 | +75 | +89 | +112 | +150 | +41 |
| 40 | 50 | +50 | +50 | +50 | +50 | +25 |
| 50 | 65 | +90 | +106 | +134 | +180 | +49 |
| 65 | 80 | +60 | +60 | +60 | +60 | +30 |
| 80 | 100 | +107 | +126 | +159 | +212 | +58 |
| 100 | 120 | +72 | +72 | +72 | +72 | +36 |

(续)

| 卷 | | | 带 | | | |
|--------|--------|--------|-----|--------|--------|-----|
| F | | | G | | | |
| 7 △ | 8 ▲ | 9 △ | 5 | 6 △ | 7 ▲ | 8 |
| +16 | +20 | +31 | +6 | +8 | +12 | +16 |
| +6 | +6 | +6 | +2 | +2 | +2 | +2 |
| +22 | +28 | +40 | +9 | +12 | +16 | +22 |
| +10 | +10 | +10 | +4 | +4 | +4 | +4 |
| +28 | +35 | +49 | +11 | +14 | +20 | +27 |
| +13 | +13 | +13 | +5 | +5 | +5 | +5 |
| +34 | +43 | +59 | +14 | +17 | +24 | +33 |
| +16 | +16 | +16 | +6 | +6 | +6 | +6 |
| +41 | +53 | +72 | +16 | +20 | +28 | +40 |
| +20 | +20 | +20 | +7 | +7 | +7 | +7 |
| +50 | +64 | +87 | +20 | +25 | +34 | +48 |
| +25 | +25 | +25 | +9 | +9 | +9 | +9 |
| +60 | +76 | +104 | +23 | +29 | +40 | +56 |
| +30 | +30 | +30 | +10 | +10 | +10 | +10 |
| +71 | +90 | +123 | +27 | +34 | +47 | +62 |
| +36 | +36 | +36 | +12 | +12 | +12 | +12 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | | |
|-------------|-----|------|--------|--------|------|--------|
| | | E | | | | |
| 大于 | 至 | 7 | 8 △ | 9 △ | 10 | 6 △ |
| 120 | 140 | +125 | +148 | +185 | +245 | +68 |
| 140 | 160 | | | | | |
| 160 | 180 | +85 | +85 | +85 | +85 | +43 |
| 180 | 200 | +146 | +172 | +215 | +285 | +79 |
| 200 | 225 | | | | | |
| 225 | 250 | +100 | +100 | +100 | +100 | +50 |
| 250 | 280 | +162 | +191 | +240 | +320 | +88 |
| 280 | 315 | +110 | +110 | +110 | +110 | +56 |
| 315 | 355 | +182 | +214 | +265 | +355 | +98 |
| 355 | 400 | +125 | +125 | +125 | +125 | +62 |
| 400 | 450 | +198 | +232 | +290 | +385 | +108 |
| 450 | 500 | +135 | +135 | +135 | +135 | +68 |

(续)

| 差 带 | | | | | | |
|--------|--------|--------|-----|--------|--------|------|
| F | | | G | | | |
| 7 △ | 8 ▲ | 9 △ | 5 | 6 △ | 7 ▲ | 8 |
| +83 | +106 | +113 | +32 | +39 | +54 | +77 |
| +43 | +43 | +43 | +14 | +14 | +14 | +14 |
| +96 | +122 | +165 | +35 | -44 | +61 | +87 |
| +50 | +50 | +50 | +15 | +15 | +15 | +15 |
| +108 | +137 | +186 | +40 | -49 | +69 | +98 |
| +56 | +56 | +56 | +17 | +17 | +17 | +17 |
| +119 | +151 | +202 | +43 | +54 | +75 | +107 |
| +62 | +62 | +62 | +18 | +18 | +18 | +18 |
| +131 | +165 | +223 | +47 | +60 | +83 | +117 |
| +68 | +68 | +68 | +20 | +20 | +20 | +20 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | | | |
|-------------|-----|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------------|
| 大小 | 至 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 [△] |
| - | 3 | +0.8 0 | +1.2 0 | +2 0 | +3 0 | +4 0 | +6 0 |
| 3 | 6 | +1 0 | +1.5 0 | +2.5 0 | +4 0 | +5 0 | +8 0 |
| 6 | 10 | +1 0 | +1.5 0 | +2.5 0 | +4 0 | +6 0 | +9 0 |
| 10 | 14 | +1.2 0 | +2 0 | +3 0 | +5 0 | +8 0 | +11 0 |
| 14 | 18 | +1.2 0 | +2 0 | +3 0 | +5 0 | +8 0 | +11 0 |
| 18 | 24 | +1.5 0 | +2.5 0 | +4 0 | +6 0 | +9 0 | +13 0 |
| 24 | 30 | +1.5 0 | +2.5 0 | +4 0 | +7 0 | +11 0 | +16 0 |
| 30 | 40 | +1.5 0 | +2.5 0 | +4 0 | +7 0 | +11 0 | +16 0 |
| 40 | 50 | +1.5 0 | +2.5 0 | +4 0 | +7 0 | +11 0 | +16 0 |
| 50 | 65 | +2 0 | +3 0 | +5 0 | +8 0 | +13 0 | +19 0 |
| 65 | 80 | +2 0 | +3 0 | +5 0 | +8 0 | +13 0 | +19 0 |
| 80 | 100 | +2.5 0 | +4 0 | +6 0 | +10 0 | +15 0 | +22 0 |
| 100 | 120 | +2.5 0 | +4 0 | +6 0 | +10 0 | +15 0 | +22 0 |

(续)

| 差 带 | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| H | | | | | | |
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| ▲ | ▲ | ▲ | △ | ▲ | △ | |
| +10 | -14 | +25 | +40 | +60 | +100 | +140 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| +12 | +18 | -30 | +48 | +75 | +120 | +180 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| +15 | +22 | -36 | +58 | +90 | +150 | +220 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| +18 | +27 | +43 | +70 | +110 | +180 | +270 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| +21 | +33 | +52 | +84 | +130 | +210 | +330 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| +25 | +39 | -62 | +100 | +160 | +250 | +390 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| +30 | +46 | +74 | +120 | +190 | +300 | +460 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| +35 | +54 | +87 | +140 | +220 | +350 | +540 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | | | |
|-------------|-----|------|-----|-----|-----|-----|---------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 Δ |
| 大于 | 至 | | | | | | |
| 120 | 140 | +3.5 | +5 | +8 | +12 | +18 | +25 |
| 140 | 160 | | | | | | |
| 160 | 180 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 180 | 200 | +4.5 | +7 | +10 | +14 | +20 | +29 |
| 200 | 225 | | | | | | |
| 225 | 250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 250 | 280 | +6 | +8 | +12 | +16 | +23 | +32 |
| 280 | 315 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 315 | 355 | +7 | +9 | +13 | +18 | +25 | +36 |
| 355 | 400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 400 | 450 | +8 | +10 | +15 | +20 | +27 | +40 |
| 450 | 500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

(续)

| 差 带 | | | | | | |
|-----|-----|------|------|------|------|------|
| H | | | | | | |
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| ▲ | ▲ | ▲ | △ | ▲ | △ | |
| +40 | +63 | +100 | -160 | +250 | +400 | +630 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| +46 | +72 | +115 | +185 | +290 | +460 | +720 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| +52 | +81 | +130 | +210 | +320 | +520 | +810 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| +57 | +89 | +140 | +230 | +360 | +570 | +890 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| +63 | +97 | +155 | +250 | +400 | +630 | +970 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | |
|-------------|-----|----------|----------|------------|------------|
| | | J | | | |
| 大于 | 至 | 6 | 7 | 8 | 1 |
| - | 3 | +2 -4 | +1 -6 | +6 -8 | ± 0.4 |
| 3 | 6 | +5 -3 | | +10 -8 | +0.5 |
| 6 | 10 | +5 -4 | +8 -7 | +12 -10 | +0.5 |
| 10 | 14 | +6 | +10 | +15 | ± 0.6 |
| 14 | 18 | -5 | 8 | -12 | |
| 18 | 24 | +8 | +12 | +20 | ± 0.75 |
| 24 | 30 | -5 | -9 | -13 | |
| 30 | 40 | +10 | +14 | +24 | +0.75 |
| 40 | 50 | -6 | -11 | -15 | |
| 50 | 65 | +13 | +18 | +28 | ± 1 |
| 65 | 80 | -6 | -12 | -18 | |
| 80 | 100 | +16 | +22 | +34 | ± 1.25 |
| 100 | 120 | -6 | -13 | -20 | |

(续)

| 差 带 | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| Js | | | | |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ± 0.6 | ± 1 | ± 1.5 | ± 2 | ± 3 |
| ± 0.75 | ± 1.25 | ± 2 | ± 2.5 | ± 4 |
| ± 0.75 | ± 1.25 | ± 2 | ± 3 | ± 4.5 |
| ± 1 | ± 1.5 | ± 2.5 | ± 4 | ± 5.5 |
| ± 1.25 | ± 2 | ± 3 | ± 4.5 | ± 6.5 |
| ± 1.25 | ± 2 | ± 3.5 | ± 5.5 | ± 8 |
| ± 1.5 | ± 2.5 | ± 4 | ± 6.5 | ± 9.5 |
| ± 2 | ± 3 | ± 5 | ± 7.5 | ± 11 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-------|
| | | J | | | k |
| 大于 | 至 | 6 | 7 | 8 | |
| 120 | 140 | +18 | +26 | +11 | ±1.75 |
| 140 | 160 | | | | |
| 160 | 180 | -7 | -14 | 22 | |
| 180 | 200 | -22 | +30 | +47 | ±2.25 |
| 200 | 225 | | | | |
| 225 | 250 | 7 | -16 | -25 | |
| 250 | 280 | +25 | -36 | +55 | +3 |
| 280 | 315 | 7 | 16 | -26 | |
| 315 | 355 | +29 | -39 | +60 | ±3.5 |
| 355 | 400 | -7 | -18 | -29 | |
| 400 | 450 | +33 | +43 | +66 | ±4 |
| 450 | 500 | -7 | -20 | -31 | |

(续)

| 差 带 | | | | |
|-----------|-----------|----------|------------|------------|
| Is | | | | |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ± 2.5 | ± 4 | ± 6 | ± 9 | ± 12.5 |
| ± 3.5 | ± 5 | ± 7 | ± 10 | ± 14.5 |
| ± 4 | ± 6 | ± 8 | ± 11.5 | ± 16 |
| ± 4.5 | ± 6.5 | ± 9 | ± 12.5 | ± 18 |
| ± 5 | ± 7.5 | ± 10 | ± 13.5 | ± 20 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | | |
|-------------|-----|--------|--------|-----|-----|------|
| | | Js | | | | |
| 大于 | 至 | 7 △ | 8 △ | 9 | 10 | 11 |
| - | 3 | ±5 | ±7 | ±12 | ±20 | ±30 |
| 3 | 6 | ±6 | ±9 | +15 | -24 | ±37 |
| 6 | 10 | +7 | -11 | +18 | ±29 | ±45 |
| 10 | 14 | ±9 | ±13 | ±21 | ±35 | ±55 |
| 14 | 18 | | | | | |
| 18 | 24 | ±10 | ±16 | ±26 | ±42 | ±65 |
| 24 | 30 | | | | | |
| 30 | 40 | ±12 | ±19 | ±31 | ±50 | ±80 |
| 40 | 50 | | | | | |
| 50 | 65 | ±15 | ±23 | ±37 | ±60 | ±95 |
| 65 | 80 | | | | | |
| 80 | 100 | ±17 | ±27 | ±43 | ±70 | ±110 |
| 100 | 120 | | | | | |

(续)

| 差 | | 带 | | | | |
|------|------|--------------|-----------|-----------|------------|------------|
| | | K | | | | |
| 12 | 13 | 4 | 5 | 6 △ | 7 ▲ | 8 △ |
| +50 | ±70 | 0 -3 | 0 4 | 0 -6 | 0 -10 | 0 14 |
| ±60 | ±90 | -0.5 -3.5 | 0 -5 | +2 6 | +3 -9 | +5 13 |
| ±75 | ±110 | +0.5 -3.5 | -1 5 | +2 -7 | +5 10 | +6 -16 |
| ±90 | ±135 | +1 -4 | -2 6 | +2 9 | +6 -12 | +8 -19 |
| ±105 | ±165 | 0 6 | +1 -8 | -2 -11 | +6 -15 | +10 -23 |
| ±125 | ±195 | +1 -6 | +2 9 | +3 -13 | +7 -18 | +12 -27 |
| ±150 | ±230 | +1 -7 | +3 10 | +4 -15 | +9 -21 | +14 -32 |
| ±175 | ±270 | +1 -9 | +2 -13 | +4 -18 | +10 -25 | +16 -38 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | | |
|-------------|-----|--------|--------|-----|------|------|
| | | Js | | | | |
| 大于 | 至 | 7 △ | 8 △ | 9 | 10 | 11 |
| 120 | 140 | | | | | |
| 140 | 160 | ±20 | ±31 | ±50 | ±80 | ±125 |
| 160 | 180 | | | | | |
| 180 | 200 | | | | | |
| 200 | 225 | ±23 | ±36 | ±57 | ±92 | ±145 |
| 225 | 250 | | | | | |
| 250 | 280 | | | | | |
| | | ±26 | ±40 | ±65 | ±105 | ±160 |
| 280 | 315 | | | | | |
| 315 | 355 | | | | | |
| | | ±28 | ±44 | ±70 | ±115 | ±180 |
| 355 | 400 | | | | | |
| 400 | 450 | | | | | |
| | | ±31 | ±48 | ±77 | ±125 | ±200 |
| 450 | 500 | | | | | |

(续)

| 差 | | 带 | | | | |
|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | K | | | | |
| 12 | 13 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | | | | △ | ▲ | △ |
| +200 | ±315 | +1 | +3 | +4 | +12 | +20 |
| | | -11 | 15 | -21 | -28 | -43 |
| ±230 | ±360 | 0 | +2 | +5 | +13 | +22 |
| | | 14 | 18 | -21 | 33 | -50 |
| +260 | ±405 | 0 | +3 | +5 | +16 | +25 |
| | | -16 | -20 | -27 | -36 | 56 |
| ±285 | ±445 | +1 | -3 | +7 | +17 | +28 |
| | | -17 | 22 | -29 | 10 | -61 |
| ±315 | ±485 | 0 | +2 | +8 | +18 | +29 |
| | | -20 | -25 | -32 | -45 | -68 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | | |
|-------------|-----|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | M | | | | |
| 大于 | 至 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | | | | Δ | Δ | Δ |
| | 3 | -2 -5 | 2 -6 | 2 -8 | -2 -12 | |
| 3 | 6 | 2.5 -6.5 | -3 -8 | -1 -9 | 0 12 | +2 -16 |
| 6 | 10 | 4.5 -8.5 | -4 -10 | -3 -12 | 0 -15 | +1 -21 |
| 10 | 14 | -5 | -1 | -4 | 0 | +2 |
| 14 | 18 | 10 | -12 | -15 | -18 | -25 |
| 18 | 24 | -6 | -5 | -4 | 0 | +4 |
| 24 | 30 | -12 | -11 | -17 | -21 | 29 |
| 30 | 40 | 6 | -5 | -4 | 0 | +5 |
| 40 | 50 | -13 | -16 | -20 | -25 | -34 |
| 50 | 65 | -8 | -6 | -5 | 0 | +5 |
| 65 | 80 | -16 | -19 | -24 | -30 | -41 |
| 80 | 100 | -9 | -8 | -6 | 0 | +6 |
| 100 | 120 | -19 | -23 | -28 | -35 | -48 |

(续)

| 差 带 | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| N | | | | |
| 5 | △ 6 | ▲ 7 | △ 8 | 9 |
| -4 | -4 | 4 | 4 | -4 |
| -8 | -10 | -14 | -18 | -29 |
| -7 | -5 | 4 | -2 | 0 |
| -12 | -13 | -16 | -20 | -30 |
| -8 | -7 | -4 | -3 | 0 |
| -14 | -16 | -19 | 25 | -36 |
| -9 | -9 | 5 | -3 | 0 |
| -17 | -20 | 23 | -30 | -43 |
| -12 | 11 | -7 | -3 | 0 |
| -21 | -24 | -28 | -36 | -52 |
| -13 | -12 | 8 | 3 | 0 |
| -24 | -28 | -33 | -42 | -62 |
| -15 | -14 | -9 | -4 | 0 |
| -28 | -33 | -39 | -50 | -74 |
| -18 | 16 | -10 | -4 | 0 |
| -33 | -38 | -45 | -58 | -87 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | | |
|-------------|-----|-----|-----|---------------|---------------|---------------|
| | | M | | | | |
| 大于 | 至 | 1 | 5 | 6 Δ | 7 Δ | 8 Δ |
| 120 | 140 | 11 | -9 | -8 | 0 | +8 |
| 140 | 160 | | | | | |
| 160 | 180 | 23 | -27 | -33 | -40 | -55 |
| 180 | 200 | -13 | 11 | -8 | 0 | +9 |
| 200 | 225 | | | | | |
| 225 | 250 | 27 | -31 | -37 | -46 | -65 |
| 250 | 280 | -16 | -13 | -9 | 0 | +9 |
| 280 | 315 | -32 | -36 | -41 | -52 | -72 |
| 315 | 355 | -16 | -14 | 10 | 0 | +11 |
| 355 | 400 | -34 | 39 | -46 | -57 | -78 |
| 400 | 450 | -18 | -16 | -10 | 0 | +11 |
| 450 | 500 | 38 | -43 | -50 | -63 | -86 |

(续)

| 券 帶 | | | | |
|------|------|------|------|-------|
| V | | | | |
| 5 | △ 6 | ▲ 7 | △ 8 | 9 |
| - 21 | 20 | 12 | 4 | 0 |
| 39 | 45 | 52 | - 67 | 100 |
| - 25 | - 22 | 14 | 5 | 0 |
| 45 | - 51 | - 60 | 77 | - 115 |
| 27 | 25 | - 14 | 5 | 0 |
| - 50 | - 57 | 66 | - 86 | 130 |
| - 30 | - 26 | - 16 | 5 | 0 |
| - 55 | 62 | - 73 | - 94 | 140 |
| - 33 | - 27 | 17 | - 6 | 0 |
| - 60 | - 67 | - 80 | 103 | - 155 |

| 基本尺寸 /mm | | 公差 | | | | |
|-------------|-----|------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | | P | | | | |
| 大于 | 至 | 5 | 6 △ | 7 ▲ | 8 | 9 |
| — | 3 | --6 -10 | --6 12 | 6 -16 | -6 20 | -6 -31 |
| 3 | 6 | 11 16 | -9 -17 | -8 -20 | 12 -30 | -12 -12 |
| 6 | 10 | --13 19 | 12 21 | -9 -24 | 15 -37 | -15 -51 |
| 10 | 14 | 15 | --15 | -11 | 18 | -18 |
| 14 | 18 | -23 | 26 | -29 | --45 | -61 |
| 18 | 24 | 19 | --18 | -14 | --22 | -22 |
| 24 | 30 | 28 | -31 | -35 | -55 | 74 |
| 30 | 40 | -22 | -21 | -17 | -26 | -26 |
| 40 | 50 | 33 | -37 | --42 | -65 | -88 |
| 50 | 65 | 27 | -26 | -21 | -32 | -32 |
| 65 | 80 | -40 | 45 | 51 | -78 | -106 |
| 80 | 100 | -32 | -30 | -24 | --37 | -37 |
| 100 | 120 | -47 | --52 | -59 | -91 | -124 |

(续)

| 带 | | | |
|-------|-------|-------|--------|
| R | | | |
| 5 | △ 6 | △ 7 | 8 |
| -- 10 | -- 10 | -- 10 | -- 10 |
| 14 | 16 | 20 | 24 |
| 14 | -- 12 | -- 11 | -- 15 |
| - 19 | 20 | -- 23 | -- 33 |
| -- 17 | -- 16 | - 13 | - 19 |
| - 23 | 25 | - 28 | 41 |
| -- 20 | -- 20 | -- 16 | -- 23 |
| -- 28 | -- 31 | -- 34 | -- 50 |
| -- 25 | 24 | - 20 | - 28 |
| -- 34 | 37 | - 41 | 61 |
| -- 30 | -- 29 | -- 25 | -- 34 |
| 41 | 45 | 50 | 73 |
| -- 36 | -- 35 | -- 30 | 41 |
| -- 49 | 54 | - 60 | -- 87 |
| -- 38 | 37 | 32 | 43 |
| 51 | 56 | 62 | -- 89 |
| - 46 | -- 44 | -- 38 | -- 51 |
| -- 61 | - 66 | - 73 | -- 105 |
| -- 49 | -- 47 | -- 41 | - 54 |
| -- 64 | -- 69 | -- 76 | -- 108 |

| 基本尺寸 mm | | 公 差 | | | | |
|------------|-----|-----|--------|--------|------|------|
| | | P | | | | |
| 大下 | 全 | 5 | 6 △ | 7 ▲ | 8 | 9 |
| 120 | 140 | 37 | 36 | -28 | -43 | 43 |
| 140 | 160 | | | | | |
| 160 | 180 | 55 | 61 | -68 | -106 | 143 |
| 180 | 200 | -41 | 41 | -33 | -50 | 50 |
| 200 | 225 | | | | | |
| 225 | 250 | -61 | 70 | -79 | -122 | 165 |
| 250 | 280 | -49 | 47 | -36 | -56 | -56 |
| 280 | 315 | -72 | 79 | 88 | -137 | -186 |
| 315 | 355 | -55 | 51 | -41 | -62 | 62 |
| 355 | 400 | -80 | 87 | -98 | -151 | -202 |
| 400 | 450 | 61 | -55 | -45 | -68 | -68 |
| 450 | 500 | -88 | -95 | -108 | -165 | -223 |

(续)

| 带 | | | |
|------|----------|----------|------|
| R | | | |
| 5 | 6 | 7 | 8 |
| | Δ | Δ | |
| 57 | -56 | -48 | -63 |
| -75 | 81 | -88 | -126 |
| -59 | -58 | -50 | -65 |
| -77 | 83 | -90 | -128 |
| -62 | -61 | -53 | 68 |
| -80 | -85 | -93 | -131 |
| -71 | 63 | -60 | -77 |
| 91 | -97 | -106 | -149 |
| -74 | -71 | -63 | -80 |
| -94 | 100 | 109 | 152 |
| -78 | -75 | -67 | 84 |
| -98 | -104 | -113 | 156 |
| -87 | -85 | 74 | 94 |
| -110 | -117 | -126 | -175 |
| -91 | -89 | -78 | -98 |
| 114 | -121 | -130 | -179 |
| 101 | -97 | -87 | 108 |
| -126 | 133 | 144 | 197 |
| -107 | 103 | 93 | 114 |
| -132 | -139 | -150 | -203 |
| -119 | -113 | -102 | -126 |
| -146 | -153 | -166 | -223 |
| -125 | -119 | -109 | 132 |
| -152 | -159 | -172 | 229 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | |
|-------------|-----|------------|------------|-------------|-------------|
| | | S | | | |
| 大于 | 至 | 5 | 6 △ | 7 ▲ | 8 |
| — | 3 | -14 -18 | -14 20 | 14 -21 | -14 28 |
| 3 | 6 | -18 -23 | -16 -24 | -13 -27 | -19 37 |
| 6 | 10 | 21 27 | 20 -29 | -17 -32 | -23 -15 |
| 10 | 14 | -25 | -25 | -21 | -28 |
| 14 | 18 | -33 | -36 | 39 | 55 |
| 18 | 24 | 32 | 31 | 27 | 35 |
| 24 | 30 | -41 | -41 | -48 | -68 |
| 30 | 40 | -39 | -38 | -34 | -43 |
| 40 | 50 | 50 | 54 | -59 | -82 |
| 50 | 65 | -48 -61 | 47 -66 | 42 -72 | 53 -99 |
| 65 | 80 | -54 -67 | -53 -72 | 48 -78 | -59 -105 |
| 80 | 100 | -66 -81 | -64 -86 | 58 -93 | -71 -125 |
| 100 | 120 | -74 -89 | -72 -94 | -66 -101 | -79 -133 |

(续)

| 差 带 | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| T | | | U | | |
| 6 | 7 | 8 | 6 | 7 | 8 |
| △ | △ | | | ▲ | |
| . | - | - | - 18 | - 18 | - 18 |
| | | | 24 | - 28 | - 32 |
| -- | - | | 20 | - 19 | - 23 |
| | | | -- 28 | 31 | - 41 |
| - | . | -- | - 25 | - 22 | 28 |
| | | | - 34 | - 37 | 50 |
| . | -- | -- | - 30 | 26 | - 33 |
| - | | - | - 41 | - 44 | - 60 |
| | | | - 37 | - 33 | 41 |
| - | - | - | 50 | 54 | - 74 |
| - 37 | - 33 | 41 | 44 | - 40 | - 48 |
| - 50 | - 54 | - 74 | 57 | - 61 | - 81 |
| - 43 | - 39 | 48 | 55 | - 51 | - 60 |
| - 59 | - 64 | -- 87 | - 71 | -- 76 | - 99 |
| -- 49 | - 45 | - 54 | - 65 | -- 61 | - 70 |
| -- 65 | - 70 | - 93 | - 81 | -- 86 | - 109 |
| -- 60 | - 55 | - 66 | - 81 | - 76 | -- 87 |
| - 79 | - 85 | - 112 | 100 | 106 | - 133 |
| - 69 | - 64 | 75 | 96 | 91 | -- 102 |
| - 88 | 91 | - 121 | 115 | 121 | - 148 |
| -- 84 | - 78 | 91 | - 117 | -- 111 | - 124 |
| - 106 | - 113 | - 145 | - 139 | - 146 | - 178 |
| -- 97 | - 91 | - 104 | - 137 | - 131 | - 144 |
| - 119 | - 126 | - 158 | - 159 | - 166 | - 198 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | |
|-------------|-----|-------|--------|--------|-------|
| | | S | | | |
| 大于 | 至 | 5 | 6 △ | 7 ▲ | 8 |
| 120 | 140 | - 86 | 85 | - 77 | - 92 |
| | | - 104 | 110 | - 117 | - 155 |
| 140 | 160 | - 94 | - 93 | - 85 | - 100 |
| | | - 112 | - 118 | - 125 | - 163 |
| 160 | 108 | - 102 | 101 | - 93 | 108 |
| | | 120 | - 126 | - 133 | - 171 |
| 180 | 200 | - 116 | 113 | 105 | - 122 |
| | | 136 | - 142 | - 151 | - 194 |
| 200 | 225 | - 124 | 121 | - 113 | - 130 |
| | | - 144 | - 150 | - 159 | 202 |
| 225 | 250 | - 134 | - 131 | - 123 | - 140 |
| | | - 154 | - 160 | - 169 | - 212 |
| 250 | 280 | - 151 | - 149 | - 138 | - 158 |
| | | - 174 | - 181 | - 190 | - 239 |
| 280 | 315 | - 163 | - 161 | - 150 | - 170 |
| | | 186 | 193 | - 202 | 251 |
| 315 | 355 | - 183 | - 179 | - 169 | - 190 |
| | | - 208 | - 215 | - 226 | - 279 |
| 355 | 400 | - 201 | - 197 | - 187 | 208 |
| | | - 226 | - 233 | 244 | - 297 |
| 400 | 450 | - 225 | 219 | - 209 | - 232 |
| | | - 252 | - 259 | - 272 | - 329 |
| 450 | 500 | - 245 | - 239 | - 229 | - 252 |
| | | - 272 | - 279 | - 292 | - 349 |

(续)

| 差 带 | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| T | | | U | | |
| △ 6 | △ 7 | △ 8 | 6 | ▲ 7 | 8 |
| 115 | - 107 | - 122 | 163 | 155 | - 170 |
| - 140 | - 147 | - 185 | 188 | -- 195 | 233 |
| - 127 | 119 | 134 | -- 183 | 170 | 190 |
| - 152 | 150 | - 197 | - 208 | 215 | -- 253 |
| - 139 | - 131 | 146 | - 203 | 195 | - 210 |
| 164 | 171 | -- 200 | 228 | -- 235 | - 273 |
| -- 157 | 119 | 166 | 221 | - 219 | 236 |
| - 186 | - 195 | 238 | - 256 | - 265 | 308 |
| - 171 | - 163 | 180 | 249 | -- 241 | 258 |
| 200 | - 209 | 252 | 278 | - 287 | - 330 |
| 187 | - 179 | 190 | - 275 | -- 267 | -- 284 |
| - 216 | -- 225 | 268 | 301 | -- 313 | - 356 |
| - 209 | 198 | 218 | - 306 | - 295 | - 315 |
| - 241 | - 250 | 299 | 338 | 347 | - 396 |
| - 231 | - 220 | 240 | 341 | - 330 | - 350 |
| - 263 | -- 272 | 321 | 373 | 382 | - 431 |
| - 257 | -- 247 | 268 | 379 | - 369 | 390 |
| - 293 | -- 304 | - 357 | 415 | 426 | 479 |
| - 283 | - 273 | 294 | 424 | - 414 | -- 435 |
| - 319 | 330 | - 383 | - 460 | 471 | - 524 |
| - 317 | - 307 | 330 | - 477 | - 467 | -- 490 |
| - 357 | 370 | - 427 | - 517 | - 530 | - 587 |
| - 347 | - 337 | 360 | - 527 | - 517 | - 540 |
| - 387 | -- 400 | - 457 | - 567 | - 580 | -- 687 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | | | |
|-------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | V | | | X | | |
| 大十 | 至 | 6 | 7 | 8 | 6 | 7 | 8 |
| | 3 | | | | - 20 | - 20 | - 20 |
| | | | | | 26 | - 30 | - 34 |
| 3 | 6 | | | | - 25 | 24 | 28 |
| | | | | | 33 | - 36 | - 46 |
| 6 | 10 | | | | - 31 | - 28 | - 34 |
| | | | | | 40 | 43 | - 56 |
| 10 | 14 | | | | 37 | 33 | 40 |
| | | | | | 48 | - 51 | - 67 |
| 14 | 18 | - 36 | 32 | 39 | 42 | 38 | 45 |
| | | 47 | 50 | 66 | 53 | - 56 | 72 |
| 18 | 24 | - 43 | 39 | 47 | 50 | 46 | 54 |
| | | - 56 | - 60 | - 80 | - 63 | - 67 | 87 |
| 24 | 30 | - 54 | 47 | - 55 | - 60 | - 56 | - 64 |
| | | - 64 | - 68 | - 88 | - 73 | - 77 | - 97 |
| 30 | 40 | - 63 | - 59 | 68 | 75 | 71 | - 80 |
| | | - 79 | - 84 | - 107 | - 91 | - 96 | - 119 |
| 40 | 50 | 76 | 72 | - 81 | - 92 | - 88 | - 97 |
| | | 92 | 97 | - 120 | - 108 | - 113 | - 136 |
| 50 | 65 | - 96 | 91 | 102 | - 116 | - 111 | - 122 |
| | | - 115 | - 121 | - 148 | - 135 | 141 | 168 |
| 65 | 80 | - 114 | - 109 | - 120 | 110 | 135 | - 149 |
| | | - 133 | - 139 | - 166 | - 159 | - 165 | - 192 |
| 80 | 100 | - 139 | - 133 | - 146 | - 171 | - 165 | 178 |
| | | - 161 | - 168 | - 200 | - 193 | - 200 | 232 |
| 100 | 120 | - 165 | - 159 | - 172 | - 203 | - 197 | - 210 |
| | | - 187 | - 194 | - 226 | - 225 | 232 | - 254 |

(续)

| 差 | | | 带 | | |
|-------|--------|--------|--------|-------|-------|
| Y | | | Z | | |
| 6 | 7 | 8 | 6 | 7 | 8 |
| | - | -- | - 26 | 26 | 26 |
| | | | -- 32 | -- 36 | - 40 |
| - | - | -- | - 32 | - 31 | -- 35 |
| | | | 40 | 43 | 53 |
| - | -- | - | -- 39 | - 36 | - 42 |
| | | | - 43 | 51 | - 64 |
| -- | - | | 47 | -- 43 | - 50 |
| | | | 58 | - 61 | - 77 |
| --- | - | --- | 57 | - 63 | - 60 |
| | | | 68 | -- 71 | - 87 |
| - 59 | - 55 | -- 63 | - 69 | - 65 | -- 73 |
| - 72 | 76 | - 96 | - 82 | 86 | - 106 |
| - 71 | 67 | - 75 | - 84 | 80 | - 88 |
| - 84 | 88 | - 108 | 97 | - 101 | - 121 |
| - 89 | - 85 | - 94 | - 107 | - 103 | - 112 |
| - 105 | - 110 | - 133 | -- 123 | 128 | - 151 |
| - 109 | - 105 | - 111 | - 131 | - 127 | - 136 |
| - 125 | 130 | -- 153 | 117 | - 152 | - 175 |
| - 138 | 133 | - 144 | 166 | - 161 | - 172 |
| 157 | - 163 | 190 | -- 185 | 191 | - 218 |
| - 168 | -- 163 | 174 | - 204 | 199 | - 210 |
| - 187 | 193 | -- 220 | - 223 | - 229 | - 256 |
| - 207 | - 201 | - 214 | - 251 | - 245 | - 258 |
| - 229 | 236 | - 268 | -- 273 | - 280 | - 312 |
| - 247 | -- 241 | - 254 | -- 303 | - 297 | - 310 |
| - 269 | -- 276 | - 308 | - 325 | - 332 | - 364 |

| 基本尺寸 /mm | | 公 | | | | | |
|-------------|-----|------|------|------|------|------|------|
| | | V | | | X | | |
| 大下 | 至 | 6 | 7 | 8 | 6 | 7 | 8 |
| 120 | 140 | -195 | 187 | -202 | 241 | -233 | 248 |
| | | -220 | 227 | -265 | 266 | -273 | 311 |
| 140 | 160 | -221 | 213 | -228 | -273 | -265 | -280 |
| | | -246 | 253 | -291 | 298 | -305 | 343 |
| 160 | 180 | -245 | 237 | -252 | -303 | -295 | -310 |
| | | 270 | -277 | 315 | -328 | -335 | 373 |
| 180 | 200 | -275 | -267 | 281 | -341 | -333 | 350 |
| | | -304 | -313 | -356 | -370 | -379 | -122 |
| 200 | 225 | 301 | 293 | -310 | -376 | 368 | -385 |
| | | -330 | 339 | -382 | 405 | -414 | -457 |
| 225 | 250 | -331 | -323 | 340 | -416 | -408 | -425 |
| | | -360 | -369 | 412 | 415 | -454 | -497 |
| 250 | 280 | -376 | -365 | -385 | -466 | 455 | -475 |
| | | -408 | 417 | 466 | -498 | -507 | -556 |
| 280 | 315 | -416 | -405 | -425 | 516 | -505 | -525 |
| | | -448 | -457 | -506 | -518 | 557 | -606 |
| 315 | 355 | -464 | -454 | -475 | -579 | -569 | 590 |
| | | -500 | -511 | 564 | -615 | -626 | -679 |
| 355 | 400 | -519 | -509 | 530 | 649 | -639 | -660 |
| | | -555 | -566 | 619 | -685 | -696 | -749 |
| 400 | 450 | -582 | -572 | 595 | -727 | -717 | -740 |
| | | -622 | -635 | -692 | -767 | -780 | -837 |
| 450 | 500 | -647 | -637 | -660 | -807 | -797 | -820 |
| | | -687 | -700 | -757 | -847 | -860 | -917 |

注：1. 基本尺寸小于 1mm 时，各级的 A 和 B 均不采用。
2. 标注 Δ 为常用公差带， \blacktriangle 为优先公差带。

(续)

| 差 | | | 带 | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Y | | | Z | | |
| 6 | 7 | 8 | 6 | 7 | 8 |
| - 293 | - 285 | 300 | - 358 | - 350 | - 365 |
| - 318 | - 325 | - 363 | - 383 | - 390 | - 428 |
| - 333 | - 325 | 340 | - 408 | 400 | - 415 |
| - 358 | - 365 | - 403 | 433 | - 440 | - 478 |
| - 373 | - 365 | - 380 | - 458 | 450 | - 465 |
| - 398 | - 405 | 413 | - 483 | 490 | - 528 |
| - 416 | - 408 | 425 | - 511 | - 503 | - 520 |
| - 445 | - 454 | - 497 | - 540 | - 549 | 592 |
| - 461 | - 453 | - 470 | - 566 | - 558 | - 575 |
| 490 | - 499 | - 542 | - 595 | - 604 | - 647 |
| - 511 | - 503 | - 520 | - 631 | - 623 | - 640 |
| - 540 | - 549 | - 592 | - 660 | - 669 | - 712 |
| - 571 | - 560 | - 580 | - 701 | - 690 | 710 |
| - 603 | - 612 | - 661 | - 733 | - 742 | - 791 |
| - 641 | - 630 | - 650 | - 781 | - 770 | - 790 |
| - 673 | - 682 | - 731 | - 813 | - 882 | - 871 |
| - 719 | - 709 | - 730 | - 889 | - 879 | - 900 |
| - 755 | - 766 | - 819 | - 925 | - 936 | - 989 |
| - 809 | - 799 | - 820 | - 989 | - 979 | - 1000 |
| - 845 | - 856 | - 909 | - 1025 | - 1036 | - 1089 |
| - 907 | - 897 | - 920 | - 1087 | - 1077 | 1100 |
| - 947 | - 960 | - 1017 | - 1127 | - 1140 | - 1197 |
| - 987 | - 977 | - 1000 | - 1237 | 1227 | - 1250 |
| - 1027 | - 1040 | - 1097 | - 1277 | - 1290 | - 1347 |

5 基孔制与基轴

(1) 基孔制优先。

| 基准孔 | | | | | | | | | | |
|-----|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| | a | b | c | d | e | f | g | h | js | k |
| | 间隙配合 | | | | | | | | 过渡配合 | |
| H6 | | | | | | $\frac{H6}{f5}$ | $\frac{H6}{g5}$ | $\frac{H6}{h5}$ | $\frac{H6}{js5}$ | $\frac{H6}{k5}$ |
| H7 | | | | | | $\frac{H7}{f6}$ | ▼ $\frac{H7}{g6}$ | ▼ $\frac{H7}{h6}$ | $\frac{H7}{js6}$ | ▼ $\frac{H7}{k6}$ |
| H8 | | | | | $\frac{H8}{e7}$ | ▼ $\frac{H8}{f7}$ | $\frac{H8}{g7}$ | ▼ $\frac{H8}{h7}$ | $\frac{H8}{js7}$ | $\frac{H8}{k7}$ |
| | | | | $\frac{H8}{d8}$ | $\frac{H8}{e8}$ | $\frac{H8}{f8}$ | | $\frac{H8}{h8}$ | | |
| H9 | | | $\frac{H9}{c9}$ | ▼ $\frac{H9}{d9}$ | $\frac{H9}{e9}$ | $\frac{H9}{f9}$ | | ▼ $\frac{H9}{h9}$ | | |
| H10 | | | $\frac{H10}{c10}$ | $\frac{H10}{d10}$ | | | | $\frac{H10}{h10}$ | | |
| H11 | $\frac{H11}{a11}$ | $\frac{H11}{b11}$ | ▼ $\frac{H11}{c11}$ | $\frac{H11}{d11}$ | | | | ▼ $\frac{H11}{h11}$ | | |
| H12 | | $\frac{H12}{b12}$ | | | | | | $\frac{H12}{h12}$ | | |

注：1. $\frac{H6}{n5}$ 、 $\frac{H7}{p6}$ 在基本尺寸小于或等于 3mm 和 $\frac{H8}{r7}$ 在小于或

2. 标注 ▼ 的配合为优先配合，下同。

制优先、常用配合

常用配合

| 轴 | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------------------|------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| m | n | p | r | s | t | u | v | x | y | z |
| 合 | 过盈配合 | | | | | | | | | |
| $\frac{H6}{m5}$ | $\frac{H6}{n5}$ | $\frac{H6}{p5}$ | $\frac{H6}{r5}$ | $\frac{H6}{s5}$ | $\frac{H6}{t5}$ | | | | | |
| $\frac{H7}{m6}$ | $\nabla \frac{H7}{n6}$ | $\nabla \frac{H7}{p6}$ | $\frac{H7}{r6}$ | $\nabla \frac{H7}{s6}$ | $\frac{H7}{t6}$ | $\nabla \frac{H7}{u6}$ | $\frac{H7}{v6}$ | $\frac{H7}{x6}$ | $\frac{H7}{y6}$ | $\frac{H7}{z6}$ |
| $\frac{H8}{m7}$ | $\frac{H8}{n7}$ | $\frac{H8}{p7}$ | $\frac{H8}{r7}$ | $\frac{H8}{s7}$ | $\frac{H8}{t7}$ | $\frac{H8}{u7}$ | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

等于 100mm 时，为过渡配合。

(2) 基轴制优先、

| 基准轴 | | | | | | | | | | |
|-----|-------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|------------------|------------------------|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | Js | K |
| | 间隙配合 | | | | | | | | 过渡配 | |
| h5 | | | | | | $\frac{F6}{h5}$ | $\frac{G6}{h5}$ | $\frac{H6}{h5}$ | $\frac{Js6}{h5}$ | $\frac{K6}{h5}$ |
| h6 | | | | | | $\frac{F7}{h6}$ | $\nabla \frac{G7}{h6}$ | $\nabla \frac{H7}{h6}$ | $\frac{Js7}{h6}$ | $\nabla \frac{K7}{h6}$ |
| h7 | | | | | $\frac{E8}{h7}$ | $\nabla \frac{F8}{h7}$ | | $\nabla \frac{H8}{h7}$ | $\frac{Js8}{h7}$ | $\frac{K8}{h7}$ |
| h8 | | | | $\frac{D8}{h8}$ | $\frac{E8}{h8}$ | $\frac{F8}{h8}$ | | $\frac{H8}{h8}$ | | |
| h9 | | | | $\frac{D9}{h9}$ | $\nabla \frac{E9}{h9}$ | $\frac{F9}{h9}$ | | $\nabla \frac{H9}{h9}$ | | |
| h10 | | | | $\frac{D10}{h10}$ | | | | $\frac{H10}{h10}$ | | |
| h11 | $\frac{A11}{h11}$ | $\frac{B11}{h11}$ | $\nabla \frac{C11}{h11}$ | $\frac{D11}{h11}$ | | | | $\nabla \frac{H11}{h11}$ | | |
| h12 | | $\frac{B12}{h12}$ | | | | | | $\frac{H12}{h12}$ | | |

(3) 基孔制与基轴制优先、常

| 基孔制 | | $\frac{H6}{f5}$ | $\frac{H6}{r5}$ | $\frac{H6}{h5}$ | $\frac{H7}{f6}$ | $\nabla \frac{H7}{g5}$ | $\nabla \frac{H7}{h6}$ | $\frac{H8}{e7}$ |
|---------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 基轴制 | | $\frac{F6}{h5}$ | $\frac{G6}{h5}$ | $\frac{H6}{h5}$ | $\frac{F7}{h6}$ | $\nabla \frac{G7}{h6}$ | $\nabla \frac{H7}{h6}$ | $\frac{F8}{h7}$ |
| 基本尺寸/mm | | 间 隙 | | | | | | |
| 大于 | 至 | | | | | | | |
| — | 3 | +16 +6 | +12 -3 | -10 0 | -22 +6 | +18 +2 | +16 0 | -38 +14 |
| 3 | 6 | +23 +10 | +17 +4 | +13 0 | +30 +10 | +24 +1 | +20 0 | +50 +20 |
| 6 | 10 | +28 +13 | +20 -5 | -15 0 | +37 +13 | -20 +5 | -24 0 | +62 -25 |
| 10 | 14 | +35 | +25 | +19 | +45 | +35 | +29 | +77 |
| 14 | 18 | +16 | +6 | 0 | +16 | +6 | 0 | +32 |
| 18 | 24 | -42 | +29 | +22 | +54 | +11 | +31 | +94 |
| 24 | 30 | +20 | +7 | 0 | +20 | +7 | 0 | +10 |
| 30 | 40 | +52 | -36 | +27 | +66 | +50 | -41 | +114 |
| 40 | 50 | +25 | 0 | 0 | +25 | +9 | 0 | +50 |
| 50 | 65 | +62 | -42 | +32 | +79 | +59 | -19 | +136 |
| 65 | 80 | +30 | +10 | 0 | +30 | +10 | 0 | +60 |
| 80 | 100 | +73 | +49 | +37 | +93 | +99 | +57 | +161 |
| 100 | 120 | +36 | +12 | 0 | +36 | +12 | 0 | +72 |

| 基孔制 | | $\frac{H6}{f5}$ | $\frac{H6}{g5}$ | $\frac{H6}{h5}$ | $\frac{H7}{f6}$ | $\nabla \frac{H7}{g6}$ | $\nabla \frac{H7}{h6}$ | $\frac{H8}{e7}$ |
|---------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| 基轴制 | | $\frac{F6}{h5}$ | $\frac{G6}{h5}$ | $\frac{H6}{h5}$ | $\frac{F7}{h6}$ | $\nabla \frac{G7}{h6}$ | $\nabla \frac{H7}{h6}$ | $\frac{E8}{h7}$ |
| 基本尺寸/mm | | 间 隙 | | | | | | |
| 大于 | 至 | | | | | | | |
| 120 | 140 | | | | | | | |
| 140 | 160 | 5+86 +43 | +57 +14 | -13 0 | +108 +43 | +79 +11 | +65 0 | +188 +85 |
| 160 | 180 | | | | | | | |
| 180 | 200 | | | | | | | |
| 200 | 225 | +99 +50 | +64 +15 | -40 0 | +125 +50 | +90 +15 | +75 0 | +218 +100 |
| 225 | 250 | | | | | | | |
| 250 | 280 | +111 +56 | +72 +17 | +55 0 | +140 +56 | +101 +17 | +84 0 | +243 +110 |
| 280 | 315 | | | | | | | |
| 315 | 355 | +123 +62 | +79 +18 | -61 0 | +155 +62 | +111 +18 | +93 0 | +271 +125 |
| 355 | 400 | | | | | | | |
| 400 | 450 | +135 +68 | +87 +20 | +67 0 | +171 +68 | +123 +20 | +103 0 | +295 +135 |
| 450 | 500 | | | | | | | |

(续)

| | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| $\nabla \frac{H8}{f7}$ | $\frac{H8}{g7}$ | $\nabla \frac{H8}{h7}$ | $\frac{H8}{d8}$ | $\frac{H8}{c8}$ | $\frac{H8}{f8}$ | $\frac{H8}{h8}$ | $\frac{H9}{c9}$ | $\nabla \frac{H9}{d9}$ |
| $\nabla \frac{F8}{h7}$ | | $\nabla \frac{H8}{h7}$ | $\frac{D8}{h8}$ | $\frac{E8}{h8}$ | $\frac{F8}{h8}$ | $\frac{H8}{h8}$ | | $\nabla \frac{D9}{h9}$ |

配 合

| | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|-------|
| + 146 | + 117 | - 103 | + 271 | + 211 | + 169 | + 126 | + 100 + 200 + 110 | + 345 |
| - 43 | + 14 | 0 | + 145 | + 85 | + 43 | 0 | + 210 + 130 + 230 | 145 |
| + 168 | + 133 | - 118 | + 314 | + 244 | + 194 | + 144 | + 170 + 240 + 190 | + 400 |
| + 50 | + 15 | 0 | + 170 | + 100 | + 50 | 0 | + 260 + 310 + 280 | + 170 |
| + 189 | + 150 | - 133 | + 352 | + 272 | + 218 | + 162 | - 550 + 300 | + 450 |
| + 56 | + 17 | 0 | + 190 | + 110 | + 56 | 0 | + 590 + 330 | + 190 |
| + 208 | + 164 | + 146 | + 388 | + 303 | + 240 | + 178 | + 640 + 360 | + 490 |
| + 62 | + 18 | 0 | + 210 | + 125 | + 62 | 0 | + 680 + 400 | + 210 |
| + 228 | + 180 | - 160 | + 421 | + 329 | + 262 | + 194 | + 750 + 440 | + 510 |
| - 68 | + 20 | 0 | + 230 | + 135 | + 68 | 0 | + 790 + 480 | + 230 |

| 基孔制 | | $\frac{H9}{e9}$ | $\frac{H9}{f9}$ | $\nabla \frac{H9}{h9}$ | $\frac{H10}{e10}$ | $\frac{H10}{d10}$ | $\frac{H10}{h10}$ | $\frac{H11}{a11}$ |
|---------|-----|-----------------|-----------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 基轴制 | | $\frac{E9}{h9}$ | $\frac{F9}{h9}$ | $\nabla \frac{H9}{h9}$ | | $\frac{D10}{h10}$ | $\frac{H10}{h10}$ | $\frac{A11}{h11}$ |
| 基本尺寸/mm | | 间 隙 | | | | | | |
| 大于 | 至 | | | | | | | |
| — | 3 | +64 | +56 | -50 | +140 | +100 | +80 | +390 |
| | | +14 | +6 | 0 | +60 | +20 | 0 | +270 |
| 3 | 6 | +80 | +70 | -60 | +166 | +126 | +96 | +420 |
| | | +20 | +10 | 0 | +70 | +30 | 0 | +270 |
| 6 | 10 | +97 | +85 | +72 | +196 | +156 | +116 | +160 |
| | | +25 | +13 | 0 | +80 | +40 | 0 | +280 |
| 10 | 14 | +118 | +102 | +86 | +235 | +190 | +140 | +510 |
| 14 | 18 | +32 | +16 | 0 | +95 | +50 | 0 | +290 |
| 18 | 24 | +114 | +124 | +104 | +278 | +233 | +168 | +560 |
| 24 | 30 | +40 | +20 | 0 | +110 | +65 | 0 | +300 |
| 30 | 40 | +174 | +119 | +124 | +320 | +280 | +200 | +630 |
| 40 | 50 | +50 | +25 | 0 | +120 | +80 | 0 | +310 |
| | | | | | +330 | | | +640 |
| 50 | 65 | +208 | +178 | +148 | +380 | +310 | +210 | +720 |
| 65 | 80 | +60 | +30 | 0 | +140 | +100 | 0 | +340 |
| | | | | | +390 | | | +740 |
| 80 | 100 | +246 | +210 | +174 | +450 | +400 | +280 | +820 |
| 100 | 120 | +72 | +36 | 0 | +170 | +120 | 0 | +380 |
| | | | | | +460 | | | +850 |
| | | | | | +180 | | | +410 |

(续)

| $\frac{H11}{b11}$ | $\nabla \frac{H11}{c11}$ | $\frac{H11}{d11}$ | $\nabla \frac{H11}{h11}$ | $\frac{H12}{b12}$ | $\frac{H12}{h12}$ | $\frac{H6}{js5}$ | |
|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| $\frac{B11}{h11}$ | $\nabla \frac{C11}{b11}$ | $\frac{D11}{h11}$ | $\nabla \frac{H11}{h11}$ | $\frac{E12}{b12}$ | $\frac{H12}{h12}$ | | $\frac{Js6}{h5}$ |
| 配 合 | | | | | | 过渡配合 | |
| +260 | +180 | +140 | +120 | +340 | +200 | +8 | +7 |
| +140 | +60 | +20 | 0 | +140 | 0 | 2 | -3 |
| +290 | +220 | +180 | +150 | +380 | +240 | +10.5 | +9 |
| +140 | +70 | +30 | 0 | +140 | 0 | -2.5 | -4 |
| +330 | +260 | +220 | +180 | +450 | +300 | +12 | +10.5 |
| +150 | +80 | +10 | 0 | +150 | 0 | 3 | -4.5 |
| +370 | +315 | +270 | +220 | +510 | +360 | +15 | +13.5 |
| +150 | +95 | +50 | 0 | +150 | 0 | -4 | -5.5 |
| +420 | +370 | +325 | +260 | +580 | +420 | +17.5 | +15.5 |
| +160 | +110 | -65 | 0 | +160 | 0 | -4.5 | -6.5 |
| +490 | +440 | | | +670 | | | |
| +170 | +120 | +400 | +320 | +170 | +500 | +21.5 | +19 |
| +500 | +450 | +80 | 0 | +680 | 0 | 5.5 | -8 |
| +180 | +130 | | | +180 | | | |
| +570 | +520 | | | +790 | | | |
| +190 | +140 | +480 | +380 | +190 | +600 | +25.5 | +22.5 |
| +580 | +530 | +100 | 0 | +800 | 0 | -6.5 | -9.5 |
| +200 | +150 | | | +200 | | | |
| +660 | +610 | | | +920 | | | |
| +220 | +170 | +560 | +440 | +220 | +700 | +29.5 | +26 |
| +680 | +620 | +120 | 0 | +940 | 0 | -7.5 | -11 |
| +240 | +180 | | | +240 | | | |

| 孔 制 | | $\frac{H9}{e9}$ | $\frac{H9}{f9}$ | $\nabla \frac{H9}{h9}$ | $\frac{H10}{c10}$ | $\frac{H10}{b10}$ | $\frac{H10}{h10}$ | $\frac{H11}{a11}$ |
|---------|-----|-----------------|-----------------|------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------------|
| 基 轴 制 | | $\frac{E9}{h9}$ | $\frac{F9}{h9}$ | $\nabla \frac{H9}{h9}$ | | $\frac{D10}{h10}$ | $\frac{H10}{h10}$ | $\frac{A11}{h11}$ |
| 基本尺寸/mm | | 间 隙 | | | | | | |
| 大于 | 至 | | | | | | | |
| 120 | 140 | | | | + 320 - 200 | | | + 960 + 160 |
| 140 | 160 | + 285 + 85 | + 243 + 43 | - 200 0 | + 530 + 210 | + 165 + 145 | + 320 0 | + 1020 - 520 |
| 160 | 180 | | | | + 550 + 230 | | | + 1080 + 580 |
| 180 | 200 | | | | + 610 + 240 | | | + 1240 + 660 |
| 200 | 225 | + 330 + 100 | + 280 + 50 | + 230 0 | + 630 + 260 | + 540 + 170 | + 370 0 | + 1320 + 740 |
| 225 | 250 | | | | + 650 + 280 | | | + 1400 + 820 |
| 250 | 280 | + 370 + 110 | + 316 + 56 | + 260 0 | + 720 + 300 + 750 + 330 | + 610 + 190 | + 420 0 | - 1560 + 920 + 1690 + 1050 |
| 280 | 315 | | | | | | | |
| 315 | 355 | + 405 + 125 | + 342 + 62 | + 280 0 | + 820 + 360 + 860 + 100 | + 670 + 210 | + 460 0 | - 1920 + 1200 + 2070 + 1350 |
| 355 | 400 | | | | | | | |
| 400 | 450 | + 445 + 135 | + 378 + 68 | + 310 0 | + 940 + 440 + 980 + 480 | + 730 + 230 | + 500 0 | + 2300 + 1500 + 2450 + 1650 |
| 450 | 500 | | | | | | | |

(续)

| $\frac{H_{11}}{b_{11}}$ | $\nabla \frac{H_{11}}{c_{11}}$ | $\frac{H_{11}}{d_{11}}$ | $\nabla \frac{H_{11}}{h_{11}}$ | $\frac{H_{12}}{b_{12}}$ | $\frac{H_{12}}{h_{12}}$ | $\frac{H_6}{js_5}$ | |
|-------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|
| $\frac{B_{11}}{h_{11}}$ | $\nabla \frac{C_{11}}{h_{11}}$ | $\frac{D_{11}}{h_{11}}$ | $\nabla \frac{H_{11}}{h_{11}}$ | $\frac{B_{12}}{h_{12}}$ | $\frac{H_{12}}{h_{12}}$ | | $\frac{js_6}{h_5}$ |
| 配 合 | | | | | | 过渡配合 | |
| + 760 | + 700 | | | + 1050 | | | |
| - 260 | + 200 | | | - 260 | | | |
| + 780 | + 710 | - 615 | + 500 | + 1080 | + 800 | + 34 | + 30.5 |
| + 280 | - 210 | + 115 | 0 | + 280 | 0 | - 9 | - 12.5 |
| + 810 | + 730 | | | + 1110 | | | |
| + 310 | + 250 | | | + 310 | | | |
| + 920 | + 820 | | | + 1260 | | | |
| + 340 | + 210 | | | + 340 | | | |
| - 960 | + 840 | + 750 | + 780 | - 1300 | - 920 | + 39 | + 31.5 |
| + 380 | + 280 | + 170 | 0 | + 380 | 0 | 10 | - 11.5 |
| + 1000 | - 860 | | | + 1310 | | | |
| + 420 | + 280 | | | + 420 | | | |
| + 1120 | + 940 | | | - 1520 | | | |
| + 480 | + 300 | + 830 | + 640 | + 480 | + 1040 | + 13.5 | + 39 |
| + 1180 | + 970 | + 190 | 0 | + 1580 | 0 | 11.5 | 16 |
| + 540 | + 330 | | | + 540 | | | |
| + 1320 | + 1080 | | | + 1740 | | | |
| + 600 | + 360 | + 930 | - 720 | + 600 | + 1140 | + 48.5 | + 43 |
| + 1400 | + 1120 | + 210 | 0 | + 1820 | 0 | - 12.5 | - 18 |
| + 680 | + 400 | | | + 680 | | | |
| + 1560 | + 1240 | | | + 2020 | | | |
| + 760 | + 440 | + 1030 | + 800 | + 760 | + 1260 | + 53.5 | + 17 |
| + 1640 | + 1280 | + 230 | 0 | + 2100 | 0 | - 13.5 | - 20 |
| + 840 | + 480 | | | + 840 | | | |

(续)

| | | | | | | | |
|----------|----------|------------|------------|-----------|-----------|----------|----------|
| H7 m6 | | ▼ H7 n6 | | H8 js7 | | H8 k7 | |
| | M7 h6 | | ▼ N7 h6 | | Js8 h7 | | K8 h7 |

配 合

| | | | | | | | |
|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| ± 8 | + 4 - 12 | + 6 - 10 | + 2 - 14 | + 19 - 5 | + 17 - 7 | + 14 - 10 | + 10 - 14 |
| + 8 - 12 | | - 4 - 16 | | + 24 - 6 | + 21 - 9 | + 17 - 13 | |
| + 9 - 15 | | + 5 - 19 | | + 29 - 7 | + 26 - 11 | + 21 - 16 | |
| + 11 - 18 | | + 6 - 23 | | + 36 - 9 | + 31 - 13 | + 26 - 19 | |
| + 13 - 21 | | + 6 - 28 | | + 43 - 10 | + 37 - 16 | + 31 - 23 | |
| + 16 - 25 | | + 8 - 33 | | + 51 - 12 | + 44 - 19 | + 37 - 27 | |
| + 19 - 30 | | + 10 - 39 | | + 61 - 15 | + 53 - 23 | + 44 - 32 | |
| + 22 - 35 | | + 12 - 45 | | + 71 - 17 | + 62 - 27 | + 51 - 38 | |

| 基孔制 | | $\frac{H6}{k5}$ | $\frac{H6}{m5}$ | $\frac{H7}{js6}$ | $\nabla \frac{H7}{k6}$ | |
|---------|-----|-----------------|-----------------|------------------|------------------------|-----------|
| 基轴制 | | $\frac{K6}{h5}$ | $\frac{M6}{h5}$ | $\frac{Js7}{h6}$ | $\nabla \frac{K7}{h6}$ | |
| 基本尺寸/mm | | 过 渡 | | | | |
| 大于 | 至 | | | | | |
| 120 | 140 | | | | | |
| 140 | 160 | +22 -21 | +10 33 | +52.5 -12.5 | +45 -20 | +37 28 |
| 160 | 180 | | | | | |
| 180 | 200 | | | | | |
| 200 | 225 | +25 -24 | +12 -37 | +60.5 -14.5 | +52 -23 | +42 33 |
| 225 | 250 | | | | | |
| 250 | 280 | +28 | +12 + 14 | +68 | +58 | +48 |
| 280 | 315 | -27 | -43 - 11 | -16 | -26 | -36 |
| 315 | 355 | +32 | +15 | +75 | +61 | +33 |
| 355 | 400 | 29 | 46 | 18 | 28 | 40 |
| 400 | 450 | +35 | +17 | +83 | +71 | +58 |
| 450 | 500 | -32 | -50 | -20 | -31 | -45 |

(续)

| $\frac{H7}{m6}$ | $\nabla \frac{H7}{n6}$ | $\frac{H8}{j87}$ | $\frac{H8}{k7}$ |
|-----------------|------------------------|------------------|-------------------------------|
| $\frac{M7}{h6}$ | $\nabla \frac{N7}{h6}$ | $\frac{J8}{h7}$ | $\frac{K8}{h7}$ |
| + | + | | |
| + 25 - 40 | - 13 52 | - 83 20 | + 51 - 31 + 60 43 |
| + 29 - 46 | + 15 60 | - 95 - 23 | + 82 - 36 + 68 - 50 |
| + 32 52 | - 18 - 66 | + 107 - 26 | + 92 - 40 + 77 - 56 |
| + 36 - 57 | + 20 73 | + 117 - 28 | + 101 11 + 85 16 |
| + 40 - 63 | - 23 - 80 | + 128 - 31 | + 111 - 48 + 92 - 68 |

| 基孔制 | | $\frac{H8}{m7}$ | | $\frac{H8}{u7}$ | | $\frac{H8}{p7}$ | $\frac{H6}{n5}$ | | |
|---------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| 基轴制 | | | $\frac{M8}{h7}$ | | $\frac{N8}{h7}$ | | | $\frac{N6}{h5}$ | |
| 基本尺寸/mm | | 过渡配合 | | | | | | 过 | |
| 大于 | 至 | | | | | | | | |
| — | 3 | +12 -12 | +8 16 | +10 -14 | +6 -18 | +8 -16 | +2 8 | 0 -10 | |
| 3 | 6 | +14 16 | | +10 -20 | | +6 24 | | 0 -13 | |
| 6 | 10 | +16 -21 | | +12 -25 | | +7 -30 | | -1 -16 | |
| 10 | 14 | +20 | | -15 | | +9 | | -1 | |
| 14 | 18 | -25 | | -30 | | -36 | | 20 | |
| 18 | 24 | +25 | | +18 | | +11 | | 2 | |
| 24 | 30 | -29 | | 36 | | 43 | | 21 | |
| 30 | 40 | +30 | | +22 | | +13 | | -1 | |
| 40 | 50 | -34 | | -42 | | 51 | | -28 | |
| 50 | 65 | +35 | | +26 | | +11 | | -1 | |
| 65 | 80 | -41 | | -50 | | -62 | | -33 | |
| 80 | 100 | +41 | | +31 | | +17 | | -1 | |
| 100 | 120 | -48 | | -58 | | -72 | | -38 | |

(续)

| $\frac{H6}{p5}$ | | $\frac{H6}{r5}$ | | $\frac{H6}{s5}$ | | $\frac{H6}{t5}$ | $\frac{H7}{p6}$ | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| | $\frac{P6}{h5}$ | | $\frac{R6}{h5}$ | | $\frac{S6}{h5}$ | $\frac{T6}{h5}$ | | $\nabla \frac{P7}{h6}$ |

盈 配 合

| | | | | | | | | |
|------|------|------|-----|------|------|-------|------|------|
| 0 | - 2 | - 4 | - 6 | 8 | - 10 | - | + 4 | 0 |
| - 10 | - 12 | - 14 | 16 | - 18 | - 20 | - | - 12 | - 16 |
| - 4 | | - 7 | | - 11 | | - | - 0 | |
| - 17 | | - 20 | | - 24 | | - | - 20 | |
| - 6 | | - 10 | | - 14 | | - | - 0 | |
| - 21 | | - 25 | | - 29 | | - | - 24 | |
| 7 | | 12 | | - 17 | | - | 0 | |
| - 26 | | - 31 | | - 36 | | - | - 29 | |
| - 9 | | - 15 | | - 22 | | - | - 1 | |
| - 31 | | - 37 | | - 44 | | - 28 | - 35 | |
| | | | | | | - 50 | | |
| 10 | | - 18 | | 27 | | - 32 | - 1 | |
| - 37 | | 45 | | 54 | | - 59 | - 42 | |
| | | | | | | 38 | | |
| | | | | | | - 65 | | |
| - 13 | | - 22 | | 34 | | - 17 | - 2 | |
| | | - 54 | | - 66 | | - 79 | | |
| - 45 | | - 24 | | - 40 | | - 56 | - 51 | |
| | | 56 | | - 72 | | - 88 | | |
| | | - 29 | | - 49 | | - 69 | | |
| - 15 | | - 66 | | - 86 | | - 106 | - 2 | |
| | | - 32 | | - 57 | | - 82 | - 59 | |
| - 52 | | - 69 | | - 94 | | - 119 | | |

| 基孔制 | | $\frac{H8}{m7}$ | $\frac{H8}{u7}$ | $\frac{H8}{p7}$ | $\frac{H6}{n5}$ |
|---------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 基轴制 | | $\frac{M8}{h7}$ | $\frac{N8}{h7}$ | | $\frac{N6}{h5}$ |
| 基本尺寸/mm | | 过渡配合 | | | |
| 大于 | 至 | | | | |
| 120 | 140 | +48 55 | +36 -67 | +20 -83 | -2 -45 |
| 140 | 160 | | | | |
| 160 | 180 | | | | |
| 180 | 200 | +55 -63 | +41 -77 | +22 -96 | -2 -51 |
| 200 | 225 | | | | |
| 225 | 250 | | | | |
| 250 | 280 | +61 -72 | +47 86 | +25 -108 | -2 -57 |
| 280 | 315 | | | | |
| 315 | 355 | +68 -78 | +52 -94 | +27 -119 | -1 -62 |
| 355 | 400 | | | | |
| 400 | 450 | +74 -86 | +57 -103 | +29 -131 | 0 -67 |
| 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。

(续)

| $\frac{H6}{p5}$ | | $\frac{H6}{r5}$ | | $\frac{H6}{s5}$ | | $\frac{H6}{t5}$ | $\frac{H7}{p6}$ | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------------------|
| | $\frac{P6}{h5}$ | | $\frac{R6}{h5}$ | | $\frac{S6}{h5}$ | $\frac{T6}{h5}$ | | $\blacktriangledown \frac{P7}{h6}$ |

盈 配 合

| | | | | |
|------------|------|------|------|------------|
| -18 -61 | -38 | -67 | -97 | -3 -68 |
| | 81 | -110 | 140 | |
| | 40 | -75 | -109 | |
| | -83 | -118 | 152 | |
| -21 -70 | -43 | -83 | -121 | -4 -79 |
| | -86 | -126 | 164 | |
| | 48 | -93 | -137 | |
| | -97 | -142 | -186 | |
| -24 -79 | -51 | -101 | -151 | -4 -88 |
| | -100 | -150 | -200 | |
| | -55 | -111 | -167 | |
| | -104 | -160 | -216 | |
| -26 -87 | -26 | -126 | -186 | -5 -98 |
| | -117 | -181 | -214 | |
| | -66 | -138 | -208 | |
| | -121 | -193 | -263 | |
| -28 -95 | -72 | -154 | -232 | -5 -108 |
| | -133 | -215 | -293 | |
| | -78 | -172 | -258 | |
| | 139 | -233 | -319 | |
| -28 -95 | -86 | -192 | -290 | -5 -108 |
| | -153 | -259 | -357 | |
| | -92 | -212 | -320 | |
| | -159 | -279 | -387 | |

(4) 优先配合选用说明

| 优先配合 | | 说 明 |
|--|--|---|
| 基孔制 | 基轴制 | |
| $\frac{H11}{e11}$ | $\frac{C11}{h11}$ | 间隙非常大, 用于很松的、转动很慢的动配合; 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/d6 |
| $\frac{H9}{d9}$ | $\frac{D9}{h9}$ | 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/dc4 |
| $\frac{H8}{f7}$ | $\frac{F8}{h7}$ | 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/dc |
| $\frac{H7}{g6}$ | $\frac{G7}{h6}$ | 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 |

(续)

| 优先配合 | | 说 明 |
|-----------------|-----------------|--|
| 基孔制 | 基轴制 | |
| $\frac{H7}{k6}$ | $\frac{K7}{h6}$ | 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/jf |
| $\frac{H7}{s6}$ | $\frac{S7}{h6}$ | 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 |

(5) 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 | h, 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。及其它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 |

(续)

| 配合 | 基本偏差 | 配合特性及应用 |
|------|------|--|
| 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)

| 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 |

四 未注公差尺寸的极限偏差

(GB1804—1979)

(1) 标准规定的极限偏差适用于金属切削加工的尺寸, 也可以用于非切削加工的尺寸。

(2) 图样上未注公差尺寸的极限偏差, 按本标准规定的系列, 由相应的技术文件作出具体规定。

(3) 未注公差尺寸的公差等级规定为 IT12 至 IT18。

一般孔用 H; 轴用 h; 长度用 $\pm \frac{1}{2} IT$ (即 Js 或 js)。必要时, 可不分孔、轴或长度, 均采用 $\pm \frac{1}{2} IT$ (即 Js 或 js), 其数值见下表。

(mm)

| 基本尺寸 | | 公差带 | | | | | | |
|------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
| 大于 | 至 | H12 | H13 | H14 | H15 | H16 | H17 | H18 |
| - | 3 | +0.10 0 | +0.14 0 | +0.25 0 | +0.40 0 | +0.60 0 | +1.0 0 | +1.4 0 |
| 3 | 6 | +0.12 0 | +0.18 0 | +0.30 0 | +0.48 0 | +0.75 0 | +1.2 0 | +1.8 0 |
| 6 | 10 | +0.15 0 | +0.22 0 | +0.36 0 | +0.58 0 | +0.90 0 | +1.5 0 | +2.2 0 |
| 10 | 18 | +0.18 0 | +0.27 0 | +0.43 0 | +0.70 0 | +1.10 0 | +1.8 0 | +2.7 0 |
| 18 | 30 | +0.21 0 | +0.33 0 | +0.52 0 | +0.84 0 | +1.30 0 | +2.1 0 | +3.3 0 |
| 30 | 50 | +0.25 0 | +0.39 0 | +0.62 0 | +1.00 0 | +1.60 0 | +2.5 0 | +3.9 0 |
| 50 | 80 | +0.30 0 | +0.46 0 | +0.74 0 | +1.20 0 | +1.90 0 | +3.0 0 | +4.6 0 |
| 80 | 120 | +0.35 0 | +0.54 0 | +0.87 0 | +1.40 0 | +2.20 0 | +3.5 0 | +5.4 0 |
| 120 | 180 | +0.40 0 | +0.63 0 | +1.00 0 | +1.60 0 | +2.50 0 | +4.0 0 | +6.3 0 |
| 180 | 250 | +0.46 0 | +0.72 0 | +1.15 0 | +1.85 0 | +2.90 0 | +4.6 0 | +7.2 0 |
| 250 | 315 | +0.52 0 | +0.81 0 | +1.30 0 | +2.10 0 | +3.20 0 | +5.2 0 | +8.1 0 |

(续)

| 基本尺寸 | | 公差带 | | | | | | |
|------|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 大于 | 至 | H12 | H13 | H14 | H15 | H16 | H17 | H18 |
| 315 | 400 | +0.57 0 | +0.89 0 | +1.40 0 | +2.30 0 | +3.60 0 | +5.7 0 | +8.9 0 |
| 400 | 500 | +0.63 0 | +0.97 0 | +1.55 0 | +2.50 0 | +4.00 0 | +6.3 0 | +9.7 0 |
| 500 | 630 | +0.70 0 | +1.10 0 | +1.75 0 | +2.8 0 | +4.4 0 | +7.0 0 | +11.0 0 |
| 630 | 800 | +0.80 0 | +1.25 0 | +2.00 0 | +3.2 0 | +5.0 0 | +8.0 0 | +12.5 0 |
| 800 | 1000 | +0.90 0 | +1.40 0 | +2.30 0 | +3.6 0 | +5.6 0 | +9.0 0 | +14.0 0 |
| 1000 | 1250 | +1.05 0 | +1.65 0 | +2.60 0 | +4.2 0 | +6.6 0 | +10.5 0 | +16.5 0 |
| 1250 | 1600 | +1.25 0 | +1.95 0 | +3.10 0 | +5.0 0 | +7.8 0 | +12.5 0 | +19.5 0 |
| 1600 | 2000 | +1.50 0 | +2.30 0 | +3.70 0 | +6.0 0 | +9.2 0 | +15.0 0 | +23.0 0 |
| 2000 | 2500 | +1.75 0 | +2.80 0 | +4.40 0 | +7.0 0 | +11.0 0 | +17.5 0 | +28.0 0 |
| 2500 | 3150 | +2.10 0 | +3.30 0 | +5.40 0 | +8.6 0 | +13.5 0 | +21.0 0 | +33.0 0 |

(续)

| 基本尺寸 | | 公差带 | | | | | | |
|------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
| 大于 | 至 | h12 | h13 | h14 | h15 | h16 | h17 | h18 |
| — | 3 | 0 -0.10 | 0 -0.14 | 0 -0.25 | 0 -0.40 | 0 -0.60 | 0 -1.0 | 0 -1.4 |
| 3 | 6 | 0 -0.12 | 0 -0.18 | 0 -0.30 | 0 0.48 | 0 -0.75 | 0 -1.2 | 0 -1.8 |
| 6 | 10 | 0 -0.15 | 0 -0.22 | 0 -0.36 | 0 0.58 | 0 -0.90 | 0 -1.5 | 0 -2.2 |
| 10 | 18 | 0 -0.18 | 0 -0.27 | 0 -0.43 | 0 -0.70 | 0 -1.10 | 0 -1.8 | 0 -2.7 |
| 18 | 30 | 0 -0.21 | 0 -0.33 | 0 -0.52 | 0 -0.84 | 0 -1.30 | 0 -2.1 | 0 -3.3 |
| 30 | 50 | 0 -0.25 | 0 -0.39 | 0 0.62 | 0 -1.00 | 0 -1.60 | 0 -2.5 | 0 -3.9 |
| 50 | 80 | 0 -0.30 | 0 -0.46 | 0 -0.74 | 0 -1.20 | 0 -1.90 | 0 -3.0 | 0 4.6 |
| 80 | 120 | 0 -0.35 | 0 -0.54 | 0 -0.87 | 0 -1.40 | 0 -2.20 | 0 -3.5 | 0 -5.4 |
| 120 | 180 | 0 -0.40 | 0 -0.63 | 0 1.00 | 0 -1.60 | 0 -2.50 | 0 -4.0 | 0 -6.3 |
| 180 | 250 | 0 -0.46 | 0 -0.72 | 0 -1.15 | 0 1.85 | 0 -2.90 | 0 -4.6 | 0 -7.2 |
| 250 | 315 | 0 -0.52 | 0 -0.81 | 0 -1.30 | 0 -2.10 | 0 -3.20 | 0 -5.2 | 0 -8.1 |

(续)

| 基本尺寸 | | 公差 | | | | | | |
|------|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 大于 | 至 | h12 | h13 | h14 | h15 | h16 | h17 | h18 |
| 315 | 400 | 0 -0.57 | 0 -0.89 | 0 -1.40 | 0 -2.30 | 0 3.60 | 0 -5.7 | 0 -8.9 |
| 400 | 500 | 0 -0.63 | 0 -0.97 | 0 -1.55 | 0 -2.50 | 0 -4.00 | 0 -6.3 | 0 -9.7 |
| 500 | 630 | 0 -0.70 | 0 -1.10 | 0 -1.75 | 0 2.8 | 0 -4.4 | 0 -7.0 | 0 11.0 |
| 630 | 800 | 0 -0.80 | 0 -1.25 | 0 -2.00 | 0 -3.2 | 0 -5.0 | 0 -8.0 | 0 -12.5 |
| 800 | 1000 | 0 -0.90 | 0 -1.40 | 0 2.30 | 0 -3.6 | 0 -5.6 | 0 -9.0 | 0 -14.0 |
| 1000 | 1250 | 0 -1.05 | 0 -1.65 | 0 -2.60 | 0 -4.2 | 0 -6.6 | 0 -10.5 | 0 -16.5 |
| 1250 | 1600 | 0 -1.25 | 0 -1.95 | 0 -3.10 | 0 -5.0 | 0 -7.8 | 0 -12.5 | 0 -19.5 |
| 1600 | 2000 | 0 -1.50 | 0 -2.30 | 0 -3.70 | 0 -6.0 | 0 -9.2 | 0 -15.0 | 0 -23.0 |
| 2000 | 2500 | 0 -1.75 | 0 -2.80 | 0 -4.40 | 0 -7.0 | 0 -11.0 | 0 -17.5 | 0 -28.0 |
| 2500 | 3150 | 0 -2.10 | 0 -3.30 | 0 -5.40 | 0 -8.6 | 0 -13.5 | 0 -21.0 | 0 -33.0 |

(续)

| 基本尺寸 | | 公差带 | | | | | | |
|------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 大于 | 至 | Js12 (js12) | Js13 (js13) | Js14 (js14) | Js15 (js15) | Js16 (js16) | Js17 (js17) | Js18 (js18) |
| — | 3 | ± 0.05 | ± 0.07 | ± 0.125 | ± 0.20 | ± 0.30 | ± 0.5 | ± 0.7 |
| 3 | 6 | ± 0.06 | ± 0.09 | ± 0.15 | ± 0.24 | ± 0.375 | ± 0.6 | ± 0.9 |
| 6 | 10 | ± 0.075 | ± 0.11 | ± 0.18 | ± 0.29 | ± 0.45 | ± 0.75 | ± 1.1 |
| 10 | 18 | ± 0.09 | ± 0.135 | ± 0.215 | ± 0.35 | ± 0.55 | ± 0.9 | ± 1.35 |
| 18 | 30 | ± 0.105 | ± 0.165 | ± 0.26 | ± 0.42 | ± 0.65 | ± 1.05 | ± 1.65 |
| 30 | 50 | ± 0.125 | ± 0.195 | ± 0.31 | ± 0.50 | ± 0.80 | ± 1.25 | ± 1.95 |
| 50 | 80 | ± 0.15 | ± 0.23 | ± 0.37 | ± 0.60 | ± 0.95 | ± 1.5 | ± 2.3 |
| 80 | 120 | ± 0.175 | ± 0.27 | ± 0.435 | ± 0.70 | ± 1.10 | ± 1.75 | ± 2.7 |
| 120 | 180 | ± 0.20 | ± 0.315 | ± 0.50 | ± 0.80 | ± 1.25 | ± 2.0 | ± 3.15 |
| 180 | 250 | ± 0.23 | ± 0.36 | ± 0.575 | ± 0.925 | ± 1.45 | ± 2.3 | ± 3.6 |
| 250 | 315 | ± 0.26 | ± 0.405 | ± 0.65 | ± 1.65 | ± 1.60 | ± 2.6 | ± 4.05 |

(续)

| 基本尺寸 | | 公差带 | | | | | | |
|------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 大于 | 至 | Js12 (js12) | Js13 (js13) | Js14 (js14) | Js15 (js15) | Js16 (js16) | Js17 (js17) | Js18 (js18) |
| 315 | 400 | ± 0.285 | ± 0.445 | ±0.70 | ±1.15 | ±1.80 | ±2.85 | ±4.45 |
| 400 | 500 | ± 0.315 | ± 0.435 | ± 0.775 | ±1.25 | ±2.00 | ±3.15 | ±4.85 |
| 500 | 630 | ±0.35 | ±0.55 | ± 0.875 | ±1.4 | ±2.2 | ±3.5 | ±5.5 |
| 630 | 800 | ±0.40 | ± 0.625 | ±1.00 | ±1.6 | ±2.5 | ±4.0 | ±6.25 |
| 800 | 1000 | ±0.45 | ±0.70 | ±1.15 | ±1.8 | ±2.8 | ±4.5 | ±7.0 |
| 1000 | 1250 | ± 0.525 | ± 0.825 | ±1.30 | ±2.1 | ±3.3 | ±5.25 | ±8.25 |
| 1250 | 1600 | ± 0.625 | ± 0.975 | ±1.55 | ±2.5 | ±3.9 | ±6.25 | ±9.75 |
| 1600 | 2000 | ±0.75 | ±1.15 | ±1.85 | ±3.0 | ±4.6 | ±7.5 | ±11.5 |
| 2000 | 2500 | ± 0.875 | ±1.40 | ±2.20 | ±3.5 | ±5.5 | ±8.75 | ±14.0 |
| 2500 | 3150 | ±1.05 | ±1.65 | ±2.70 | ±4.3 | ±6.75 | ±10.5 | ±16.5 |

注：基本尺寸小于1mm时，H14至H18、h14至h18和Js14(j s14)至Js18(j s18)均不采用。

五 新旧国家标准对照表

1 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 | | |
| 基准轴 | 1 | 2 | 3 | 3 至 4 | 4 | 5 | | |
| 旧国 标 | | 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 |

2 公差与配合新旧国家标准对照表
基孔制配合的轴(尺寸1~500mm)

| 间隙配合 | | | 过渡配合 | | | 过盈配合 | | |
|------|--------|-------------------|------|---------|-------------------|------|------------|-------------------|
| 旧国标 | 新国标 | 备注 | 旧国标 | 新国标 | 备注 | 旧国标 | 新国标 | 备注 |
| d1 | h5 | | ga1 | n5 | p5 ⁽¹⁾ | jb1 | s5 | s6 ⁽²⁾ |
| db1 | g5 | g6 ⁽¹⁾ | gb1 | m5 | n5 ⁽¹⁾ | jc1 | r5 | r6 ⁽¹⁾ |
| dc1 | f5, f6 | ② | gc1 | k5 | m4 ⁽¹⁾ | jd1 | s7, u5, u6 | ② |
| d | h6 | | gd1 | js, js5 | ② | jc | r6, s6 | ② |
| db | g6 | | ga | n6 | p6 ⁽¹⁾ | jd | r6 | |
| dc | f7 | | gb | m6 | n6 ⁽¹⁾ | jb3 | u8 | |
| dd | c8 | | gc | k6 | | jc3 | s7 | |
| de | d8 | | gd | js6 | | jd4 | | ① |

(续)

| 间隙配合 | | 过渡配合 | | 过盈配合 | |
|------|-----------------|------|---------|------|-----|
| 旧国标 | 新国标 | 旧国标 | 新国标 | 旧国标 | 新国标 |
| df | c8 | gs3 | n7 | jt | |
| d3 | b7 | gb3 | m7 | kc1 | (1) |
| dc3 | f8 | gc3 | k7 | kc5 | (1) |
| d4 | h8, h9 | gd3 | j7, js7 | | |
| dc4 | f9 | | | | |
| de4 | d9, d10 | | | | |
| d5 | h10 | | | | |
| d6 | h11 | | | | |
| dc5, | h11 | | | | |
| dd6 | b11, c10 c11 | | | | |
| de6 | a11, b11 | | | | |
| d7 | h12, b13 | | | | |
| dc7 | b12, c12 c13 | | | | |

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

基轴制配合的孔(尺寸 1~500mm)

| 间隙配合 | | | 过渡配合 | | | 过盈配合 | | |
|------|--------|----|------|---------|------------------|------|--------|----|
| 旧国标 | 新国标 | 备注 | 旧国标 | 新国标 | 备注 | 旧国标 | 新国标 | 备注 |
| D1 | H6 | | Ga1 | N6 | | Jd | U7, S7 | ② |
| Db1 | G6 | | Gb1 | M6 | | Je | R7, R8 | ② |
| Dc1 | F7 | | Gc1 | K6 | | Jb3 | U8 | 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)

| 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 | ④ | Gd3 | J8 | | | | |
| D5 | H10 | | | | | | | |
| D6 | H11 | | | | | | | |
| Dc6 | D11 | | | | | | | |
| Dd6 | B11, C11 | ② | | | | | | |
| De6 | A11, B11 | ② | | | | | | |
| D7 | H12, H13 | ③ | | | | | | |
| De7 | | ④ | | | | | | |

① 仅 1~3mm 尺寸分段使用。

② 不同尺寸分段分别与不同的新国标符号相近

似。

③ 介于两者之间。









④ 没有适当的相近的符号。

形状和位置公差



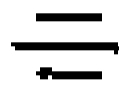


(GB/T1182—1996)

— 形状和位置公差符号

1 形位公差特征项目的符号

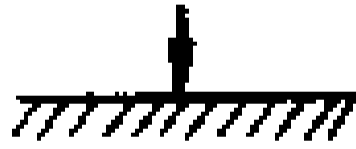
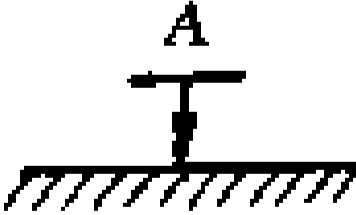
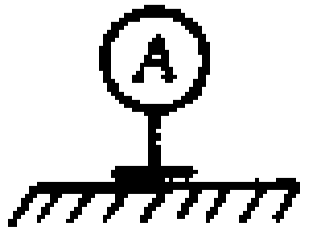
| 公差 | | 特征项目 | 符 号 |
|-------|----|------|---|
| 形状 | 形状 | 直线度 | — |
| | | 平面度 |  |
| | | 圆度 |  |
| | | 圆柱度 |  |
| 形状或位置 | 轮廓 | 线轮廓度 |  |
| | | 面轮廓度 |  |
| 位置 | 定向 | 平行度 |  |
| | | 垂直度 |  |
| | | 倾斜度 |  |

(续)

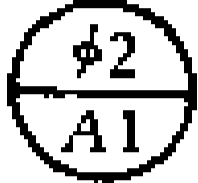








| 公差 | 特征项目 | 符号 | |
|----|---------|--|---|
| 位置 | 位置度 |  | |
| | 同轴(同心)度 |  | |
| | 对称度 |  | |
| | 跳动 | 圆跳动 |  |
| | | 全跳动 |  |

2 被测要素、基准要素的标注方法

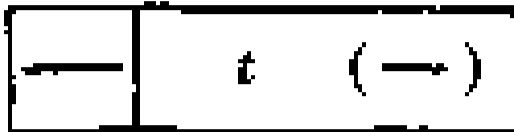



(1) 被测要素、基准要素的标注方法

| 说明 | 符号 |
|---------|--|
| 被测要素的标注 | 直接  |
| | 用字母  |
| 基准要素的标注 |  |

(续)

| 说 明 | 符 号 |
|---------------|---|
| 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) |  |

(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, 见下表:

| 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 | (◁) |  |

二 形状和位置公差未注公差值

(GB/T1184—1996)

1 形状公差的未注公差值

(1) 直线度和平面度：表中给出了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~ 1 000 | >1 000~ 3 000 |
| H | 0.02 | 0.05 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 |
| K | 0.05 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 |
| L | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 1.6 |

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：圆度的未注公差值等于标准的直径公差值，但不能大于后面表中圆跳动的未注公差值。

(3) 圆柱度：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/T1182 的规定注出圆柱度公差值，或采用包容要求。

2 位置公差的未注公差值

(1) 平行度：平行度的未注公差值等于给出的尺寸公差值，或是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：下表给出了垂直度的未注公差值。

(mm)

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

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。

(3) 对称度：下表给出了对称度的未注公差值。

(mm)

| 公差等级 | 基本长度范围 | | | |
|------|------------|------------------|---------------------|------------------------|
| | ≤ 100 | $> 100 \sim 300$ | $> 300 \sim 1\ 000$ | $> 1\ 000 \sim 3\ 000$ |
| H | 0.5 | | | |
| K | 0.6 | | 0.8 | 1 |
| L | 0.6 | 1 | 1.5 | 2 |

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。

(4) 同轴度：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：下表给出了圆跳动(径向、端面和斜向)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 |

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。

三 图样上注出公差值的规定

(GB/T1184—1996)

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/T1182—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。

公差值的选用原则:

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

① 在同一要素上给出的形状公差值应小于位置公差值。如要求平行的两个表面,其平面度公差值应小于平行度公差值。

② 圆柱形零件的形状公差值(轴线的直线度除外)一般情况下应小于其尺寸公差值。

③ 平行度公差值应小于其相应的距离公差值。

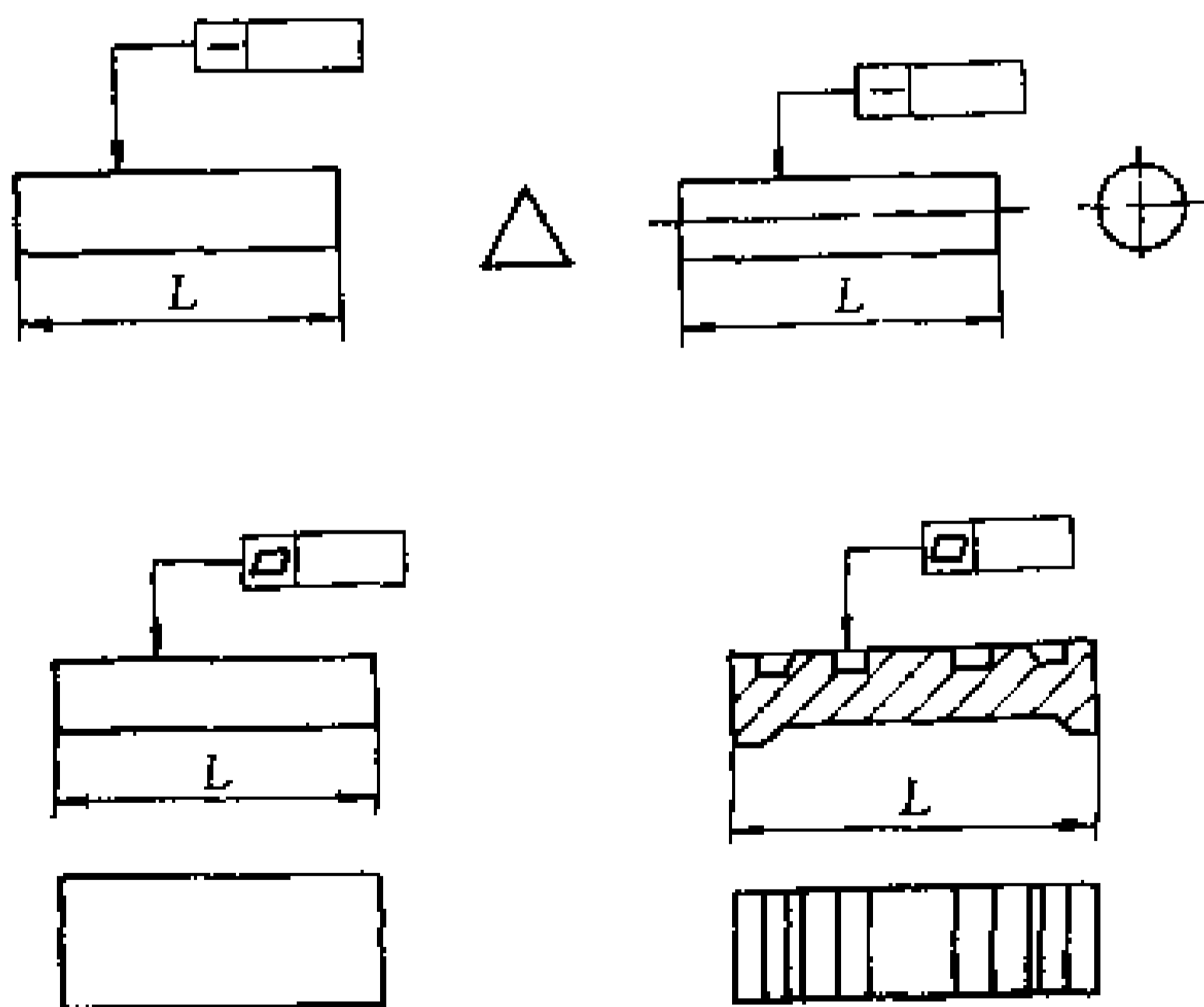
2) 对于下列情况,考虑到加工的难易程度和除主参数外其他参数的影响,在满足零件功能的要求下,适当降

低 1~2 级选用。

- 1) 孔相对于轴。
- 2) 细长比较大的轴或孔。
- 3) 距离较大的轴或孔。
- 4) 宽度较大(一般大于 1/2 长度)的零件表面。
- 5) 线对线和线对面相对于面对面的平行度。
- 6) 线对线和线对面相对于面对面的垂直度。

四 公差值表

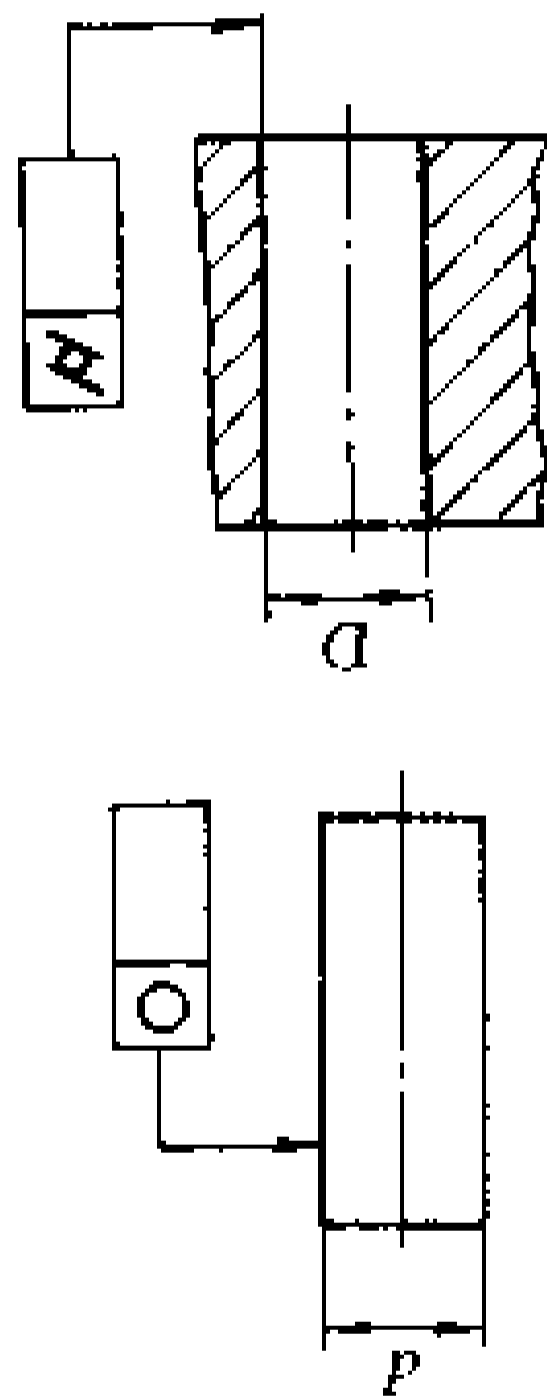
1 直线度、平面度公差值表



主参数 L 图例

| 主参数 L /mm | 公差等级 | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|-----|-----|-----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| ≤ 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 圓度、圓柱度公差值表



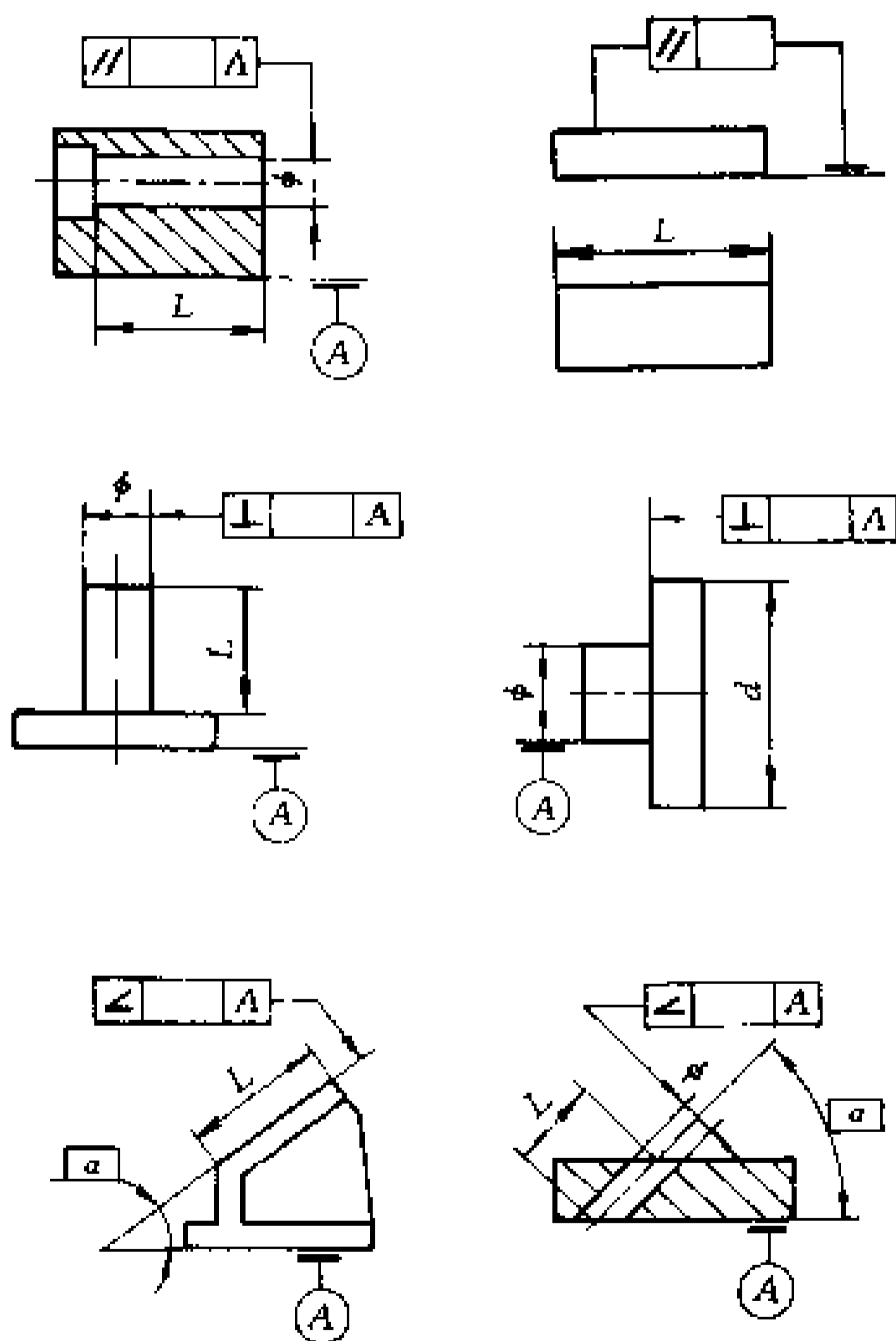
主參數 $d(D)$ 圖例

| 主參數 $d(D)$ /mm | 公差等級 | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|----|----|----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| ≤ 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 | 1 | 5 | 3 | 12 | 18 | 30 |
| $> 6 \sim 10$ | 0.12 | 0.25 | 0.4 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 1 | 6 | 9 | 15 | 22 | 36 |

(续)

| 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 | | | | | | | | | | | | |
| >10~18 | 0.15 | 0.25 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 11 | 18 | 27 | 43 |
| >18~30 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 9 | 13 | 21 | 33 | 52 |
| >30~50 | 0.25 | 0.4 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 7 | 11 | 16 | 25 | 39 | 62 |
| >50~80 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 13 | 19 | 30 | 46 | 74 |
| >80~120 | 0.4 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 10 | 15 | 22 | 35 | 54 | 87 |
| >120~180 | 0.6 | 1 | 1.2 | 2 | 3.5 | 5 | 8 | 12 | 18 | 25 | 40 | 63 | 100 |
| >180~250 | 0.8 | 1.2 | 2 | 3 | 4.5 | 7 | 10 | 14 | 20 | 29 | 46 | 72 | 115 |
| >250~315 | 1.0 | 1.6 | 2.5 | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | 23 | 32 | 52 | 81 | 130 |
| >315~400 | 1.2 | 2 | 3 | 5 | 7 | 9 | 13 | 18 | 25 | 36 | 57 | 89 | 140 |
| >400~500 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 8 | 10 | 15 | 20 | 27 | 40 | 63 | 97 | 155 |

3 平行度、垂直度、倾斜度公差值表



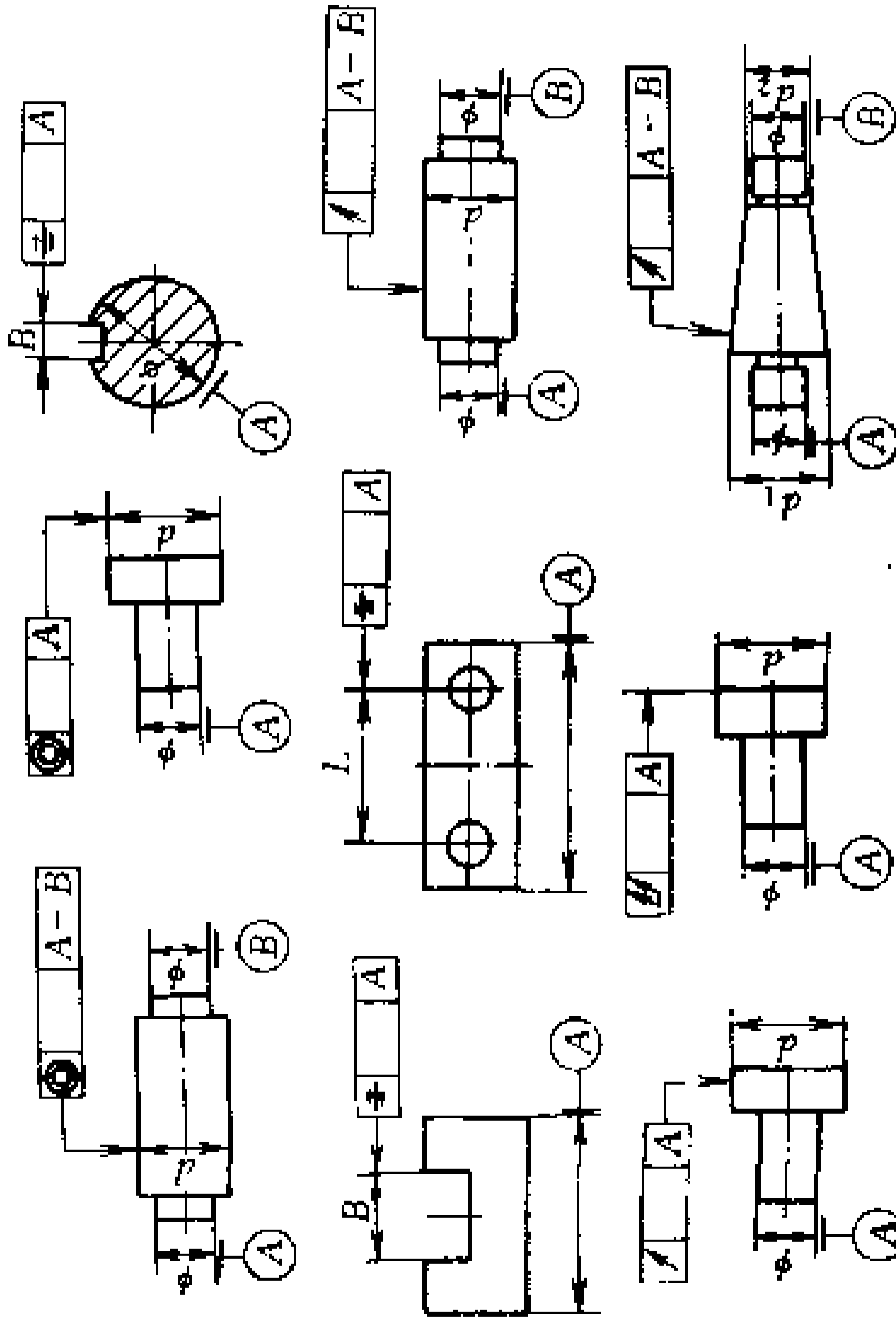
主参数 L , $d(D)$ 图例

| 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 |
| $> 40 \sim 63$ | i | 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 |

(续)

| 主参数 $L, d(D)$ mm | 公差等级 | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| >250~400 | 2.5 | 5 | 10 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 | 300 | 500 | 800 |
| >400~630 | 3 | 6 | 12 | 25 | 40 | 60 | 100 | 150 | 250 | 400 | 600 | 1000 |
| >630~1000 | 4 | 8 | 15 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 | 300 | 500 | 800 | 1200 |
| >1000~1600 | 5 | 10 | 20 | 40 | 60 | 100 | 150 | 250 | 400 | 600 | 1000 | 1500 |
| >1600~2500 | 6 | 12 | 25 | 50 | 80 | 120 | 200 | 300 | 500 | 800 | 1200 | 2000 |
| >2500~4000 | 8 | 15 | 30 | 60 | 100 | 150 | 250 | 400 | 600 | 1000 | 1500 | 2500 |
| >4000~6300 | 10 | 20 | 40 | 80 | 120 | 200 | 300 | 500 | 800 | 1200 | 2000 | 3000 |
| >6300~10000 | 12 | 25 | 50 | 100 | 150 | 250 | 400 | 600 | 1000 | 1500 | 2500 | 4000 |

4 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动公差值表



主参数 $d(P)$, B, L 图例

| 主参数 $d(D), B, L$ /mm | 公差等级 | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| ≤ 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 |

(续)

| 主参数 $d(D), B, L$ /mm | 公差等级 | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| >120~250 | 2 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 100 | 200 | 300 | 600 |
| >250~500 | 2.5 | 4 | 6 | 10 | 15 | 25 | 40 | 60 | 120 | 250 | 400 | 800 |
| >500~800 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 150 | 300 | 500 | 1000 |
| >800~1250 | 4 | 6 | 10 | 15 | 25 | 40 | 60 | 100 | 200 | 400 | 600 | 1200 |
| >1250~2000 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 250 | 500 | 800 | 1500 |
| >2000~3150 | 6 | 10 | 15 | 25 | 40 | 60 | 100 | 150 | 300 | 600 | 1000 | 2000 |
| >3150~5000 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 | 400 | 800 | 1200 | 2500 |
| >5000~8000 | 10 | 15 | 25 | 40 | 60 | 100 | 150 | 250 | 500 | 1000 | 1500 | 3000 |
| >8000~10000 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 | 300 | 600 | 1200 | 2000 | 4000 |

5 位置度系数

| | 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 | 8×10^n |

注: n 为正整数。

表面粗糙度(GB/T1031-1995)

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

表面粗糙度国家标准规定,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

| | | (μm) | |
|-------------------|-------------|-------------------|----------|
| 新国标 GB/T1031-1995 | | 旧国标 GB1031-68 | |
| 表面粗糙度 | | 表面光洁度 | |
| R_a | | 级别代号 | R_z |
| 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 |

(续)

| 新国标 GB/T1031 1995 | | 旧国标 GB1031 - 68 | |
|-------------------|--------------|-----------------|------------|
| 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 | | |
| 0.80 | 0.63, 0.50 | ▽8 | 0.1~0.63 |
| 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

(μm)

| 新国标 GB/T1031—1995 | | 旧国标 GB1031 -68 | |
|-------------------|-------------|----------------|----------|
| 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 | | |
| 1600 | 1250, 1000 | | |
| 800 | 630, 500 | | |
| 400 | 320, 250 | ▽1 | >160~320 |
| 200 | 160, 125 | ▽2 | >80~160 |



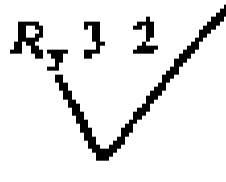
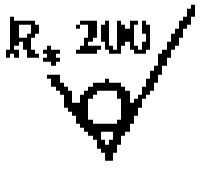


(续)

| 新国标 GB/T1031 1995 | | 旧国标 GB1031—68 | |
|-------------------|--------------|---------------|-----------|
| 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 | | |
| 100 | 80, 63 | ▽3 | >10~80 |
| 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 | | | |


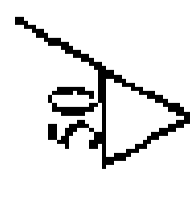
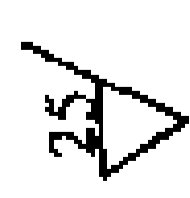
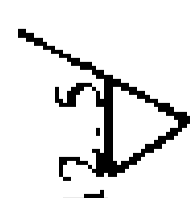

2 表面粗糙度代(符)号(GB/T131—1993)

| 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 |



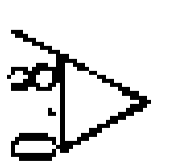

(续)

| 符 号 | 意 义 |
|---|---|
|  | 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_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 $3.2\mu\text{m}$ |
|  | 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 $1.6\mu\text{m}$ |
|  | 用任何方法获得的表面, R_y 的上限值为 $3.2\mu\text{m}$ |
|  | 用不去除材料方法获得的表面, R_a 的上限值为 $200\mu\text{m}$ |
|  | 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 $1.6\mu\text{m}$ |
|  | 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_y 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

| 表面粗糙度 | | 表面外观情况 | 获得方法举例 | 应用举例 |
|---|----|--------|-------------------------------|--|
| 级 | 名称 | | | |
| 新 | 旧 | | | |
|  | V1 | 明显可见刀痕 | 毛坯经过粗车粗刨 机铣等加工方法所获 得的表面 | 一般的钻孔、倒角、没有要 求的自由表面 |
|  | V2 | 可见刀痕 | | |
|  | V3 | 微见刀痕 | | |
|  | V1 | 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 箱、盖、套筒要求紧贴的表 面，键和键槽的工作表面 |
|  | V5 | 微见加工痕迹 | | |

(续)

| 表面粗糙度 | | 表面外观情况 | 获得方法举例 | 应用举例 |
|---|-----------|-----------|---------------------------------|---|
| 级 | 名称 | | | |
|  | ▽6 半光面 | 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 |
|  | ▽7 光 | 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 |
|  | ▽8 光 | 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 |
|  | ▽9 光 | 不可辨加工痕迹方向 | | 主轴的定位锥孔， $d < 20\text{mm}$ 淬火的精确轴的配合表面 |

(续)

| 表面粗糙度 | | 表面外观情况 | 获得方法举例 | 应用举例 |
|-------|-----|--------|------------------|---------------------------|
| 级 | 名称 | | | |
| 0.2 | √10 | 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 |
| 0.1 | √11 | 亮光泽面 | | |
| 0.05 | √12 | 镜状光泽面 | | |
| 0.025 | √13 | 雾状镜面 | | |
| 0.012 | √14 | 镜面 | | |
| | | | | 精密机床主轴颈、工作量规、测量表面、高精度轴承滚道 |
| | | | | 精密仪器和附件的摩擦面、用光学观察的精密刻度尺 |
| | | | | 从坐标床的主轴颈、仪器的测量表面 |
| | | | | 量块的测量面、坐标镗床的镜面前 |

注：新级别按第二方案 R_a 给出。

第三章 常用材料

钢

一 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/T700-1988) | <p>Q 235 A F</p> <p>屈服点(MPa)</p> <p>代表碳素钢</p> <p>Z、TZ可省略</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>质量等级代号,有A、B、C、D</p> | Q235 A·F Q195 Q215 Q225 Q275 |

(续)

| 产品名称 | 牌号表示方法说明 | 牌号举例 |
|----------------------------|--|---------------------------------------|
| 优质碳素结构钢 (GB/T 699—1988) | <p>50 — 碳平均百分含量</p> <p>Mn — 专门用途的该类钢在其数字后注专用符号, 如</p> <p>F — 脱氧方法与普通碳素钢相同</p> <p>A — 锰含量较高(质量分数为0.70%~1.00%)时标出锰元素符号</p> <p>质量等级 { 无符号 — 优质 A — 高级优质</p> | 10, 10F, 15, 15A 45Mn, 60Mn 20g |
| 碳素工具钢 (GB 1298—1986) | <p>T 8 — 碳的名义百分含量</p> <p>Mn — 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>A — 质量等级 { 无符号 — 优质 A — 高级优质</p> <p>— 代表工具钢</p> | T8, T10, T12 T8Mn T8A, T10A |

(续)

| 产品名称 | 牌号表示方法说明 | 牌号举例 |
|------------------------|---|---|
| 合金结构钢 (GB3077-1988) | $\begin{array}{c} 20 \\ \hline \text{Mn} \\ \hline \text{V} \end{array}$ <p>— 钒元素符号, 其名义含量(质量分数)小于0.07% ~ 0.12%</p> <p>— 含锰量(质量分数)为1.30% ~ 1.60%</p> <p>碳平均百分含量</p> | 15MnV, 16Mn, 25Cr2MoVA, 30CrMnSi, 40CrMnMo |
| 合金工具钢 (GB1299-1985) | $\begin{array}{c} 9 \\ \hline \text{Mn} \\ \hline \text{Z} \\ \hline \text{V} \end{array}$ <p>— 钒元素符号</p> <p>— 锰元素</p> <p>— 碳的名义百分含量</p> | Cr06, 9Cr2, 8MnSi, 5CrW2Si, Cr5Mo1V, 9CrWn, 3Cr3Mo3W2V, 1Cr5MoSiV |

(续)

| 产品名称 | 牌号表示方法说明 | 牌号举例 |
|----------------------|--|---------------------|
| 弹簧钢 (GB1222 1984) | <p>60 Si 2 Mn</p> <p>——碳的平均万分含量</p> <p>——硅的元素符号</p> <p>——硅的名义百分含量</p> <p>——锰含量(质量分数为0.6%~0.9%)</p> | 70, 65Mn, 50CrVA |
| 易切削钢 | <p>Y 40 Mn</p> <p>——易切削钢的符号</p> <p>——平均含碳量, 用万分之几表示</p> <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> | Y15, Y30 Y40 Mn |

二 常用钢的牌号、性能及用途

1 碳素结构钢牌号及用途

| 牌号 | 等级 | σ_s (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 | |
| 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 | | | |
| Q255 | A | 410~510 | 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 ₁ | |
| Q275 | | 490~610 | 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 | 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 | 99~113 | |
| 普通 锰含 量钢 | 20 | 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 | |
| | 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40~50HRC,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 | |

(续)

| 钢组 | 牌号 | 热处理类型 | 硬度 HRS 小千或等千 | 用途 |
|----------------|------|-------|--------------------|---|
| 普通 锰含 量钢 | 60 | | 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 |
| | 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 |
| 较高 锰含 量钢 | 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7mm)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,15钢,表示平均碳的质量分数为0.15%。60Mn钢,表示平均碳的质量分数为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

| 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 | | |
| 20Mn2 | 第 一 次 淬 火 | 850 | 水、油 | 200 | 187 | 对十截面较小的零件，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56~62HRC。 |
| | 第 二 次 淬 火 | 880 | 水、油 | 400 | | |
| 20MnVB | | 860 | 油 | 200 | 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56~62HRC。 |
| 20SiMnVB | | 900 | 油 | 200 | 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56~62HRC。 |

(续)

| 牌 号 | 热 处 理 | | | | | | 硬 度 HBS 小 于 或 等 于 | 用 途 |
|--------|-----------|-----------|----------|---------|---------|---------|--|-----|
| | 淬 火 | | 回 火 | | 火 | | | |
| | 温 度 / °C | | 温 度 / °C | | 冷 却 介 质 | | | |
| | 第 一 次 淬 火 | 第 二 次 淬 火 | 淬 火 介 质 | 回 火 介 质 | 回 火 介 质 | 回 火 介 质 | | |
| 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 | |
| 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56~62HRC | |
| 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 | |

(续)

| 牌 号 | 热 处 理 | | | | 硬 度 HBS 小干或等干 | 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 | | | | |
| 20CrMo | 880 | | 水、油 | 500 | 197 | 此钢为较高级的渗碳用钢，有较高的高温强度，可在500C~520C下工作 |
| | 850 | | 油 | 200 | | |
| 20CrMnMo | 渗碳、淬火、回火 | | | | 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50~62HRC |
| | 两次淬火、回火 | | | | | |
| 20CrMnTi | 880 | 870 | 油 | 200 | 217 | 此钢为重要齿轮材料，用于制造一般要求强度高、韧性均高的减速齿轮，渗碳淬火后硬度为56~62HRC |

(续)

| 牌 号 | 热 处 理 | | | | 硬 度 HBS 小下或等于 | 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 | | | | |
| 20CrNi | 850 | | 水、 油 | 460 | 水、 油 | 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 | 用于制造高载荷的渗碳齿 轮、小轴及销等 |
| 38CrMoAl | 940 | | 水、 油 | 640 | 水、 油 | 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450C的 阀杆、阀门、板簧、套筒、轴套 等。渗氮后表面硬度达1100H V |

调质

(续)

| 牌 号 | 热 处 理 | | | | | 硬 度 HRS | 用 途 |
|-------|------------|-----------|------------|---------|-----------|---|-----|
| | 淬 火 | | 回 火 | | 小 于 或 等 于 | | |
| | 温 度 / (°C) | | 温 度 / (°C) | | | | |
| | 第 一 次 淬 火 | 第 二 次 淬 火 | 淬 火 介 质 | 回 火 介 质 | | | |
| | 840 | | 500 | 水 | 207 | 零件截面小时(≤15mm),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40~50HRC | |
| 35Mn2 | 正火 回火 | | | | 207~241 | | |
| 45Mn2 | 840 | | 550 | 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50mm以下时可代替40Cr钢表面淬火后硬度为45~55HRC | |
| | 正 火 | | | | 187~242 | | |
| | 正 火 回 火 | | | | 178~241 | | |
| 调 质 | | | | | | | |

(续)

| 牌 号 | 热 处 理 | | | | 硬 度 HBS 小下或等下 | 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 | 水 | 水、 油 | | |
| 35SiMn | 900 | | 590 | | 229 | 除了要求低温(20°C)冲击韧性很高时外,此钢可全面代替40Cr钢制造截面60mm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45~55HRC |
| | | | | 调 质 | 196~286 | |
| 42SiMn | 880 | | 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)

| 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 | | |
| 40Cr | 第 一 次 淬 火 | 油 | 500 | 水、油 | 207 | 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48~55HRC,零件截面在50mm以下时,油淬后有较高的疲劳强度 |
| | 第 二 次 淬 火 | | | | | |
| 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30~40mm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%, 平均镍的质量分数小于 1.5%, 平均磷的质量分数为 3%。

4 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 | 比钢经热处理后强度高,具有适当的韧性和韧性,但淬透性低,只能淬透12~15mm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 | 比钢强度高,淬透性较好,可淬透20mm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 |
| 55Si2Mn 60Si2Mn 60Si2MnA | 870 | 油 | 180 | 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25mm)、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℃)弹簧等 |

(续)

| 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 | | |
| 60Si2CrA 60Si2CrVA | 870 | 油 | 120 | 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($\leq 350^{\circ}\text{C}$)的弹簧 |
| | 850 | | 110 | | |
| 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(50mm)的高应力或耐热($\leq 350^{\circ}\text{C}$)的螺旋弹簧 |

5 铬轴承钢的牌号及用途

| 牌 号 | 热 处 理 | | 硬 度 HRC | 用 途 |
|-----------|-------------|----------|------------|--|
| | 淬火温 度/℃ | 淬火 介质 | | |
| GCr6 | 830~ 850 | 油, 水 | 61~65 | 用于制造直径小于10mm的滚珠、滚柱、滚锥、滚针;20mm以内滚动轴承、壁厚小于11mm、外径小于250mm的轴承套,20~30mm的钢球,直径25mm的滚柱或滚轮、鄂模、衬套、销子等易磨损零件等 |
| | 840~ 860 | 油 | | |
| GCr15SiMn | 830~ 840 | 油 | 61~65 | 用于制造壁厚大于14mm,外径为250mm的套圈,直径为50~200mm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 部分不锈钢、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 |
| 1Cr17Ni2 | 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、浮筒以及其它设备的低磁性零件 |
| 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 (GB1289 1986)

281

| 牌 号 | 用 途 |
|--------|---|
| T7、T7A | <p>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、凿子),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</p> |
| T8、T8A | <p>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、镗钻、斧、铤、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、装配工具、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</p> |
| T9、T9A | <p>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</p> |

(续)

| 牌 号 | 用 途 |
|-----------|--|
| T10, T10A | 用于制造切削条件较差, 耐磨性较高、且不受强烈振动, 要求韧性及锋利 刃的工具, 如钻头、丝锥、车刀、刨刀、扩孔刀具、螺纹板牙、铣刀、切齿和切 纸机的刀刃、锯条、机用细木工具、拉丝模、直径或厚度为 6~8mm, 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 |
| 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、硬石加工用的工具、锉刀、雕刻用工具、剪羊毛刀片 等 |

8 易切削钢牌号及用途

| 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(GB1299 1985)

| 牌 号 | 用 途 |
|-------|---|
| 9SiCr | 适用于耐磨性高、切削不剧烈、且变形小的刀具,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、锯子、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、刻刀、锉刀等 |

(续)

| 牌 号 | 用 途 |
|-------|---|
| 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、鼠块、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

| 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 | 高钼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 常用钢的热处理规范

1283

1 有关材料力学性能名词解释

| 名 词 | 代号 | 单 位 | 解 释 |
|----------|---------------|-----|--|
| 极限强度 | | | 材料抵抗外力破坏作用的最大能力 |
| (1) 抗拉强度 | σ_b | MPa | 外力是拉力时的极限强度 |
| (2) 抗压强度 | σ_k | MPa | 外力是压力时的极限强度 |
| (3) 抗弯强度 | σ_{wb} | MPa | 外力与材料轴线垂直,并在作用后使材料呈弯曲,这时的极限强度叫抗弯强度 |
| 伸长率 | δ | % | 材料受拉力作用断裂时,伸长的长度与原有长度的百分比 |
| (1) 用短试棒 | δ_5 | % | 试样标距长度为其直径 5 倍时 |
| (2) 用长试棒 | δ_{10} | % | 试样标距长度为其直径 10 倍时 |
| 硬 度 | | | 材料抵抗硬的物体压入自己表面的能力 |
| (1) 布氏硬度 | HBS | MPa | 用一定的负荷(一般为 294N),把一定大小(直径一般为 10mm)的淬硬钢球压入材料表面上,然后用材料表面上球印的表面积来除负荷,所得的商为硬度值 |
| (2) 洛氏硬度 | HR | — | 用一定的负荷,把淬硬钢球或 120°圆锥形金刚石压入器压入材料表面上,然后用材料表面上压印的深度来计算硬度大小 |

(续)

| 名 词 | 代 号 | 单 位 | 解 释 |
|----------|-----|-----|---|
| 标尺 C | HRC | — | 采用 1470N 负荷和圆锥形金刚石压入器求得的硬度 |
| 标尺 A | HRA | — | 采用 588N 负荷和圆锥形金刚石压入器求得的硬度 |
| 标尺 B | HRB | — | 采用 980N 负荷和直径 1.59mm 淬硬钢球求得的硬度 |
| (3) 维氏硬度 | HV | MPa | 采用相对两面成 136° 角的金刚石正四棱锥作为压头, 采用负荷为 49, 98, 196, 294, 490 和 980N 时求得 的硬度 |
| (4) 肖氏硬度 | HIS | — | 用一定重量的带有金刚石圆头或钢球的重锤, 从一定高度上落于金属试样的表面, 根据钢球回跳的高度所求得的硬度 |

2 热处理名词解释

290

| 热处理方法 | 解 释 | 应 用 |
|-------|---|---|
| 退 火 | 退火是将钢件(或钢坯)加热到临界温度 t_c 以上 $30\sim 50\text{C}$ 保温一段时间,然后再缓慢地冷下来(一般用炉冷) | 用来消除铸锻件的内应力和组织不均匀及晶粒粗大等现象,消除冷轧坯件的冷硬现象和内应力,降低硬度,以便切削 |
| 正 火 | 正火也是将钢件加热到临界温度以上,保温一段时间,然后用空气冷却,冷却速度比退火为快 | 用来处理低碳和中碳结构钢件及渗碳机件,使其组织细化,增加强度与韧性,减少内应力,改善切削性能 |
| 淬 火 | 淬火是将钢件加热到临界点以上温度,保温一段时间,然后在水、盐水或油中(个别材料在空气中)急冷下来,使其得到高硬度 | 用来提高钢的硬度和强度极限。但淬火时会引起内应力使钢变脆,所以淬火后必须回火 |

(续)

| 热处理方法 | 解 释 | 应 用 |
|------------|---|--|
| 回 火 | 回火是将淬硬的钢件加热到临界点以下的温度,保温一段时间,然后在空气中或油中冷却下来 | 用来消除淬火后的脆性和内应力,提高钢的塑性和冲击韧性 |
| 调 质 | 淬火后高温回火,称为调质 | 用来使钢获得高的韧性和足够的强度。很多重要零件是经过调质处理的 |
| 表面淬火、渗碳、渗氮 | 基本上都是使零件表层有高的硬度和耐磨性而心部保持原有的强度和韧性的热处理方法 | 表面淬火常用来处理齿轮等;渗碳用于低碳非淬硬钢;渗氮用于某些含铬、钼或铝的特种钢 |

① 不同的钢号临界温度是不相同的,一般为 $710\sim 750^{\circ}\text{C}$,个别合金钢到 800°C 或 900°C 。

3 主要合金元素对钢性能的影响

钢在熔炼过程中加入的合金元素有：锰、硅、铬、镍、钼、钨、钒、铝、钛、铜等。

加入合金元素的目的是：增加硬度、塑性和韧性，此外还能提高耐磨、不锈、耐酸等性能，还能减少淬火时产生裂纹的现象。

锰：如果超过了普通钢的含量，就会使钢具有耐磨和抗磁性。

硅：含量超过普通钢的含量时，使钢具有弹性，略为降低韧性，此外还具有抗酸性能。

铬：能提高钢的硬度，同时能略为降低塑性和韧性，它的最大特点是使钢具有较高的耐热性。

镍：使钢具有很高的强度，很高的塑性和韧性。

钼：能提高钢的强度和硬度，并略为降低塑性和韧性，它的最大特点是使钢具有较高的耐热性。

钨：能提高钢的硬度并不改变其他力学性能。

钒：能增加钢的硬度，并能提高钢的塑性和韧性。即使加入少量的钒，也可以炼得致密的没有气泡的钢。

铝：可以使钢提高耐热性能。

钛：使钢具有细晶粒的组织，当其质量分数不高于0.1%~0.2%时，可以提高钢的力学性能。

铜：可以提高钢的防锈能力和抗酸性能。

4 常用钢的力学性能及热处理规范

| 材料名称 | 钢号 | 交货状 态硬度 HBS | 热处理规范 | | | | | 力学性能 | |
|---------|------|-------------------|------------|----------|------------|----------|--------------|-------------|--|
| | | | 淬火温度 /℃ | 淬火 介质 | 回火温度 /℃ | 冷却 介质 | 抗拉强度 /MPa | 淬火硬度 HRC | |
| 优质碳素结构钢 | 35 | ≈187 | 860~880 | 水或油 | 600~680 | 炉或空气 | 529 | 38~45 | |
| | 40 | ≈217 | 830~850 | 水 | 580~610 | 炉或空气 | 568 | 45~50 | |
| | 45 | ≈241 | 820~850 | 水或油 | 600~640 | 炉或空气 | 598 | 48~55 | |
| | 50 | ≈241 | 820~850 | 水或油 | 按需要定 | 空气 | 627 | - | |
| | 55 | ≈255 | 790~850 | 水或油 | 400~650 | 空气 | 647 | - | |
| | 15Mn | ≈153 | 850~900 | 水或油 | 150~650 | 空气 | 412 | - | |
| | 30Mn | ≈217 | 850~900 | 水或油 | 按需要定 | 空气 | 539 | - | |
| | 40Mn | ≈229 | 820~860 | 水或油 | 500~700 | 空气 | 588 | - | |
| | 50Mn | ≈255 | 780~840 | 水或油 | 300~700 | 空气 | 617 | - | |
| | 65Mn | ≈285 | 780~810 | 水或油 | 按需要定 | 空气 | 735 | - | |

(续)

| 材料名称 | 钢号 | 交货状 态硬度 HRS | 热处理规范 | | | | 力学性能 | |
|-------|------|-------------------|------------|----------|------------|----------|--------------|-------------|
| | | | 淬火温度 /C | 淬火 介质 | 回火温度 /C | 冷却 介质 | 抗拉强度 /MPa | 淬火硬度 HRC |
| 碳素工具钢 | T7 | ≤187 | 800~820 | 水 | 140~200 | — | — | 56~62 |
| | T7A | ≤187 | 800~820 | 水 | — | — | — | 56~62 |
| | T8 | ≤187 | 780~800 | 水 | — | — | — | 56~62 |
| | T8A | ≤187 | 780~800 | 水 | 110~200 | — | — | 56~62 |
| | T10 | ≤197 | 760~780 | 水 | 140~250 | — | — | 56~64 |
| | T10A | ≤197 | 760~780 | 水 | 140~250 | — | — | 56~64 |
| | T11 | ≤207 | 760~780 | 水 | 140~250 | — | — | 56~64 |
| | T11A | ≤207 | 760~780 | 水 | 140~250 | — | — | 56~64 |
| | T12 | ≤207 | 760~780 | 水 | 140~250 | — | — | 56~64 |
| | T12A | ≤207 | 760~780 | 水 | 140~250 | — | — | 56~64 |

(续)

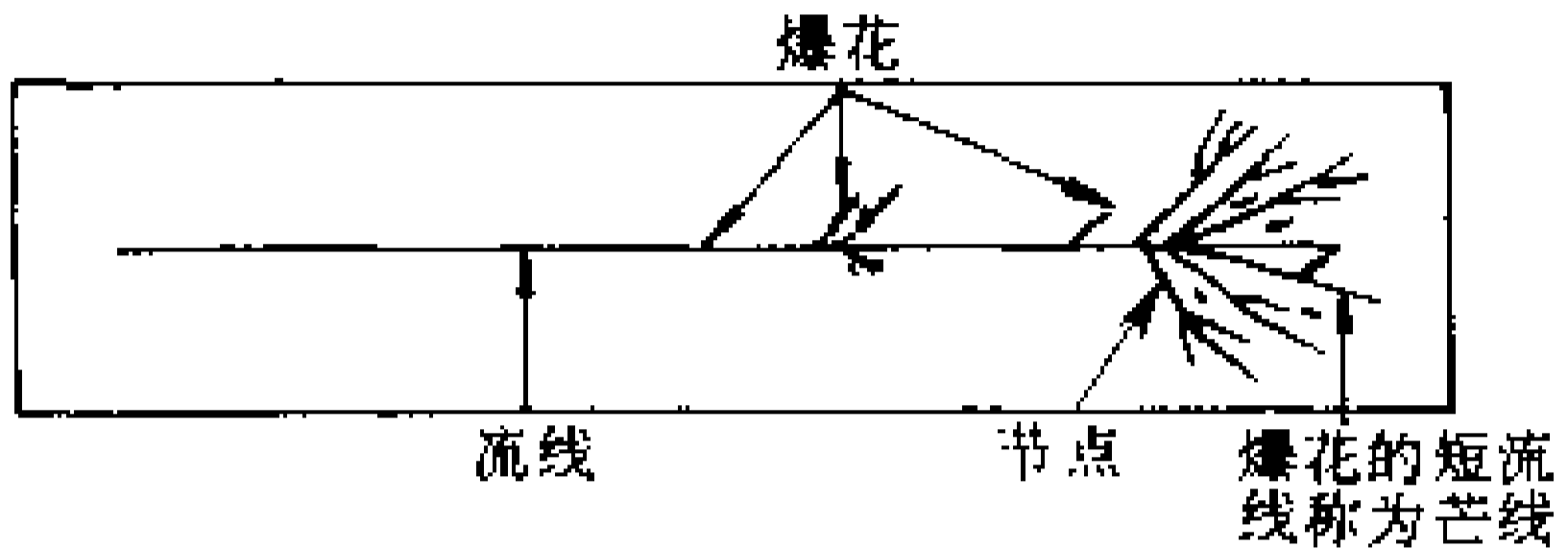
| 材料名称 | 钢号 | 交货状 态硬度 HBS | 热处理规范 | | | | | 力学性能 | |
|---------------|--------|-------------------|------------|----------|------------|----------|--------------|-------------|--|
| | | | 淬火温度 /℃ | 淬火 介质 | 回火温度 /℃ | 冷却 介质 | 抗拉强度 /MPa | 淬火硬度 HRC | |
| | | | | | | | | | |
| 合金 结构 钢 | 15Cr | ≤179 | 880 | 水或油 | 200 | 空气或水 | 735 | | |
| | 20Cr | ≤179 | 880 | 水或油 | 200 | 空气或水 | 833 | | |
| | 30Cr | ≤187 | 860 | 油 | 500 | 水或油 | 882 | | |
| | 40Cr | ≤207 | 850 | 油 | 500 | 水或油 | 980 | | |
| | 50Cr | ≤229 | 830 | 油 | 520 | 水或油 | 1078 | | |
| | MnSi | | | | | | | | |
| | 15CrMo | ≤179 | 900 | 空气 | 650 | 空气 | 441 | | |
| | 20CrMo | ≤197 | 880 | 水或油 | 500 | 水或油 | 882 | | |
| | 30CrMo | ≤229 | 880 | 水或油 | 540 | 水或油 | 931 | | |
| | 35CrMo | ≤229 | 850 | 油 | 550 | 水或油 | 980 | | |
| | 20CrV | ≤197 | 880 | 水或油 | 200 | 空气或水 | 833 | | |
| | 40CrV | ≤241 | 880 | 油 | 650 | 水或油 | 882 | | |
| | 50CrV | ≤255 | 860 | 油 | 500 | 水或油 | 1274 | | |
| | 弹簧钢 | 60Si2 Mn | ≤302 | 870 | 油 | 460 | — | 1274 | |
| | | 60Si2 MnA | ≤302 | 870 | 油 | 460 | — | 1568 | |

(续)

| 材料名称 | 钢号 | 交货状 态硬度 HBS | 热处理规范 | | | | 力学性能 | |
|----------------|---------------|-------------------|---------------|---------------|------------|----------|--------------|-------------|
| | | | 淬火温度 /℃ | 淬火 介质 | 回火温度 /℃ | 冷却 介质 | 抗拉强度 /MPa | 淬火硬度 HRC |
| | | | 1Cr13 | 1000~ 1050 | 油、水 | 700~790 | 油、水、 空气 | 588 |
| 2Cr13 | 1000~ 1050 | 油、水 | 660~770 | 油、水、 空气 | 647 | — | | |
| 3Cr13 | 1000~ 1050 | 油 | 200~300 | — | — | 50 | | |
| 4Cr13 | 1050~ 1100 | 油 | 200~300 | — | — | — | | |
| 1Cr18 Ni9Ti | 1100~ 1150 | 水 | — | — | — | — | | |
| 高速 工具 钢 | W18Cr4V | 207~ 255 | 1270~ 1285 | 油 | 550~570 | 油 | 62 | |
| | W9Cr1V2 | 207~ 255 | 1225~ 1240 | 油 | 550~570 | 油 | 62 | |

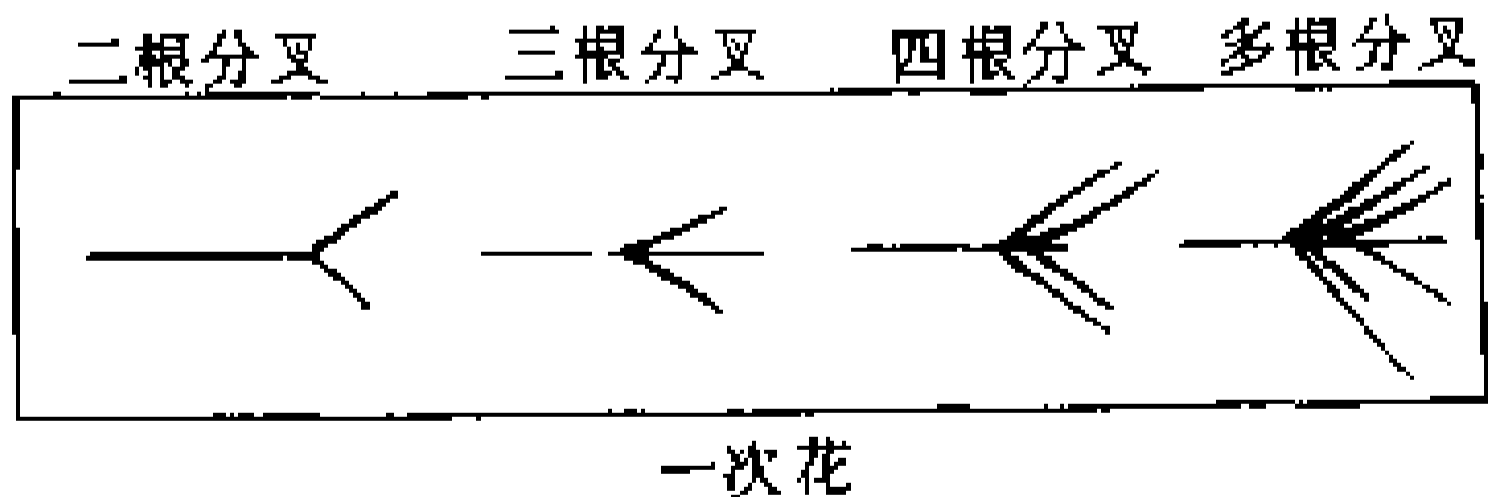
四 常用钢的火花鉴别法

1 有关火花图的基本知识



由于含碳量的不同，爆花可分为一次花、二次花、三次花和多次花。

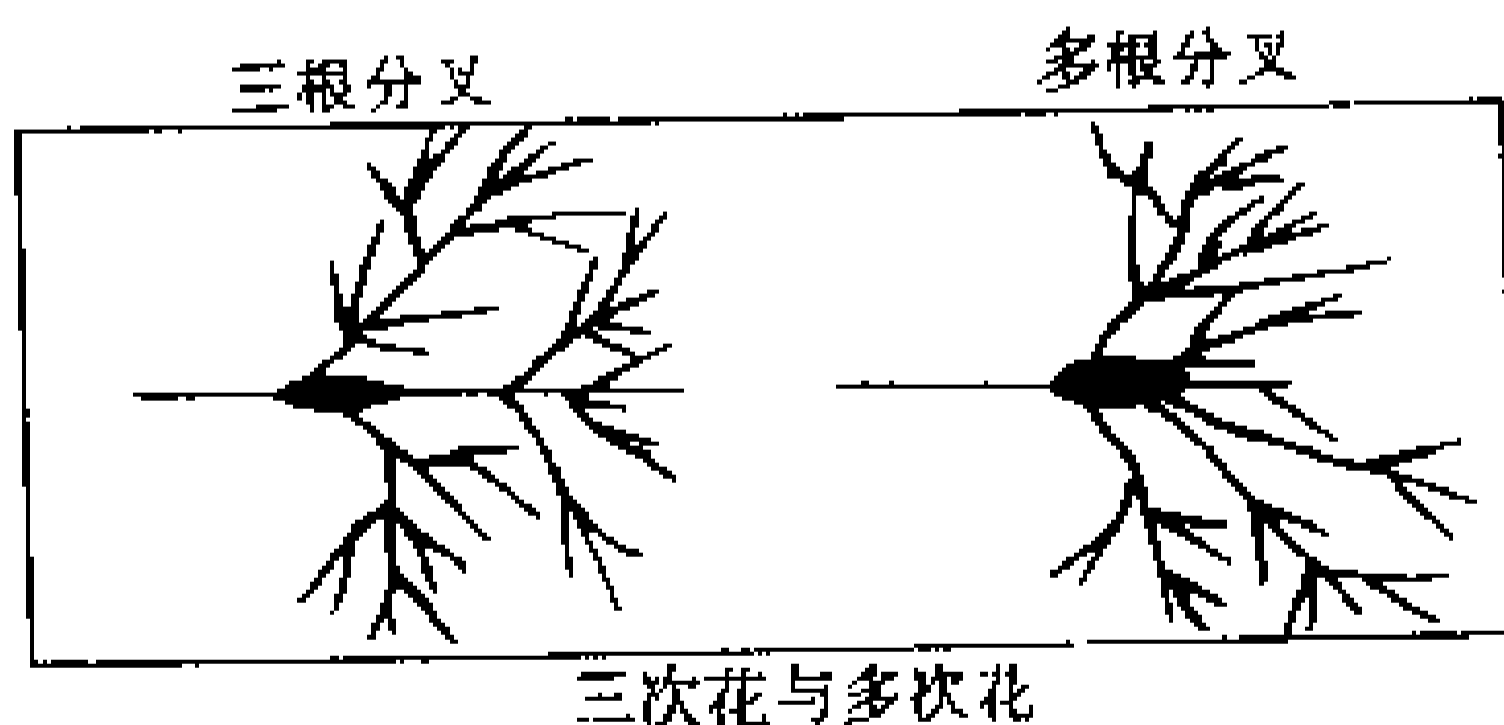
一次花——在流线上的爆花，只有一次爆裂的芒线。一次花一般是碳的质量分数在 0.25% 以下时的火花特征。



二次花——在一次花的芒线上，又一次发生爆裂所呈现的爆花形式。二次花一般是碳的质量分数在 0.25% ~ 0.60% 时的火花特征。



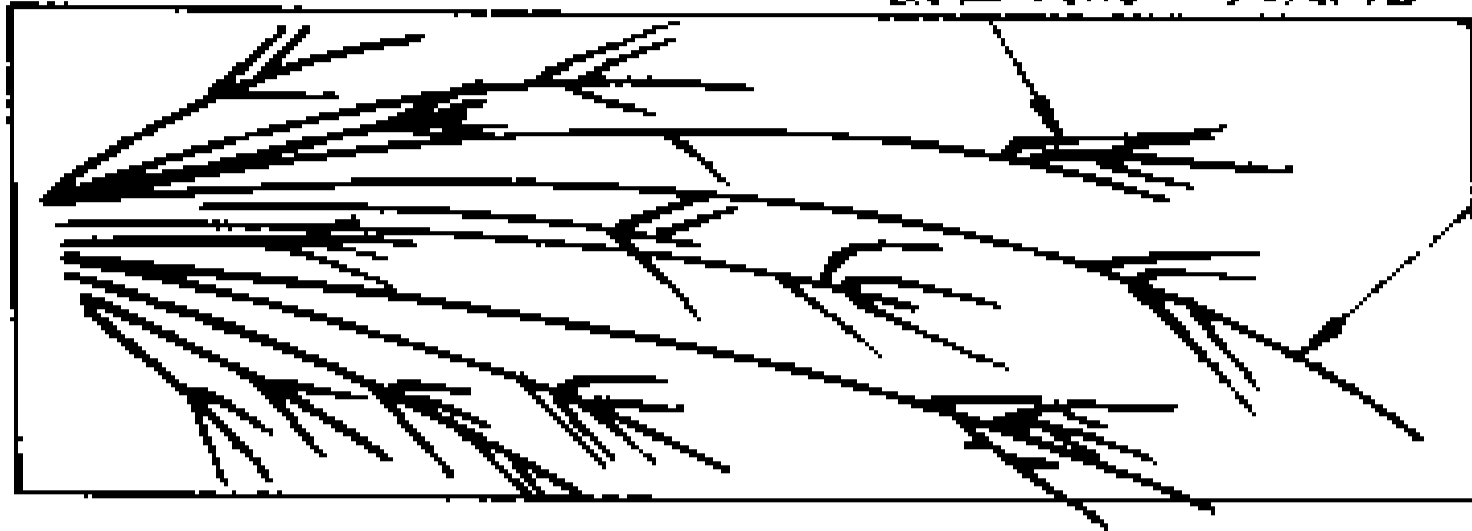
三次花与多次花——在二次花的芒线上，再一次发生爆裂的火花形式称三次花。若在三次花的芒线上继续有一次或数次爆裂出现，这种形式的爆花称多次花。三次花与多次花是碳的质量分数在 0.65% 及 0.65% 以上时的火花特征。



单花——在整条流线上仅有一个爆花，称为单花。
 复花——在一条流线上有两个或两个以上爆花，统称复花。有两个爆花的称两层复花；有三个或三个以上爆花的称三层复花或多层复花。

2 低碳钢的火花图(以 15 钢为例)

粗芒线的一次爆花

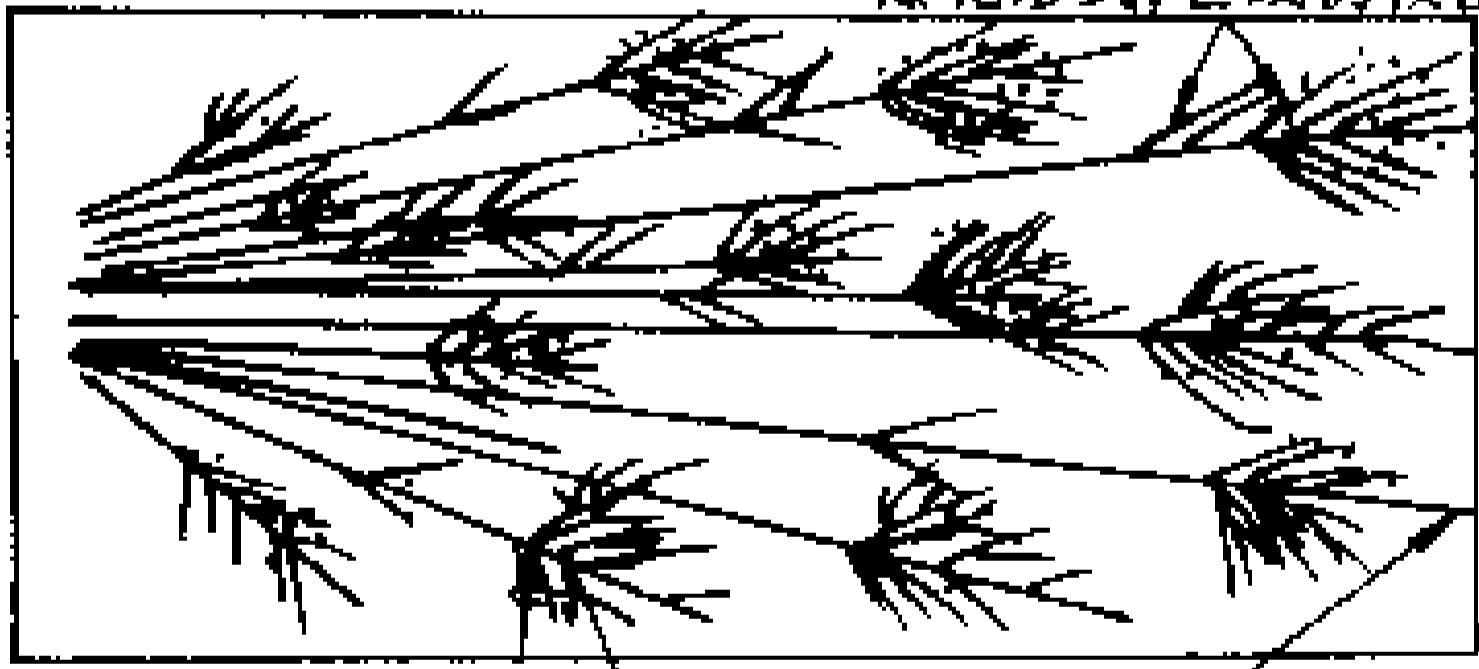


尾部下垂，
色稍暗，
时有枪尖
尾花

整个火束呈草黄带红，发光适中。流线稍多，长度较长，自根部起逐渐膨胀粗大，至尾部又逐渐收缩，尾部下垂成半弧形。花量不多，爆花为四根分叉一次花，呈星形，芒线较粗。

3 中碳钢的火花图(以 40 钢为例)

爆花开始呈现二次两层复
爆花形式，芒线仍较粗



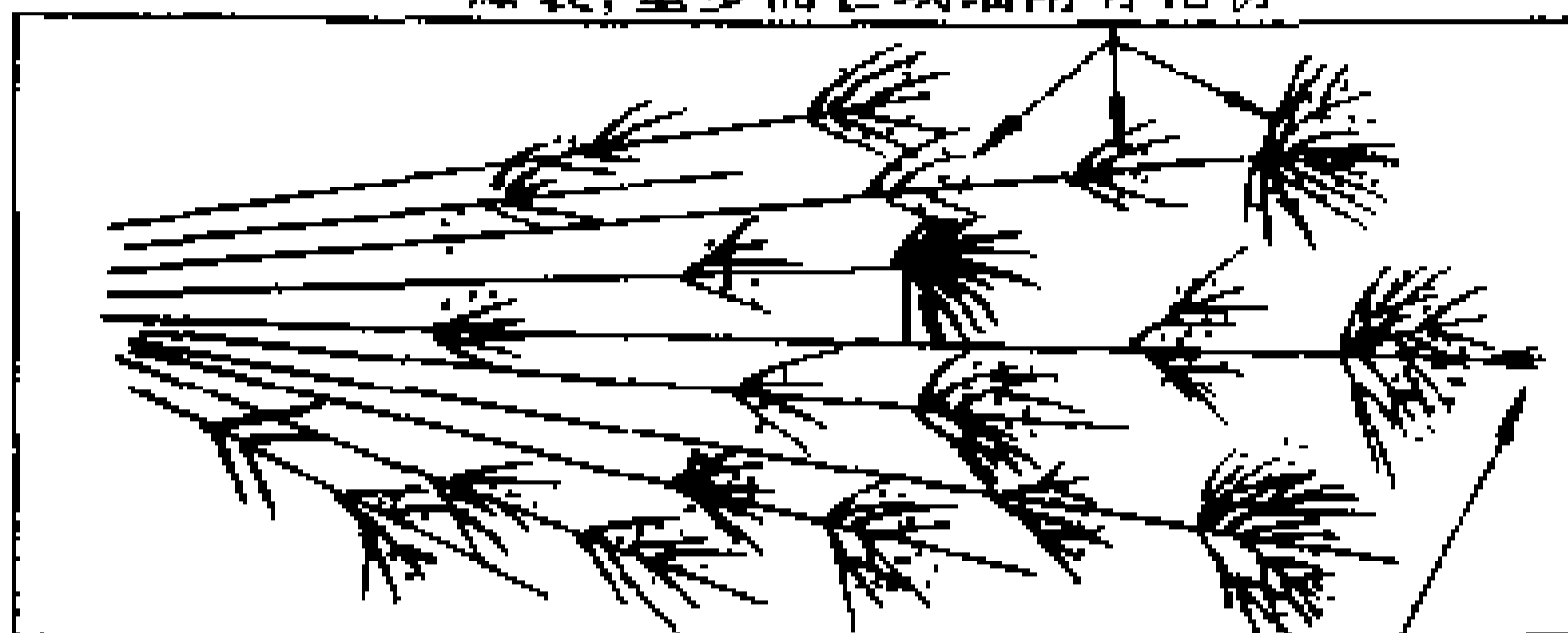
尾部挺直尖端流线
有分叉现象

整个火束呈黄色，发光明亮。流线多而较细长，尾部挺直，尖端有分叉现象。爆花为多根分叉二次花，附有节点，芒线清晰，有较多的小花及花粉产生，并开始出现不完全的两层复花，火花盛开，射力较大，花量较多，约占

整个火束的五分之三以上。

4 高碳钢的火花图(以 65 钢为例)

爆花为交叉二次三层复花, 杂有三次爆裂, 量多而芒线细附有花粉



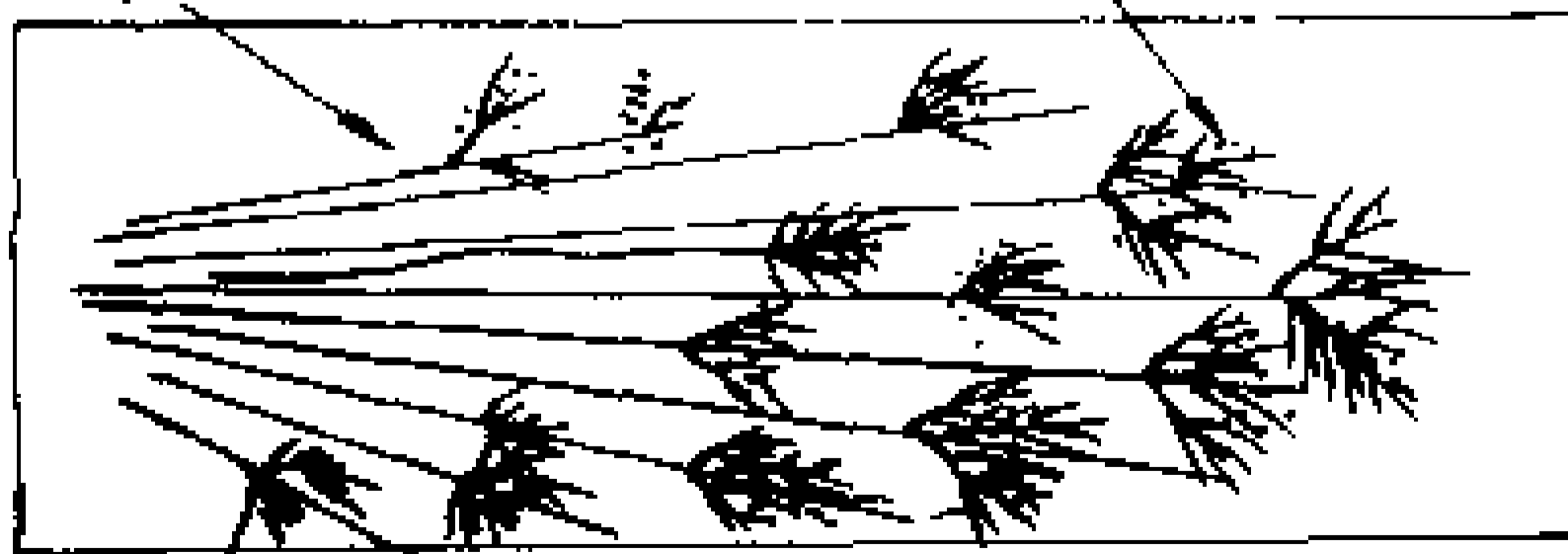
尾部挺直尖端流线
有分叉现象

整个火束呈黄色, 光度根部暗, 中部明亮, 尾部次之。流线多而细, 长度较短, 形挺直, 射力很强。爆花为多根分叉二、三次爆裂三层复花, 花量多而拥挤, 占整个火束的四分之三以上。芒线细长而量多, 间距密, 芒线间杂有更多的花粉。

5 铬钢的火花图(以 7Cr3 为例)

黄带白亮

二、三次爆裂复
花杂有多量花粉



铬元素是助长产生爆花的，在一定范围内，铬的含量越多，产生的爆花也越多。铬元素的存在，使火束趋向明亮，火花爆裂非常活跃而正规，花状呈大星形，分叉多而细，附有很多碎花粉。

7Cr3 为高碳低铬钢，与高碳钢的火花图有些相似，爆花为二、三次爆裂复花，花形较大，有多量花粉产生，花量多而拥挤。由于铬元素的存在，使火束的颜色为黄色而带白亮。流线短缩而稍粗，爆花多为大型爆花，枝状爆花不显著，另外根据手的感觉材料很硬，并在砂轮的外圈围绕很多火花。

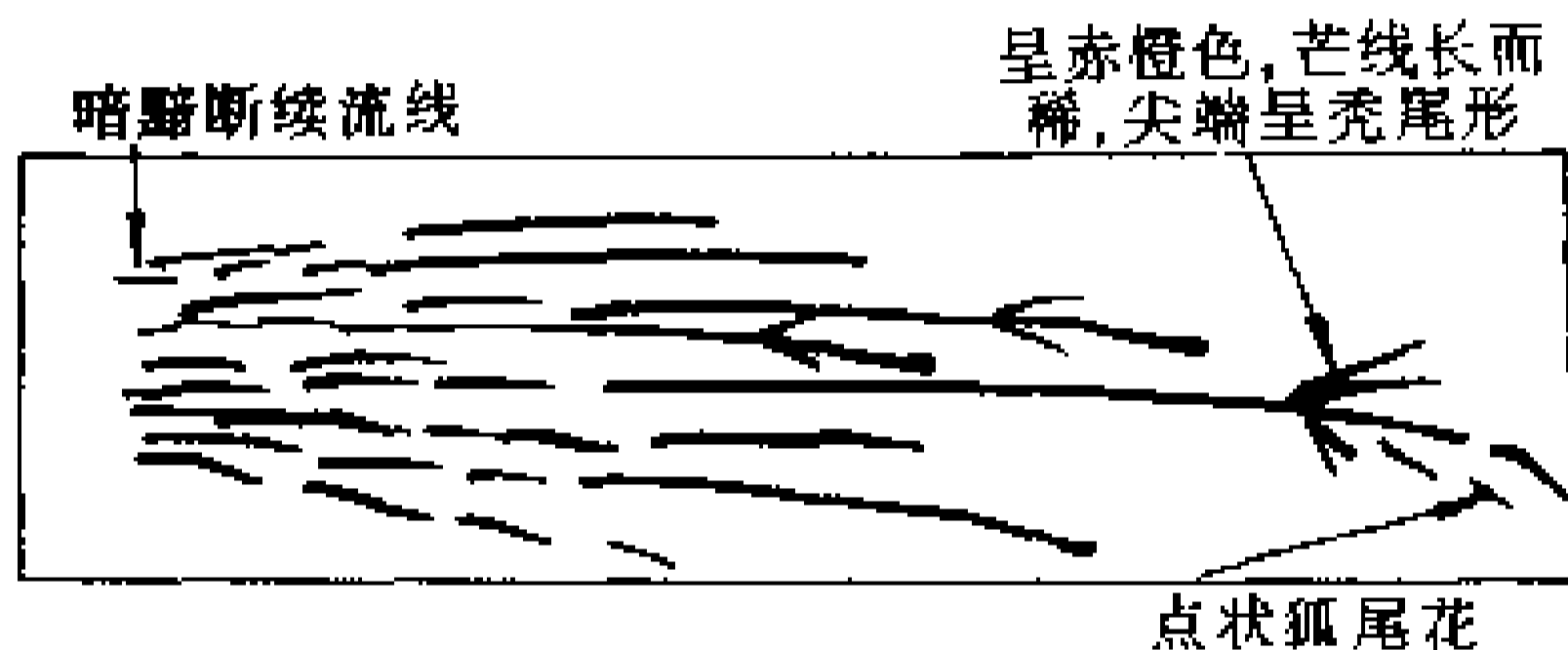
6 锰钢的火花图

锰元素是助长火花爆裂最甚的元素，当钢中锰的质量分数为 1%~2% 时，其火花形式与碳钢相仿，但它的明显特征是全体爆花呈星形，爆花核心较大，成为白亮的节点，花粉很多，花形较大，芒线稍细而长，花呈黄色，光度较亮，爆裂强度大于碳钢，流线也较其多而粗长（见下图）。



普通锰合金结构钢、弹簧钢锰的质量分数一般均在1%~2%之间。若锰的质量分数在2%以上，则上面特征更为显著，在火束中有时产生特种的大花及小火团。

7 高速工具钢的火花图(以 W18Cr4V 为例)



钨元素对火花爆裂的发生起抑制作用，钨的存在会使流线呈暗红色和细花，爆裂几乎完全不发生，在流线尾端产生狐尾花是钨的特有特征。

W18Cr4V 的火花图火束细长，呈赤橙色，发光极暗弱。因受高钨的影响，几乎无火花爆裂，仅在尾部略有三、四分叉爆裂，花量极少。流线根部和中部呈继续状态，有时呈波浪流线，尾部膨胀下垂，形成点状狐尾花。同时手的感觉材料极硬，这是高速工具钢所具有的特征。

五 钢材的涂色标记

| 钢材种类 | | 端面涂色标记 |
|-------|--|--|
| 普通碳素钢 | Q215A Q215B Q235A Q235B Q255A Q255B Q275 | 白色 + 黑色 黄色 红色 黑色 绿色 蓝色 红色 + 棕色 特类钢 还应加 涂铝白 色一条 |
| 优质碳素钢 | 08~15 20~25 30~40 45~85 15Mn~40Mn 45Mn~70Mn | 白色 棕色 + 绿色 白色 + 蓝色 白色 + 棕色 白色二条 绿色三条 |
| 高速钢 | W12Cr4V4Mo W18Cr4V W9Cr4V2 W9Cr4V | 棕色一条 + 黄色一条 棕色一条 + 蓝色一条 棕色二条 棕色一条 |
| 滚珠轴承钢 | GCr6 GCr9 GCr9SiMn GCr15 GCr15SiMn | 绿色一条 + 白色一条 白色一条 + 黄色一条 绿色二条 蓝色一条 绿色一条 + 蓝色一条 |

(续)

| 钢材种类 | 端面涂色标记 | |
|-------|--------|---------|
| 合金结构钢 | 锰钢 | 黄色 + 蓝色 |
| | 硅锰钢 | 红色 + 黑色 |
| | 锰钒钢 | 蓝色 + 绿色 |
| | 铬钢 | 绿色 + 黄色 |
| | 铬硅钢 | 蓝色 + 红色 |
| | 铬锰钢 | 蓝色 + 黑色 |
| | 铬锰硅钢 | 红色 + 紫色 |
| | 铬钒钢 | 绿色 + 黑色 |
| | 铬锰钛钢 | 黄色 + 黑色 |
| | 铬钨钒钢 | 棕色 + 黑色 |
| | 钼钢 | 紫色 |
| | 合金结构钢 | 铬钼钢 |
| 铬锰钼钢 | | 紫色 + 白色 |
| 铬钼钒钢 | | 紫色 + 棕色 |
| 铬硅钼钒钢 | | |
| 铬铝钢 | | 铝白色 |
| 铬钼铝钢 | | 黄色 + 紫色 |
| 铬钨钒铝钢 | | 黄色 + 红色 |
| 硼钢 | | 紫色 + 蓝色 |
| 铬钼钨钒钢 | | 紫色 + 黑色 |

(续)

| | 钢材种类 | 端面涂色标记 |
|---------------------|--------|-----------|
| 不锈钢、耐酸钢和耐热不起皮钢及电热合金 | 铬钢 | 铝白色+黑色 |
| | 铬钛钢 | 铝白色+黄色 |
| | 铬锰钢 | 铝白色+绿色 |
| | 铬钼钢 | 铝白色+白色 |
| | 铬镍钢 | 铝白色+红色 |
| | 铬锰镍钢 | 铝白色+棕色 |
| | 铬镍钛钢 | 铝白色+蓝色 |
| | 铬镍钨钢 | |
| | 铬钼钛钢 | 铝白色+白色+黄色 |
| | 铬镍钨钛钢 | 铝白色+红色+黄色 |
| | 铬钼钨钢 | 铝白色+紫色 |
| | 铬钼钨钴钢 | |
| | 铬镍钨钛钢 | 铝白色+白色+红色 |
| | 铬镍钨钛钢 | 铝白色+蓝色+白色 |
| | 铬镍钨钼钛钢 | 铝白色+黄色+绿色 |
| | 铬硅钢 | 红色+白色 |
| | 铬钼钢 | 红色+绿色 |
| | 铬硅钼钢 | 红色+蓝色 |
| | 铬铝硅钢 | 红色+黑色 |
| | 铬硅钛钢 | 红色+黄色 |
| | 铬硅钼钛钢 | 红色+紫色 |
| | 铬硅钨钼钢 | |
| | 铬铝合金 | 红色+铝白色 |
| | 铬镍钨钼钢 | 红色+棕色 |
| | 铬镍钨钼钛钢 | |

铸 铁

— 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 | KmTBMo5W3 |
| | | | 抗磨球墨铸铁 | KmTQ | KmTQMn6 |
| 蠕 墨 铸 铁 | RuT | RuT420 | 冷硬铸铁 | LT | LTCrMoR |
| | | | 耐蚀铸铁 | ST | STSi15R |
| 球 墨 铸 铁 | QT | QT400-18 | 耐蚀球墨铸铁 | STQ | STQA15Si5 |

(续)

| 铸铁名称 | 代号 | 牌号表示示例 | 铸铁名称 | 代号 | 牌号表示示例 |
|---------|-----|--------------|--------|-----|---------|
| 黑心可锻铸铁 | KTH | KTH300-06 | 耐热铸铁 | RT | RTCr2 |
| 白心可锻铸铁 | KTB | KTB350-04 | 耐热球墨铸铁 | RQT | RQTAl22 |
| 珠光体可锻铸铁 | KTZ | KTZ450-06 | 奥氏体铸铁 | AT | |
| 耐磨铸铁 | MT | MTCu1PTi 150 | | | |

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。

二 常用铸铁牌号表示方法(新旧标准对照)

| | | |
|----------------|--|---|
| 标准 | 新标准(GB9439 1988) | 旧标准(GB976 1967) |
| 代号 意义 举例 | <p>HT100</p> <p>——抗拉强度(MPa)</p> <p>——灰铸铁代号</p> | <p>HT10-26</p> <p>——抗弯强度(kgf/mm²)</p> <p>——抗拉强度(kgf/mm²)</p> <p>——灰铸铁代号</p> |
| 标准 | 新标准(GB1348 1988) | 旧标准(GB1348-1978) |
| 代号 意义 举例 | <p>QT400 18</p> <p>——伸长率(%)</p> <p>——抗拉强度(MPa)</p> <p>——球铁代号</p> | <p>QT400 15</p> <p>——伸长率(%)</p> <p>——抗拉强度(kgf/mm²)</p> <p>——球铁代号</p> |

(续)

| 标准 | 新标准(GB9440—1988) | 旧标准(GB978—67, GB5679—1985) |
|--------|--|--|
| 代号意义举例 | <p>KTH300-06</p> <p>—— 伸长率(%)</p> <p>—— 抗拉强度(MPa)</p> <p>—— 黑心可锻铸铁代号</p> | <p>KT30-6</p> <p>—— 延伸率(%)</p> <p>—— 抗拉强度(kgf/mm²)</p> <p>—— 黑心可锻铸铁代号</p> |
| | <p>KTB350-04</p> <p>—— 伸长率(%)</p> <p>—— 抗拉强度(MPa)</p> <p>—— 白心可锻铸铁代号</p> | <p>KTZ45-5</p> <p>—— 延伸率(%)</p> <p>—— 抗拉强度(kgf/mm²)</p> <p>—— 球光体可锻铸铁代号</p> |

(续)

| 标准 | 新标准 (GB 8491-1987) | 旧标准 (JB 2262-1978) |
|---------------|---|---|
| <p>代号意义举例</p> | <p>STSi1Cu2CrK</p> <ul style="list-style-type: none"> — 稀土代号, 残留量 $\approx 0.1\%$ — 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 | <p>STSi1CuCu2Xt</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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 — “铸铁”二字汉语拼音第一个字母 |

三 常用铸铁的牌号及用途

1 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、机壳、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、液泵及阀口壳体等 |
| 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、液泵和滑阀壳体等 |

2 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、振动及扭转负荷下的工作的零件, 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

| 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1.6~6.4MPa的阀门壳体等 |
| QT500-7 | 147~211 | 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 | 229~302 | 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 |
| QT700-2 | 231~304 | |

4 常用的高硅耐蚀铸铁牌号及用途

| 牌 号 | 硬 度 HBS | 用 途 |
|--------------|------------|---------------------------------------|
| STSi11Cu2CrK | ≈12 | 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 | | 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 | ≈48 | |
| STSi15Mo8R | | |
| STSi15Cr4R | | 在外加电流的阴极保护系统中,大量用作辅助阳极铸件 |

有色金属及其合金

一 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 |
|----------|-----------------------|--|--|
| 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, N1 Zn1, Zn2 Pb1, Pb2 | 铜、铝、镍用汉语拼音字母加顺序号, 其余均用元素符号加顺序号 |
| 纯金属 | | | |

(续)

| 表示方法说明 | |
|----------|----------------------|
| 金属及其合金名称 | 牌号(代号) |
| 黄铜 | H90, H62 |
| | HPh59-1 |
| | Hsn62-1 |
| | HMn57-3-1 |
| 青铜 | QSn4-3 |
| | QA10-3-1.5 QSi1-3 |
| 白铜 | B16 |
| | BMn3-12 |
| 镍合金 | NCr9 |
| | NMn2-2-1 |
| 铝合金 | LY1, LF2 |
| | MH1, MH2 |

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

用汉语拼音字母“Q”加第一个主添加元素符号及除基元素铜外的成分数字组

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

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

用“L”加表示合金组别的汉语拼音字母及顺序号表示

用“M”加表示变形加工的汉语拼音字母“B”及顺序号表示

合金加工产品

二 铜及铜合金

316

1 工业纯铜加工产品的代号及用途

| 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

| 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 |

(续)

| 组别 | 代号 | 硬度 HKS | 用途 |
|-------|---------------|-----------|---|
| 铸造锡青铜 | 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 |
| | ZCuAl10Fe3 | | 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 |
| 铸造铝青铜 | | 100~110 | |
| | ZCuAl10Fe3Mn2 | | 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 |

(续)

| 组别 | 代号 | 硬度 HBS | 用途 |
|-------|-------------------|-----------|--|
| 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

| 组别 | 代号 | 硬度 | | 用途 |
|------|-----------|----|-----------|---------------------|
| | | 软的 | HES 硬的 | |
| 普通黄铜 | H96 | 53 | 145 | 冷凝管、散热器及导电零件 |
| | H80 | | 150 | 薄壁管、筛网 |
| | H70 | | 150 | 机械和电器零件 |
| | H68 | | - | 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 | 110 | 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 |

(续)

| 组别 | 代号 | 硬度 | | 用途 |
|-----|------------|-------|---------|-------------------------|
| | | 软的 | 硬的 | |
| 锰黄铜 | HMn56-2 | 85 | 175 | 弱电用的零件 |
| | HMn57-3-1 | 115 | 175 | |
| | HFe59-1-1 | 88 | 160 | 在摩擦及腐蚀性下工作的零件,例如垫圈,衬套等 |
| | HFe58-1-1 | | | |
| 镍黄铜 | HNi65-5 | | | 压力计管、冷凝管等 |
| | QSn1-3 | 60 | 160 | 弹性元件、耐磨零件和抗磁元件 |
| 锡青铜 | QSn4-1-2-5 | 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 |
| | | | | 承受摩擦的零件,例如轴承、蜗轮等以及弹性元件、 |
| | QSn7-0.2 | 75 | | 电器零件等 |

(续)

| 组别 | 代号 | 硬度 | | 用途 |
|-----|------------|-----|---------|-----------------------------------|
| | | 软的 | 硬的 | |
| 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 |
| | QA10-3-1.5 | 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 |
| | QSi13 | | 150~200 | 工作条件在 300℃ 以下的摩擦零件 |
| 硅青铜 | QSi3-1 | 80 | 180 | 弹簧、耐蚀零件以及蜗轮、蜗杆、齿轮等 |

4 常用的锡基和铅基轴承合金代号及用途

| 组别 | 代号 | 硬度 HRS 大于或 等于 | 用途 |
|----------------|------------------|------------------------|--|
| 锡基 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 |
| 铅基 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 |

三 铝及铝合金

1 常用的铸造铝合金代号及用途

| 组别 | 代号 | 硬度 HBS | 用途 |
|-------------|-------|-----------|--|
| 铝 合 金 | ZL102 | 50 | 用于制造形状复杂、负荷不大而耐腐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 |
| | ZL105 | 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 |
| | | | 此合金切削性能好,但耐磨性能差,用于制造常温下负荷不大的普通铸件 |
| | ZL202 | 50~100 | 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 |
| ZL203 | 60~70 | | |

(续)

| 组别 | 代号 | 硬度 HBS | 用途 |
|------|-------|-----------|--|
| 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 |
| | ZL302 | 55 | 用于制造要求高耐蚀性或高强度下工作的零件 |
| 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

| 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 | 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 | 退火的冷作硬化 | 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 |
| 防锈铝合金 | LF21 | 退火的冷作硬化 | 40 | |

(续)

| 合金类别 | 代号 | 材料状态 | 硬度 HBS | 用途 |
|----------|-----------------------|--|------------------------|---|
| 防锈 | 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 |
| | | 退火的 | 60 | |
| 铝合金 | LF5, LF10, LF11 | 退火的 | 70 | 主要用于制造结构件,例如焊接压力容器等 |
| | | 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 15 100 15 | |
| 硬铝 合金 | LY4 | 淬火并经自然时效的,退火的 | 80 | 用于制造 120~250°C 下工作的结构件铆钉等 |
| | | 淬火并经自然时效的,退火的 | 70 | |
| | LY1 | 退火的,退火的 | 38 | 是铆接铝合金结构的主要材料,适用于制造中等强度、100°C 以下工作的结构件铆钉等 |

粉末冶金材料

I 粉末冶金材料的应用范围

| 应用范围 | 合金实例 |
|------------------|---|
| 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, J5, NCo28 2.5 1.5 |
| 硬质合金 | WC-Co, WC-TiC-Co, WC-TiC-TaC(NbC)-Co |
| 电触头 | Ag-W, Cu-W, Ag-WC, Cu-WC, Ag-Ni, AgClO, Ag-C |
| 复合合金 | Cu-Sn-Fe-C, Cu-Sn-P-Cr-C, Fe-Cu-Pb |
| 离合器制动器等摩擦材料 | 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 |

(续)

| 应用范围 | 合金实例 |
|----------|---|
| 高熔点金属 | W, Mo, Ti, Nb, RE 等类合金 |
| 金属陶瓷 | TiC-Ni, TiC-Ni-Cr, TiC-Ni-Cr-Co, Al ₂ O ₃ -Cr ₃ C 系 |
| 弥散型复合合金 | Al-Al ₂ O ₃ , Cu-Al ₂ O ₃ , Ni-ThO ₂ |
| 原子能反应堆材料 | UCO ₂ -Al(Zr), UC-Al(Zr), Zr, Be, Al, Th |
| 磁性材料 | Al-Ni Co Cu, Fe-Ni-Al |
| 铁氧体 | CoO · Fe ₂ O ₃ -FeO · Fe ₂ O ₃ , BaO-Fe ₂ O ₃ |
| 机械零件 | 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

| 种类 | 主要成分 | | | 性能 | | 特点及适用范围 | |
|------|------|---------|-------------|-----------|-----------|---------|--|
| | Fe | C | S | 含油率 /% | 硬度 HRS | | 压溃强度系数 /MPa |
| 纯铁 | 全部 | <0.25 | | >30 | 15~40 | >98 | 质软、强度低、润滑油充分,用于单位压力小、速度较高、轴末热处理、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,用于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。

其他材料

I 常用工程塑料主要性能及应用

| 塑料类别 | 名称 | 热变形温度/ $^{\circ}\text{C}$ | 线胀系数 ($10^{-5}/^{\circ}\text{K}$) | 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 80~100 $^{\circ}\text{C}$)、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 |
| | 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 |
| | | | | | | |

(续)

| 塑料类别 | 名称 | 热变形温度/ $^{\circ}\text{C}$ | 线膨胀系数/ $(10^{-5}/\text{K})$ | 抗拉强度/MPa | 硬度 | 应用举例 |
|-------|---------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------|---------------------|----------------------|
| 热塑性塑料 | 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 | 耐腐蚀材料和设备衬里管、棒、板、管件、罩 |
| | 低压聚氯乙烯 (HDPE) | 60~82 | 12.6~16 | 断裂 14.7~15.6 | D60~70 | 耐腐蚀管道、阀、泵结构件、电缆包皮护罩 |
| | 有机玻璃 (372) | 85~100 | 5~6 | ≥ 49 | $\geq \text{HHS10}$ | 有一定强度的透明结构件 |

2 润滑油及润滑脂

(1) 常用的润滑油牌号、性能及用途

| 名称 | 润滑油 牌号 | 运动粘度 (mm^2/s) | | 用途 |
|-----|-----------|------------------------------------|-------|--|
| | | 40°C | 100°C | |
| 机械油 | L AN10 | 9~11 | | L-AN15 和 L AN22 可作为普通机床的液 压油 L-AN10、L-AN15、L AN22 用于一般滑 动轴承的润滑 L-AN32、L-AN46 用于重型机床导轨的润 滑 L-AN68、L AN100 用于矿山机械、冲压和 铸造等重型设备的润滑,也可用作金属热处理淬 火油以及其它非精密部件的润滑 |
| | L-AN15 | 13.5~16.5 | | |
| | L-AN22 | 19.8~24.2 | | |
| | L-AN32 | 28.8~35.2 | | |
| | L AN16 | 41.4~50.6 | | |
| | L AN68 | 61.2~74.8 | | |
| | L AN100 | 90.0~110 | | |
| 液压油 | YA-N32 | 28.8~35.2 | | 用于精密机床或机械的液压系统,例如坐标镗 床、高精度磨床可用 L-AN32 油,中型机床在 冬季可用 L-AN46 油,在夏季可用 L-AN68 油 |
| | YA-N46 | 41.4~50.6 | | |
| | YA-N68 | 61.2~74.8 | | |

(续)

| 润滑油 | | 运动粘度 (mm^2/s) | | 用途 |
|----------------|---------|------------------------------------|---------|---|
| 名称 | 牌号 | 40℃ | 100℃ | |
| 液压 —导 轨油 | L—AN32 | 28.8~35.2 | | 在高精度磨床上作液压导轨两用油, 例如用于万能磨床、螺纹磨床、齿轮磨床等液压、导轨系统中, 也可用于齿轮、导轨副的润滑 |
| | L—AN68 | 61.2~74.8 | | |
| | L—AN100 | 90~110 | | |
| 齿轮油 | HL20 | | 18.5~23 | 用于传动装置中的变速箱、主轴箱的齿轮啮合润滑, 20号为冬季用油, 30号为夏季用油 |
| | HL30 | | 29~33 | |

(2) 常用的润滑脂牌号、性能及用途

| 名称 | 牌号 | 滴点/℃ 不低于 | 工作锥入度 1/10mm | 主要用途 |
|------------------------|----|-------------|-----------------|--|
| 极压锂基润滑脂 (GB7324-94) | 0号 | 170 | 355~385 | 具有良好的机械安定性、抗水性、防锈性、极压抗磨性和泵送性, 适用于温度范围为-20~120℃, 用于压延机、锻压机、减速机等高负荷机械设备及齿轮、轴承润滑。0号、1号可用于集中润滑系统 |
| | 1号 | | 310~340 | |
| | 2号 | | 265~295 | |

(续)

| 名称 | 牌号 | 滴点/℃ 不低于 | 工作锥入度 1/10mm | 主要用途 |
|--------------------------|-------|-------------|-----------------|--|
| 通用锂基润滑脂 (GB7324-87) | 1号 | 170 | 310~340 | 具有良好的抗水性、机械安定性、防锈性和氧化安定性,适用于温度范围为-20~120℃的各种机械设备的滚动轴承,滑动轴承及其它摩擦部位的润滑 |
| | 2号 | 175 | 265~295 | |
| | 3号 | 180 | 220~250 | |
| 钠基润滑脂 (GB/T192-89) | 2号 | 150 | 265~295 | 适用于-10~110℃温度范围的一般中等负荷机械设备的润滑,不适用于与水相接触的润滑部位 |
| | 3号 | | 220~250 | |
| 钙、钠基润滑脂 (ZBE36001-88) | ZGN-1 | 120 | 250~290 | 用于工作温度在80~100℃有水分或潮湿环境中工作的机械设备润滑,多用于铁路机车、列车、小电动机、发电机滚动轴承(温度较高者)润滑,不适用于低温工作 |
| | ZGN-2 | 135 | 200~240 | |

(续)

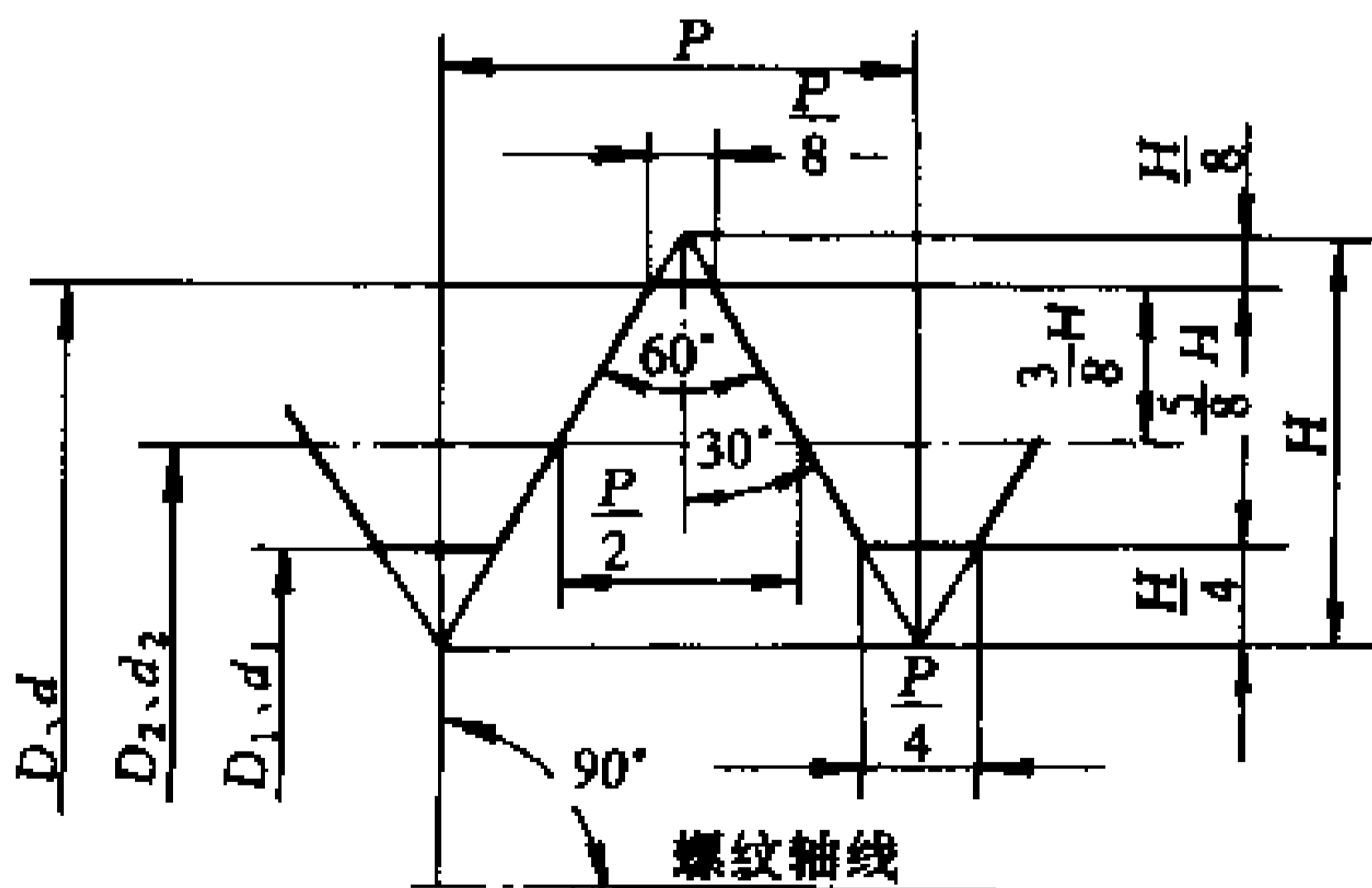
| 名称 | 牌号 | 滴点/C 不低于 | 工作锥入度 1/10mm | 主要用途 |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------------------|--|
| 石墨钙基润滑脂 (SH0368—1992) | ZG—S | 80 | — | 适用于低速、重载、高压、下粗糙机械润滑,如人字齿轮、起重机、挖掘机的底盘齿轮、矿山机械、绞车钢丝绳以及一般开式齿轮润滑,能耐潮湿 |
| 滚动轴承脂 (SH0368—1992) | ZGN 69—2 | 120 | 250~290 —40℃时 为30 | 用于机车、汽车、电动机及其他机械的滚动轴承润滑 |
| 7407号齿轮 润滑脂 (SH0368—1992) | — | 160 | 75~90 | 用于各种低速、中载及重载齿轮、链条和联轴器等部位的润滑,最高使用温度为120℃,油膜可承受的冲击负荷为2500MPa |
| 工业凡士林 (GB/T6731 —1993) | — | 54 | — | 当机械的工作温度不高,载荷不大时,可用作减摩润滑脂 |

第四章 机械零件

螺 纹

— 普通螺纹 (GB192—1981)

1 基本牙型与尺寸计算



$$H = \frac{\sqrt{3}}{2} P = 0.866025404 P \quad \frac{1}{4} H = 0.216506351 P$$

$$\frac{5}{8} H = 0.541265877 P \quad \frac{1}{8} H = 0.108253175 P$$

$$\frac{3}{8} H = 0.324759526 P$$

D 、 d —— 内、外螺纹大径 D_1 、 d_1 —— 内、外螺纹小径

D_2 、 d_2 —— 内、外螺纹中径 P 螺距

H —— 原始三角形高度

2 代号与标记

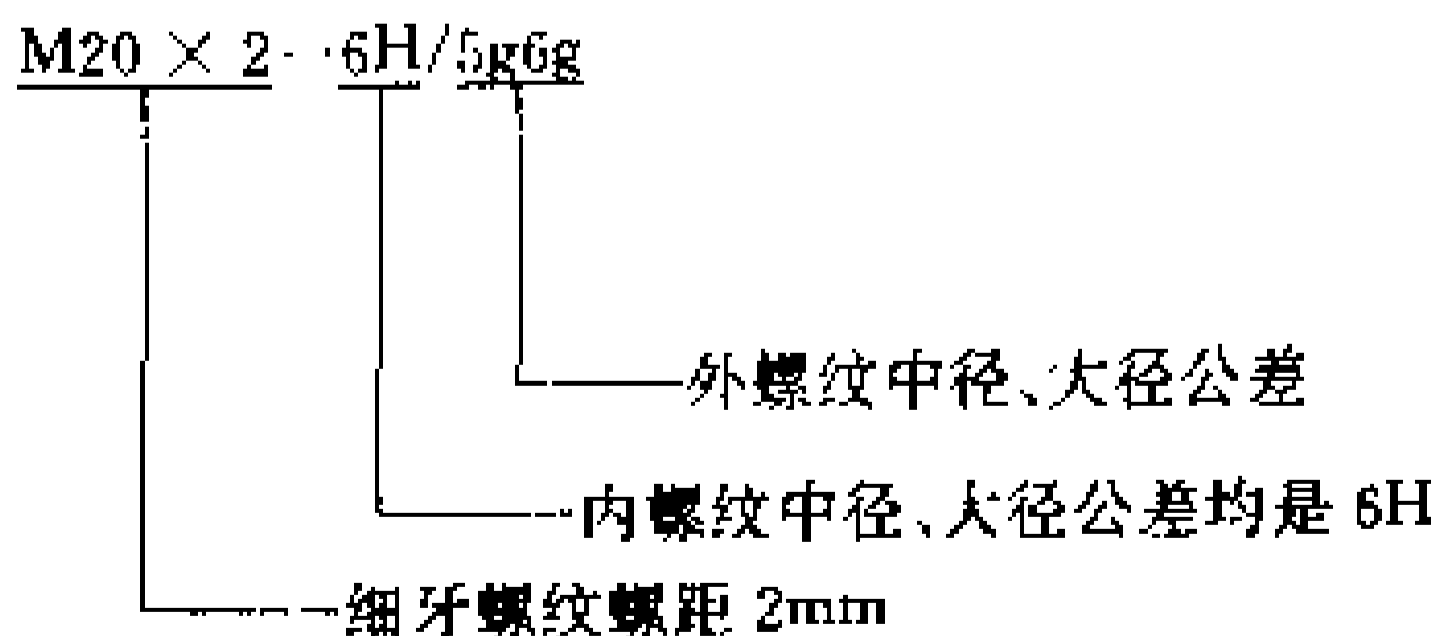
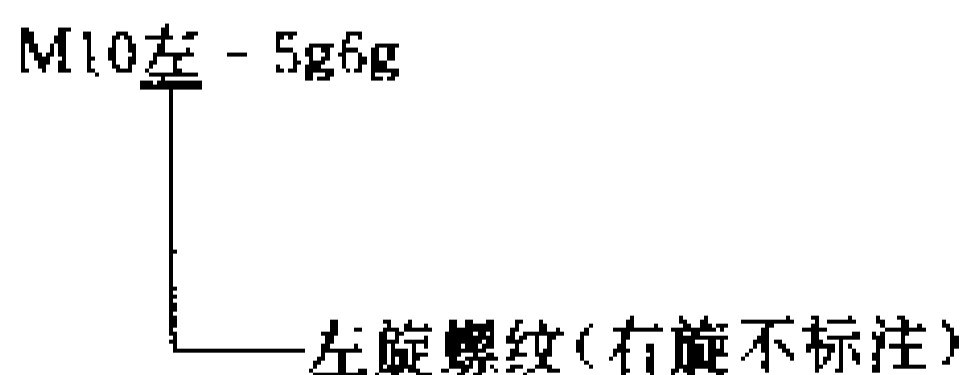
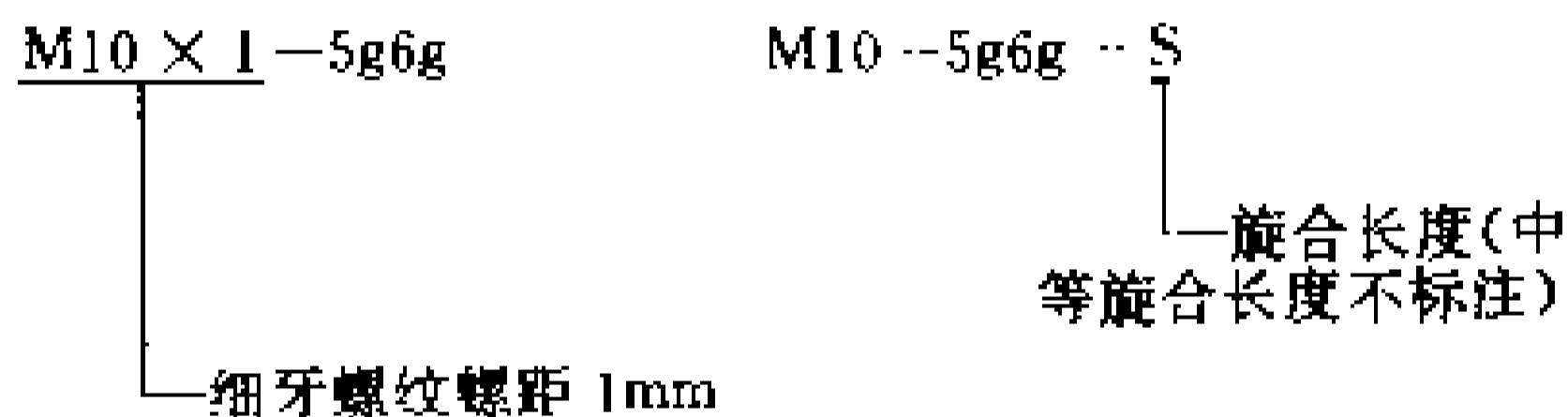
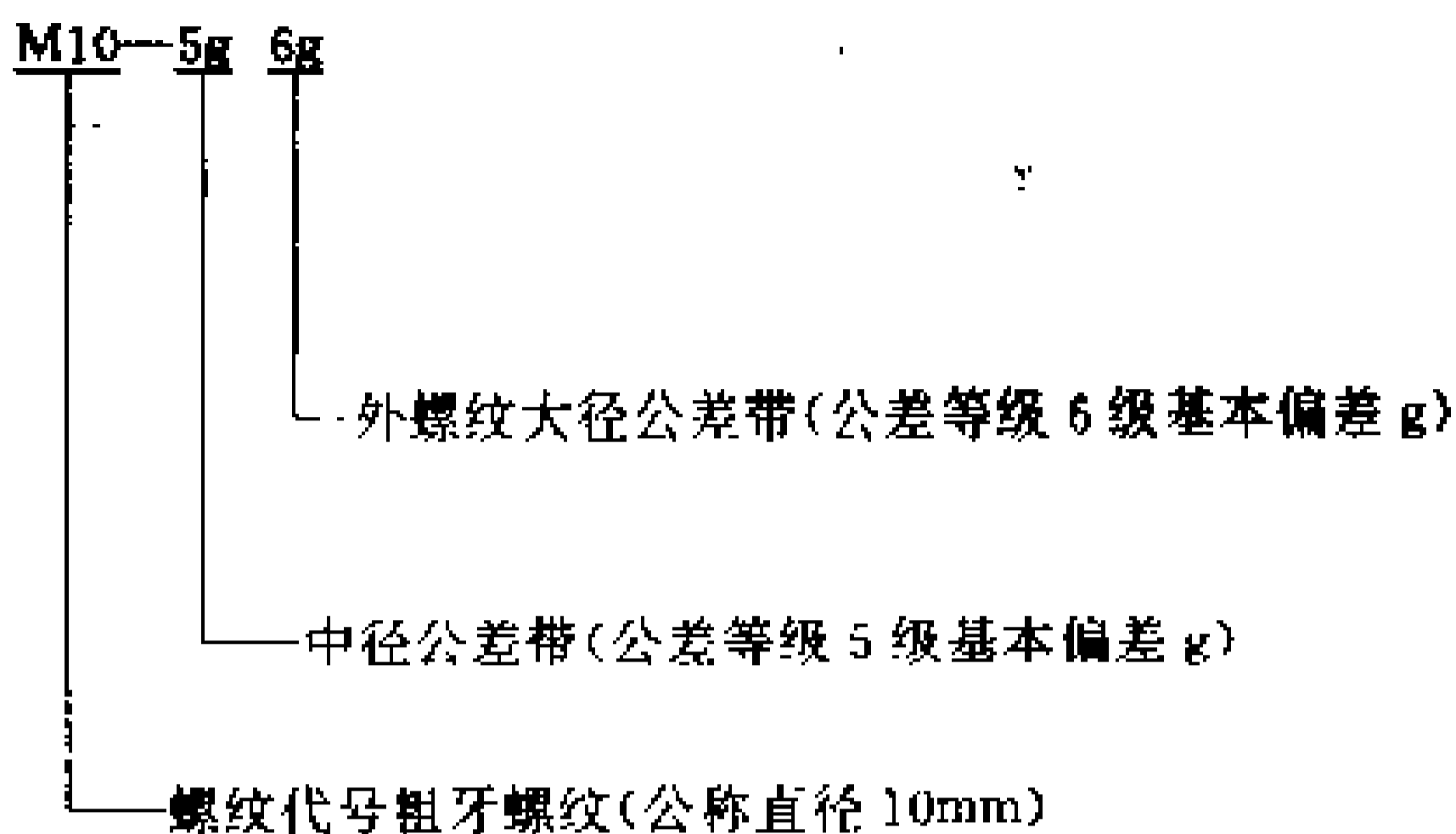
普通螺纹分为粗牙和细牙两种。

粗牙普通螺纹用字母“M”及“公称直径”表示，如 M8、M16 等。

细牙普通螺纹用字母“M”及“公称直径×螺距”表示，如 M10×1、M20×1.5 等。

当螺纹为左旋时，在螺纹代号之后加“左”字，如 M16 左，M20×1.5 左等。

螺纹标记：是由螺纹代号和公差带代号及旋合长度代号组成的，示例如下：



3 直径和螺距表 (mm)

| 公称直径 d | | | 螺距 P | | 公称直径 d | | | 螺距 P | |
|----------|------|------|--------|--------------------------------------|----------|------|------|--------|-------------------------------|
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | 粗牙 | 细牙 | 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | 粗牙 | 细牙 |
| 4 | | | 0.7 | 0.5 | | 17 | | | 1.5, (1) |
| | 4.5 | | 0.75 | | 20 | 18 | | 2.5 | 2, 1.5, 1 (0.75), (0.5) |
| 5 | | | 0.8 | | | 22 | | | |
| | | 5.5 | | | | | | | |
| 6 | | 7 | 1 | 0.75, (0.5) | 24 | | | 3 | 2, 1.5, 1, (0.75) |
| 8 | | | 1.25 | 1, 0.75, (0.5) | | | 25 | | 2, 1.5, (1) |
| | | 9 | (1.25) | | | | 26 | | 1.5 |
| 10 | | | 1.5 | 1.25, 1, 0.75, (0.5) | | 27 | | 3 | 2, 1.5, 1, (0.75) |
| | | 11 | 1.5 | 1, 0.75 (0.5) | | | 28 | | 2, 1.5, 1 |
| 12 | | | 1.75 | 1.5, 1.25, 1, (0.75), (0.5) | 30 | | | 3.5 | (3), 2, 1.5, 1, (0.75) |
| | | | | 1, 1.25, 1, (0.75), (0.5) | | | 32 | | 2, 1.5 |
| | 14 | | 2 | | | | 33 | | 3.5 |
| | | 15 | | 1.5, (1) | | | 35 | | 1.5 |
| 16 | | | 2 | 1.5, 1, (0.75), (0.5) | 36 | | | 4 | 3, 2, 1.5, (1) |

(续)

| 公称直径 d | | | 螺距 P | | 公称直径 d | | | 螺距 P | |
|----------|------|------|--------|------------------------|----------|------|------|----------------------|-----------------------------|
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | 粗牙 | 细牙 | 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | 粗牙 | 细牙 |
| | | 38 | | 1.5 | | | 65 | | (4), (3) 2, 1.5 |
| | 39 | | 4 | 3, 2, 1.5, (1) | | 68 | 6 | 4, 3, 2, 1.5, (1) | |
| | | 40 | | (3), (2), 1.5 | | | 70 | | (6), (4), (3), 2, 1.5 |
| 42 | 45 | | 4.5 | (4), 3, 2, 1.5, (1) | | | | | |
| 48 | | | 5 | | | | | | |
| | | 50 | | (3), (2), 1.5 | 72 | | | | 6, 4, 3, 2, 1.5, (1) |
| | 52 | | 5 | (4), 3, 2, 1.5, (1) | | | 75 | | (4), (3), 2, 1.5 |
| | | 55 | | (4), (3), 2, 1.5 | | 76 | | | 6, 4, 3, 2, 1.5, (1) |
| 56 | | | 5.5 | 4, 3, 2, 1.5, (1) | | | 78 | | 2 |
| | | 58 | | (4), (3), 2, 1.5 | 80 | | | | 6, 4, 3, 2, 1.5, (1) |
| | 60 | | (5.5) | 4, 3, 2, 1.5, (1) | | | 82 | | 2 |
| | | 62 | | (4), (3), 2, 1.5 | 90 | 85 | | | |
| | | | | | 100 | 95 | | | |
| | | | | | 110 | 105 | | | |
| 64 | | | 6 | 4, 3, 2, 1.5, (1) | 125 | 115 | | | 6, 4, 3, 2, (1.5) |

(续)

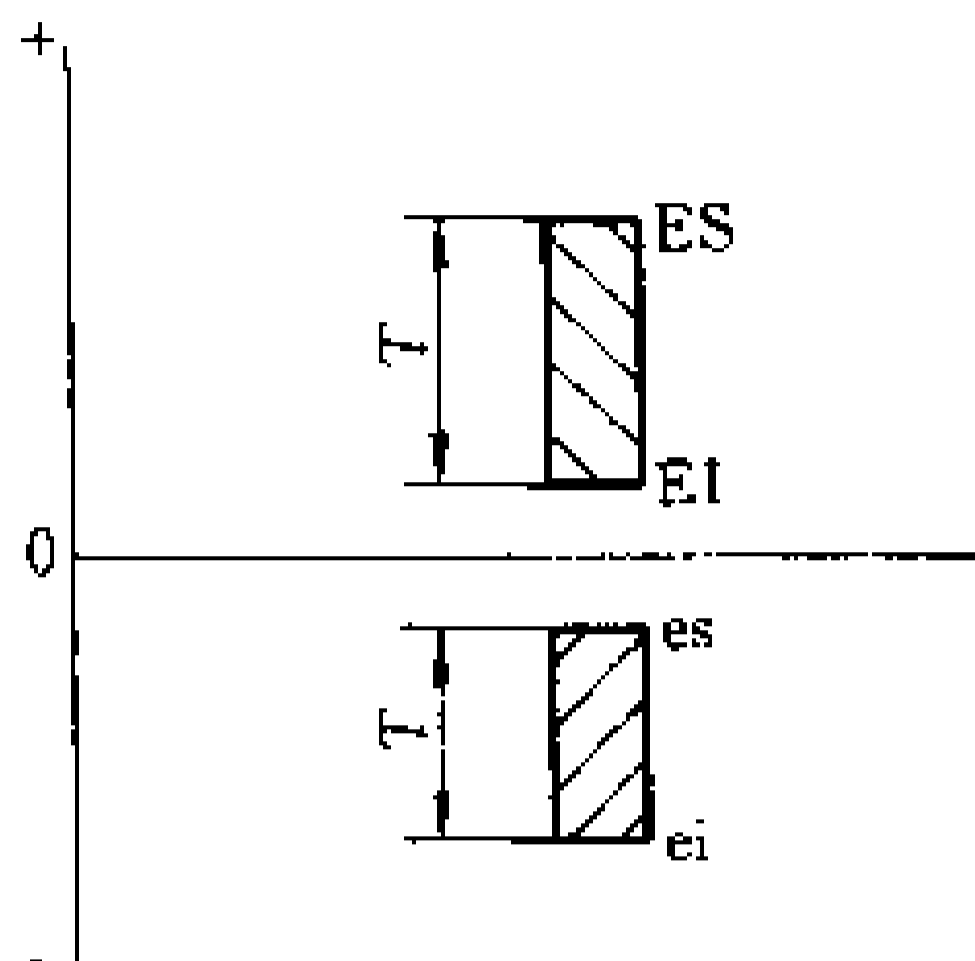
| 公称直径 d | | | 螺距 P | | 公称直径 d | | | 螺距 P | |
|----------|------|------|--------|---------------------|----------|------|------|--------|--------|
| 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | 粗牙 | 细牙 | 第一系列 | 第二系列 | 第三系列 | 粗牙 | 细牙 |
| | 120 | | | | | | 155 | | |
| | | | | | 160 | 170 | 165 | | |
| | | | | | 180 | | 175 | | 6.4, |
| | | | | | | 190 | 185 | | 3, (2) |
| | 130 | 135 | | 6.4, 3, 2, (1.5) | 200 | | 195 | | |
| | | | | | | | 205 | | |
| 140 | 150 | 145 | | | | | | | 6.4, 3 |
| | | | | | | 210 | 215 | | |

注：1. 直径优先用第一系列，第三系列尽可能不用。
2. 括号内的螺距尽可能不用。

4 公差与配合 (GB197-1981)

(1) 螺纹公差带

螺纹公差带的位置由基本偏差确定，并规定外螺纹的上偏差(es)和内螺纹的下偏差(EI)为基本偏差。对内螺纹规定了G和H两种位置，对外螺纹规定了e、f、g和h四种位置。H、h的基本偏差为零，G的基本偏差为正值，e、f、g的基本偏差为负值。



T 公差 ES -内螺纹上偏差 EI 内螺纹下偏差

es 外螺纹上偏差 ei--外螺纹下偏差

(2) 内外螺纹基本偏差表

(μm)

| 螺 距 P/mm | 基 本 偏 差 | | | | | |
|----------------------|---------------------|---------|-------------------|---------|---------|---------|
| | 内 螺 纹 D_2, D_1 | | 外 螺 纹 d, d_2 | | | |
| | G EI | H EI | e es | f es | g es | h es |
| 0.2 | +17 | 0 | — | — | -17 | 0 |
| 0.25 | +18 | 0 | — | — | -18 | 0 |
| 0.3 | +18 | 0 | — | — | -18 | 0 |

(续)

| 螺 距 P/mm | 基 本 偏 差 | | | | | |
|----------------------|---------------------|---------|-------------------|---------|---------|---------|
| | 内 螺 纹 D_2, D_1 | | 外 螺 纹 d, d_2 | | | |
| | G EI | H EI | e es | f es | g es | h es |
| 0.35 | +19 | 0 | - | -34 | -19 | 0 |
| 0.4 | +19 | 0 | - | -34 | -19 | 0 |
| 0.45 | +20 | 0 | - | -35 | -20 | 0 |
| 0.5 | +20 | 0 | -50 | -36 | -20 | 0 |
| 0.6 | +21 | 0 | -53 | -36 | -21 | 0 |
| 0.7 | +22 | 0 | -56 | -38 | -22 | 0 |
| 0.75 | +22 | 0 | -56 | -38 | -22 | 0 |
| 0.8 | +24 | 0 | -60 | -38 | -24 | 0 |
| 1 | +26 | 0 | -60 | -40 | -26 | 0 |
| 1.25 | +28 | 0 | -63 | -42 | -28 | 0 |
| 1.5 | +32 | 0 | -67 | -45 | -32 | 0 |
| 1.75 | +34 | 0 | -71 | -48 | -34 | 0 |
| 2 | +38 | 0 | -71 | -52 | -38 | 0 |
| 2.5 | +42 | 0 | -80 | -58 | -42 | 0 |
| 3 | +48 | 0 | -85 | -63 | -48 | 0 |

(续)

| 螺 距 P/mm | 基本偏差 | | | | | |
|----------------------|-------------------|---------|-------------------|---------|---------|---------|
| | 内螺纹 D_2, D_1 | | 外 螺 纹 d, d_2 | | | |
| | G EI | H EI | e es | f es | g es | h es |
| 3.5 | +53 | 0 | -90 | 70 | -53 | 0 |
| 1. | +60 | 0 | 95 | -75 | -60 | 0 |
| 4.5 | +63 | 0 | -100 | -80 | -63 | 0 |
| 5 | +71 | 0 | -106 | -85 | -71 | 0 |
| 5.5 | +75 | 0 | 112 | -90 | -75 | 0 |
| 6 | +80 | 0 | 118 | -95 | -80 | 0 |

(3) 内、外螺纹直径公差等级

| 螺 纹 直 径 | | 公 差 等 级 |
|---------|----------|---------------------|
| 内螺纹 | 小径 D_1 | 4, 5, 6, 7, 8 |
| | 中径 D_2 | 4, 5, 6, 7, 8 |
| 外螺纹 | 大径 d | 4, 6, 8 |
| | 中径 d_2 | 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 |

(4) 螺纹旋合长度

分短旋合长度 S 、中等旋合长度 N 和长旋合长度 L 三组，其数值规定如下：

(mm)

| 公称直径 D, d | | 螺距 P | 旋合长度 | | | |
|----------------|--------|-----------|--------|-----|--------|-----|
| | | | S | N | | L |
| $>$ | \leq | | \leq | $>$ | \leq | $>$ |
| 0.99 | 1.1 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 1.4 | 1.4 |
| | | 0.25 | 0.6 | 0.6 | 1.7 | 1.7 |
| | | 0.3 | 0.7 | 0.7 | 2 | 2 |
| 1.4 | 2.8 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 1.5 |
| | | 0.25 | 0.6 | 0.6 | 1.9 | 1.9 |
| | | 0.35 | 0.8 | 0.8 | 2.6 | 2.6 |
| | | 0.4 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| | | 0.45 | 1.3 | 1.3 | 3.8 | 3.8 |
| 2.8 | 5.6 | 0.35 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| | | 0.5 | 1.5 | 1.5 | 4.5 | 4.5 |
| | | 0.6 | 1.7 | 1.7 | 5 | 5 |
| | | 0.7 | 2 | 2 | 6 | 6 |
| | | 0.75 | 2.2 | 2.2 | 6.7 | 6.7 |
| | | 0.8 | 2.5 | 2.5 | 7.5 | 7.5 |
| 5.6 | 11.2 | 0.5 | 1.6 | 1.6 | 4.7 | 4.7 |
| | | 0.75 | 2.4 | 2.4 | 7.1 | 7.1 |
| | | 1 | 3 | 3 | 9 | 9 |
| | | 1.25 | 4 | 4 | 12 | 12 |
| | | 1.5 | 5 | 5 | 15 | 15 |

(续)

| 公称直径 D, d | | 螺距 P | 旋合长度 | | | |
|----------------|--------|-----------|--------|-----|--------|-----|
| | | | S | N | | L |
| $>$ | \leq | | \leq | $>$ | \leq | $>$ |
| 11.2 | 22.4 | 0.5 | 1.8 | 1.8 | 5.4 | 5.4 |
| | | 0.75 | 2.7 | 2.7 | 8.1 | 8.1 |
| | | 1 | 3.8 | 3.8 | 11 | 11 |
| | | 1.25 | 4.5 | 4.5 | 13 | 13 |
| | | 1.5 | 5.6 | 5.6 | 16 | 16 |
| | | 1.75 | 6 | 6 | 18 | 18 |
| | | 2 | 8 | 8 | 24 | 24 |
| | | 2.5 | 10 | 10 | 30 | 30 |
| 22.4 | 45 | 0.75 | 3.1 | 3.1 | 9.4 | 9.4 |
| | | 1 | 4.8 | 4 | 12 | 12 |
| | | 1.5 | 6.3 | 6.3 | 19 | 19 |
| | | 2 | 8.5 | 8.5 | 25 | 25 |
| | | 3 | 12 | 12 | 36 | 36 |
| | | 3.5 | 15 | 15 | 45 | 45 |
| | | 4 | 18 | 18 | 53 | 53 |
| | | 4.5 | 21 | 21 | 63 | 63 |
| 45 | 90 | 1 | 4 | 4.8 | 14 | 14 |
| | | 1.5 | 7.5 | 7.5 | 22 | 22 |
| | | 2 | 9.5 | 9.5 | 28 | 28 |
| | | 3 | 15 | 5 | 45 | 45 |
| | | 4 | 19 | 19 | 56 | 56 |
| | | 5 | 24 | 24 | 71 | 71 |
| | | 5.5 | 28 | 28 | 85 | 85 |
| | | 6 | 32 | 32 | 95 | 95 |

5 螺纹公差带的选用(GB2516-1981)

(1) 内、外螺纹公差带的选用

| 带的选用 | | 公差带位置 G | | | | | 公差带位置 H | | | | | | | |
|-----------------------|----|---------|------|------|---|---|---------|---|---|--------|---|---|-----|--------|
| | | S | N | L | S | L | S | N | L | S | L | | | |
| 内 螺 纹 公 差 | 精度 | | | | | | | | | | | | | |
| | 精密 | | | | | | 4H | | | 4H5H | | | | 5H6H |
| | 中等 | (5G) | (5G) | (7G) | | | *5H | | | *6H | | | | *7H |
| | 粗糙 | | | (7G) | | | | | | 7H | | | | |
| 带的选用 | | 公差带位置 g | | | | | 公差带位置 h | | | | | | | |
| | | S | N | L | S | L | S | N | L | S | N | L | | |
| 外 螺 纹 公 差 | 精度 | | | | | | | | | | | | | |
| | 精密 | | | | | | | | | | | | | |
| | 中等 | *6e | | | | | *6g | | | (3h4h) | | | *4h | (5h4h) |
| | 粗糙 | | | | | | 8g | | | | | | *6h | (7h6h) |

注: 1. 大量生产的精制紧固件螺纹, 推荐采用带方框的公差带;

2. 带*的公差带应优先选用, 括号内的公差带尽可能不用;

3. 内、外螺纹的选用公差带可以任意组合, 完工后的零件最好组合成 H/g、H/h 或 G/h 的配合。

(2) 普通螺纹公差带的极限偏差(GB2516—1981)

(μm)

| 直径分段 D, d /mm | 螺距 P /mm | 内 螺 纹 | | | | 外 螺 纹 | | | | | |
|-----------------------|------------------|-------|----------|-----|----------|-------|------|----------|------|--------|------|
| | | 公差带 | 中径 D_2 | | 小径 D_1 | | 公差带 | 中径 d_2 | | 大径 d | |
| | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | | es |
| 5.6 | 1.2 | 4H | +95 | 0 | +150 | 0 | 3h4h | 0 | -56 | 0 | -112 |
| | | 4H5H | +95 | 0 | +190 | 0 | 4h | 0 | -71 | 0 | -112 |
| | | 5G | +144 | -26 | +216 | +25 | 5g6g | -26 | -116 | -26 | -206 |
| | | 5H | +118 | 0 | +190 | 0 | 5h4h | 0 | -90 | 0 | -112 |
| | | 5H6H | +118 | 0 | +236 | 0 | 5h6h | 0 | -90 | 0 | -180 |
| | | 6G | +176 | +26 | +252 | +25 | 6e | -60 | -172 | -60 | -240 |
| | | 6H | +150 | 0 | +236 | 0 | 6f | -40 | -152 | -40 | -220 |
| | | 7G | +216 | -26 | +326 | +25 | 6g | -26 | 138 | -26 | 236 |
| | | 7H | +190 | 0 | +300 | 0 | 6h | 0 | -112 | 0 | -180 |
| | | | | | | | 7g6g | -26 | 166 | -26 | 236 |
| | | | | | | | 7h6h | 0 | -140 | 0 | -180 |
| | | | | | | | 8g | -26 | -206 | -26 | -306 |
| | | | | | | | 8h | 0 | -180 | 0 | -280 |

(续)

| 直径分段 D, d /mm | 螺距 P /mm | 内 螺 纹 | | | | 外 螺 纹 | | | | | | | |
|-----------------------|------------------|-------|-----|----------|-----|----------|-----|------|-----|----------|-----|--------|--|
| | | 公差带 | | 中径 D_2 | | 小径 D_1 | | 公差带 | | 中径 d_2 | | 大径 d | |
| | | ES | EI | ES | EI | ES | EI | es | ei | es | ei | | |
| 5.6 | 1.25 | 4H | 0 | +100 | 0 | +170 | 0 | 3h4h | 0 | -60 | 0 | -132 | |
| | | 4H5H | 0 | +100 | 0 | +212 | 0 | 4h | 0 | -75 | 0 | -132 | |
| | | 5G | +28 | +188 | +28 | +240 | +28 | 5g6g | -28 | -123 | -28 | -210 | |
| | | 5H | 0 | +125 | 0 | +212 | 0 | 5h4h | 0 | 95 | 0 | 132 | |
| | | 5H6H | 0 | +125 | 0 | +265 | 0 | 5h6h | 0 | -95 | 0 | -212 | |
| | | 6G | +28 | +188 | +28 | +293 | +28 | 6e | -63 | -181 | -63 | -275 | |
| | | 6H | 0 | +160 | 0 | +265 | 0 | 6f | -42 | -160 | -42 | -254 | |
| | | 7G | +28 | +228 | +28 | +363 | +28 | 6g | -28 | -146 | -28 | -240 | |
| | | 7H | 0 | +200 | 0 | +335 | 0 | 6h | 0 | -118 | 0 | -212 | |
| | | | | | | | | 7g6g | -28 | -178 | -28 | -240 | |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | -150 | 0 | 212 | |
| | | | | | | | | 8g | -28 | -218 | -28 | -363 | |
| | | | | | | | | 8h | 0 | 190 | 0 | -335 | |

(续)

| 直径分段 D, d /mm | 螺距 P /mm | 内 螺 纹 | | | | 外 螺 纹 | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------------------|-------|----------|-----|----------|-------|------|----------|------|--------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|
| | | 公差带 | 中径 D_2 | | 小径 D_1 | | 公差带 | 中径 d_2 | | 大径 d | | | | | | | | | | | |
| | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei | | | | | | | | | | |
| > | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.6 | 1.5 | 4H | +112 | 0 | +190 | 0 | 3h4h | 0 | -67 | 0 | -150 | 0 | -150 | 0 | -67 | 0 | -150 | 0 | -150 | 0 | -150 |
| | | 4H5H | +112 | 0 | +236 | 0 | 4h | 0 | -85 | 0 | 150 | 0 | 150 | 0 | -85 | 0 | 150 | 0 | 150 | 0 | 150 |
| | | 5G | +172 | +32 | +268 | +32 | 5g6g | +32 | 138 | +32 | -268 | -32 | -268 | -32 | 138 | -32 | -268 | -32 | -268 | -32 | -268 |
| | | 5H | +140 | 0 | +236 | 0 | 5h4h | 0 | -106 | 0 | -150 | 0 | -150 | 0 | -106 | 0 | -150 | 0 | -150 | 0 | -150 |
| | | 5H6H | +140 | 0 | +300 | 0 | 5h6h | 0 | -106 | 0 | -236 | 0 | -236 | 0 | -106 | 0 | -236 | 0 | -236 | 0 | -236 |
| | | 5G | +212 | -32 | +332 | +32 | 6e | +32 | -199 | -67 | -303 | -67 | -303 | -67 | -199 | -67 | -303 | -67 | -303 | -67 | -303 |
| | | 5H | +180 | 0 | +300 | 0 | 6f | 0 | -177 | -45 | -281 | -45 | -281 | -45 | -177 | -45 | -281 | -45 | -281 | -45 | -281 |
| | | 7G | +256 | +32 | +407 | +32 | 6g | +32 | -164 | +32 | 268 | +32 | 268 | +32 | -164 | +32 | 268 | +32 | 268 | +32 | 268 |
| | | 7H | +224 | 0 | +375 | 0 | 6h | 0 | -132 | 0 | -236 | 0 | -236 | 0 | -132 | 0 | -236 | 0 | -236 | 0 | -236 |
| | | | | | | | 7g6g | | -202 | -32 | 268 | -32 | 268 | -32 | -202 | -32 | 268 | -32 | 268 | -32 | 268 |
| | | | | | | | 7h6h | | -170 | 0 | -236 | 0 | -236 | 0 | -170 | 0 | -236 | 0 | -236 | 0 | -236 |
| | | | | | | | 8g | | -244 | -32 | -407 | -32 | -407 | -32 | -244 | -32 | -407 | -32 | -407 | -32 | -407 |
| | | | | | | | 8h | | -212 | 0 | -375 | 0 | -375 | 0 | -212 | 0 | -375 | 0 | -375 | 0 | -375 |

(续)

| 直径分段 D, d /mm | 螺距 P /mm | 内 螺 纹 | | | | 外 螺 纹 | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------------------|-------|----------|-----|----------|-------|------|----------|------|--------|------|----|--|--|--|--|--|--|--|
| | | 公差带 | 中径 D_2 | | 小径 D_1 | | 公差带 | 中径 d_2 | | 大径 d | | | | | | | | | |
| | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | | es | ei | | | | | | | |
| $>$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.2 | 0.5 | 4H | +75 | 0 | +90 | 0 | 3h4h | 0 | -45 | 0 | -67 | | | | | | | | |
| | | 4H5H | +75 | 0 | +112 | 0 | 4h | 0 | -56 | 0 | -67 | | | | | | | | |
| | | 5G | +115 | +20 | +132 | +20 | 5g6g | -20 | -91 | -20 | -126 | | | | | | | | |
| | | 5H | +95 | 0 | +112 | 0 | 5h4h | 0 | -71 | 0 | -67 | | | | | | | | |
| | | 5H6H | +95 | 0 | +140 | 0 | 5h6h | 0 | -71 | 0 | -106 | | | | | | | | |
| | | 6G | +138 | +20 | +160 | +20 | 6e | -50 | -140 | -50 | -156 | | | | | | | | |
| | | 6H | -118 | 0 | +140 | 0 | 6f | -36 | -126 | -36 | -142 | | | | | | | | |
| | | 7G | -170 | +20 | +200 | +20 | 6g | -20 | 110 | -20 | -126 | | | | | | | | |
| | | 7H | +150 | 0 | +180 | 0 | 6h | 0 | -90 | 0 | -106 | | | | | | | | |

(续)

| 直径分段 D, d /mm | 螺距 P /mm | 内 螺 纹 | | | | | | 外 螺 纹 | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------------------|-------|----------|------|----------|------|-----|----------|----|--------|-----|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | 公差带 | 中径 D_2 | | 小径 D_1 | | 公差带 | 中径 d_2 | | 大径 d | | | | | | | | | | | |
| | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei | | | | | | | | | | |
| > | ≤ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.2 | 22.4 | 0.75 | 4H | +90 | 0 | +118 | 0 | 3h4h | 0 | -53 | 0 | -90 | | | | | | | | | |
| | | | 4H5H | +90 | 0 | +150 | 0 | 4h | 0 | -67 | 0 | -90 | | | | | | | | | |
| | | | 5G | +134 | +22 | +172 | +22 | 5g6g | 0 | -107 | -22 | -162 | | | | | | | | | |
| | | | 5H | +112 | 0 | +150 | 0 | 5h4h | 0 | -85 | 0 | 90 | | | | | | | | | |
| | | | 5H6H | +112 | 0 | +190 | 0 | 5h6h | 0 | 85 | 0 | -140 | | | | | | | | | |
| | | | 6G | +162 | +22 | +212 | +22 | 6e | 0 | -56 | -56 | -196 | | | | | | | | | |
| | | | 6H | -140 | 0 | +190 | 0 | 6f | 0 | -38 | -38 | -178 | | | | | | | | | |
| | | | 7G | -202 | +22 | +258 | +22 | 6g | 0 | -22 | -22 | -162 | | | | | | | | | |
| | | | 7H | -180 | 0 | +236 | 0 | 6h | 0 | -106 | 0 | -140 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 7g6g | | -22 | -22 | -162 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 7h6h | | 0 | 0 | -140 | | | | | | | | | |

(续)

| 直径分段 D, d /mm | 螺距 P /mm | 内 螺 纹 | | | | | 外 螺 纹 | | | | | |
|-----------------------|------------------|-------|------|----------|-----|----------|-------|------|----------|------|--------|------|
| | | 公差带 | | 中径 D_2 | | 小径 D_1 | | 公差带 | 中径 d_2 | | 大径 d | |
| | | ES | EI | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 11.2 | 22.4 | 1 | 4H | +100 | 0 | +150 | 0 | 3h4h | 0 | -60 | 0 | -112 |
| | | | 4H5H | +100 | 0 | -190 | 0 | 4h | 0 | -75 | 0 | -112 |
| | | | 5G | +151 | +26 | +216 | -26 | 5g6g | -26 | 121 | -26 | -206 |
| | | | 5H | +125 | 0 | +190 | 0 | 5h4h | 0 | 95 | 0 | -112 |
| | | | 5H6H | +125 | 0 | +236 | 0 | 5h6h | 0 | -95 | 0 | -180 |
| | | | 6G | +186 | -26 | +262 | +26 | 6e | -60 | -178 | -60 | -240 |
| | | | 6H | +160 | 0 | +236 | 0 | 6f | -40 | -158 | -40 | -220 |
| | | | 7G | +226 | +26 | +326 | +26 | 6g | -25 | -144 | -26 | -206 |
| | | | 7H | +200 | 0 | +300 | 0 | 6h | 0 | -118 | 0 | -180 |
| | | | | | | | | 7g6g | -26 | -176 | -26 | -206 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | -150 | 0 | -180 |
| | | | | | | | | 8g | -26 | -216 | -26 | -306 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | -190 | 0 | -280 |

(续)

| 直径分段 D, d /mm | 螺距 P /mm | 内 螺 纹 | | | | | | 外 螺 纹 | | | | |
|-----------------------|------------------|-------|----------|------|----------|------|-----|----------|-----|--------|-----|------|
| | | 公差带 | 中径 D_2 | | 小径 D_1 | | 公差带 | 中径 d_2 | | 大径 d | | |
| | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei | |
| 11.2 | 22.4 | 1.25 | 4H | +112 | 0 | +170 | 0 | 3h4h | 0 | -67 | 0 | -132 |
| | | | 4H5H | +112 | 0 | -212 | 0 | 4h | 0 | 85 | 0 | -132 |
| | | | 5G | +168 | -28 | +240 | -28 | 5g6g | -28 | -134 | -28 | -240 |
| | | | 5H | -140 | 0 | +212 | 0 | 5h4h | 0 | -106 | 0 | -132 |
| | | | 5H6H | -140 | 0 | +265 | 0 | 5h6h | 0 | -106 | 0 | -212 |
| | | | 6G | +208 | +28 | +293 | +28 | 6e | -63 | -195 | -63 | -275 |
| | | | 6H | +180 | 0 | +265 | 0 | 6f | -42 | -174 | -42 | -254 |
| | | | 7G | +252 | +28 | +363 | +28 | 6g | -28 | 160 | -28 | -240 |
| | | | 7H | +224 | 0 | +335 | 0 | 6h | 0 | -132 | 0 | -212 |
| | | | | | | | | 7g6g | -28 | -198 | -28 | -240 |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | -170 | 0 | -212 |
| | | | | | | | | 8g | -28 | -240 | -28 | -363 |
| | | | | | | | | 8h | 0 | -212 | 0 | -335 |

(续)

| 直径分段 D, d /mm | 螺距 P /mm | 内 螺 纹 | | | | 外 螺 纹 | | | | | | | |
|-----------------------|------------------|-------|------|----------|-----|----------|-----|------|-----|----------|-----|--------|--|
| | | 公差带 | | 中径 D_2 | | 小径 D_1 | | 公差带 | | 中径 d_2 | | 大径 d | |
| | | ES | EI | ES | EI | ES | EI | es | ei | es | ei | | |
| 11.2 | 22.4 | 1.5 | 4H | +118 | 0 | +190 | 0 | 3h4h | 0 | -71 | 0 | -150 | |
| | | | 4H5H | +118 | 0 | +236 | 0 | 4h | 0 | -90 | 0 | -150 | |
| | | | 5G | +182 | -32 | +268 | -32 | 5g6g | 32 | -111 | -32 | -268 | |
| | | | 5H | +150 | 0 | +236 | 0 | 5h4h | 0 | -112 | 0 | -150 | |
| | | | 5H6H | +150 | 0 | -300 | 0 | 5h6h | 0 | -112 | 0 | 236 | |
| | | | 6G | +222 | +32 | -332 | +32 | 6e | 67 | -207 | -67 | 303 | |
| | | | 6H | +190 | 0 | +300 | 0 | 6f | 45 | -185 | -45 | -281 | |
| | | | 7G | +268 | +32 | +407 | +32 | 6g | 32 | -172 | -32 | -268 | |
| | | | 7H | +236 | 0 | +373 | 0 | 6h | 0 | -140 | 0 | -236 | |
| | | | | | | | | 7g5g | -32 | -212 | -32 | -268 | |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | -180 | 0 | -236 | |
| | | | | | | | | 8g | 32 | -256 | -32 | -407 | |
| | | | | | | | | 8h | 0 | -221 | 0 | -375 | |

(续)

| 直径分段 D, d /mm | 螺距 P /mm | 内 螺 纹 | | | | 外 螺 纹 | | | | | |
|-----------------------|------------------|-------|----------|-----|----------|-------|------|----------|------|--------|------|
| | | 公差带 | 中径 D_2 | | 小径 D_1 | | 公差带 | 中径 d_2 | | 大径 d | |
| | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | | es |
| 11.2 22.4 | 1.75 | 4H | +125 | 0 | +212 | 0 | 3h4h | 0 | -75 | 0 | -170 |
| | | 4H5H | +125 | 0 | -265 | 0 | 1h | 0 | -95 | 0 | -170 |
| | | 5G | -194 | +34 | +299 | +34 | 5g6g | -34 | 152 | -34 | -299 |
| | | 5H | +160 | 0 | +265 | 0 | 5h4h | 0 | 118 | 0 | -170 |
| | | 5H6H | +160 | 0 | +335 | 0 | 5h6h | 0 | 118 | 0 | -265 |
| | | 6G | +234 | +34 | +369 | -34 | 6e | -71 | -221 | -71 | -336 |
| | | 6H | +200 | 0 | +335 | 0 | 6f | -13 | -198 | -48 | -313 |
| | | 7G | +284 | +34 | +419 | +34 | 6g | -34 | -184 | 31 | -299 |
| | | 7H | +250 | 0 | +425 | 0 | 6h | 0 | -150 | 0 | -265 |
| | | | | | | | 7g6g | -34 | -224 | -34 | -299 |
| | | | | | | | 7h6h | 0 | -190 | 0 | -265 |
| | | | | | | | 8g | -34 | -270 | -34 | -459 |
| | | | | | | | 8h | 0 | -236 | 0 | -425 |

(续)

| 直径分段 D, d /mm | 螺距 P /mm | 内 螺 纹 | | | | 外 螺 纹 | | | | | |
|-----------------------|------------------|-------|----------|-----|----------|-------|------|----------|------|--------|------|
| | | 公差带 | 中径 D_2 | | 小径 D_1 | | 公差带 | 中径 d_2 | | 大径 d | |
| | | | ES | EI | FS | EI | | es | ei | es | ei |
| 11.2 | 2 | 4H | +132 | 0 | +236 | 0 | 3h4h | 0 | -80 | 0 | -180 |
| | | 4H5H | +132 | 0 | +300 | 0 | 4h | 0 | 100 | 0 | -180 |
| | | 5G | +208 | +38 | +338 | -38 | 5g6g | -38 | -163 | -38 | -318 |
| | | 5H | +170 | 0 | +300 | 0 | 5h4h | 0 | -125 | 0 | 180 |
| | | 5H6H | +170 | 0 | +375 | 0 | 5h6h | 0 | -125 | 0 | -280 |
| | | 6G | +250 | +38 | +413 | +38 | 6c | -71 | -231 | -71 | -351 |
| | | 6H | +212 | 0 | +375 | 0 | 6f | -52 | -212 | -52 | -332 |
| | | 7G | +303 | +38 | +513 | +38 | 6g | -38 | -198 | -38 | -318 |
| | | 7H | +265 | 0 | +475 | 0 | 6h | 0 | -160 | 0 | -280 |
| | | | | | | | 7g6g | -38 | -238 | -38 | -318 |
| | | | | | | | 7h6h | 0 | -200 | 0 | 280 |
| | | | | | | | 8g | -38 | -288 | -38 | 488 |
| | | | | | | | 8h | 0 | -250 | 0 | -450 |

(续)

| 直径分段 D, d /mm | 螺距 P /mm | 内 螺 纹 | | | | | 外 螺 纹 | | | | | |
|-----------------------|------------------|-------|----------|-----|----------|-----|-------|-----|----------|-----|------|--------|
| | | 公差带 | 中径 D_2 | | 小径 D_1 | | | 公差带 | 中径 d_2 | | | 大径 d |
| | | | ES | EI | FS | EI | ES | | ei | es | ei | |
| 11.2 | 2.5 | 4H | -140 | 0 | +280 | 0 | 3h1h | 0 | -85 | 0 | -212 | |
| | | 4H5H | +140 | 0 | +355 | 0 | 4h | 0 | -106 | 0 | -212 | |
| | | 5G | +222 | +42 | +397 | +12 | 5g6g | +42 | -174 | -42 | -377 | |
| | | 5H | +180 | 0 | +355 | 0 | 5h1h | 0 | -132 | 0 | -212 | |
| | | 5H6H | +180 | 0 | +450 | 0 | 5h6h | 0 | 132 | 0 | 335 | |
| | | 6G | -266 | -12 | +432 | +42 | 6e | -80 | -250 | -80 | -415 | |
| | | 6H | +224 | 0 | +450 | 0 | 6f | -58 | -228 | -58 | -393 | |
| | | 7G | +322 | -12 | +602 | +12 | 6g | -12 | -212 | -42 | -377 | |
| | | 7H | +280 | 0 | +560 | 0 | 6h | 0 | -170 | 0 | -335 | |
| | | | | | | | 7g6g | -42 | -254 | -42 | -377 | |
| | | | | | | | 7h6h | 0 | -212 | 0 | -335 | |
| | | | | | | | 8g | -12 | -307 | -42 | -372 | |
| | | | | | | | 8h | 0 | -265 | 0 | -330 | |

(续)

| 直径分段 D, d /mm | 螺距 P /mm | 内 螺 纹 | | | | 外 螺 纹 | | | | | |
|-----------------------|------------------|-------|----------|-----|----------|-------|------|----------|------|--------|------|
| | | 公差带 | 中径 D_2 | | 小径 D_1 | | 公差带 | 中径 d_2 | | 大径 d | |
| | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | | es |
| 22.4 | 1 | 4H | +106 | 0 | -150 | 0 | 3h4h | 0 | -63 | 0 | 112 |
| | | 4H5H | +106 | 0 | -190 | 0 | 4h | 0 | -80 | 0 | 112 |
| | | 5G | +158 | -26 | +216 | +26 | 5g6g | -26 | -126 | -26 | -206 |
| | | 5H | +132 | 0 | +190 | 0 | 5h4h | 0 | -100 | 0 | -112 |
| | | 5H6H | +132 | 0 | +236 | 0 | 5h6h | 0 | -100 | 0 | -180 |
| | | 6G | -196 | +26 | +252 | -26 | 6c | -60 | -185 | -60 | -210 |
| | | 6H | +170 | 0 | +236 | 0 | 6f | -40 | -165 | -40 | -220 |
| | | 7G | -238 | +26 | +326 | -26 | 6g | -26 | -151 | -26 | -206 |
| | | 7H | +212 | 0 | +300 | 0 | 6h | 0 | -125 | 0 | -180 |
| | | | | | | | 7g6g | -26 | -186 | -26 | -206 |
| | | | | | | | 7h6h | 0 | -160 | 0 | 180 |
| | | | | | | | 8g | -26 | -226 | -26 | -306 |
| | | | | | | | 8h | 0 | -200 | 0 | -280 |

(续)

| 直径分段 D, d /mm | 螺距 P /mm | 内 螺 纹 | | | | 外 螺 纹 | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------------------|-------|----------|-----|----------|-------|-----|----------|-----|--------|-----|------|-----|------|--|--|--|--|--|
| | | 公差带 | 中径 D_2 | | 小径 D_1 | | 公差带 | 中径 d_2 | | 大径 d | | | | | | | | | |
| | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | | es | ei | | | | | | | |
| > | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22.4 | 1.5 | 4H | +125 | 0 | 0 | -100 | 0 | 3h4h | 0 | -75 | 0 | -150 | 0 | -150 | | | | | |
| | | 4H5H | +125 | 0 | 0 | -236 | 0 | 4h | 0 | 95 | 0 | -150 | 0 | -150 | | | | | |
| | | 5G | +192 | -32 | -32 | -268 | -32 | 5g5g | -32 | -150 | -32 | -268 | -32 | -268 | | | | | |
| | | 5H | +160 | 0 | 0 | -236 | 0 | 5h4h | 0 | -118 | 0 | -150 | 0 | -150 | | | | | |
| | | 5H6H | +160 | 0 | 0 | -300 | 0 | 5h6h | 0 | -118 | 0 | -236 | 0 | -236 | | | | | |
| | | 6G | +232 | +32 | +32 | -332 | -32 | 6e | -67 | -217 | -67 | -303 | -67 | -303 | | | | | |
| | | 6H | +200 | 0 | 0 | -300 | 0 | 6f | 45 | -195 | 45 | -281 | 45 | -281 | | | | | |
| | | 7G | +282 | +32 | +32 | -407 | -32 | 6g | -32 | 182 | -32 | -268 | -32 | -268 | | | | | |
| | | 7H | +250 | 0 | 0 | -375 | 0 | 6h | 0 | -150 | 0 | -236 | 0 | -236 | | | | | |
| | | | | | | | | 7R6R | -32 | -222 | -32 | -268 | -32 | -268 | | | | | |
| | | | | | | | | 7h6h | 0 | -190 | 0 | -236 | 0 | -236 | | | | | |
| | | | | | | | | 8g | -32 | -268 | -32 | -407 | -32 | -407 | | | | | |
| | | | | | | | | 8h | 0 | -236 | 0 | -375 | 0 | -375 | | | | | |

(续)

| 直径分段 D, d /mm | 螺距 P /mm | 内 螺 纹 | | | | 外 螺 纹 | | | | | | | |
|-----------------------|------------------|-------|----------|-----|----------|-------|------|----------|------|--------|------|-----|------|
| | | 公差带 | 中径 D_2 | | 小径 D_1 | | 公差带 | 中径 d_2 | | 大径 d | | | |
| | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei | | |
| $>$ | $<$ | | | | | | | | | | | | |
| 22.4 | 45 | 2 | | | | | | | | | | | |
| | | 4H | +140 | 0 | +236 | 0 | 3h4h | 0 | -85 | 0 | -180 | 0 | -180 |
| | | 4H5H | -140 | 0 | +300 | 0 | 4h | 0 | -106 | 0 | -180 | 0 | -180 |
| | | 5G | +218 | -38 | +338 | +38 | 5g6k | -38 | -170 | -38 | -318 | -38 | -318 |
| | | 5H | -180 | 0 | +300 | 0 | 5h4h | 0 | -132 | 0 | 180 | 0 | 180 |
| | | 5H6H | -180 | 0 | +375 | 0 | 5h6h | 0 | -132 | 0 | -280 | 0 | -280 |
| | | 6G | +262 | +38 | +413 | +38 | 6e | -71 | -241 | -71 | -351 | -71 | -351 |
| | | 6H | +224 | 0 | +375 | 0 | 6f | -32 | -222 | -32 | -332 | -32 | -332 |
| | | 7G | +318 | +38 | +513 | +38 | 6g | -38 | -208 | -38 | -318 | -38 | -318 |
| | | 7H | +280 | 0 | +475 | 0 | 6h | 0 | -170 | 0 | -280 | 0 | -280 |
| | | | | | | | 7g6g | -38 | -250 | -38 | -318 | -38 | -318 |
| | | | | | | | 7h6h | 0 | -221 | 0 | -280 | 0 | -280 |
| | | | | | | | 8g | -38 | -303 | -38 | -488 | -38 | -488 |
| | | | | | | | 8h | 0 | -265 | 0 | -450 | 0 | -450 |

(续)

| 直径分段 D, d /mm | 螺距 P /mm | 内 螺 纹 | | | | 外 螺 纹 | | | | | |
|-----------------------|------------------|-------|----------|-----|----------|-------|------|----------|------|--------|------|
| | | 公差带 | 中径 D_2 | | 小径 D_1 | | 公差带 | 中径 d_2 | | 大径 d | |
| | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | | es |
| 22.4 | 3 | 4H | +170 | 0 | +315 | 0 | 3h4h | 0 | -100 | 0 | 256 |
| | | 4H5H | +170 | 0 | +400 | 0 | 4h | 0 | -125 | 0 | -256 |
| | | 5G | +260 | -48 | +448 | +48 | 5g6g | -48 | -208 | -48 | -128 |
| | | 5H | +212 | 0 | +400 | 0 | 5h4h | 0 | -160 | 0 | -256 |
| | | 5H6H | +212 | 0 | +500 | 0 | 5h6h | 0 | -160 | 0 | 375 |
| | | 6G | +313 | +48 | +548 | +48 | 6c | -85 | -285 | -85 | -460 |
| | | 6H | +265 | 0 | +500 | 0 | 6f | -63 | -263 | -63 | -438 |
| | | 7G | -383 | +48 | +678 | +48 | 6g | -48 | -248 | -18 | -423 |
| | | 7H | +335 | 0 | +630 | 0 | 6h | 0 | -200 | 0 | -375 |
| | | | | | | | 7g6g | -48 | -298 | 48 | -423 |
| | | | | | | | 7h6h | 0 | -250 | 0 | -375 |
| | | | | | | | 8g | -48 | -363 | -48 | 648 |
| | | | | | | | 8h | 0 | -315 | 0 | -600 |

(续)

| 直径分段 D, d /mm | 螺距 P /mm | 内 螺 纹 | | | | 外 螺 纹 | | | | | |
|-----------------------|------------------|-------|----------|-----|----------|-------|------|----------|------|-----|--------|
| | | 公差带 | 中径 D_2 | | 小径 D_1 | | 公差带 | 中径 d_2 | | | 大径 d |
| | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | ei | |
| 22.4 | 3.5 | 4H | +180 | 0 | +355 | 0 | 3h4h | 0 | 105 | 0 | -255 |
| | | 4H5H | +180 | 0 | +450 | 0 | 4h | 0 | 132 | 0 | -265 |
| | | 6G | +277 | +53 | +593 | -53 | 5g6g | -53 | 223 | 53 | 178 |
| | | 5H | -221 | 0 | 470 | 0 | 5h4h | 0 | -170 | 0 | -265 |
| | | 5H6H | +221 | 0 | +560 | 0 | 5h6h | 0 | -170 | 0 | 125 |
| | | 6G | +333 | -53 | +613 | +53 | 6c | -90 | -302 | -90 | 515 |
| | | 6H | +280 | 0 | +560 | 0 | 6f | -70 | -282 | 70 | 195 |
| | | 7C | +408 | +53 | +763 | -53 | 6g | -53 | -265 | 53 | 178 |
| | | 7H | +355 | 0 | 755 | 0 | 6h | 0 | 212 | 0 | 125 |
| | | | | | | | 7g6g | -53 | -318 | 53 | -178 |
| | | | | | | | 7h6h | 0 | 235 | 0 | -125 |
| | | | | | | | 8g | 53 | -368 | 53 | -125 |
| | | | | | | | 8h | 0 | -335 | 0 | -670 |

(续)

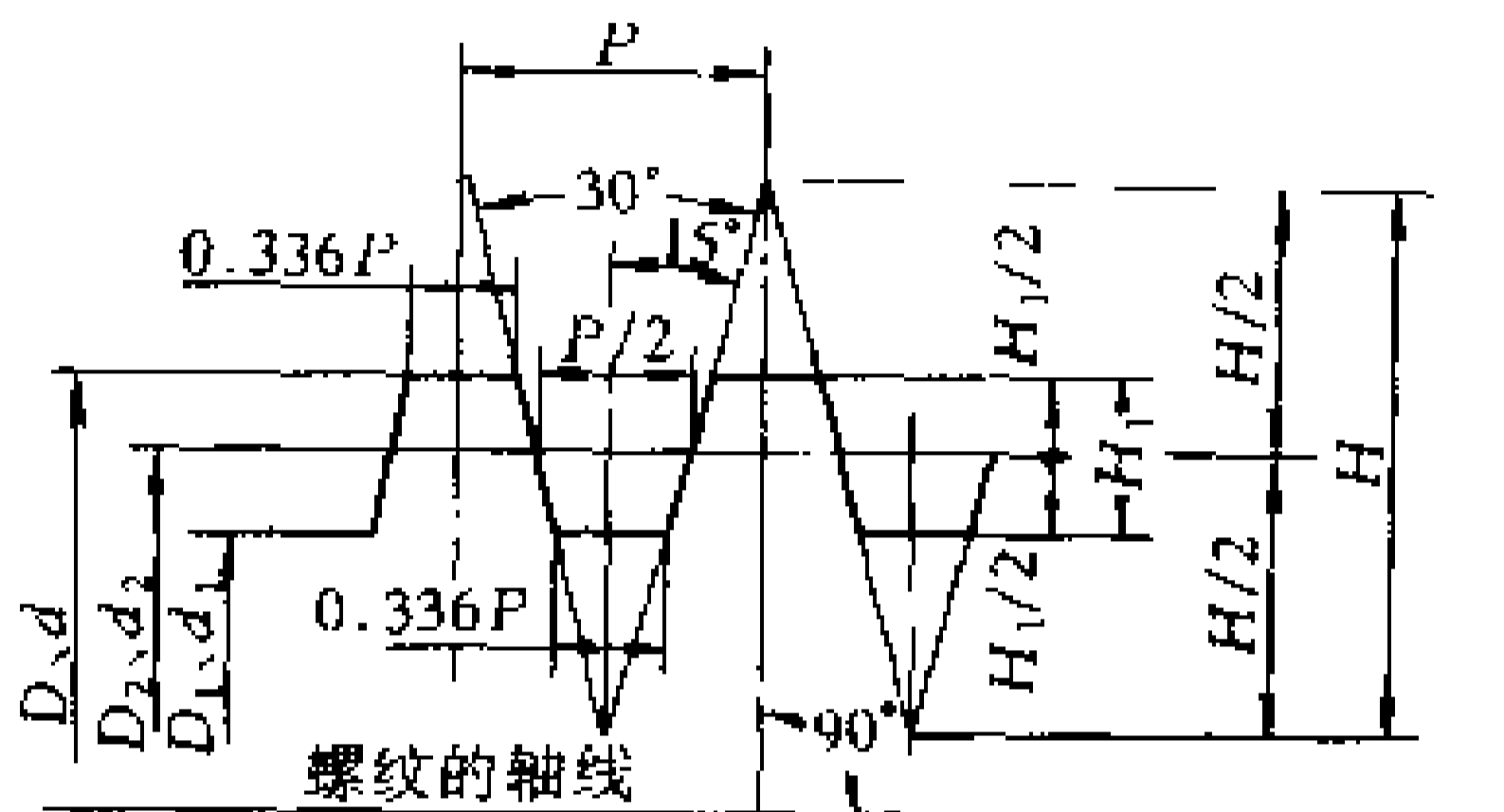
| 直径分段 D, d /mm | 螺距 P /mm | 内 螺 纹 | | | | 外 螺 纹 | | | | | | |
|-----------------------|------------------|-------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|------|----------|-------------------|------------------|------------------|------|
| | | 公差带 | 中径 D_2 | | 小径 D_1 | | 公差带 | 中径 d_2 | | 大径 d | | |
| | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | | es | ei |
| 22.1 | 1 | 4H | +190 ^l | 0 | +375 ^l | 0 | 3h4h | 0 | -112 | 0 ^l | 0 ^l | -300 |
| | | 4H5H | +190 | 0 | +175 | 0 | 4h | 0 | 140 ^l | 0 | 0 | -300 |
| | | 5G | +296 | +60 | +555 | +60 | 5g5g | -60 | -140 ^l | 60 | 60 | -535 |
| | | 3H | +236 | 0 ^l | +475 | 0 ^l | 5h4h | 0 | -180 ^l | 0 | 0 | -300 |
| | | 3H6H | +236 | 0 ^l | +600 | 0 | 5h6h | 0 | -180 ^l | 0 | 0 | -175 |
| | | 6G | +360 ^l | -60 | +660 ^l | -60 | 6e | 95 | -319 ^l | -95 ^l | -95 ^l | 370 |
| | | 6H | +300 | 0 | +600 ^l | 0 | 6f | -75 | -299 ^l | -75 ^l | -75 ^l | -550 |
| | | 7G | +435 | +60 | +810 ^l | +60 | 6g | 60 | -284 ^l | -60 ^l | -60 ^l | 535 |
| | | 7H | +375 | 0 | +750 | 0 | 6h | 0 | -224 ^l | 0 ^l | 0 ^l | -475 |
| | | | | | | | 7g6g | -60 | 340 | -60 ^l | -60 ^l | -535 |
| | | | | | | | 7h6h | 0 | 280 | 0 ^l | 0 ^l | -475 |
| | | | | | | | 8g | -60 | -415 | -60 ^l | -60 ^l | -810 |
| | | | | | | | 8h | 0 | -555 | 0 ^l | 0 ^l | -750 |

(续)

| 直径分段 D, d /mm | 螺距 P /mm | 内 螺 纹 | | | | 外 螺 纹 | | | | | |
|-----------------------|------------------|-------|----------|-----|----------|-------|------|----------|------|--------|------|
| | | 公差带 | 中径 D_2 | | 小径 D_1 | | 公差带 | 中径 d_2 | | 大径 d | |
| | | | ES | EI | ES | EI | | es | ei | es | ei |
| 22.4 | 4.5 | 4H | +200 | 0 | +425 | 0 | 3h4h | 0 | -118 | 0 | -315 |
| | | 4H5H | +200 | 0 | +530 | 0 | 4h | 0 | -150 | 0 | -315 |
| | | 5G | +313 | -63 | +593 | +63 | 5g6g | -63 | -253 | -63 | -563 |
| | | 5H | +250 | 0 | +530 | 0 | 5h4h | 0 | -190 | 0 | -315 |
| | | 5H6H | +250 | 0 | +670 | 0 | 5h6h | 0 | 190 | 0 | -500 |
| | | 6G | +378 | +63 | +733 | +63 | 6e | -100 | -336 | 100 | -600 |
| | | 6H | +315 | 0 | +670 | 0 | 6f | -80 | -311 | -80 | -580 |
| | | 7G | +463 | +53 | +913 | +63 | 5g | -63 | -299 | -63 | -563 |
| | | 7H | +400 | 0 | +850 | 0 | 5h | 0 | -236 | 0 | -500 |
| | | | | | | | 7g6g | -63 | -363 | -63 | -563 |
| | | | | | | | 7h6h | 0 | -300 | 0 | -500 |
| | | | | | | | 8g | -63 | -438 | -63 | -863 |
| | | | | | | | 8h | 0 | -375 | 0 | -800 |

二 梯形螺纹 (GB5796.1 1986)

1 基本牙型



D, d 内、外螺纹大径

P 螺距

D_2, d_2 内、外螺纹中径

H 原始三角形高度

D_1, d_1 内、外螺纹小径

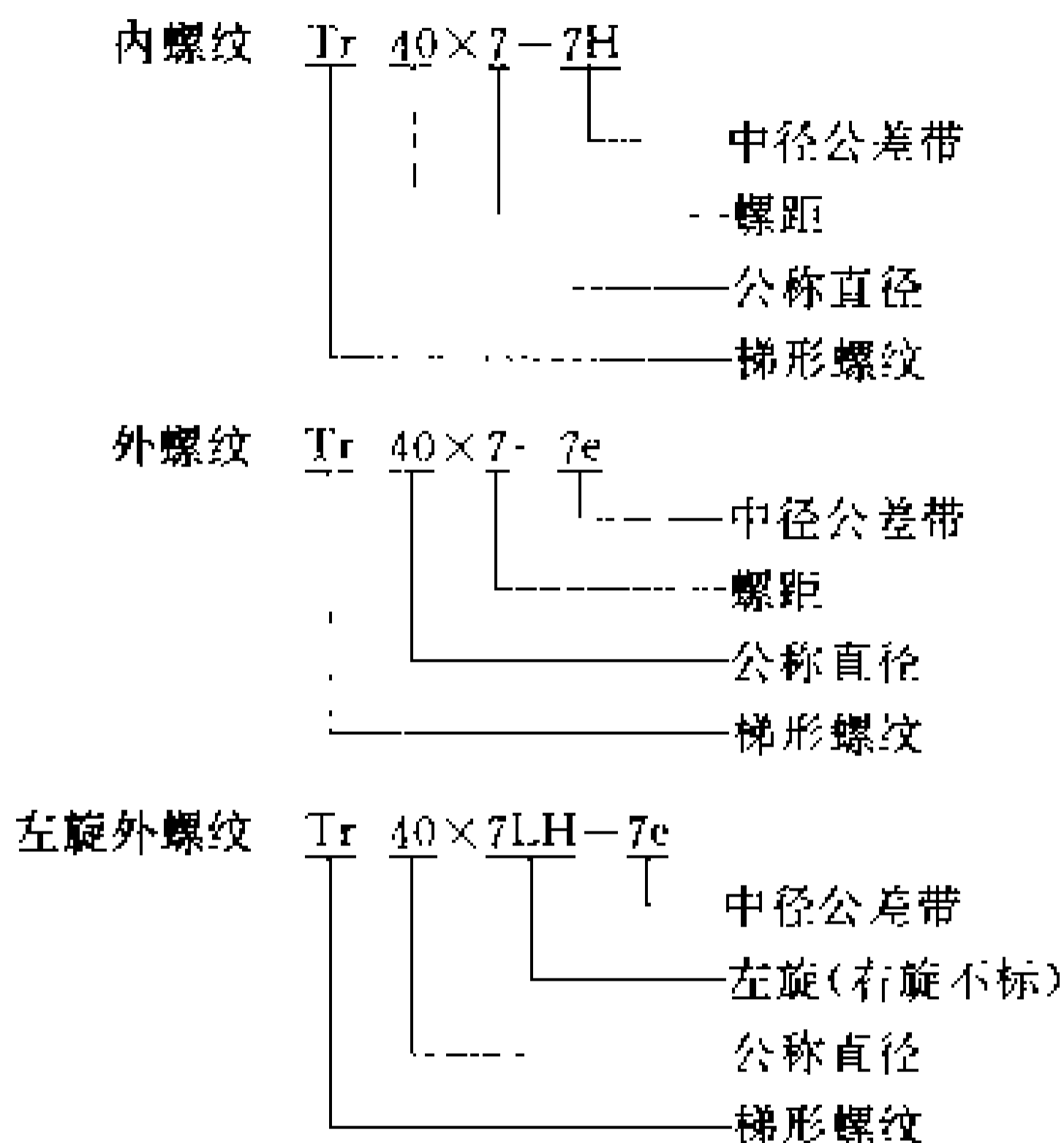
H_1 基本牙型高度

2 代号和标记

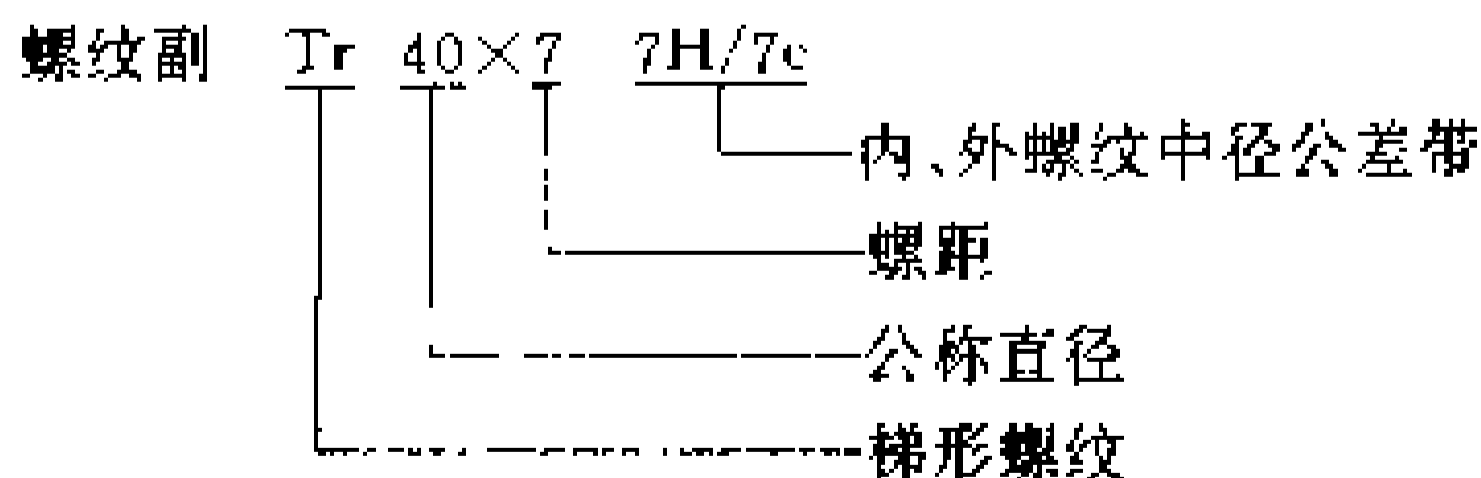
梯形螺纹用“Tr”表示。单线螺纹用“公称直径×螺距”表示，多线螺纹用“公称直径×导程(P 螺距)”表示。当螺纹为左旋时，需在尺寸规格之后加注“LH”，右旋不注出。

梯形螺纹的标记是由梯形螺纹代号，公差带代号及旋合长度代号组成。梯形螺纹公差带代号只标注中径公差带。当旋合长度为N组时，不标注旋合长度代

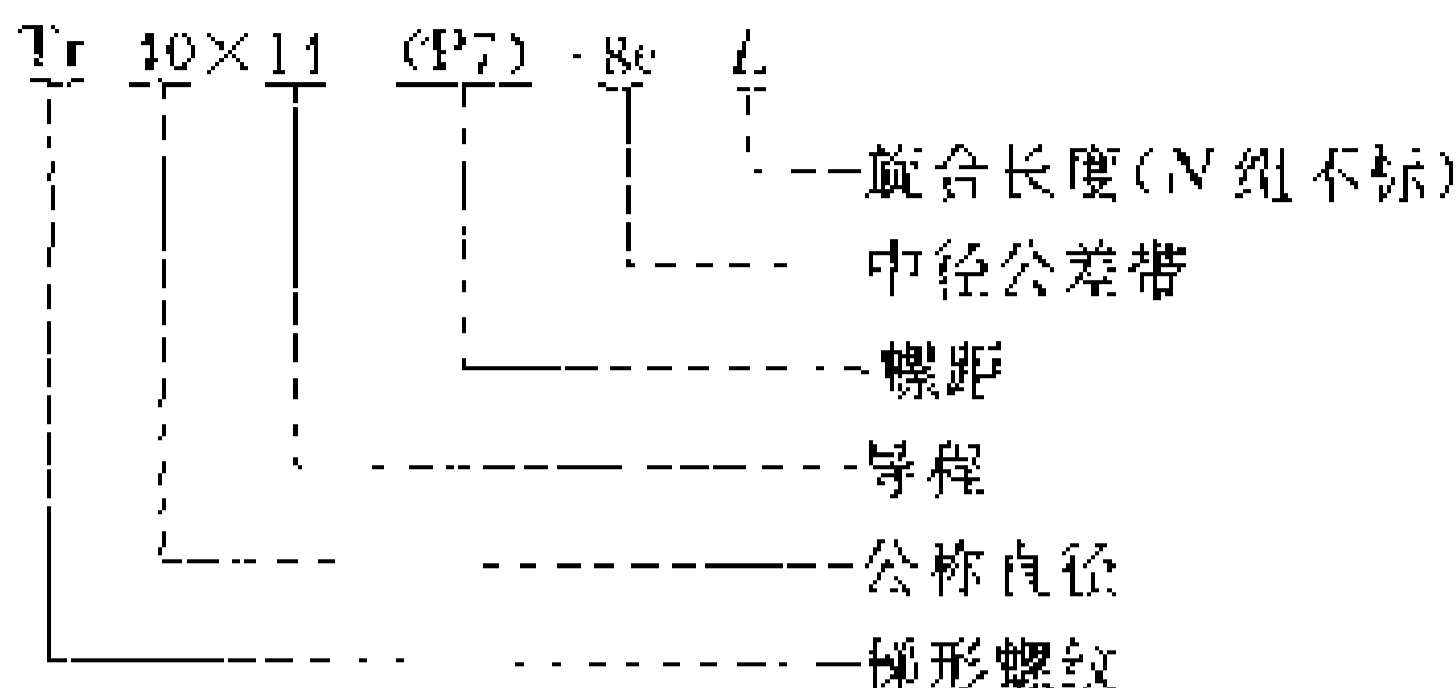
号。



螺纹副的公差带要分别注出内、外公差代号，前者为内螺纹，后者为外螺纹，中间用斜线分开：



当旋合长度为L组时，组别代号L写在公差带代号的后面，并用“—”隔开：



旋合长度为特殊需要时，可用具体旋合长度数值代替组别代号如：Tr 40×7 7e-140。

3 基本尺寸计算

| 名称 | 代号 | 计算公式 |
|---------|-------|--------------------------------|
| 外螺纹大径 | d | |
| 螺距 | P | |
| 基本牙型高度 | H_1 | $H_1 = 0.5P$ |
| 外螺纹中径 | d_2 | $d_2 = d - 2Z = d - 0.5P$ |
| 内螺纹中径 | D_2 | $D_2 = d - 2Z = d - 0.5P$ |
| 外螺纹小径 | d_1 | $d_1 = d - 2H_1$ |
| 内螺纹小径 | D_1 | $D_1 = d - 2H_1 - d - P$ |
| 牙顶高 | Z | $Z = 0.25P - \frac{H_1}{2}$ |
| 牙顶间隙 | a_c | |
| 外螺纹牙高 | h_1 | $h_1 = H_1 + a_c = 0.5P + a_c$ |
| 内螺纹牙高 | H_2 | $H_2 = H_1 + a_c = 0.5P + a_c$ |
| 外螺纹小径 | d_3 | $d_3 = d - 2h_1$ |
| 内螺纹大径 | D_4 | $D_4 = d + 2a_c$ |
| 外螺纹牙顶圆角 | R_1 | $R_{1\max} = 0.5a_c$ |
| 牙底圆角 | R_2 | $R_{2\max} = -a_c$ |

4 直径与螺距表(GB5796.2-1986)

(mm)

| 公称直径 | | 螺 距 P | 公称直径 | | 螺 距 P |
|------|------|------------|------|------|------------|
| 第一系列 | 第二系列 | | 第一系列 | 第二系列 | |
| 8 | | 1.5 | 32 | | 10、6、3 |
| | 9 | 2、1.5 | | 34 | 10、6、3 |
| 10 | | 2、1.5 | 36 | | 10、6、3 |
| | 11 | 3、2 | | 38 | 10、7、3 |
| 12 | | 3、2 | 40 | | 10、7、3 |
| | 14 | 3、2 | | 42 | 10、7、3 |
| 16 | | 1、2 | 44 | | 12、7、3 |
| | 18 | 1、2 | | 46 | 12、8、3 |
| 20 | | 4、2 | 48 | | 12、8、3 |
| | 22 | 8、5、3 | | 50 | 12、8、3 |
| 24 | | 8、5、3 | 52 | | 12、8、3 |
| | 26 | 8、5、3 | | 55 | 14、9、3 |
| 28 | | 8、5、3 | 60 | | 14、9、3 |
| | 30 | 10、6、3 | | 65 | 16、10、4 |

(续)

| 公称直径 | | 螺 距 P | 公称直径 | | 螺 距 P |
|------|------|------------|------|------|------------|
| 第一系列 | 第二系列 | | 第一系列 | 第二系列 | |
| 70 | | 16、10、4 | 180 | | 28、18、8 |
| | 75 | 16、10、4 | | 190 | 32、18、8 |
| 80 | | 16、10、4 | 200 | | 32、18、8 |
| | 85 | 18、12、4 | | 210 | 36、20、8 |
| 90 | | 18、12、4 | 220 | | 36、20、8 |
| | 95 | 18、12、4 | | 230 | 36、20、8 |
| 100 | | 20、12、4 | 240 | | 36、22、8 |
| | 110 | 20、12、4 | | 250 | 40、22、12 |
| 120 | | 22、14、6 | 260 | | 40、22、12 |
| | 130 | 22、14、6 | | 270 | 40、24、12 |
| 140 | | 24、14、6 | 280 | | 40、24、12 |
| | 150 | 24、16、6 | | 290 | 44、24、12 |
| 160 | | 28、16、6 | 300 | | 44、24、12 |
| | 170 | 28、16、6 | | | |

注：应优先选用第一系列直径。

5 各直径基本尺寸(GB5796.3—1986)

(选自公称直径由 20~100mm 段)(mm)

| 公称直径 d | | 螺距 P | 中 径 $d_2 = D_2$ | 大 径 D_1 | 小 径 | |
|----------|------|-----------|--------------------|--------------|--------|--------|
| 第一系列 | 第二系列 | | | | d_1 | D_1 |
| 20 | | 2 | 19.000 | 20.500 | 17.500 | 18.000 |
| | | 1 | 18.000 | 20.500 | 15.500 | 16.000 |
| | 22 | 3 | 20.500 | 22.500 | 18.500 | 19.000 |
| | | 5 | 19.500 | 22.500 | 15.500 | 17.000 |
| | | 8 | 18.000 | 23.000 | 13.000 | 14.000 |
| 24 | | 3 | 22.500 | 24.500 | 20.500 | 21.000 |
| | | 5 | 21.500 | 24.500 | 18.500 | 19.000 |
| | | 8 | 20.000 | 25.000 | 15.000 | 16.000 |
| | 26 | 3 | 24.500 | 26.500 | 22.500 | 23.000 |
| | | 5 | 23.500 | 26.500 | 20.500 | 21.000 |
| | | 8 | 22.000 | 27.000 | 17.000 | 18.000 |
| 28 | | 3 | 26.500 | 28.500 | 24.500 | 25.000 |
| | | 5 | 25.500 | 28.500 | 22.500 | 23.000 |
| | | 8 | 24.000 | 29.000 | 19.000 | 20.000 |
| | 30 | 3 | 28.500 | 30.500 | 26.500 | 27.000 |
| | | 6 | 27.000 | 31.000 | 23.000 | 24.000 |
| | | 10 | 25.000 | 31.000 | 19.000 | 20.000 |
| 32 | | 3 | 30.500 | 32.500 | 28.500 | 29.000 |
| | | 6 | 29.000 | 33.000 | 25.000 | 26.000 |
| | | 10 | 27.000 | 33.000 | 21.000 | 22.000 |

(续)

| 公称直径 d | | 螺距 P | 中 径 $d_2 - D_2$ | 大径 D_1 | 小 径 | |
|----------|------|-----------|--------------------|-------------|--------|--------|
| 第一系列 | 第二系列 | | | | d | D_1 |
| | 34 | 3 | 32.500 | 34.500 | 30.500 | 31.000 |
| | | 6 | 31.000 | 35.000 | 27.000 | 28.000 |
| | | 10 | 29.000 | 35.000 | 23.000 | 24.000 |
| 36 | | 3 | 34.500 | 36.500 | 32.500 | 33.000 |
| | | 6 | 33.000 | 37.000 | 29.000 | 30.000 |
| | | 10 | 31.000 | 37.000 | 25.000 | 26.000 |
| | 38 | 3 | 36.500 | 38.500 | 34.500 | 35.000 |
| | | 7 | 34.500 | 39.000 | 30.000 | 31.000 |
| | | 10 | 33.000 | 39.000 | 27.000 | 28.000 |
| 40 | | 3 | 38.500 | 40.500 | 36.500 | 37.000 |
| | | 7 | 36.500 | 41.000 | 32.000 | 33.000 |
| | | 10 | 35.000 | 41.000 | 29.000 | 30.000 |
| | 42 | 3 | 40.500 | 42.500 | 38.500 | 39.000 |
| | | 7 | 38.500 | 43.000 | 34.000 | 35.000 |
| | | 10 | 37.000 | 43.000 | 31.000 | 32.000 |

(续)

| 公称直径 d | | 螺距 P | 中 径 | | 小 径 | |
|----------|------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| 第一系列 | 第二系列 | | d_2 | D_2 | D_1 | d_s |
| 44 | | 3 | 42.500 | 44.500 | 40.500 | 41.000 |
| | | 7 | 40.500 | 45.000 | 36.000 | 37.000 |
| | | 12 | 38.000 | 45.000 | 31.000 | 32.000 |
| 46 | 46 | 3 | 44.500 | 46.500 | 42.500 | 43.000 |
| | | 8 | 42.000 | 47.000 | 37.000 | 38.000 |
| | | 12 | 40.000 | 47.000 | 33.000 | 34.000 |
| 48 | | 3 | 46.500 | 48.500 | 44.500 | 45.000 |
| | | 8 | 44.000 | 49.000 | 39.000 | 40.000 |
| | | 12 | 42.000 | 49.000 | 35.000 | 36.000 |
| 50 | 50 | 3 | 48.500 | 50.500 | 46.500 | 47.000 |
| | | 8 | 46.000 | 51.000 | 41.000 | 42.000 |
| | | 12 | 44.000 | 51.000 | 37.000 | 38.000 |
| 52 | | 3 | 50.500 | 52.500 | 48.500 | 49.000 |
| | | 8 | 48.000 | 53.000 | 43.000 | 44.000 |
| | | 12 | 46.000 | 53.000 | 39.000 | 40.000 |

(续)

| 公称直径 d | | 螺距 P | 中 径 $d_2 = D_2$ | 大径 D_2 | 小 径 | |
|----------|------|-----------|--------------------|-------------|--------|--------|
| 第一系列 | 第二系列 | | | | d_1 | D_1 |
| | 55 | 3 | 53.500 | 55.500 | 51.500 | 52.000 |
| | | 9 | 50.500 | 56.000 | 45.000 | 46.000 |
| | | 14 | 48.000 | 57.000 | 39.000 | 41.000 |
| 60 | | 3 | 58.500 | 60.500 | 56.500 | 57.000 |
| | | 9 | 55.500 | 61.000 | 50.000 | 51.000 |
| | | 14 | 53.000 | 62.000 | 44.000 | 46.000 |
| | 65 | 4 | 63.000 | 65.500 | 60.500 | 61.000 |
| | | 10 | 60.000 | 66.000 | 54.000 | 55.000 |
| | | 16 | 57.000 | 67.000 | 47.000 | 49.000 |
| 70 | | 4 | 68.000 | 70.500 | 65.500 | 66.000 |
| | | 10 | 65.000 | 71.000 | 62.000 | 63.000 |
| | | 16 | 62.000 | 72.000 | 59.000 | 54.000 |
| | 75 | 4 | 73.000 | 75.500 | 70.500 | 71.000 |
| | | 10 | 70.000 | 76.000 | 64.000 | 65.000 |
| | | 16 | 67.000 | 77.000 | 57.000 | 59.000 |

(续)

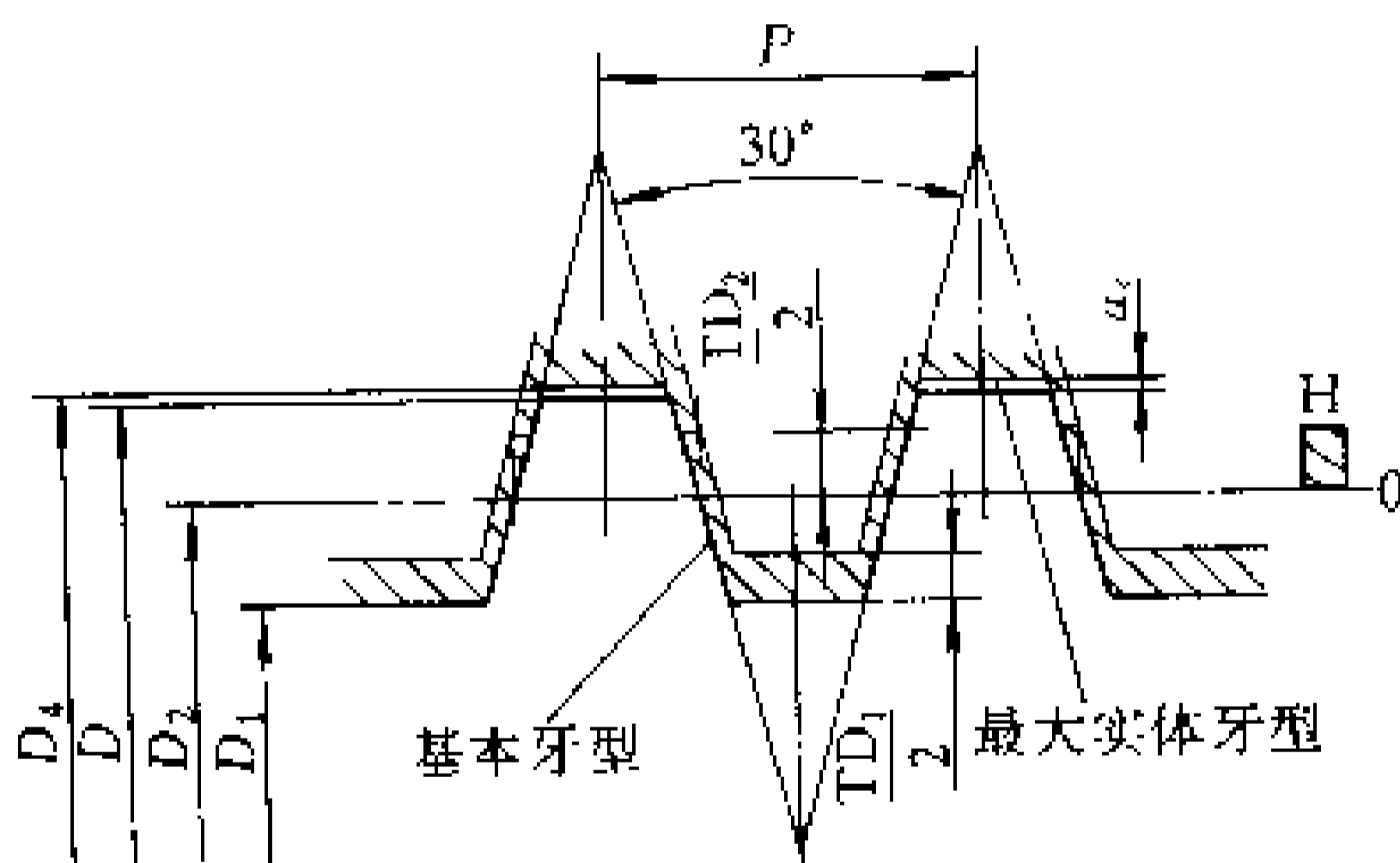
| 公称直径 d | | 螺距 P | 中 径 $d_2 = D_2$ | 大 径 D | 小 径 | |
|----------|------|-----------|--------------------|------------|--------|--------|
| 第一系列 | 第二系列 | | | | d_3 | D_3 |
| 80 | | 4 | 78.000 | 80.500 | 75.500 | 76.000 |
| | | 10 | 75.000 | 81.000 | 69.000 | 70.000 |
| | | 16 | 72.000 | 82.000 | 62.000 | 64.000 |
| | 85 | 4 | 83.000 | 85.500 | 80.500 | 81.000 |
| | | 12 | 79.000 | 86.000 | 72.000 | 73.000 |
| | | 18 | 76.000 | 87.000 | 65.000 | 67.000 |
| 90 | | 4 | 88.000 | 90.500 | 85.500 | 86.000 |
| | | 12 | 84.000 | 91.000 | 77.000 | 78.000 |
| | | 18 | 81.000 | 92.000 | 70.000 | 72.000 |
| | 95 | 4 | 93.000 | 95.500 | 90.500 | 91.000 |
| | | 12 | 89.000 | 96.000 | 82.000 | 83.000 |
| | | 18 | 86.000 | 97.000 | 75.000 | 77.000 |
| 100 | | 4 | 98.000 | 100.500 | 95.500 | 96.000 |
| | | 12 | 94.000 | 101.000 | 87.000 | 88.000 |
| | | 20 | 90.000 | 102.000 | 78.000 | 80.000 |

6 梯形螺纹公差 (GB 5796.4 1986)

(1) 公差带位置与基本偏差

公差带位置由基本偏差确定。按规定外螺纹的上偏差 es 及内螺纹的下偏差 EI 为基本偏差。

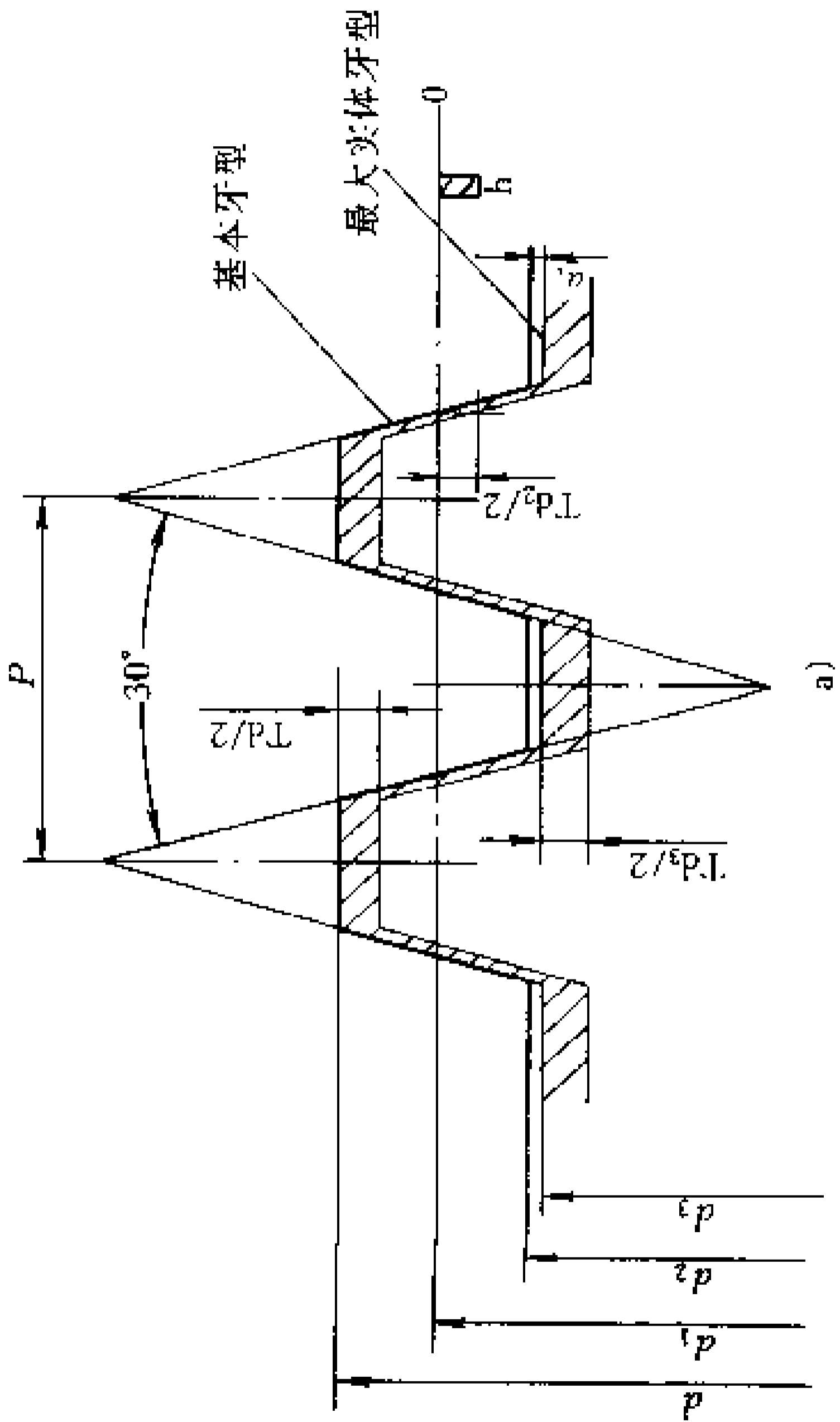
对内螺纹的大径 D_1 、中径 D_2 及小径 D_3 规定了一种公差带位置 H (见下图)。其基本偏差为零。

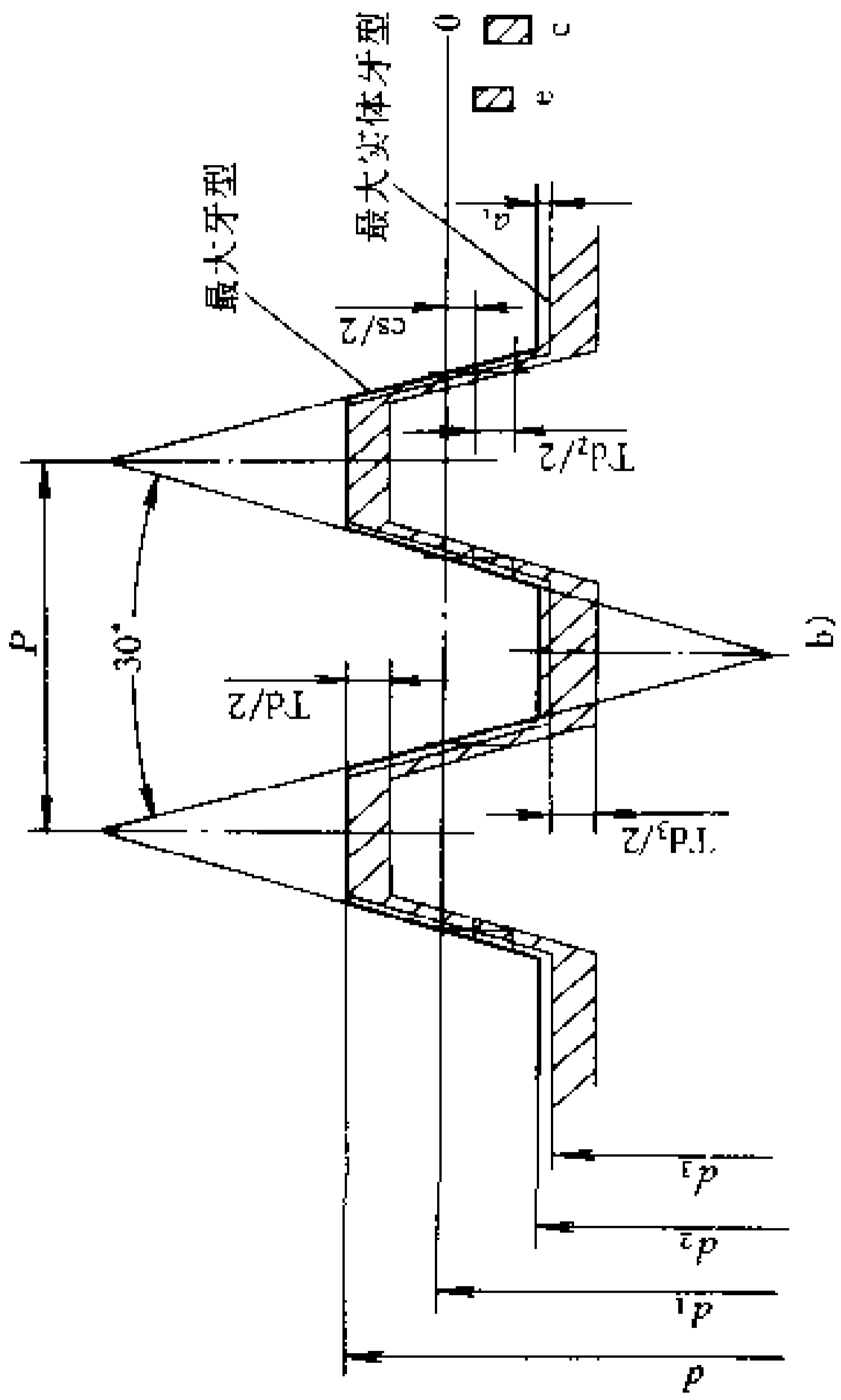


内螺纹公差带

D_4 内螺纹大径 D_1 内螺纹小径 ITD_1 内螺纹小径公差 ITD_2 内螺纹中径公差 D_2 内螺纹中径 P —螺距

对外螺纹的中径 d_2 规定了三种公差带位置： h (下图中 a)、 e 和 c (图中 b)；对大径 d 和小径 d_3 ，只规定了一种公差带位置 h ， h 的基本偏差为零， e 和 c 的基本偏差为负值。





外螺纹公差带

d —外螺纹大径 d_2 —外螺纹中径 d_3 —外螺纹小径 P 螺距 cs —中径基本偏差

Td —外螺纹大径公差 Td_2 —外螺纹中径公差 Td_3 —外螺纹小径公差

(2) 内、外螺纹各直径公差等级

| 直 径 | 公差等级 |
|-------------|------------|
| 内螺纹小径 D_1 | 4 |
| 外螺纹大径 d | 4 |
| 内螺纹中径 D_2 | 7、8、9 |
| 外螺纹中径 d_2 | (6)*、7、8、9 |
| 外螺纹小径 d_1 | 7、8、9 |

注：*6级公差仅是为了计算7、8、9级公差值而列出的。

(3) 内螺纹小径、外螺纹大径公差数值

(μm)

| 螺距 P /mm | 4级公差 | | 螺距 P /mm | 4级公差 | |
|------------------|---------------------|---------------------|------------------|---------------------|---------------------|
| | 内螺纹小 径 T_{D_1} | 外螺纹 大径 T_{d_1} | | 内螺纹小 径 T_{D_1} | 外螺纹 大径 T_{d_1} |
| 1.5 | 190 | 150 | 10 | 710 | 530 |
| 2 | 236 | 180 | 12 | 800 | 600 |
| 3 | 315 | 236 | 14 | 900 | 670 |
| 4 | 375 | 300 | 16 | 1000 | 710 |
| 5 | 450 | 335 | 18 | 1120 | 800 |
| 6 | 500 | 375 | 20 | 1180 | 850 |
| 7 | 560 | 425 | 22 | 1250 | 900 |
| 8 | 630 | 450 | 24 | 1320 | 950 |
| 9 | 670 | 500 | 28 | 1500 | 1060 |

(续)

| 螺距 P /mm | 4级公差 | | 螺距 P /mm | 4级公差 | |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 内螺纹小 径 TD_1 | 外螺纹 大径 Td_1 | | 内螺纹小 径 TD_1 | 外螺纹 大径 Td_1 |
| 32 | 1600 | 1120 | 40 | 1900 | 1320 |
| 36 | 1800 | 1250 | 44 | 2000 | 1400 |

注：6级公差仅是为了计算7、8、9级公差值而列出的。

(4) 内外螺纹中径公差

(μm)

| 公称 直径 d /mm | 螺距 P /mm | 公差等级 | | | | | | |
|------------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 6 | | 7 | 8 | | 9 | |
| | | Td_2 | TD_2 | Td_2 | TD_2 | Td_2 | TD_2 | Td_2 |
| $>5.6 \sim 11.2$ | 1.5 | 132 | 224 | 170 | 280 | 212 | 355 | 265 |
| | 2 | 150 | 250 | 190 | 315 | 236 | 400 | 300 |
| | 3 | 170 | 280 | 212 | 355 | 265 | 450 | 335 |
| $>11.2 \sim 22.4$ | 2 | 160 | 265 | 200 | 335 | 250 | 425 | 315 |
| | 3 | 180 | 300 | 224 | 375 | 280 | 475 | 355 |
| | 4 | 212 | 355 | 265 | 450 | 335 | 560 | 425 |
| | 5 | 224 | 375 | 280 | 475 | 355 | 600 | 450 |
| | 8 | 280 | 475 | 355 | 600 | 450 | 750 | 560 |

(续)

| 公称直径 d /mm | 螺距 P /mm | 公差等级 | | | | | | |
|--------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | 6 | | 7 | 8 | | 9 | |
| | | Td ₂ | TD ₂ | Td ₂ | TD ₂ | Td ₂ | TD ₂ | Td ₂ |
| >2.4~45 | 3 | 200 | 335 | 250 | 425 | 315 | 530 | 400 |
| | 5 | 235 | 400 | 300 | 500 | 375 | 630 | 475 |
| | 6 | 265 | 450 | 335 | 560 | 425 | 710 | 530 |
| | 7 | 280 | 475 | 355 | 600 | 450 | 750 | 560 |
| | 8 | 300 | 500 | 375 | 630 | 475 | 800 | 600 |
| | 10 | 315 | 530 | 400 | 670 | 500 | 850 | 630 |
| | 12 | 335 | 560 | 425 | 710 | 530 | 900 | 670 |
| >45~90 | 3 | | 355 | | 450 | | 560 | |
| | 4 | | 400 | | 500 | | 630 | |
| | 8 | | 530 | | 670 | | 850 | |
| | 9 | | 560 | | 710 | | 900 | |
| | 10 | | 560 | | 710 | | 900 | |
| | 12 | | 630 | | 800 | | 1000 | |
| | 14 | 400 | 670 | 500 | 850 | 630 | 1060 | 800 |
| | 16 | 425 | 710 | 530 | 900 | 670 | 1120 | 850 |
| | 18 | 450 | 750 | 560 | 950 | 710 | 1180 | 900 |

(续)

| 公称直径 d /mm | 螺距 P /mm | 公差等级 | | | | | | |
|--------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | 6 | | 7 | 8 | | 9 | |
| | | Td ₂ | TD ₂ | Td ₂ | TD ₂ | Td ₂ | TD ₂ | Td ₂ |
| 80~180 △ | 4 | 250 | 425 | 315 | 530 | 400 | 670 | 500 |
| | 6 | 300 | 500 | 375 | 630 | 475 | 800 | 600 |
| | 8 | 335 | 560 | 425 | 710 | 530 | 900 | 670 |
| | 12 | 400 | 670 | 500 | 850 | 630 | 1060 | 800 |
| | 14 | 425 | 710 | 530 | 900 | 670 | 1120 | 850 |
| | 16 | 450 | 750 | 560 | 950 | 710 | 1180 | 900 |
| | 18 | 475 | 800 | 600 | 1000 | 750 | 1250 | 950 |
| | 20 | 475 | 800 | 600 | 1000 | 750 | 1250 | 950 |

注：TD₂ 为内螺纹公差，Td₂ 为外螺纹公差。

(5) 梯形螺纹旋合长度

(mm)

| 公称直径 d | | 螺距 P | 旋合长度组 | | |
|----------|--------|-----------|-------|--------|-----|
| | | | N | | L |
| $>$ | \leq | | $>$ | \leq | $>$ |
| | | 1.5 | 5 | 15 | 15 |
| 5.6 | 11.2 | 2 | 6 | 19 | 19 |
| | | 3 | 10 | 28 | 28 |

(续)

| 公称直径 d | | 螺距 P | 旋合长度组 | | |
|----------|--------|-----------|-------|--------|-----|
| | | | N | | L |
| $>$ | \leq | | $>$ | \leq | $>$ |
| 11.2 | 22.4 | 2 | 8 | 24 | 24 |
| | | 3 | 11 | 32 | 32 |
| | | 4 | 15 | 43 | 43 |
| | | 5 | 18 | 53 | 53 |
| | | 8 | 30 | 85 | 85 |
| 22.4 | 45 | 3 | 12 | 36 | 36 |
| | | 5 | 21 | 63 | 63 |
| | | 6 | 25 | 75 | 75 |
| | | 7 | 30 | 85 | 85 |
| | | 8 | 34 | 100 | 100 |
| | | 10 | 42 | 125 | 125 |
| | | 12 | 50 | 150 | 150 |
| 45 | 90 | 3 | 15 | 45 | 45 |
| | | 4 | 19 | 56 | 56 |
| | | 8 | 38 | 118 | 118 |
| | | 9 | 43 | 132 | 132 |
| | | 10 | 50 | 140 | 140 |
| | | 12 | 60 | 170 | 170 |
| | | 14 | 67 | 200 | 200 |
| | | 16 | 75 | 236 | 236 |
| | | 18 | 85 | 265 | 265 |

(6) 梯形螺纹内、外螺纹选用公差带

| 精 度 | 内 螺 纹 | | 外 螺 纹 | |
|-----|----------|----------|----------|----------|
| | <i>N</i> | <i>L</i> | <i>N</i> | <i>L</i> |
| 中 等 | 7H | 8H | 7h, 7e | 8e |
| 粗 糙 | 8H | 9H | 8e, 8c | 9e |

7 多线螺纹

多线螺纹的大径公差和小径公差与单线螺纹相同。多线螺纹的中径公差是在单线螺纹中径公差的基础上按线数不同分别乘一系数而得。各种不同线数系数见下表

| 线 数 | 2 | 3 | 4 | ≥ 5 |
|-----|------|------|-----|----------|
| 系 数 | 1.12 | 1.25 | 1.4 | 1.6 |

三 管 螺 纹

(一) 一 般 知 识

1 基本类型及标记代号

(1) 基本类型：常用管螺纹有：用螺纹密封的管螺

纹,非螺纹密封的管螺纹,60°圆锥管螺纹,米制锥螺纹等。

(2) 标记代号

常用管螺纹由螺纹的标记代号和尺寸代号组成。

字母 Rc 表示圆锥内螺纹, R 表示圆锥外螺纹; Rp 表示圆柱内螺纹。

标记示例

圆锥内螺纹 $Rc\frac{1}{2}$;

圆柱内螺纹 $Rp\frac{1}{2}$;

圆锥外螺纹 $R\frac{1}{2}$;

当螺纹为左旋时,在尺寸代号后加注“LH”,如 $R\frac{1}{2}-LH$

当内、外螺纹装在一起时,内外螺纹的标记用斜线分开,左边表示内螺纹,右边表示外螺纹。

2 标记示例

圆锥内螺纹与圆锥外螺纹的配合 $Rc\frac{1}{2}/R\frac{1}{2}$;

圆柱内螺纹与圆锥外螺纹的配合 $Rp\frac{1}{2}/R\frac{1}{2}$;

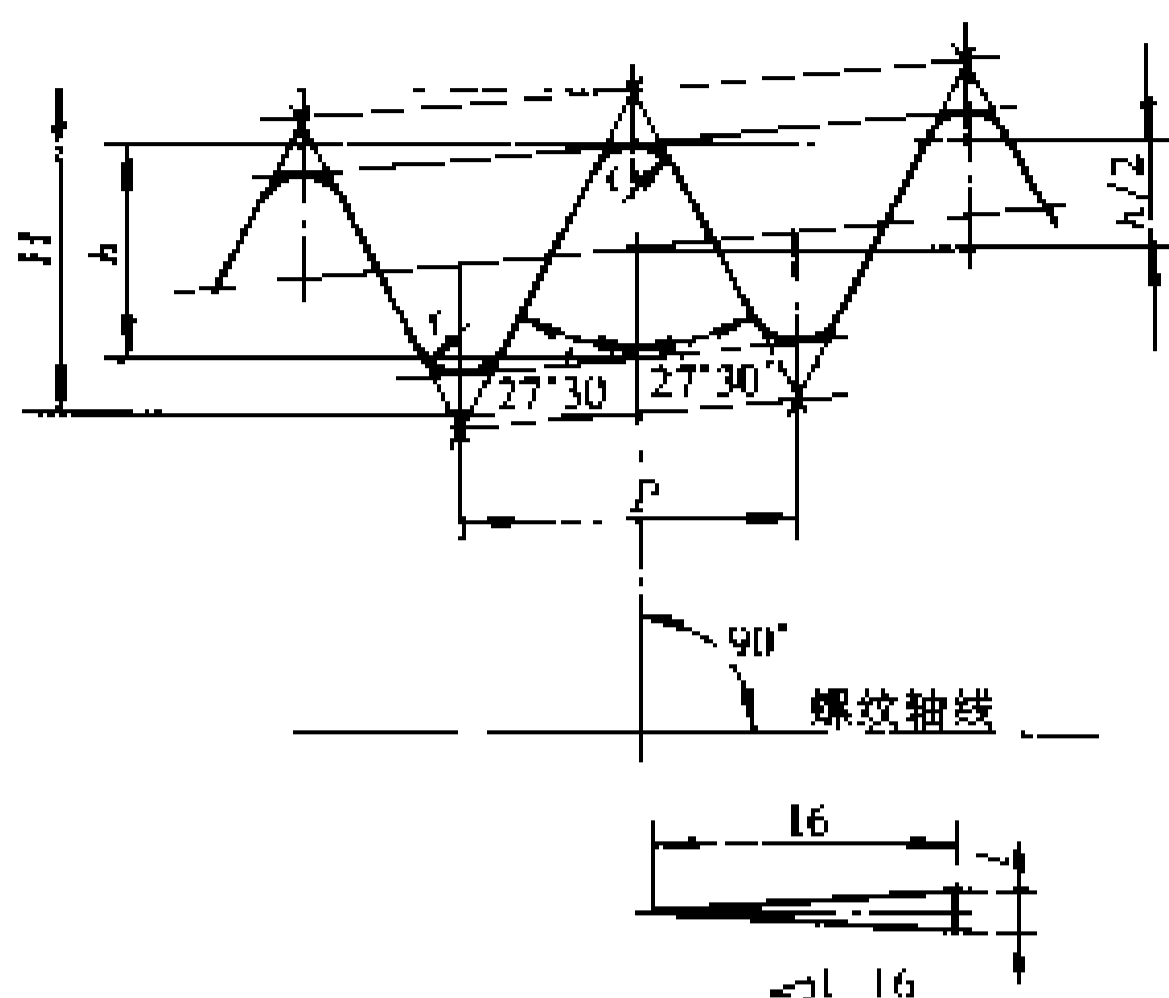
左旋圆锥内螺纹与圆锥外螺纹的配合

$Rc\frac{1}{2}/R\frac{1}{2} LH$;

(二) 用螺纹密封的管螺纹

(GB7306—1987)

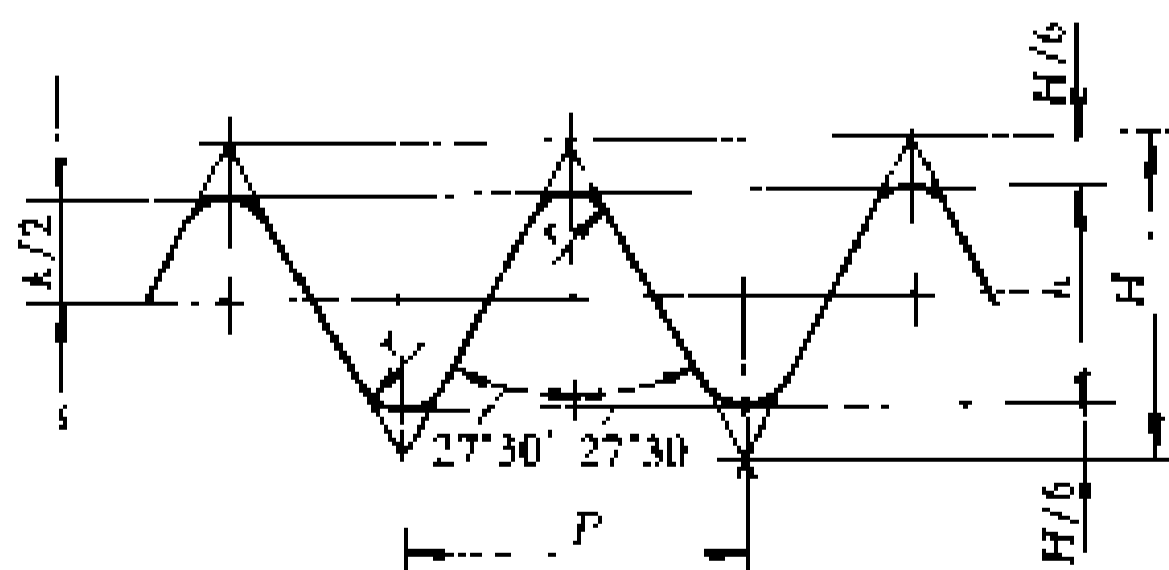
1 圆锥外螺纹基本牙型及尺寸计算



$$P = \frac{25.4}{n} \quad H = 0.960237P \quad h = 0.640327P$$

$$r = 0.137278P \quad n \text{ 每 } 25.4\text{mm 内的牙数}$$

2 圆柱内螺纹基本牙型及尺寸计算



$$P = \frac{25.4}{n} \quad H = 0.960491P \quad h = 0.640327P$$

$$r = 0.137329P \quad \frac{H}{6} = 0.160082P$$

3 螺纹基本尺寸

| | | (mm) | | | | | | | | | |
|----------|-------------------------|-----------|-----------|----------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|----------|------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 尺寸 代号 | 每 25.4mm 内的牙数 n | 螺距 P | 牙高 h | 圆弧半 径 $r \approx$ | 基本面上的基本直径 | | | 基准 距离 | 有效螺 纹长度 | | |
| | | | | | 大径 (基准直径) $d = f$ | 中径 $d_2 = d_2$ | 小径 $d_1 = D_1$ | | | | |
| 1/16 | 28 | 0.907 | 0.581 | 0.125 | 7.723 | 7.142 | 6.561 | 4.0 | 6.5 | | |
| 1/8 | 28 | 0.907 | 0.581 | 0.125 | 9.728 | 9.147 | 8.566 | 4.0 | 6.5 | | |
| 1/4 | 19 | 1.337 | 0.856 | 0.184 | 13.157 | 12.301 | 11.443 | 6.0 | 9.11 | | |
| 3/8 | 19 | 1.337 | 0.856 | 0.184 | 16.662 | 15.806 | 14.950 | 6.4 | 12 | | |
| 1/2 | 14 | 1.814 | 1.162 | 0.249 | 20.955 | 19.793 | 18.631 | 8.2 | 13.2 | | |
| 3/4 | 14 | 1.814 | 1.162 | 0.249 | 26.441 | 25.279 | 24.117 | 9.5 | 14.5 | | |
| 1 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 33.249 | 31.770 | 30.291 | 10.4 | 16.8 | | |
| 1 1/4 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 41.910 | 40.431 | 38.952 | 12.7 | 19.1 | | |
| 1 1/2 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 47.803 | 46.324 | 44.845 | 12.7 | 19.1 | | |

(续)

| 尺寸 代号 | 2 每 25.4mm 内的牙数 n | 3 螺距 P | 1 牙高 h | 5 圆弧半 径 $r \approx$ | 6 基本上的基本直径 | | | 8 中径 $d_2 = D_2$ | 9 基准 距离 | 10 有效螺 纹长度 |
|----------|------------------------------|----------------|----------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|---------|------------------------|---------------|------------------|
| | | | | | 大径 (基准直径) $d = D$ | 小径 $d_1 = D_1$ | 7 | | | |
| 2 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 59.614 | 58.135 | 56.656 | 15.9 | 23.4 | |
| 2½ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 75.184 | 73.705 | 72.226 | 17.5 | 26.7 | |
| 3 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 87.387 | 85.409 | 84.920 | 20.5 | 29.8 | |
| 3½ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 100.330 | 98.851 | 97.372 | 22.2 | 31.4 | |
| 4 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 113.030 | 111.551 | 110.072 | 25.4 | 35.6 | |
| 5 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 138.430 | 136.951 | 135.472 | 28.6 | 40.1 | |
| 6 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 163.830 | 162.351 | 160.872 | 28.6 | 40.1 | |

注：螺紋中徑和小徑的數值按下列公式計算：

$$d_2 = D_2 = d + 0.640327P$$

$$d_1 = D_1 = d - 1.280645P$$

① 尺寸代號為 3½ 的螺紋，限用於蒸汽機車。

4 螺纹公差

| | | (mm) | | | | | | | | | | | |
|----------|------------------------------|------|-----------------------------|----|--|-----|------|-------|-------------------|-------|------|------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | 8 | | 9 | 10 | 11 | |
| 尺寸 代号 | 每 25.4 mm 内 的牙数 n | 基准距离 | | | 圆锥内螺纹 基面轴向位 移的极限偏 差 $\pm T_2/2$ | | 装配余量 | | 有效螺纹长度 不小于 l | | 基本 | 最大 | 最小 |
| | | 基本 | 极限偏差 $\pm T_1/2 \approx$ | 最大 | 最小 | 偏差 | 圈数 | 余量 | 圈数 | 基本 | | | |
| 1/16 | 28 | 4.0 | 0.9 | 1 | 4.9 | 3.1 | 1.1 | 1 1/4 | 2.5 | 2 3/4 | 6.5 | 7.4 | 5.6 |
| 1/8 | 28 | 4.0 | 0.9 | 1 | 4.9 | 3.1 | 1.1 | 1 1/4 | 2.5 | 2 3/4 | 6.5 | 7.4 | 5.6 |
| 1/4 | 19 | 6.0 | 1.3 | 1 | 7.3 | 4.7 | 1.7 | 1 1/4 | 3.7 | 2 3/4 | 9.7 | 11.0 | 8.1 |
| 3/8 | 19 | 6.4 | 1.3 | 1 | 7.7 | 5.1 | 1.7 | 1 1/4 | 3.7 | 2 3/4 | 10.1 | 11.4 | 8.8 |
| 1/2 | 14 | 8.2 | 1.8 | 1 | 10.0 | 6.4 | 2.3 | 1 1/4 | 5.0 | 2 3/4 | 13.2 | 15.0 | 11.4 |

(续)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | 8 | 9 | 10 | 11 | | |
|-------|----------------|------|-------------------|------|------|--|------|-------|--------|-------|------|------|------|
| 尺寸 | 每 25.4 mm 对 | 基本 | 基 准 距 离 | | | 圆锥内螺旋 基面轴向位 移的极限偏 差 = $T_2/2$ | 装配余量 | | 有效螺纹长度 | | | | |
| | | | 基本 | 极限偏差 | 最大 | | 最小 | 基本 | 最大 | 最小 | 基本 | 最大 | 最小 |
| 代号 | 的牙数 n | | = $T_1/2 \approx$ | | | | 偏差 | 圈数 | 余量 | 圈数 | | | |
| | | | 偏差: 圈数 | | | | | | | | | | |
| 3/4 | 14 | 9.5 | 1.8 | 1 | 11.3 | 7.7 | 2.3 | 1 1/4 | 5.0 | 2 3/4 | 11.5 | 16.3 | 12.7 |
| 1 | 11 | 10.4 | 2.3 | 1 | 12.7 | 8.1 | 2.9 | 1 1/4 | 5.1 | 2 1/4 | 16.8 | 19.1 | 14.3 |
| 1 1/4 | 11 | 12.7 | 2.3 | . | 15.0 | 10.1 | 2.9 | 1 1/4 | 6.4 | 2 3/4 | 15.1 | 21.1 | 16.8 |
| 1 1/2 | 11 | 12.7 | 2.3 | 1 | 15.0 | 10.1 | 2.9 | 1 1/4 | 6.1 | 2 3/4 | 19.1 | 21.4 | 16.8 |

(续)

| 1 尺寸 代号 | 2 每 25.4 mm 内 的牙数 n | 3 基 准 距 离 | | | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | | 11 | |
|---------------|-----------------------------------|--------------|--------------------------|-------|------|------|-----|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 基本 | 极限偏差 $=T_1/2 \approx$ | 最大 | 最小 | 偏差 | 圈数 | 偏差 | 圈数 | 偏差 | 圈数 | 偏差 | 圈数 | 偏差 | 圈数 | 偏差 | 圈数 | 偏差 | 圈数 | 偏差 | 圈数 |
| 2 | 11 | 15.9 | 2.3 | 1 | 18.2 | 13.6 | 2.9 | 1 1/4 | 7.5 | 3 1/4 | 23.4 | 25.7 | 21.1 | 23.4 | 25.7 | 21.1 | 23.4 | 25.7 | 21.1 | 23.4 | 25.7 |
| 2 1/2 | 11 | 17.5 | 3.5 | 1 1/2 | 21.0 | 14.0 | 3.5 | 1 1/2 | 9.2 | 4 | 26.7 | 30.2 | 23.2 | 26.7 | 30.2 | 23.2 | 26.7 | 30.2 | 23.2 | 26.7 | 30.2 |
| 3 | 11 | 20.6 | 3.5 | 1 1/2 | 24.1 | 17.1 | 3.5 | 1 1/2 | 9.2 | 4 | 29.8 | 33.3 | 26.3 | 29.8 | 33.3 | 26.3 | 29.8 | 33.3 | 26.3 | 29.8 | 33.3 |
| 3 1/2 | 11 | 22.2 | 3.5 | 1 1/2 | 25.7 | 16.7 | 3.5 | 1 1/2 | 9.2 | 4 | 31.4 | 34.9 | 27.9 | 31.4 | 34.9 | 27.9 | 31.4 | 34.9 | 27.9 | 31.4 | 34.9 |
| 4 | 11 | 25.4 | 3.5 | 1 1/2 | 28.9 | 21.9 | 3.5 | 1 1/2 | 10.4 | 4 1/2 | 35.8 | 39.3 | 32.3 | 35.8 | 39.3 | 32.3 | 35.8 | 39.3 | 32.3 | 35.8 | 39.3 |

(续)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | |
|----------|------------------------------|------|-------------------------------|------|------|---|-------------------|---------------|------|------|------|
| 尺寸 代号 | 每 25.4 mm 内 的牙数 n | 基准距离 | | | | 圆锥内螺纹 基面轴向位 移的极限偏 差 $\pm T_{1/2}$ \approx | 装配余量 \approx | 有效螺纹长度 不小于 | | | |
| | | 基本 | 极限偏差 $\pm T_{1/2} \approx$ | 最大 | 最小 | | | 基本 | 最大 | 最小 | |
| | | | 偏差 | 圈数 | | 偏差 | 余量 | 圈数 | | | |
| 5 | 11 | 28.6 | 3.5 ; 1 1/2 | 32.1 | 25.1 | 3.5 ; 1 1/2 | 11.5 | 5 | 40.1 | 43.6 | 36.6 |
| 6 | 11 | 28.6 | 3.5 ; 1 1/2 | 32.1 | 25.1 | 3.5 ; 1 1/2 | 11.5 | 5 | 40.1 | 43.6 | 36.6 |

注：以上螺纹适用于管子、管接头、旋塞、阀门和其他螺纹联接的附件。必要时，允许在螺纹副内添加密封物，以保证联接的密封性。

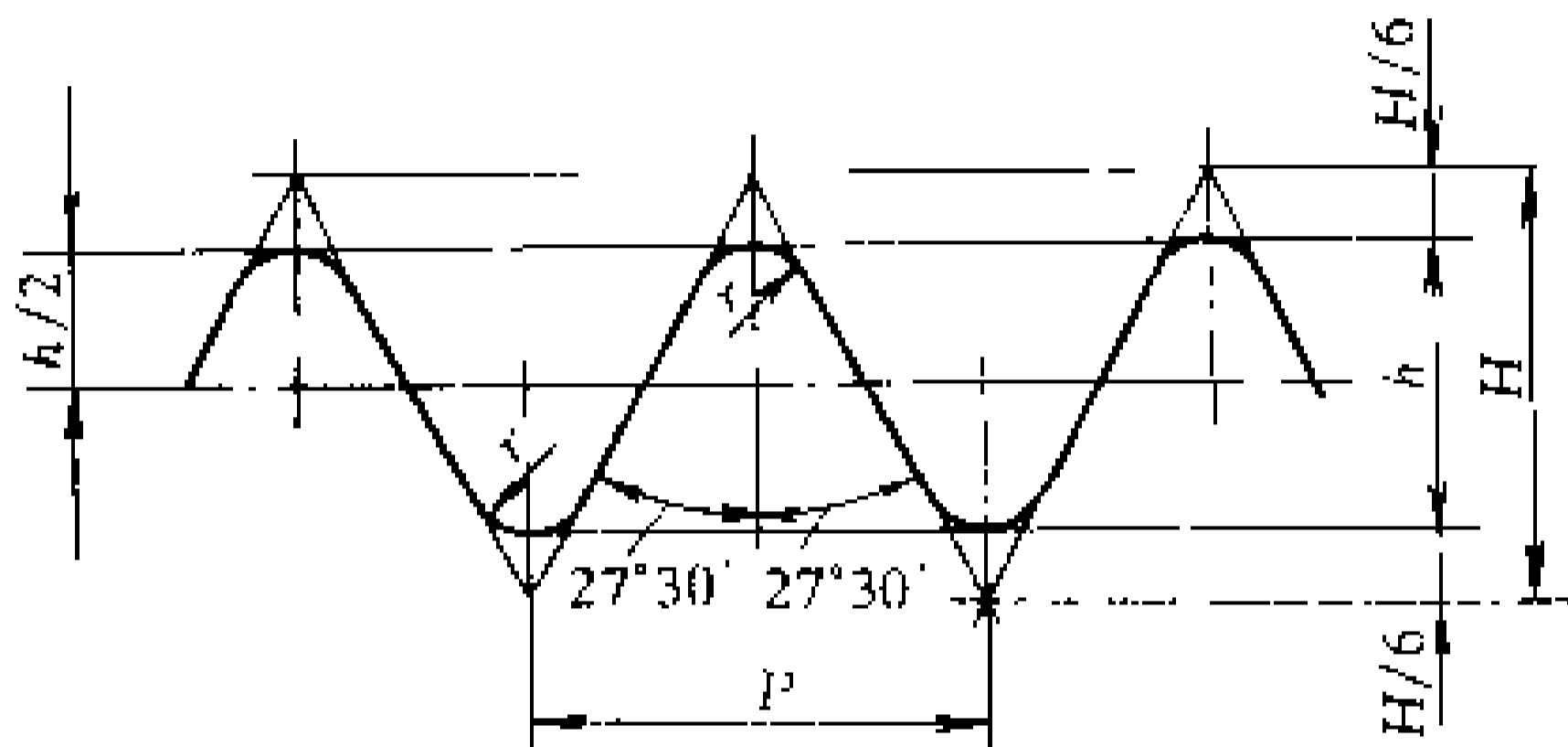
① 内、外螺纹有效螺纹长度的最小值 = 基准距离 · 装配余量。第 9、10、11 栏内的数值是相对三种基准距离而规定的有效螺纹长度的最小值。为了容纳外螺纹，当内螺纹的有效螺纹长度小于第 10 栏的数值时，内螺纹的有效螺纹长度应不小于外螺纹的有效螺纹长度。

② 尺寸代号为 3 1/2 的螺纹，限于蒸汽机车。

(三) 非螺纹密封的管螺纹(55°)

(GB7307- 1987)

1 基本牙型及尺寸计算



2 基本尺寸

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 基本尺寸 | | |
|----------|-----------------------------|-----------|-----------------|-------------------------|---------|-------------|-------------|
| 尺寸 代号 | 每 25.4 mm 内 的牙数 /n | 螺距 P | 牙型 高度 h | 圆弧 半径 $r \approx$ | 大 径 | 中 径 | 小 径 |
| | | | | | $d - D$ | $d_2 = D_2$ | $d_1 = D_1$ |
| 1/16 | 28 | 0.907 | 0.581 | 0.125 | 7.723 | 7.112 | 6.561 |
| 1/8 | 28 | 0.907 | 0.581 | 0.125 | 9.728 | 9.147 | 8.566 |
| 1/4 | 19 | 1.337 | 0.856 | 0.184 | 13.157 | 12.301 | 11.445 |
| 3/8 | 19 | 1.337 | 0.856 | 0.184 | 16.662 | 15.806 | 14.950 |

$$P = \frac{25.4}{n}$$

$$H = 0.960491P$$

$$h = 0.640327P$$

$$r = 0.137329P$$

$$\frac{H}{6} = 0.160082P$$

式中 n - 每 25.4mm 内的螺纹牙数

寸及公差

(mm)

| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|------------|---------|----------------|--------|---------|----------------|---------|----------------|---------|
| 外 螺 纹 | | | | | 内 螺 纹 | | | |
| 大径公差 T_d | | 中径公差 T_{d_2} | | | 中径公差 T_{D_2} | | 小径公差 T_{D_1} | |
| 下偏 差 | 上偏 差 | 下偏差 | | 上偏 差 | 下偏 差 | 上偏 差 | 下偏 差 | 上偏 差 |
| | | A 级 | B 级 | | | | | |
| -0.214 | 0 | -0.107 | -0.214 | 0 | 0 | +0.107 | 0 | +0.282 |
| -0.214 | 0 | -0.107 | 0.214 | 0 | 0 | +0.107 | 0 | +0.282 |
| -0.250 | 0 | 0.125 | 0.250 | 0 | 0 | +0.125 | 0 | +0.445 |
| -0.250 | 0 | -0.125 | -0.250 | 0 | 0 | +0.125 | 0 | +0.445 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------|-------------------------------|-----------|-----------------|-------------------------|----------------|--------------------|--------------------|
| 尺寸 代号 | 每 25.4 mm 内 的牙数 $/n$ | 螺距 P | 牙型 高度 h | 圆弧 半径 $r \approx$ | 基本尺寸 | | |
| | | | | | 大 径 $d = D$ | 中 径 $d_2 = D_2$ | 小 径 $d_1 = D_1$ |
| 1/2 | 14 | 1.814 | 1.162 | 0.219 | 20.955 | 19.793 | 18.631 |
| 5/8 | 14 | 1.814 | 1.162 | 0.219 | 22.911 | 21.749 | 20.587 |
| 3/4 | 14 | 1.814 | 1.162 | 0.219 | 26.411 | 25.279 | 24.117 |
| 7/8 | 14 | 1.814 | 1.162 | 0.219 | 30.201 | 29.039 | 27.877 |
| 1 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 33.249 | 31.770 | 30.291 |
| 1 1/8 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 37.897 | 36.418 | 34.939 |
| 1 1/4 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 41.910 | 40.431 | 38.952 |
| 1 1/2 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 47.803 | 46.324 | 44.845 |
| 1 3/4 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 53.716 | 52.267 | 50.788 |

(续)

| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|-------------|---------|-------------|--------|---------|-------------|---------|-------------|---------|
| 外 螺 纹 | | | | | 内 螺 纹 | | | |
| 大径公差 Td_1 | | 中径公差 Td_2 | | | 中径公差 TD_2 | | 小径公差 TD_3 | |
| 下偏 差 | 上偏 差 | 下偏差 | | 上偏 差 | 下偏 差 | 上偏 差 | 下偏 差 | 上偏 差 |
| | | A 级 | B 级 | | | | | |
| -0.284 | 0 | -0.142 | -0.284 | 0 | 0 | +0.142 | 0 | +0.541 |
| -0.284 | 0 | -0.112 | -0.284 | 0 | 0 | +0.142 | 0 | +0.541 |
| 0.284 | 0 | -0.142 | -0.284 | 0 | 0 | +0.142 | 0 | +0.541 |
| 0.284 | 0 | -0.112 | -0.284 | 0 | 0 | -0.142 | 0 | -0.541 |
| -0.360 | 0 | -0.180 | -0.360 | 0 | 0 | +0.180 | 0 | +0.640 |
| 0.360 | 0 | -0.180 | -0.360 | 0 | 0 | +0.180 | 0 | +0.640 |
| -0.360 | 0 | -0.180 | 0.360 | 0 | 0 | +0.180 | 0 | -0.640 |
| -0.360 | 0 | -0.180 | -0.360 | 0 | 0 | +0.180 | 0 | +0.640 |
| -0.360 | 0 | -0.180 | -0.360 | 0 | 0 | +0.180 | 0 | +0.640 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------|-------------------------------|-----------|-----------------|-------------------------|--------------|------------------|------------------|
| 尺寸 代号 | 每 25.4 mm 内 的牙数 $/n$ | 螺距 P | 牙型 高度 h | 圆弧 半径 $r \approx$ | 基本尺寸 | | |
| | | | | | 大 径 $d-D$ | 中 径 d_2-D_2 | 小 径 d_1-D_1 |
| 2 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 59.614 | 58.135 | 56.656 |
| 2 $\frac{1}{4}$ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 65.710 | 64.231 | 62.752 |
| 2 $\frac{1}{2}$ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 75.184 | 73.705 | 72.226 |
| 2 $\frac{3}{4}$ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 81.534 | 80.055 | 78.576 |
| 3 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 87.884 | 86.405 | 84.926 |
| 3 $\frac{1}{2}$ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 100.330 | 98.851 | 97.372 |
| 4 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 113.030 | 111.551 | 110.072 |
| 4 $\frac{1}{2}$ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 125.730 | 124.251 | 122.772 |
| 5 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 138.430 | 136.951 | 135.472 |

(续)

| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|------------|---------|----------------|--------|---------|----------------|---------|----------------|---------|
| 外 螺 纹 | | | | | 内 螺 纹 | | | |
| 大径公差 T_d | | 中径公差 T_{d_2} | | | 中径公差 T_{D_2} | | 小径公差 T_{D_1} | |
| 下偏 差 | 上偏 差 | 下偏差 | | 上偏 差 | 下偏 差 | 上偏 差 | 下偏 差 | 上偏 差 |
| | | A 级 | B 级 | | | | | |
| 0.360 | 0 | 0.180 | -0.360 | 0 | 0 | +0.180 | 0 | -0.640 |
| -0.434 | 0 | -0.217 | 0.434 | 0 | 0 | +0.217 | 0 | +0.640 |
| -0.434 | 0 | 0.217 | 0.434 | 0 | 0 | +0.217 | 0 | +0.640 |
| 0.434 | 0 | -0.217 | -0.434 | 0 | 0 | +0.217 | 0 | +0.640 |
| 0.434 | 0 | -0.217 | -0.434 | 0 | 0 | +0.217 | 0 | +0.640 |
| -0.434 | 0 | 0.217 | -0.434 | 0 | 0 | -0.217 | 0 | -0.640 |
| -0.434 | 0 | -0.217 | -0.434 | 0 | 0 | -0.217 | 0 | -0.640 |
| 0.434 | 0 | -0.217 | -0.434 | 0 | 0 | +0.217 | 0 | +0.640 |
| 0.434 | 0 | -0.217 | 0.434 | 0 | 0 | +0.217 | 0 | +0.640 |

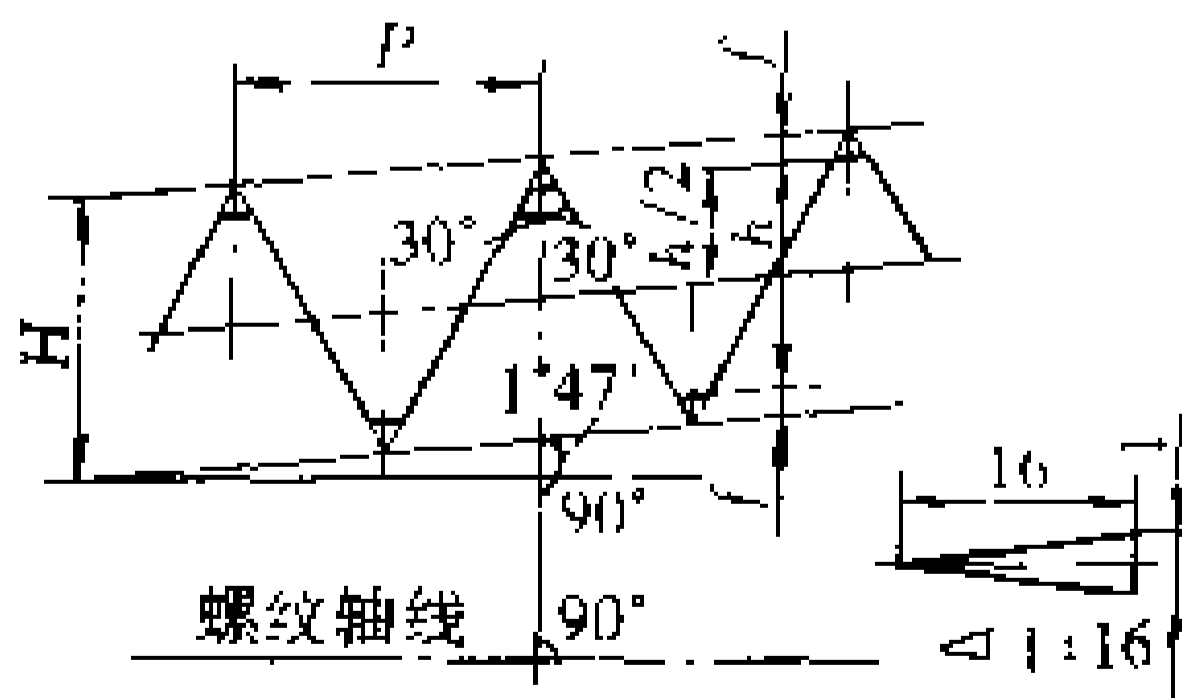
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------|-------------------------------|-----------|-----------------|-------------------------|----------------|--------------------|--------------------|
| 尺寸 代号 | 每 25.4 mm 内 的牙数 $/n$ | 螺距 P | 牙型 高度 h | 圆弧 半径 $r \approx$ | 基本尺寸 | | |
| | | | | | 大 径 $d - D$ | 中 径 $d_2 = D_2$ | 小 径 $d_1 - D_1$ |
| 5½ | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 151.130 | 149.651 | 148.172 |
| 6 | 11 | 2.309 | 1.479 | 0.317 | 163.830 | 162.351 | 160.872 |

① 对薄壁管件，此公差适用于平均中径，该中径是测量

(四) 60°圆锥管螺纹

(GB/T 12716 1991)

1 基本牙型及尺寸计算



(续)

| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|------------|---------|----------------|--------|---------|----------------|---------|----------------|---------|
| 外 螺 纹 | | | | | 内 螺 纹 | | | |
| 大径公差 f_d | | 中径公差 T_{d_2} | | | 中径公差 T_{D_2} | | 小径公差 T_{D_3} | |
| 下偏 差 | 上偏 差 | 下偏差 A级 B级 | | 上偏 差 | 下偏 差 | 上偏 差 | 下偏 差 | 上偏 差 |
| -0.134 | 0 | -0.217 | 0.134 | 0 | 0 | -0.217 | 0 | -0.640 |
| -0.434 | 0 | -0.217 | -0.134 | 0 | 0 | -0.217 | 0 | -0.640 |

两个互相垂直直径的算术平均值。

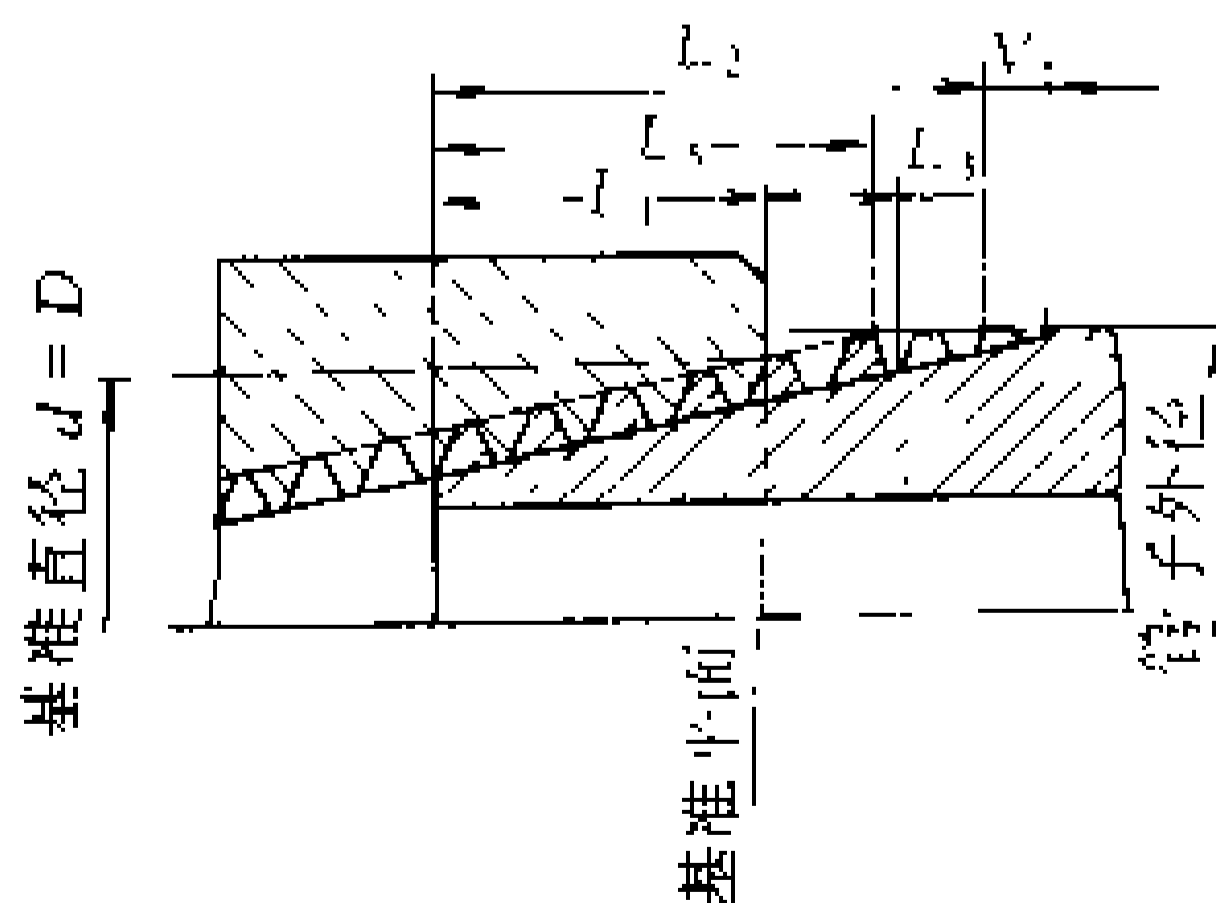
$$H = 0.866P$$

$$h = 0.8P$$

$$\varphi = 1^\circ 47' 24''$$

$$\text{锥度 } 1 : 16$$

$$P = 25.4/n$$



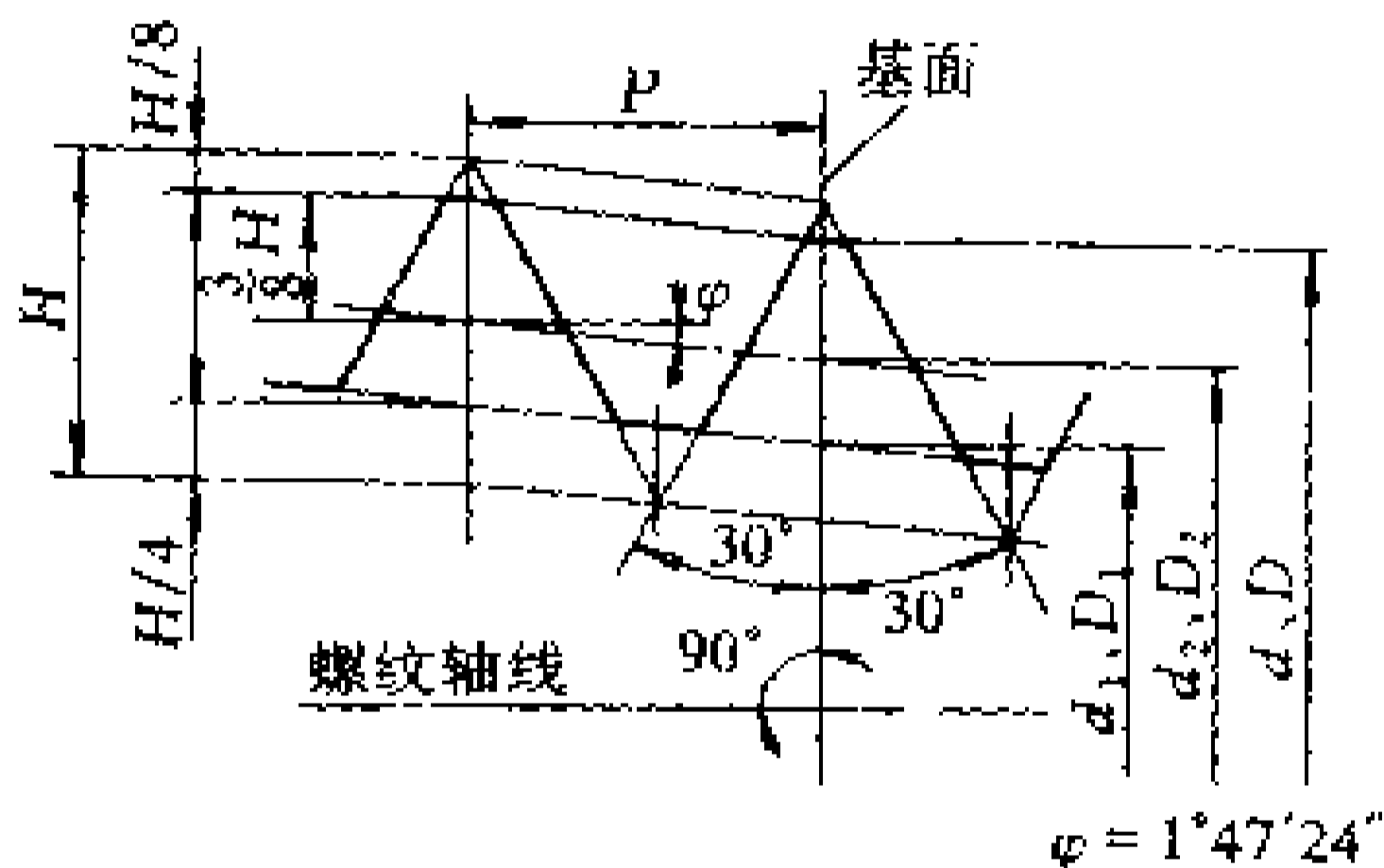
2 基本尺寸

| 尺寸 代号 | 每 25.4mm 内的牙数 n | 螺距 P | 螺纹长度 | | 基面上的螺纹直径 | | | 管端螺纹 外径 | 牙型高度 h_1 |
|----------|-------------------------|-----------|---------------|----------------------|--------------|------------------|------------------|------------|---------------|
| | | | 有效长度 L_2 | 管端至基 面距离 L_1 | 外径 d, D | 中径 d_2, D_2 | 内径 d_1, D_1 | | |
| | | | | | | | | | |
| 1/8 | 27 | 0.941 | 7 | 1.572 | 10.272 | 9.519 | 8.736 | 10.287 | 0.753 |
| 1/4 | 18 | 1.411 | 9.5 | 3.080 | 13.772 | 12.413 | 11.311 | 3.716 | 1.129 |
| 3/8 | | | 10.5 | 5.096 | 17.035 | 15.926 | 14.797 | 7.15 | |
| 1/2 | 14 | 1.814 | 13.5 | 8.128 | 21.223 | 19.772 | 18.321 | 21.336 | 1.451 |
| 3/4 | | | 14 | 8.611 | 26.568 | 25.117 | 23.666 | 26.670 | |
| 1 | | | 17.5 | 10.160 | 33.228 | 31.461 | 29.891 | 33.401 | |
| 1 1/4 | 11 1/2 | 2.209 | 18 | 10.668 | 41.985 | 40.218 | 38.451 | 42.164 | 1.767 |
| 1 1/2 | | | 18.5 | 10.668 | 48.051 | 46.287 | 44.520 | 48.260 | |
| 2 | | | 19 | 11.074 | 60.092 | 58.325 | 56.558 | 60.325 | |

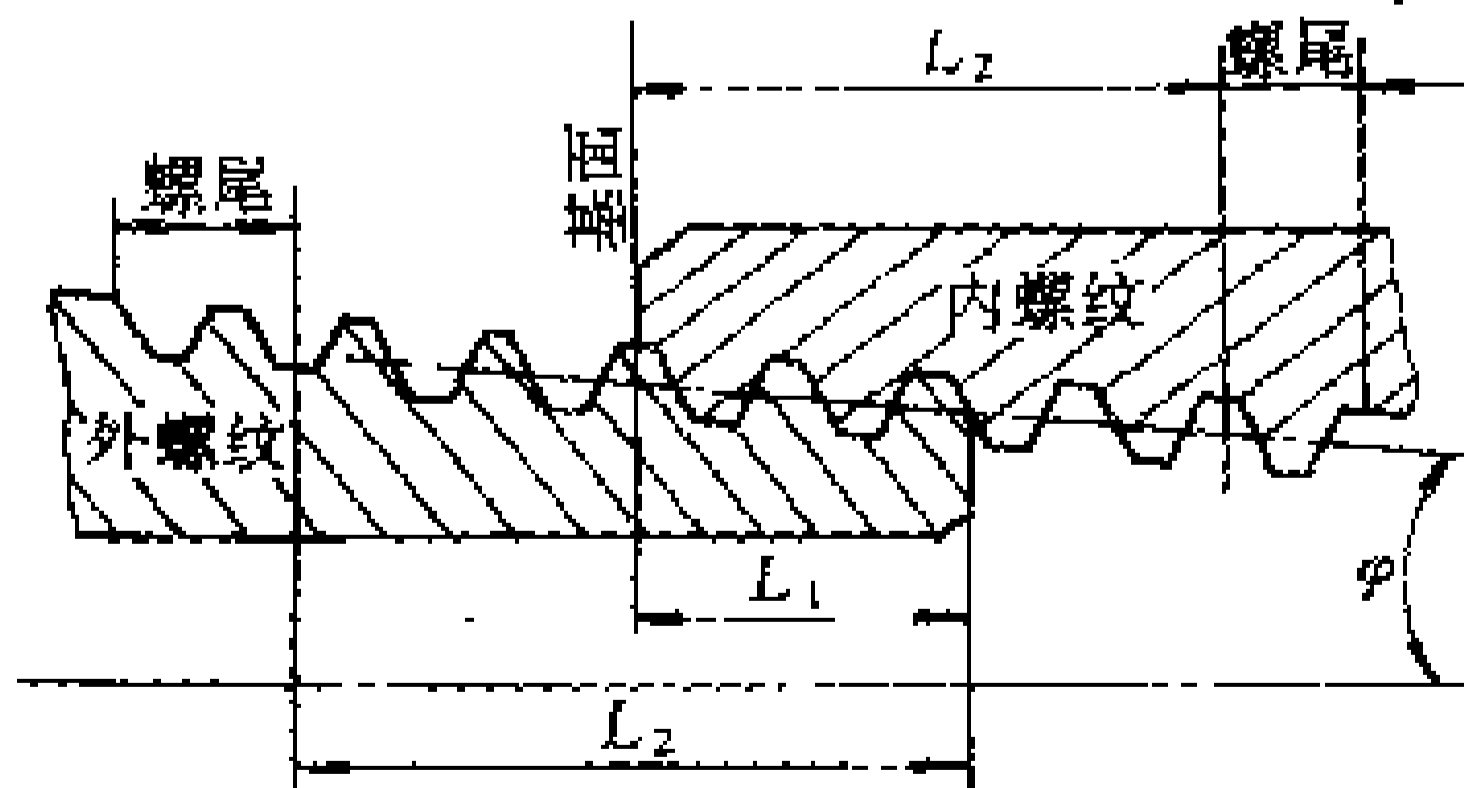
(五) 米制锥螺纹(GB/T1415—1992)

米制锥螺纹用于气体或液体管路系统依靠螺纹密封的联接螺纹(水、煤气管道用螺纹除外)。

1 基本牙型



锥度: $2 \tan \varphi = 1.16$



2 基本尺寸

192

| 螺纹 公称直径 d, D | 螺距 P | 基面上螺纹直径 | | | 基准距离 L_1 | | 有效螺纹长度 L_2 | |
|----------------------|-----------|-------------|-----------------|-----------------|------------|-----|--------------|-------------|
| | | 大径 $d=D$ | 中径 $d_2=D_2$ | 小径 $d_1=D_1$ | 标准基 | 短基准 | 标准有效 螺纹长度 | 短有效 螺纹长度 |
| | | | | | 准距离 | 距 离 | | |
| 6 | | 5.000 | 5.350 | 4.917 | | | | |
| 8 | 1 | 8.000 | 7.350 | 6.917 | 5.5 | 2.5 | 8 | 3 |
| 10 | | 10.000 | 9.350 | 8.917 | | | | |
| 12 | | 12.000 | 11.026 | 10.376 | | | | |
| 14 | | 14.000 | 13.026 | 12.376 | | | | |
| 16 | | 16.000 | 15.026 | 14.376 | | | | |
| 18 | 1.5 | 18.000 | 17.026 | 16.376 | 7.5 | 3.5 | 11 | 7 |
| 20 | | 20.000 | 19.026 | 18.376 | | | | |
| 22 | | 22.000 | 21.026 | 20.376 | | | | |
| 24 | | 24.000 | 23.026 | 22.376 | | | | |

(续)

| 螺纹 公称直径 d, D | 螺距 P | 基面上螺纹直径 | | | 基准距离 L_1 | | 有效螺纹长度 L_2 | |
|----------------------|-----------|---------------|-------------------|-------------------|------------|---------------|--------------|-------------|
| | | 大径 $d - D$ | 中径 $d_2 = D_2$ | 小径 $d_1 = D_1$ | 标准基 准距离 | 短基 准距 离 | 标准有效 螺纹长度 | 短有效 螺纹长度 |
| | | | | | | | | |
| 27 | | 27.000 | 25.701 | 24.835 | | | | |
| 30 | | 30.000 | 28.701 | 27.835 | | | | |
| 33 | | 33.000 | 31.701 | 30.835 | | | | |
| 36 | | 36.000 | 34.701 | 33.835 | | | | |
| 39 | | 39.000 | 37.701 | 36.835 | 11 | 5 | 16 | 10 |
| 42 | 2 | 42.000 | 40.701 | 39.835 | | | | |
| 45 | | 45.000 | 43.701 | 42.835 | | | | |
| 48 | | 48.000 | 46.701 | 45.835 | | | | |
| 52 | | 52.000 | 50.701 | 49.835 | | | | |
| 56 | | 56.000 | 54.701 | 53.835 | | | | |
| 60 | | 60.000 | 58.701 | 57.835 | | | | |

3 公差与检验

锥螺纹的公差以基面的轴向位移量综合表示。

(1) 内、外锥螺纹基面轴向位移量的极限偏差

(mm)

| 螺纹公称 直径 d 、 D | 螺距 P | 外螺纹基准距离的 极限偏差 ($\pm T_1/2$) | 内螺纹基面轴向位移量 的极限偏差 ($\pm T_2/2$) |
|----------------------|--------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 6~10 | 1 | ± 0.9 | ± 1.2 |
| >10~24 | 1.5 | ± 1.1 | ± 1.5 |
| >24~60 | 2 | ± 1.1 | ± 1.8 |

(2) 内、外锥螺纹的大径、小径极限偏差

(mm)

| 螺纹公称 直径 d 、 D | P | 外螺纹极限偏差 | | 内螺纹极限偏差 | |
|----------------------|-----|-------------|------------------|-------------|-------------|
| | | 大径 | 小径 | 大径 | 小径 |
| 6~10 | 1 | 0 0.064 | -0.100 +0.030 | ± 0.060 | ± 0.060 |
| >10~24 | 1.5 | 0 -0.096 | +0.130 +0.040 | ± 0.080 | ± 0.080 |
| >24~60 | 2 | 0 -0.128 | +0.170 +0.060 | ± 0.100 | ± 0.100 |

(3) 与米制锥螺纹配合的圆柱内螺纹的螺纹公差
圆柱内螺纹的公差按 GB197 的规定, 其中径公差为 6H, 小径公差为 4H, 大径极限偏差按下表的规定

| (mm) | | |
|------------|--------|-------------|
| 螺纹公称直径 D | 螺距 P | 螺纹大径极限偏差 |
| 6~10 | 1 | ± 0.015 |
| >10~24 | 1.5 | ± 0.055 |
| >24~60 | 2 | $+0.085$ |

(4) 带镀层的米制锥螺纹

经镀覆的米制锥螺纹, 镀前为不留镀层余量的标准尺寸, 镀后不再检查螺纹尺寸。

(5) 与圆锥外螺纹配合的圆柱内螺纹采用普通螺纹, 其牙型、尺寸应符合 GB192、GB193、GB196 的规定, 有效螺纹长度不得小于相应规格 L_2 的 80%。

4 米制锥螺纹的标记

由螺纹特征代号、尺寸代号和基准距离代号组成:

- (1) 米制锥螺纹特征代号为“ZM”。
- (2) 米制锥螺纹尺寸代号用公称直径表示。
- (3) 基准距离代号: 标准基准距离时, 省略基准距离代号; 短基距代号为“S”。

(4) 与米制螺纹配合的圆柱内螺纹的标记用普通螺纹代号加本标准代号表示, 中间用“.”分开。

5 标记示例

(1) 公称直径为 10mm 标准基准距离的米制锥螺纹，其代号为：ZM10；公称直径为 10mm 短基准距离的米制锥螺纹，其代号为：ZM10 S；

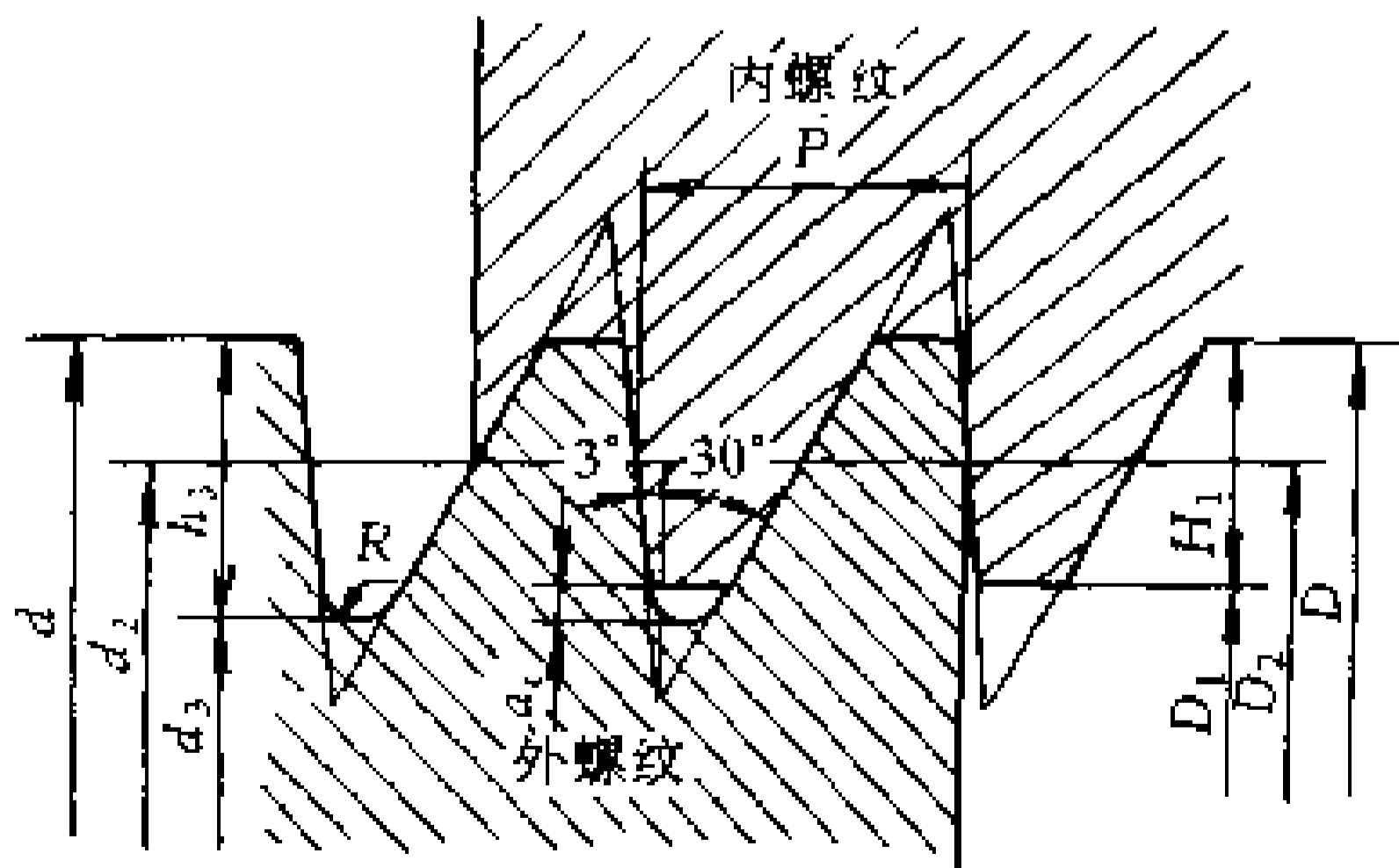
与米制锥螺纹配合的公称直径为 10mm，螺距为 1mm 的圆柱内螺纹，其代号为 M10×1·GB1415。

(2) 内、外螺纹装配在一起时，内外螺纹的标记用斜线分开，左边表示内螺纹，右边表示外螺纹。

四 锯齿形螺纹

(GB/T13576.1 - 1992)

1 基本牙型与尺寸计算



| 名 称 | 代号 | 计 算 公 式 |
|-----------|-------|------------------------------------|
| 外螺纹大径 | d | |
| 内螺纹大径 | D | $D-d$ |
| 螺距 | P | |
| 牙顶与牙底间的间隙 | a_e | $a_e = 0.117\ 767P$ |
| 基本牙型高度 | H_1 | $H_1 = 0.75P$ |
| 外螺纹牙高 | h_3 | $h_3 = H_1 + a_e = 0.867\ 767P$ |
| 外螺纹中径 | d_2 | $d_2 = d - H_1 = d - 0.75P$ |
| 内螺纹中径 | D_2 | $D_2 = d_2$ |
| 外螺纹小径 | d_1 | $d_1 = d - 2h_3 = d - 1.735\ 534P$ |
| 内螺纹小径 | D_1 | $D_1 = d - 2H_1 = d - 1.5P$ |
| 牙底圆弧半径 | R | $R = 0.124\ 271P$ |

标 记 示 例

1. 公称直径为 40mm、螺距为 7mm 的单线右旋锯齿形螺纹：B 40×7。

2. 公称直径为 40mm、螺距为 7mm 的双线左旋锯齿形螺纹：B 40×14(P7)LH。

2 锯齿形(3°, 30°)螺纹直径与基本尺寸

(GB/T 13576·3—1992)

(mm)

| 公称直径 d | | 螺距 P | 中径 $d_2 - D_2$ | 小 径 | |
|----------|------|-----------|-------------------|--------|--------|
| 第一系列 | 第二系列 | | | d_1 | D_1 |
| 10 | | 2 | 8.500 | 6.329 | 7.000 |
| 12 | | 2 | 10.500 | 8.529 | 9.000 |
| | | 3 | 9.750 | 6.793 | 7.500 |
| | 14 | 2 | 12.500 | 10.529 | 11.000 |
| | | 3 | 11.750 | 8.793 | 9.500 |
| 16 | | 2 | 14.500 | 12.529 | 13.000 |
| | | 4 | 13.000 | 9.058 | 10.000 |
| | 18 | 2 | 16.500 | 14.529 | 15.000 |
| | | 4 | 15.000 | 11.058 | 12.000 |
| 20 | | 2 | 18.500 | 16.529 | 17.000 |
| | | 4 | 17.000 | 13.058 | 14.000 |
| | 22 | 3 | 19.750 | 16.793 | 17.500 |
| | | 5 | 18.250 | 13.322 | 14.500 |
| | | 8 | 16.000 | 8.116 | 10.000 |
| 24 | | 3 | 21.750 | 18.793 | 19.500 |
| | | 5 | 20.250 | 15.322 | 16.500 |
| | | 8 | 18.000 | 10.116 | 12.000 |

(续)

| 公称直径 d | | 螺距 P | 中径 $d_2 - D_2$ | 小 径 | |
|----------|------|-----------|-------------------|--------|--------|
| 第一系列 | 第二系列 | | | d_1 | D_1 |
| | 26 | 3 | 23.750 | 20.793 | 21.500 |
| | | 5 | 22.250 | 17.322 | 18.500 |
| | | 8 | 20.000 | 12.116 | 14.000 |
| 28 | | 3 | 25.750 | 22.793 | 23.500 |
| | | 5 | 24.250 | 19.322 | 20.500 |
| | | 8 | 22.000 | 14.116 | 16.000 |
| | 30 | 3 | 27.750 | 24.793 | 25.500 |
| | | 6 | 25.500 | 19.587 | 21.000 |
| | | 10 | 22.500 | 12.645 | 15.000 |
| 32 | | 3 | 29.750 | 26.793 | 27.500 |
| | | 6 | 27.500 | 21.587 | 23.000 |
| | | 10 | 24.500 | 14.645 | 17.000 |
| | 34 | 3 | 31.750 | 28.793 | 29.500 |
| | | 6 | 29.500 | 23.587 | 25.000 |
| | | 10 | 26.500 | 16.645 | 19.000 |
| 36 | | 3 | 33.750 | 30.793 | 31.500 |
| | | 6 | 31.500 | 25.587 | 27.000 |
| | | 10 | 28.500 | 18.645 | 21.000 |
| | 38 | 3 | 35.750 | 32.793 | 33.500 |
| | | 7 | 32.750 | 25.851 | 27.500 |
| | | 10 | 30.500 | 20.645 | 23.000 |

(续)

| 公称直径 d | | 螺距 P | 中径 $d_2 = D_2$ | 小 径 | |
|----------|------|-----------|-------------------|--------|--------|
| 第一系列 | 第二系列 | | | d_3 | D_1 |
| 40 | | 3 | 37.750 | 34.793 | 33.500 |
| | | 7 | 34.750 | 27.851 | 29.500 |
| | | 10 | 32.500 | 22.645 | 25.000 |
| | 42 | 3 | 39.750 | 36.793 | 37.500 |
| | | 7 | 36.750 | 29.851 | 31.500 |
| | | 10 | 34.500 | 24.645 | 27.000 |
| 44 | | 3 | 41.750 | 38.793 | 39.500 |
| | | 7 | 38.750 | 31.851 | 33.500 |
| | | 12 | 35.000 | 23.174 | 26.000 |
| | 46 | 3 | 43.750 | 40.793 | 41.500 |
| | | 8 | 40.000 | 32.116 | 34.000 |
| | | 12 | 37.000 | 25.174 | 28.000 |
| 48 | | 3 | 45.750 | 42.793 | 43.500 |
| | | 8 | 42.000 | 34.116 | 36.000 |
| | | 12 | 39.000 | 27.174 | 30.000 |
| | 50 | 3 | 47.750 | 44.793 | 45.500 |
| | | 8 | 44.000 | 36.116 | 38.000 |
| | | 12 | 41.000 | 29.174 | 32.000 |

(续)

| 公称直径 d | | 螺距 P | 中径 $d_2 = D_2$ | 小 径 | |
|----------|------|-----------|-------------------|--------|--------|
| 第一系列 | 第二系列 | | | d_1 | D_1 |
| 52 | | 3 | 49.750 | 46.793 | 47.500 |
| | | 8 | 46.000 | 38.116 | 40.000 |
| | | 12 | 43.000 | 31.174 | 34.000 |
| | 55 | 3 | 52.750 | 49.793 | 50.000 |
| | | 9 | 48.250 | 39.380 | 41.500 |
| | | 14 | 44.500 | 30.702 | 34.000 |
| 60 | | 3 | 57.750 | 54.793 | 55.500 |
| | | 9 | 53.250 | 44.380 | 46.500 |
| | | 14 | 49.500 | 35.702 | 39.000 |
| | 65 | 4 | 62.000 | 58.058 | 59.000 |
| | | 10 | 57.500 | 47.645 | 50.000 |
| | | 16 | 53.000 | 37.231 | 41.000 |
| 70 | | 4 | 67.000 | 63.058 | 64.000 |
| | | 10 | 62.500 | 52.645 | 55.000 |
| | | 16 | 58.000 | 42.231 | 46.000 |
| | 75 | 4 | 72.000 | 68.058 | 69.000 |
| | | 10 | 67.500 | 57.645 | 60.000 |
| | | 16 | 63.000 | 47.231 | 51.000 |

(续)

| 公称直径 d | | 螺距 P | 中径 $d_2 - D_2$ | 小 径 | |
|----------|------|-----------|-------------------|--------|--------|
| 第一系列 | 第二系列 | | | d_1 | D_1 |
| 80 | | 4 | 77.000 | 73.058 | 74.000 |
| | | 10 | 72.500 | 62.645 | 65.000 |
| | | 16 | 68.000 | 52.231 | 56.000 |
| | 85 | 4 | 82.000 | 78.058 | 79.000 |
| | | 12 | 76.000 | 64.174 | 67.000 |
| | | 18 | 71.500 | 53.760 | 58.000 |
| 90 | | 4 | 87.000 | 83.058 | 84.000 |
| | | 12 | 81.000 | 69.174 | 72.000 |
| | | 18 | 76.500 | 58.760 | 63.000 |
| | 95 | 4 | 92.000 | 88.058 | 89.000 |
| | | 12 | 86.000 | 74.174 | 77.000 |
| | | 18 | 81.500 | 63.760 | 68.000 |
| 100 | | 4 | 97.000 | 93.058 | 94.000 |
| | | 12 | 91.000 | 79.174 | 82.000 |
| | | 20 | 85.000 | 65.289 | 70.000 |

3 锯齿形(3°,30°)螺纹公差

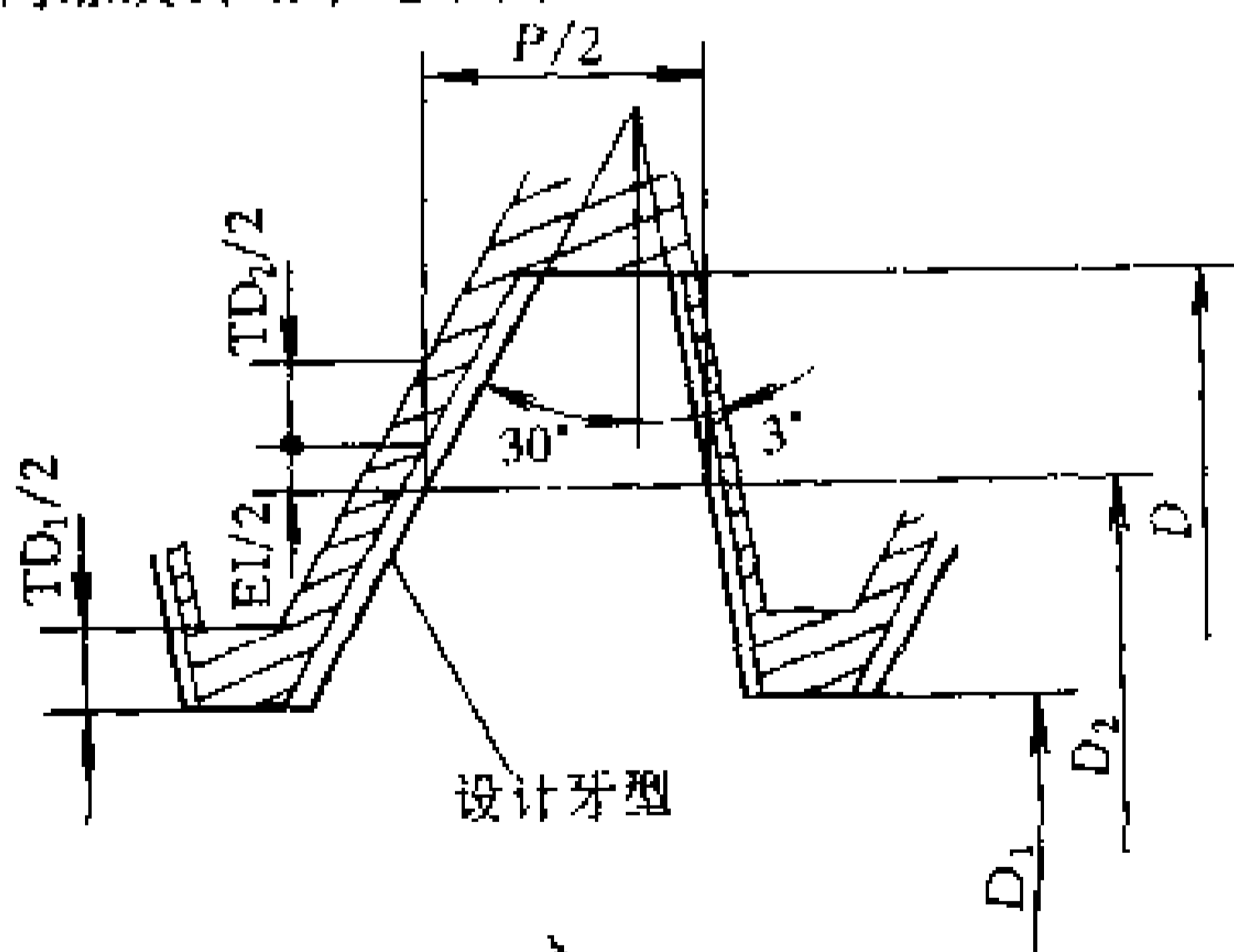
(1) 公差带位置

1) 公差带的位置由基本偏差确定，标准规定外螺纹的上偏差 es 及内螺纹的下偏差 EI 为基本偏差。

2) 内螺纹大径 D 和小径 D_1 的公差带位置为 H ，其基本偏差为零；外螺纹大径 d 和小径 d_3 的公差带位置为 h ，其基本偏差为零。

3) 内螺纹中径 D_2 的公差带位置为 A ，其基本偏差为正值；外螺纹中径 d_2 的公差位置为 C ，其基本偏差为负值。

内螺纹公差带见下图

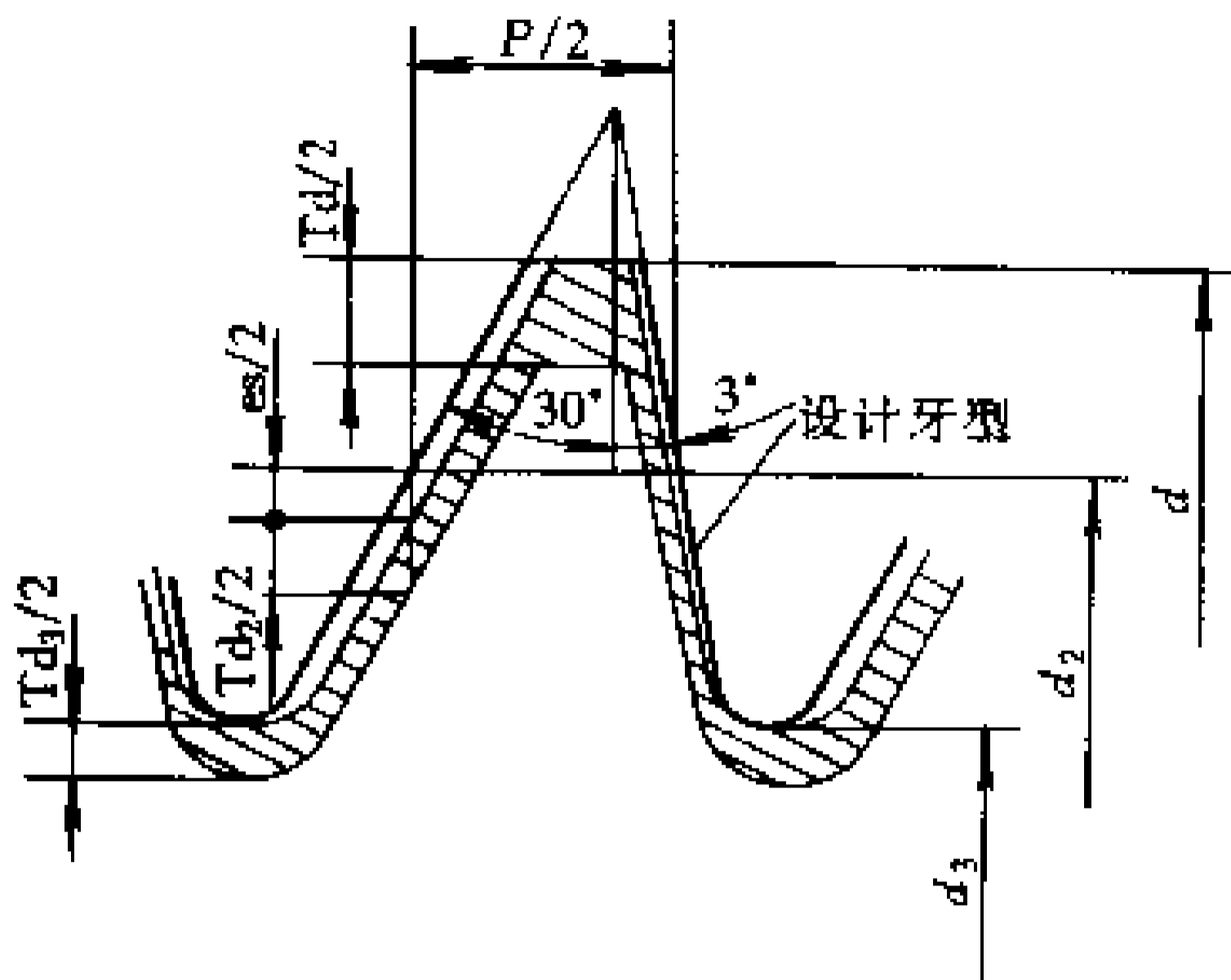


D —内螺纹大径 D_2 —内螺纹中径 D_1 —内螺纹小径

TD_1 —内螺纹小径公差 TD_2 —内螺纹中径公差

P —螺距 EI —中径基本偏差

外螺纹公差带见下图



外螺纹公差带图

d —外螺纹大径 d_2 —外螺纹中径 d_3 外螺纹小径

T_d —外螺纹大径公差 T_{d_2} —外螺纹中径公差

T_{d_3} —外螺纹小径公差 P —螺距 es —中径基本偏差

(2) 内、外螺纹中径基本偏差

(μm)

| 螺 距 P/mm | 基 本 偏 差 | |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 外螺纹 d_2 (e, es) | 内螺纹 D_2 (A, EI) |
| 8 | -265 | +750 |
| 9 | -280 | +800 |
| 10 | -300 | +850 |

(续)

| 螺 距 P/mm | 基 本 偏 差 | |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 外螺纹 d_2 (c, es) | 内螺纹 D_2 (A, EI) |
| 12 | -335 | +900 |
| 14 | -355 | +950 |
| 16 | 375 | +1030 |
| 18 | -400 | +1090 |
| 20 | -425 | +1150 |
| 22 | -450 | +1220 |
| 24 | 475 | +1280 |
| 28 | 500 | +1450 |
| 32 | -530 | +1550 |
| 36 | -560 | +1650 |
| 40 | -600 | +1850 |
| 44 | -630 | +1950 |

(3) 内、外螺纹各直径公差等级

| 直 径 | 公 差 等 级 |
|-------------|---------|
| 内螺纹小径 D_1 | 4 |
| 外螺纹大径 d | 4 |
| 内螺纹中径 D_2 | 7、8、9 |
| 外螺纹中径 d_2 | 7、8、9 |
| 外螺纹小径 d_3 | 7、8、9 |

注：本标准还规定外螺纹小径 d_3 所选取的公差等级必须与其中径 d_2 的公差等级相同。

(4) 多线螺纹公差系数

| | | | | |
|----|------|------|-----|----------|
| 线数 | 2 | 3 | 4 | ≥ 5 |
| 系数 | 1-12 | 1.25 | 1.4 | 1.6 |

注：多线螺纹的中径公差是在单线螺纹中径公差的基础上按线数不同分别乘以一系数而得。

(5) 内、外螺纹公差带选用

| 精 度 | 内 螺 纹 | | 外 螺 纹 | |
|-----|----------|----------|----------|----------|
| | <i>N</i> | <i>L</i> | <i>N</i> | <i>L</i> |
| 中 等 | 7A | 8A | 7c | 8c |
| 粗 糙 | 8A | 9A | 8c | 9c |

4 锯齿形螺纹标记的规定

锯齿形螺纹的标记是由锯齿形螺纹代号、公差带代号及旋合长度代号组成。

(1) 标准的锯齿形螺纹用“B”表示。

(2) 单线螺纹的尺寸规格用“公称直径×螺距”表示；多线螺纹的尺寸规格用“公称直径×导程(*P*螺距)”表示，单位均为mm。

(3) 当螺纹为左旋时，需在尺寸规格之后加注“LH”，右旋不注出。

(4) 锯齿形螺纹的公差带代号只标注中径公差带。

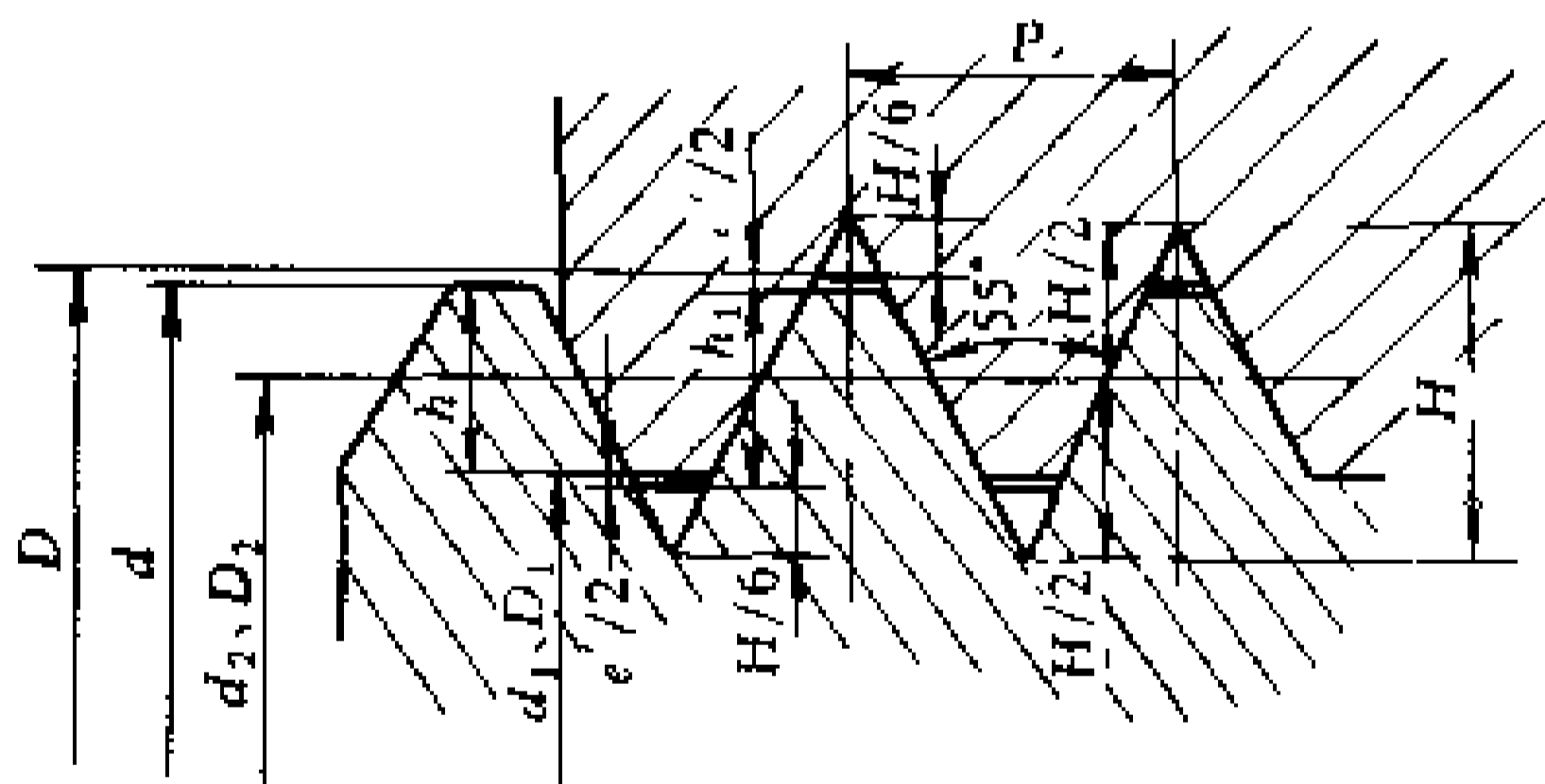
(5) 当旋合长度为*N*组时，不标注旋合长度代号。当旋合长度为*L*组时，应将组别代号*L*写在公差带代号

的后面，并用“-”隔开。特殊需要时可用具体旋合长度数值代替组别代号L。

(6) 螺纹副的公差带要分别注出内、外螺纹的公差带代号。前面的是内螺纹公差带代号，后面的是外螺纹公差带代号，中间用斜线分开。

五 英制螺纹

1 基本牙型及尺寸计算



$$H = 0.96019P \quad h = h_1 = \frac{e'}{2} \quad h_1 = 0.649 \frac{e'}{2}$$

$e' = 0.075P + 0.05$ $e = 0.118P$ D, d —内、外螺纹大径

D_1, d_1 —内、外螺纹小径 D_2, d_2 —内、外螺纹中径

H —理论高度 P —螺距 h —工作高度 h_1 —牙形高度

e' —大径间隙 e —小径间隙

2 英制螺纹基本尺寸表

| 公称直径 d/in | 每英寸 牙数 n | 螺距 P | 螺纹直径 | | | 间 隙 | | 牙形高度 h_1 |
|----------------|------------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------|-------|---------------|
| | | | 大径 d | 中径 d_2 | 小径 d_1 | c' | e' | |
| | | | | | | | | |
| 3/16 | 24 | 1.058 | 4.63 | 4.085 | 3.408 | 0.132 | 0.152 | 0.611 |
| 1/4 | 20 | 1.270 | 6.20 | 5.537 | 4.724 | 0.150 | 0.186 | 0.739 |
| 5/16 | 18 | 1.411 | 7.78 | 7.034 | 6.131 | 0.158 | 0.209 | 0.824 |
| 3/8 | 16 | 1.588 | 9.36 | 8.509 | 7.492 | 0.165 | 0.238 | 0.934 |
| (7/16) | 14 | 1.814 | 10.93 | 9.951 | 8.789 | 0.182 | 0.271 | 1.071 |
| 1/2 | 12 | 2.117 | 12.50 | 11.345 | 9.989 | 0.200 | 0.311 | 1.255 |
| (9/16) | 12 | 2.117 | 14.08 | 12.932 | 11.577 | 0.208 | 0.313 | 1.251 |
| 5/8 | 11 | 2.309 | 15.65 | 14.397 | 12.918 | 0.225 | 0.342 | 1.366 |
| 3/4 | 10 | 2.540 | 18.81 | 17.424 | 15.798 | 0.240 | 0.372 | 1.506 |
| 7/8 | 9 | 2.822 | 21.96 | 20.418 | 18.611 | 0.265 | 0.419 | 1.674 |
| 1 | 8 | 3.175 | 25.11 | 23.367 | 21.334 | 0.290 | 0.466 | 1.888 |
| 1 1/8 | 7 | 3.629 | 28.25 | 26.252 | 23.929 | 0.325 | 0.531 | 2.160 |
| 1 1/4 | 7 | 3.629 | 31.42 | 29.427 | 27.104 | 0.330 | 0.535 | 2.158 |
| (1 3/8) | 6 | 4.233 | 34.56 | 32.215 | 29.504 | 0.365 | 0.626 | 2.528 |

(续)

| 公称直径 d/in | 每英寸 牙数 n | 螺距 P | 螺纹直径 | | | 间 隙 | | 牙形高度 h_f |
|----------------|------------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------|-------|---------------|
| | | | 大径 d | 中径 d_2 | 小径 d_1 | e' | e' | |
| 1½ | 6 | 4.233 | 37.73 | 35.390 | 32.679 | 0.370 | 0.631 | 2.526 |
| (1⅝) | 5 | 5.080 | 40.85 | 38.022 | 34.770 | 0.425 | 0.750 | 3.040 |
| 1¾ | 5 | 5.080 | 44.02 | 41.198 | 37.945 | 0.430 | 0.755 | 3.038 |
| (1⅞) | 4½ | 5.644 | 47.15 | 44.011 | 40.397 | 0.475 | 0.833 | 3.376 |
| 2 | 4½ | 5.644 | 50.32 | 47.186 | 43.372 | 0.480 | 0.838 | 3.374 |
| 2¼ | 4 | 6.350 | 56.62 | 53.084 | 49.019 | 0.530 | 0.941 | 3.801 |
| 2½ | 4 | 6.350 | 62.97 | 59.434 | 55.369 | 0.530 | 0.941 | 3.801 |
| 2¾ | 3½ | 7.257 | 69.26 | 65.204 | 60.557 | 0.590 | 1.073 | 4.352 |
| 3 | 3½ | 7.257 | 75.61 | 71.554 | 66.907 | 0.590 | 1.073 | 4.352 |
| 3¼ | 3¼ | 7.815 | 81.91 | 77.546 | 72.542 | 0.640 | 1.158 | 4.684 |
| 3½ | 3¼ | 7.815 | 88.26 | 83.896 | 78.892 | 0.640 | 1.158 | 4.684 |
| 3¾ | 3 | 8.467 | 94.55 | 89.820 | 84.409 | 0.700 | 1.251 | 5.071 |
| 4 | 3 | 8.467 | 100.9 | 96.176 | 90.759 | 0.700 | 1.251 | 5.071 |

注：括号内的尺寸尽可能不采用。

3 英制螺纹公差

| 公称直径 d/in | 每英寸 牙数 n | 大径 d /mm | 公差 (μm) | | | | | |
|----------------|------------------|---------------|-------------------|------------|----------|----------|------------|------------|
| | | | 外螺纹大径 | | 外螺纹中径 | | 内螺纹小径 | |
| | | | 上偏差 (-) | 下偏差 (-) | 外螺纹中径下偏差 | 内螺纹中径上偏差 | 下偏差 (+) | 上偏差 (+) |
| 3/16 | 24 | 1.63 | 132 | 392 | 103 | 172 | 152 | 412 |
| 1/4 | 20 | 6.2 | 150 | 450 | 113 | 189 | 186 | 476 |
| 5/16 | 18 | 7.78 | 158 | 453 | 119 | 199 | 209 | 519 |
| 3/8 | 16 | 9.36 | 165 | 455 | 127 | 211 | 238 | 558 |
| (7/16) | 14 | 10.93 | 182 | 482 | 135 | 224 | 271 | 611 |
| 1/2 | 12 | 12.5 | 200 | 600 | 146 | 244 | 311 | 681 |
| (9/16) | 12 | 14.08 | 208 | 608 | 146 | 244 | 313 | 673 |
| 5/8 | 11 | 15.65 | 225 | 625 | 153 | 255 | 342 | 632 |
| 3/4 | 10 | 18.81 | 240 | 640 | 160 | 267 | 372 | 752 |
| 7/8 | 9 | 21.96 | 255 | 765 | 169 | 281 | 419 | 789 |
| 1 | 8 | 25.11 | 290 | 790 | 179 | 298 | 466 | 866 |
| 1 1/8 | 7 | 28.25 | 325 | 925 | 191 | 319 | 531 | 971 |
| 1 1/4 | 7 | 31.42 | 330 | 930 | 191 | 319 | 536 | 946 |
| (1 3/8) | 6 | 34.56 | 365 | 965 | 207 | 345 | 626 | 1096 |
| 1 1/2 | 6 | 37.73 | 370 | 970 | 207 | 345 | 631 | 1071 |

(续)

| 公称直径 d/in | 每英寸 牙数 n | 大径 d /mm | 公差 | | | | | |
|--------------------|------------------|---------------|------------|------------|----------------------|-----|--------|--------|
| | | | 外螺纹大径 | | 外螺纹中径下偏差 内螺纹中径上偏差 | | 内螺纹小径 | |
| | | | 上偏差 (-) | 下偏差 (-) | 2级 | 3级 | 2级, 3级 | 2级, 3级 |
| | | | 2级, 3级 | | 2级 | | 3级 | |
| (1 $\frac{5}{8}$) | 5 | 40.85 | 425 | 1225 | 227 | 378 | 750 | 1230 |
| 1 $\frac{3}{4}$ | 3 | 44.02 | 430 | 1230 | 227 | 378 | 755 | 1255 |
| (1 $\frac{7}{8}$) | 4 $\frac{1}{2}$ | 47.15 | 475 | 1275 | 239 | 398 | 833 | 1353 |
| 2 | 4 $\frac{1}{2}$ | 50.32 | 480 | 1280 | 239 | 396 | 838 | 1378 |
| 2 $\frac{1}{4}$ | 4 | 55.62 | 530 | 1330 | 263 | 422 | 911 | 1481 |
| 2 $\frac{1}{2}$ | 4 | 62.97 | 530 | 1330 | 253 | 422 | 941 | 1481 |
| 2 $\frac{3}{4}$ | 3 $\frac{1}{2}$ | 69.26 | 590 | 1390 | 271 | 451 | 1073 | 1693 |
| 3 | 3 $\frac{1}{2}$ | 75.61 | 590 | 1390 | 271 | 451 | 1073 | 1693 |
| 3 $\frac{1}{4}$ | 3 $\frac{1}{4}$ | 81.91 | 640 | 1540 | 281 | 458 | 1158 | 1758 |
| 3 $\frac{1}{2}$ | 3 $\frac{1}{4}$ | 88.26 | 640 | 1540 | 281 | 468 | 1158 | 1803 |
| 3 $\frac{3}{4}$ | 3 | 94.55 | 700 | 1600 | 292 | 487 | 1251 | 1941 |
| 4 | 3 | 100.9 | 700 | 1600 | 292 | 487 | 1251 | 1941 |

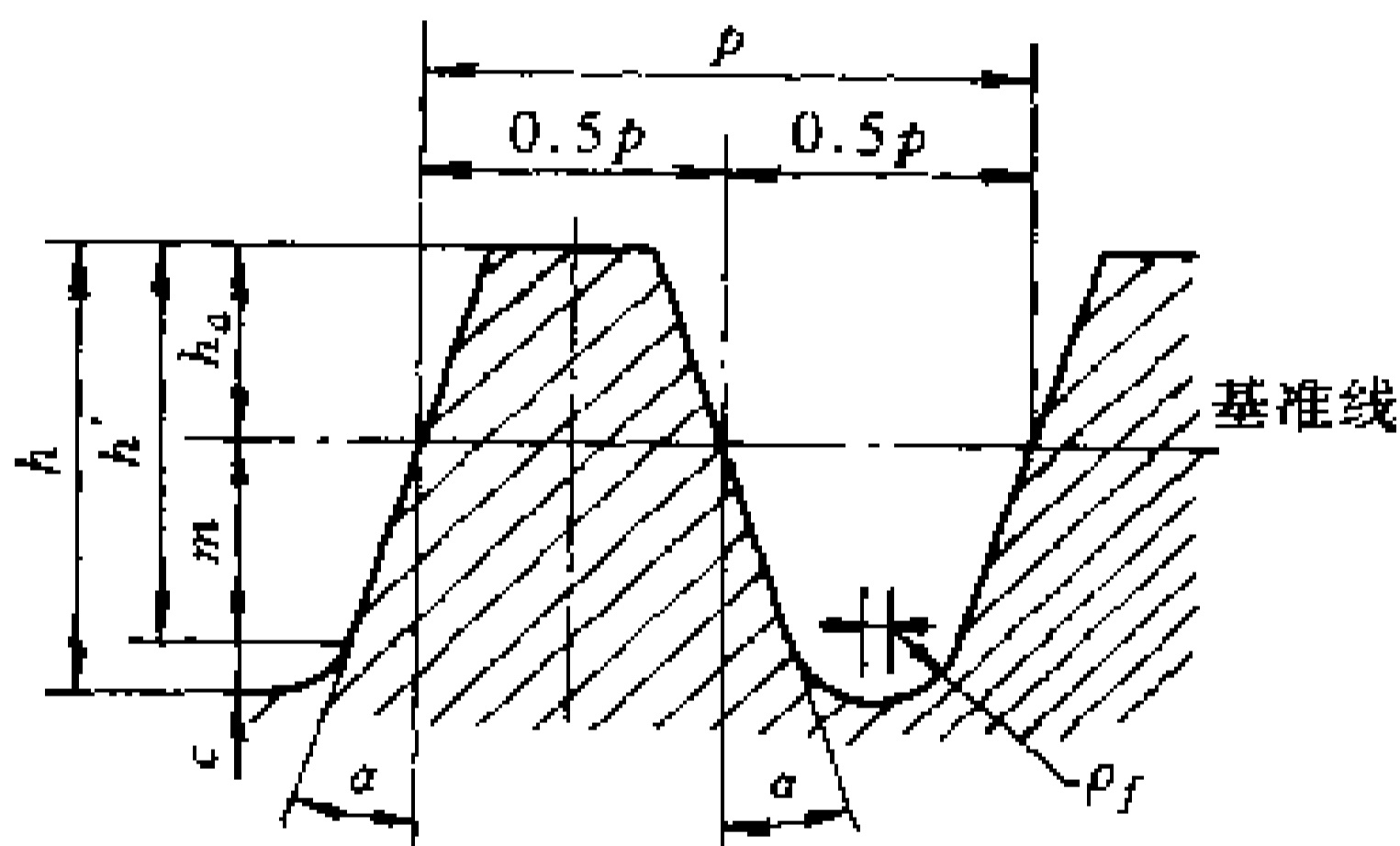
注: 1. 英制螺纹外螺纹小径上偏差和内螺纹大径下偏差均为 0.

2. 内螺纹中径下偏差、外螺纹中径上偏差均为 0.

渐开线齿轮

— 一般资料

1 齿轮基本齿廓 (GB1356—1988)



齿形角 $\alpha = 20^\circ$

全齿高 $h = 2.25m$

齿顶高 $h_a = m$

齿距 $p = \pi m$

工作高度 $h' = 2m$

齿根圆角半径 $\rho_f = 0.38m$

顶隙 $c = 0.25m$

根据 GB1356—88 规定：

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

下允许增大街根圆角半径, 也允许做成单圆弧;

3) 需要短齿时推荐 $h_a = 0.8m$ 、 $h' = 1.6m$ 、 $c = 0.3m$ 、 $h = 1.9m$ 、 $\rho_f = 0.46m$;

4) 为提高齿轮的综合强度, 需增大齿形角时, 推荐 $\alpha = 25^\circ$ 、 $h_a = m$ 、 $h' = 2m$ 、 $h = 2.2m$ 、 $c = 0.2m$ 、 $\rho_f = 0.35m$ 。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。

2 齿轮模数系列

(1) 渐开线圆柱齿轮模数(GB1357—1987)

| | (mm) | | | | | | | |
|------|------|--------|------|------|-------|------|--------|-----|
| 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 | | | | | | | |

(2) 锥齿轮模数(GB12368-90)

| (mm) | | | | | | | |
|------|-------|-----|------|-----|------|-----|-------|
| 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 | | | |

注：1. 对于渐开线圆柱斜齿轮是指法向模数。

2. 优先选用第一系列，括号内的模数尽可能不用。

3 渐开线圆柱齿轮精度等级(GB10095-1988)

(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。

| 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

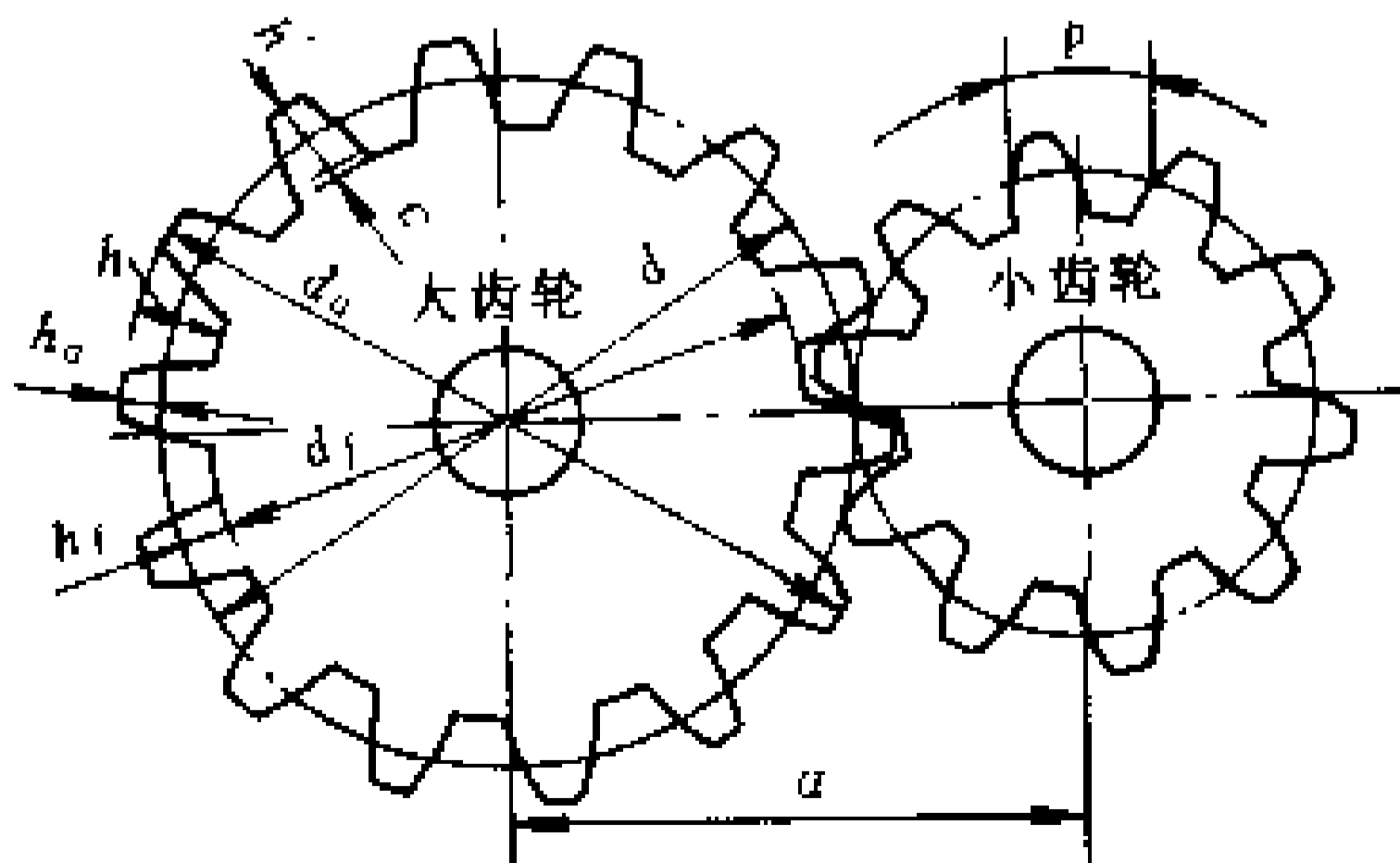
| 应用范围 | 精度等级 | 应用范围 | 精度等级 |
|-----------|------|--------|------|
| 测量用齿轮 | 2~5 | 航空发动机 | 4~7 |
| 汽轮机齿轮 | 3~6 | 拖拉机 | 6~10 |
| 精密切削机床 | 3~7 | 一般减速器 | 6~9 |
| 一般切削机床 | 5~8 | 轧钢机 | 6~10 |
| 内燃机车、电气机车 | 6~7 | 起重机械 | 7~10 |
| 轻型汽车 | 5~8 | 地质矿山绞车 | 8~10 |
| 载重汽车 | 6~9 | 农业机械 | 8~11 |

(3) 公差数值各精度等级齿轮各项误差的公差数值，可分别见 GB10095--1988。

二 圆柱齿轮

(一) 标准圆柱齿轮

1 直齿圆柱齿轮几何计算



(1) 模数齿轮计算公式

(mm)

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

(2) 径节齿轮计算公式

(in)

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

〔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〕 $p = \pi m = 3.14 \times 3 = 9.42\text{mm}$

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

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

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

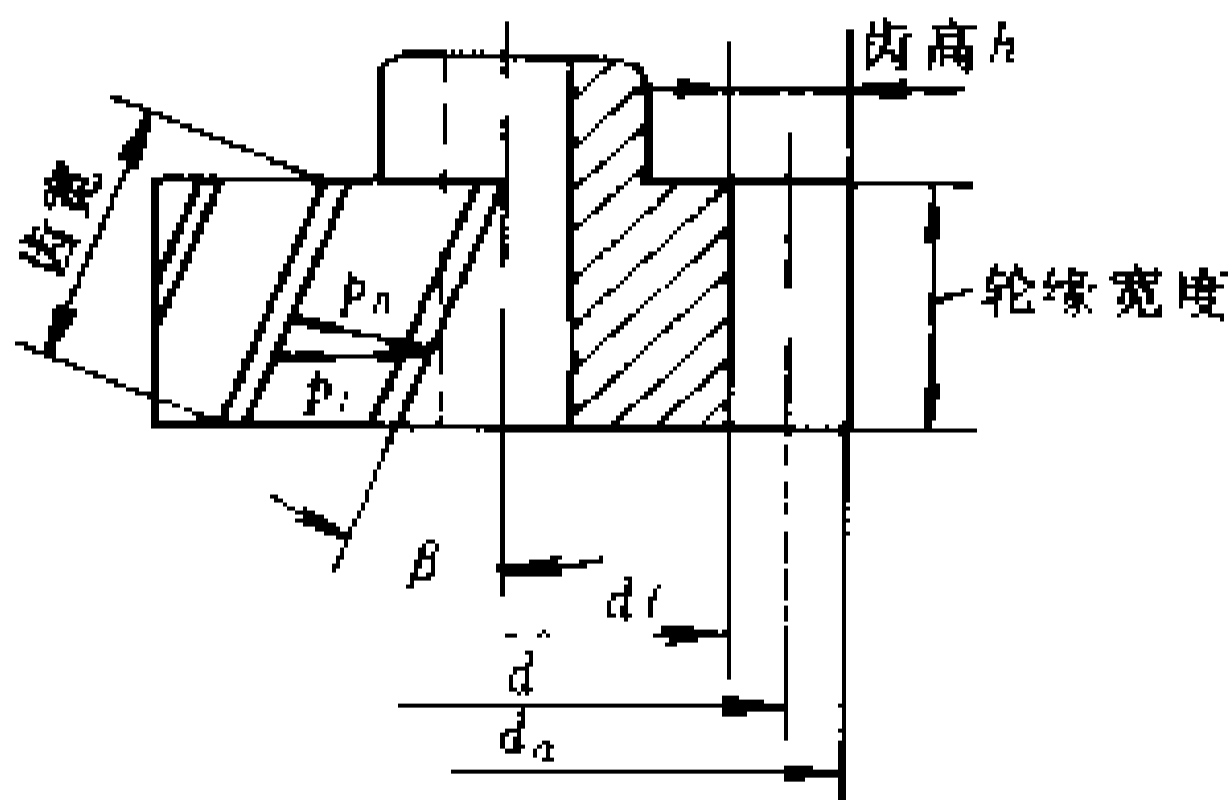
$$h_a = m = 3 \text{ mm}$$

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

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

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

2 斜齿圆柱齿轮几何计算



(1) 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 | $p_n = \pi m_n$ |

(续)

| 名 称 | 代号 | 计 算 公 式 |
|--------------|---------|--|
| 端面齿距 | p_t | $p_t = \pi m_t$ |
| 齿 数 | z | $z = \frac{d}{m_t} = \frac{\pi d}{p_t} = \frac{d \cos \beta}{m_n}$ |
| 齿 高 | h | $h = 2.25 m_n$ |
| 齿 顶 高 | h_a | $h_a = m_n$ |
| 齿 根 高 | h_f | $h_f = 1.25 m_n$ |
| 分 度 圆 直 径 | d | $d = z m_t = d_a - 2 m_n$ |
| 齿 顶 圆 直 径 | d_a | $d_a = d + 2 m_n$ |
| 齿 根 圆 直 径 | d_f | $d_f = d - 2.5 m_n$ |
| 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 | $\cos \beta = \frac{z m_n}{d}, \quad \tan \beta = \frac{\pi d}{P_t}$ |
| 导 程 | P_z | $P_z = \pi d \tan \beta = \frac{\pi m_n z}{\sin \beta}$ |

(2) 径节齿轮计算公式

(in)

| 名 称 | 代号 | 计 算 公 式 |
|-------|-------|--|
| 垂直径节 | P_n | $P_n = \frac{P_t}{\cos\beta} = \frac{\pi}{p_n} = \frac{z}{d\cos\beta}$ |
| 端面径节 | P_t | $P_t = \frac{z}{d} = P_n \cos\beta$ |
| 法向齿距 | p_n | $p_n = P_t \cos\beta = \frac{\pi d}{z} \cos\beta$ |
| 端面齿距 | p_t | $p_t = \frac{\pi}{P_t}$ |
| 齿 数 | z | $z = P_t d = d P_n \cos\beta$ |
| 齿 高 | h | $h = \frac{2.157}{P_n}$ |
| 齿顶高 | h_a | $h_a = \frac{1}{P_n}$ |
| 齿根高 | h_f | $h_f = \frac{1.157}{P_n}$ |
| 分度圆直径 | d | $d = \frac{z}{P_n \cos\beta} = \frac{z}{P_t}$ |

(续)

| 名称 | 代号 | 计算公式 |
|-------|---------|--|
| 齿顶圆直径 | d_a | $d_a = d + \frac{2}{P_n}$ |
| 齿根圆直径 | d_f | $d_f = d - \frac{2.314}{P_t}$ |
| 弧齿厚 | s | $s = \frac{P_m}{2}$ |
| 中心距 | a | $a = \frac{(z_1 + z_2)}{2P_n + \cos\beta}$ |
| 螺旋角 | β | $\cos\beta = \frac{z}{P_n d}$ |
| 导程 | P_z | $P_z = \pi d \cot\beta$ |

[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。

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

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

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

$$p_t = \pi m_n = 3.14 \times 5.15$$

$$= 16.18 \text{mm}$$

$$p_n = \pi m_n = 3.14 \times 5$$

$$= 15.7 \text{mm}$$

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

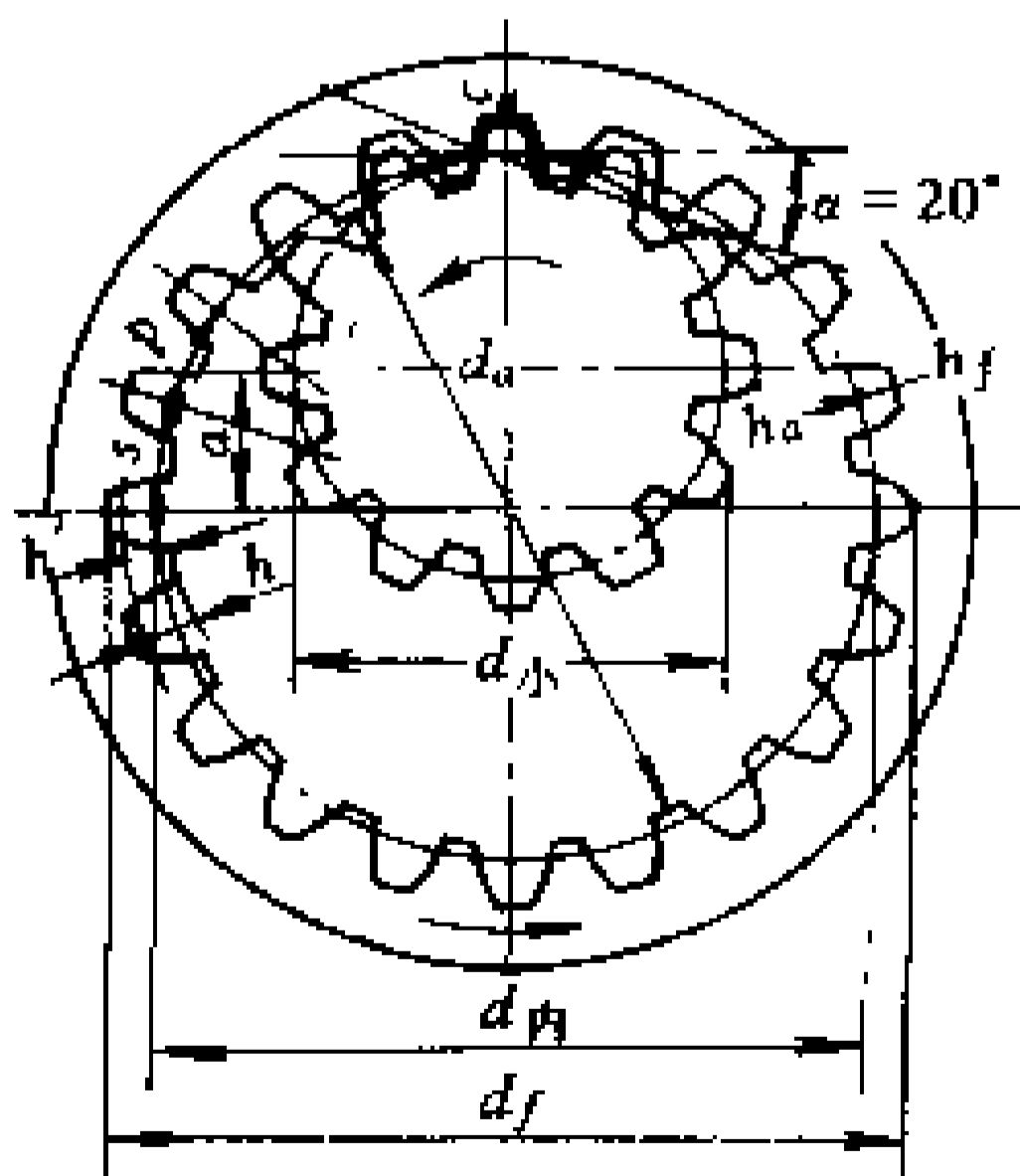
$$h_s = m_n = 5 \text{mm}$$

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

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

$$p_s = \pi d \cot \beta = 3.14 \times 103 \times \cot 13^\circ 50' = 1313.4 \text{mm}$$

3 内齿轮几何计算



(1) 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： $z_1 - z_2 \geq 16$ ； $z_1 - z_2 \geq 8$ 。 z_1 —— 内齿轮齿数； z_2 —— 插齿刀齿数； z_1 —— 小齿轮齿数。

(2) 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_a | $d_a = \frac{z}{P} + 2$ |
| 内齿轮齿根圆直径 | d_f | $d_f = \frac{z + 2.314}{P}$ |
| 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： $z_1 - z_2 \geq 12$ ； $z_1 - z_2 \geq 12$ 。

4 齿条几何计算

(mm)

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

(二) 变位直齿圆柱齿轮

1 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 | 变位型 | 主要的 |
|------------|---------------------|-----------------------|--------------------|-----|------|
| $z_1 < 17$ | $z_1 + z_2 \geq 34$ | $a' = \frac{m}{2}$ | $x_1 = -x_2$ | 高变位 | 避免根切 |
| | | $a' \neq \frac{m}{2}$ | $x_1 + x_2 \neq 0$ | 角变位 | 避免根切 |
| | $z_1 + z_2 < 34$ | $a' > \frac{m}{2}$ | $x_1 + x_2 > 0$ | 角变位 | 避免根切 |

(续)

| 小齿轮的齿数 | 齿轮对的齿数和 | 中心距 | 变位系数 | 变位型 | 主要的 |
|------------|------------------|----------------------------------|--------------------|-----|--------------|
| $z_1 > 17$ | $z_1 + z_2 > 34$ | $a = \frac{m}{2}(z_1 + z_2)$ | $x_1 = -x_2$ | 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

| 名称 | 代号 | 计算公式 |
|--------|------------|--------------------------------|
| 模数 | m | 根据结构设计强度计算决定，按 GB1357·1987 |
| 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} | $x_{\min} = \frac{17 - z}{17}$ |
| 齿高系数 | h_a^* | $h_a^* = 1$ |
| 径隙系数 | c | $c = 0.25$ |
| 齿顶高 | h_a | $h_a = m(h_a^* + x)$ |

(续)

| 名 称 | 代号 | 计 算 公 式 |
|--------|-------------|--|
| 齿根高 | h_f | $h_f = m(h_{c'} + c - x)$ |
| 齿高 | h | $h = m(2h_{c'} + c)$ |
| 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 | h_{f0} | $\bar{h}_{f0} = h_{f0} - \frac{mz}{2} \left(1 - \cos \frac{90^\circ + 41.7^\circ x}{z} \right)$ |
| 固定弦齿厚 | \bar{s}_c | $\bar{s}_c = m \cos^2 \alpha \left(\frac{\pi}{2} - 2x \tan \alpha \right)$ 当 $\alpha = 20^\circ$ 时 $\bar{s}_c = m \bar{s}^*$ |
| 固定弦齿高 | \bar{h}_c | $\bar{h}_c = h_{f0} - 0.182 \bar{s}_c$ 当 $\alpha = 20^\circ$ 时 $\bar{h}_c = m \bar{h}_c^*$ |

(续)

| 名称 | 代号 | 计算公式 |
|-------|-------|---|
| 公法线长度 | W_k | $W_k = m \cos \alpha [\pi(k - 0.5) + z \sin \alpha + 2x \tan \alpha]$ |
| 跨测齿数 | k | $k = Z \alpha / 180^\circ + 0.5 + 2x \cot \alpha / \pi$ 当 $\alpha = 20^\circ$ 时查表 |

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

$$\begin{aligned} \text{[解]} \quad a &= \frac{m}{2} (z_1 + z_2) = \frac{1.5}{2} \times (10 + 36) \\ &= 34.5\text{mm} \end{aligned}$$

$a = a'$, 选用高变位

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

圆整后取 $x_1 = 0.4$

则 $x_2 = -x_1 = -0.4$

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

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

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

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

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

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

$$h = m(2h_a^* + c) = 1.5(2 \times 1 + 0.25)$$

$$= 3.375 \text{ mm}$$

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

$$\bar{s}_1 = z_1 m \sin \frac{90^\circ + 41.7^\circ x_1}{z_1}$$

$$= 10 \times 1.5 \sin \frac{90^\circ + 41.7^\circ \times 0.4}{10}$$

$$= 10 \times 1.5 \times \sin 10^\circ 40'$$

$$= 15 \times 0.18509$$

$$= 2.776 \text{ mm}$$

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

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

$$= 2.1 + 7.5(1 - \cos 10^\circ 40')$$

$$= 2.1 + 7.5(0.01728)$$

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

$$\bar{s}_{c1} = m \cos^2 \alpha (\pi/2 + 2x \tan \alpha)$$

$$= 1.5 \cos^2 20^\circ (3.14/2 + 2 \times 0.4 \times \tan 20^\circ)$$

$$= 2.373 \text{ mm}$$

$$\bar{h}_{a1} = h_n - 0.182 \bar{s}_{c1}$$

$$= 2.1 - 0.182 \times 2.373$$

$$= 1.668 \text{ mm}$$

3 角变位直齿圆柱齿轮几何计算

(mm)

| 名 称 | 代号 | 计 算 公 式 |
|---------|------------|--|
| 模数 | m | 由结构设计, 强度计算决定, 按 GB1357—87 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 | $y = \frac{a' - a}{m}, \text{ 或 } y = \frac{z_1 + z_2}{2}$ $\left(\frac{\cos \alpha}{\cos \alpha'} - 1 \right)$ |
| 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 | $\Delta y = x_\Sigma \cdot y$ |
| 齿顶高 | h_a | $h_a = (h_a^* + x - \Delta y)m$ |
| 齿根高 | h_f | $h_f = (h_f^* + c^* - x)m$ |
| 齿高 | h | $h = (2h_a^* + c^* - \Delta y)m$ |
| 分度圆直径 | d | $d = mz$ |

(续)

| 名称 | 代号 | 计算公式 |
|-------|--------|--|
| 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 | $\bar{h} = \frac{z m}{2} \left(1 - \cos \frac{90^\circ + 41.7^\circ x}{z} \right) + h_a$ |
| 2 | 固定弦齿厚 | $\bar{s}_f = m \cos^2 \alpha \left(\frac{\pi}{2} + 2x \tan \alpha \right)$, 当 $\alpha = 20^\circ$ 时, $\bar{s}_f = m \bar{s}^*$ |
| | 固定弦齿高 | $\bar{h}_f = h_a = 0.182 \bar{s}_f$, 当 $\alpha = 20^\circ$ 时 $\bar{h}_f = m \bar{h}_f^*$ |
| 3 | 公法线跨齿数 | $k = z \alpha / 180^\circ + 0.5 + 2x \cot \alpha / \pi$ |
| | 公法线长度 | $W_k = m \cos \alpha \left(\pi (k - 0.5) + z \sin \alpha + 2x \tan \alpha \right)$ |

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 208mm 的两根轴上，求各部尺寸。

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

$$a' = 208 > a \quad \text{选用角变位}$$

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

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

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

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 $x_1 = 0.56$ ， $x_2 = 1.134 - 0.56 = 0.574$ 。

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

$$\begin{aligned} h_{a_1} &= (h_a^* + x_1 - \Delta y)m \\ &= (1 + 0.56 - 0.134) \times 8 \\ &= 11.408 \text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_{a_2} &= (h_a^* + x_2 - \Delta y)m \\ &= (1 + 0.574 - 0.134) \times 8 \\ &= 11.52 \text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_{f_1} &= (h_f^* + c^* - x_1)m = (1 + 0.25 - 0.56) \times 8 \\ &= 5.52 \text{mm} \end{aligned}$$

$$h_{i_1} = (h_a^* + c^* - x_2)m = (1 + 0.25 - 0.574) \times 8 \\ = 5.408 \text{mm}$$

$$h = (2h_a^* + c^* - \Delta y)m \\ = (2 \times 1 + 0.25 - 0.134) \times 8 = 16.928 \text{mm}$$

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

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

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

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

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

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

$$\bar{s}_{c_1} = m \cos^2 \alpha \left(\frac{\pi}{2} - 2x_1 \tan \alpha \right) \\ = 8 \cos^2 20^\circ \left(\frac{3.14}{2} + 2 \times 0.56 \times \tan 20^\circ \right) \\ = 13.97 \text{mm}$$

$$\bar{s}_{c_2} = m \cos^2 \alpha \left(\frac{\pi}{2} + 2x_2 \tan \alpha \right) \\ = 8 \cos^2 20^\circ \left(\frac{3.14}{2} + 2 \times 0.574 \times \tan 20^\circ \right) \\ = 14.05 \text{mm}$$

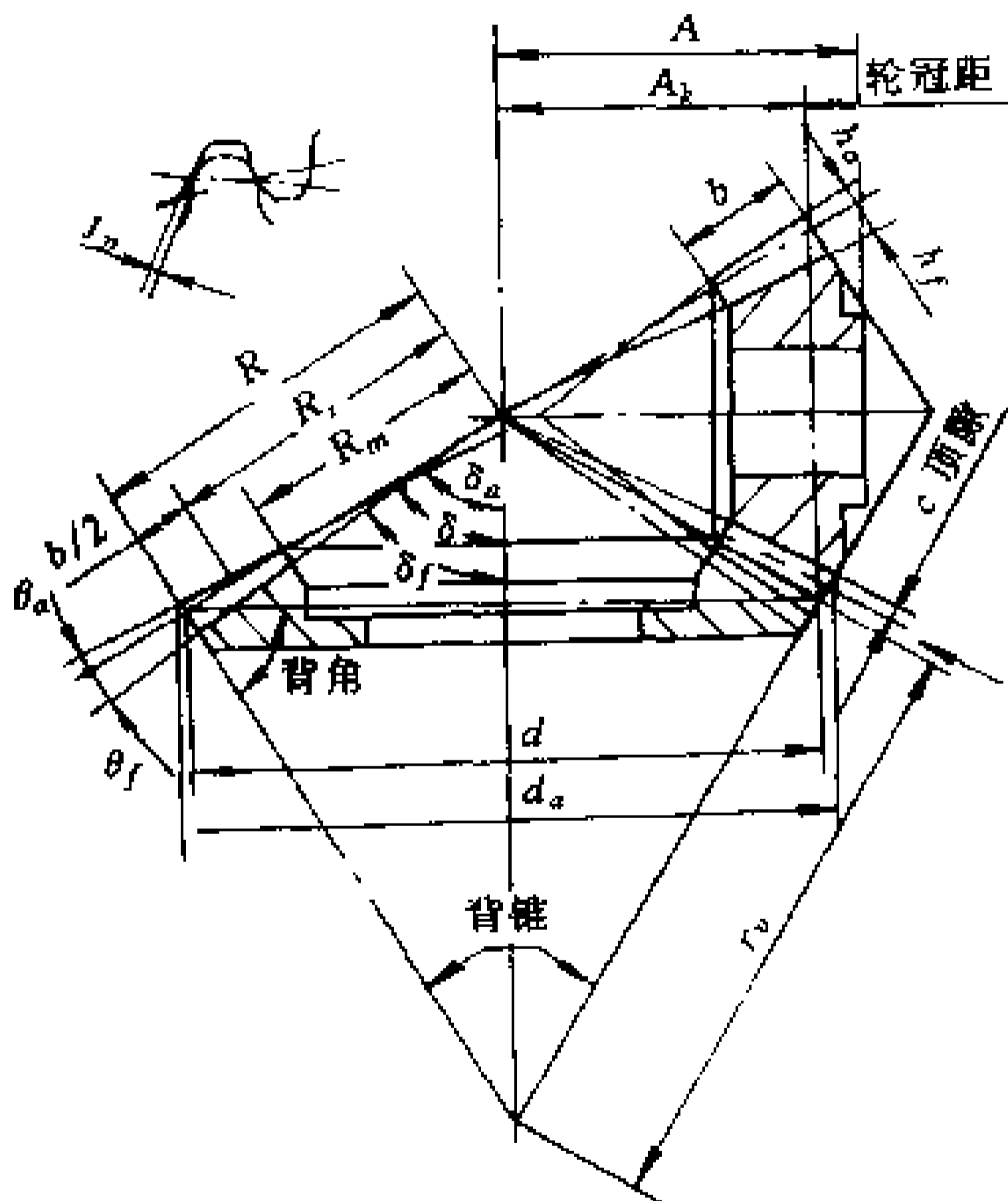
$$\bar{h}_{c_1} = h_{a_1} - 0.182 \bar{s}_{c_1} = 11.408 - 0.182 \times 13.97 \\ = 8.87 \text{mm}$$

$$\bar{h}_{c_2} = h_{a_2} - 0.182 \bar{s}_{c_2} = 11.52 - 0.182 \times 14.05 \\ = 8.96 \text{mm}$$

三 直齿锥齿轮

1 名称与代号

2 直齿锥齿轮几何计算



R —外锥距 R_1 —内锥距 R_m —中点锥距 r_0 —背锥距

A —安装距 A_1 —冠顶距 $A-A_1$ —轮冠距 b —齿宽

h_a —齿顶高 h_1 —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 —分锥角 δ_1 —根锥角

(mm)

| 名称 | 代号 | 计算公式 | |
|-------|----------|--|--------------------------------|
| | | 小 轮 | 大 轮 |
| 模数 | m | m | |
| 齿数 | z | z_1 | z_2 |
| 轴交角 | Σ | 根据要求 | |
| 分锥角 | 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 | $d_1 = mz_1$ | $d_2 = mz_2$ |
| 外锥距 | R | $R = \frac{d_1}{2 \sin \delta_1}$ <p>当 $\Sigma = 90^\circ$ 时, $R = \frac{d_1}{2 \sin \delta_1} = \frac{m}{2} \sqrt{z_1^2 + z_2^2}$</p> | |

(续)

| 名称 | 代号 | 计算公式 | |
|---------|------------|---|---|
| | | 小 轮 | 大 轮 |
| 齿宽 | b | $\frac{R}{3} \geq b \leq 10m$ | |
| 齿顶高 | h_a | m | |
| 齿根高 | h_f | $1.2m$ | |
| 齿高 | h | $2.2m$ | |
| 大端齿顶圆直径 | d_a | $d_{a_1} = d_1 + 2h_{a_1} \cos \delta_1$ | $d_{a_2} = d_2 + 2h_{a_2} \cos \delta_2$ |
| 齿根角 | θ_f | $\theta_{f_1} = \arctan \frac{h_{f_1}}{R}$ | $\theta_{f_2} = \arctan \frac{h_{f_2}}{R}$ |
| 齿顶角 | θ_a | 等齿顶间隙收缩齿 | |
| | | $\theta_{a_1} = \theta_{a_2} = \arctan \frac{h_{f_2}}{R}$ | $\theta_{a_2} = \theta_{a_1} = \arctan \frac{h_{f_1}}{R}$ |
| 顶锥角 | δ_a | 不等顶齿间隙收缩齿 | |
| | | $\theta_{a_1} = \arctan \frac{h_{a_1}}{R}$ | $\theta_{a_2} = \arctan \frac{h_{a_2}}{R}$ |
| | | 等齿顶间隙收缩齿 | |
| 根锥角 | δ_f | $\delta_{a_1} = \delta_1 + \theta_{f_2}$ | $\delta_{a_2} = \delta_2 + \theta_{f_1}$ |
| | | 不等齿顶间隙收缩齿 | |
| 根锥角 | δ_f | $\delta_{f_1} = \delta_1 - \theta_{f_1}$ | $\delta_{f_2} = \delta_2 - \theta_{f_2}$ |

(续)

| 名 称 | 代 号 | 计 算 公 式 | |
|----------|-----------|---|---|
| | | 小 轮 | 大 轮 |
| 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 | |
| | | $A_{k1} = R \cos \delta_1 - h_{a1} \sin \delta_1$ | $A_{k2} = R \cos \delta_2 - h_{a2} \sin \delta_2$ |
| 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} | $\bar{s}_{c1} = s_1 - \frac{s_1^3}{6d_1^2}$ | $\bar{s}_{c2} = s_2 - \frac{s_2^3}{6d_2^2}$ |
| 大端分度圆弦齿高 | \bar{h} | $\bar{h}_{c1} = h_{a1} + \frac{s_1^2}{4d_1} \cos \delta_1$ | $\bar{h}_{c2} = h_{a2} + \frac{s_2^2}{4d_2} \cos \delta_2$ |
| 齿角(刨齿机用) | λ | $\lambda_1 \approx \frac{3438}{R} \times \left(\frac{s_1}{2} + h_{f1} \tan \alpha \right)$ | $\lambda_2 \approx \frac{3438}{R} \times \left(\frac{s_2}{2} + h_{f2} \tan \alpha \right)$ |

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 0.05mm 的增量，即实际齿根高比计算的多 0.05mm。

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\theta_{a1} = \arctan \frac{h_{a1}}{R} = \arctan \frac{4}{102.45} = 2^\circ 14'$$

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

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

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

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

$$\begin{aligned} \bar{h}_{a1} &= h_{a1} + \frac{s_1^2}{4d_1} \cos \delta_1 \\ &= 4 + \frac{6.28^2}{4 \times 128} \cos 38^\circ 40' = 4.06 \text{ mm} \\ \lambda_1 &\approx \frac{3438}{R} \left(\frac{s_1}{2} + h_{a1} \tan \alpha \right) \quad \text{因为 } (\alpha = 20^\circ) \\ \lambda_1 &\approx 33.558 \left(\frac{6.28}{2} + 4.8 \times 0.36397 \right) \\ &= 164.05 \text{ mm} \end{aligned}$$

[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

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

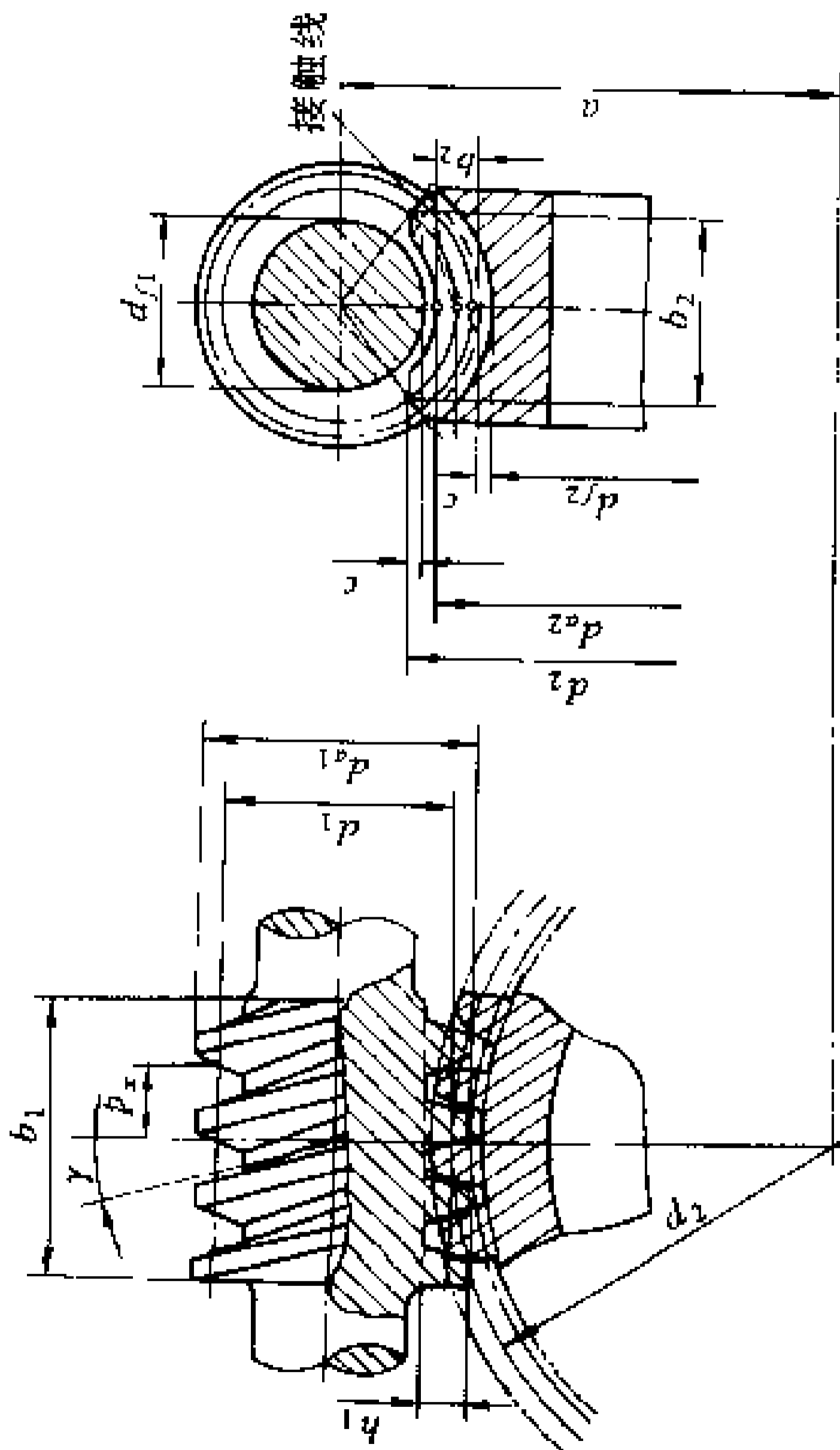
[例 3] 有一对直齿锥齿轮，两轴夹角 $\Sigma = 100^\circ$ ，小齿轮齿数 $z_1 = 15$ ，大齿轮齿数 $z_2 = 60$ 求 δ_1 和 δ_2 。

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

注：其余计算公式与两轴夹角等于 90° 的直齿锥齿轮相同。

四 蜗杆和蜗轮

1 蜗杆副传动几何参数



2 蜗杆副传动几何尺寸计算(GB10085-1988)

(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 | $m = m_n / \cos\gamma$ | 按规定选取 |
| 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 | $p_z = \pi m z_1$ | |

(续)

| 名 称 | 代号 | 关 系 式 | 说 明 |
|------------|------------|---|-------|
| 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} | $d_{a1} = d_1 + 2h_{a1}$ $= d_1 + 2h_n^* m$ | |
| 蜗杆齿根圆直径 | d_{f1} | $d_{f1} = d_1 - 2h_{f1}$ $= d_1 - 2(h_n^* m + c)$ | |
| 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} | $h_{a1} = h_n^* m$ $= \frac{1}{2} (d_{a1} - d_1)$ | 按规定 |
| 蜗杆齿根高 | h_{f1} | $h_{f1} = (h_n^* + c^*) m$ $= \frac{1}{2} (d_1 - d_{f1})$ | |
| 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 |

(续)

| 名 称 | 代号 | 关 系 式 | 说 明 |
|----------|----------|--|----------------|
| 蜗轮分度圆直径 | d_2 | $d_2 = mz_2$ $= 2a - d_1 - 2x_2m$ | 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 $x_2 = 0$ |
| 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 |
| 蜗轮齿宽角 | 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 | $s_n = s_x \cos\gamma$ | |

(续)

| 名 称 | 代号 | 关 系 式 | 说 明 |
|--------|--------|---|-----|
| 蜗轮齿厚 | s_1 | 按蜗杆节圆处轴向 齿槽宽 e_1 确定 | |
| 蜗杆节圆直径 | d_1 | $d_1 = d_1 + 2x_2 m$ $= m(q + 2x_2)$ | |
| 蜗轮节圆直径 | d_2' | $d_2' = d_2$ | |

3 计算常用表

(1) 蜗杆模数 m 值 (GB10088—1988)

(mm)

| | |
|------|--|
| 第一系列 | 1; 1.25; 1.6; 2; 2.5; 3; 4; 5; 6.3; 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 值 (GB10088—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

| $z_1 \backslash q$ | 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°44'46" | 9°27'44" | 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。

(4) 蜗杆头数 z_1 与蜗轮齿数 z_2 的推荐值

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

4 蜗杆副精度等级及应用范围

| 序号 | 精度等级范围 | 应用范围 |
|----|--------|-------------|
| 1 | 1~5 级 | 测量蜗杆 |
| 2 | 1~3 级 | 分度蜗轮母机的分度转动 |

(续)

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

常用滚动轴承

一 滚动轴承代号的构成(GB/T272—1993)

轴承代号由基本代号、前置代号和后置代号构成，其排列顺序是：

前置代号

基本代号

后置代号

1 基本代号

基本代号表示轴承的基本类型、结构和尺寸，是轴承代号的基础。

(1) 滚动轴承(滚针轴承除外)基本代号

轴承外形尺寸符合 GB273.1、GB273.2、GB273.3、GB/T3882 任一标准规定的外形尺寸，其基本代号由轴承类型代号、尺寸系列代号、内径代号构成。排列顺序如下。

基本代号

| 类型代号 | 尺寸系列代号 | 内径代号 |
|------|--------|------|
|------|--------|------|

表中类型代号用阿拉伯数字(以下简称数字)或大写拉丁字母(以下简称字母)表示，尺寸系列代号和内径代号用数字表示。

例 6204 6——类型代号，2——尺寸系列(02)

代号，04——内径代号

N2210 N——类型代号，22——尺寸系列

代号，10——内径代号

(2) 类型代号

轴承类型代号用数字或字母见下表。

| 代号 | 轴承类型 | 代号 | 轴承类型 |
|----|-----------------|----|----------------|
| 0 | 双列角接触球轴承 | N | 圆柱滚子轴承 |
| 1 | 调心球轴承 | | 双列或多列用字母 NN 表示 |
| 2 | 调心滚子轴承和推力调心滚子轴承 | U | 外球面球轴承 |
| 3 | 圆锥滚子轴承 | QJ | 四点接触球轴承 |
| 4 | 双列深沟球轴承 | | |
| 5 | 推力球轴承 | | |
| 6 | 深沟球轴承 | | |
| 7 | 角接触球轴承 | | |
| 8 | 推力圆柱滚子轴承 | | |

注：在表中代号后或前加字母或数字表示该类轴承中的不同结构。

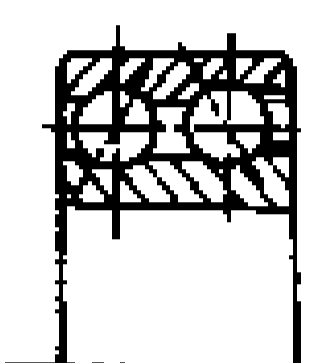
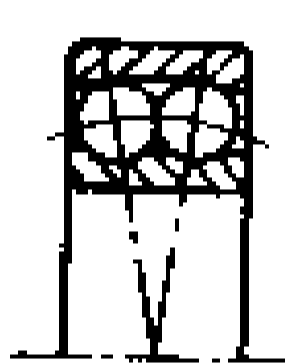
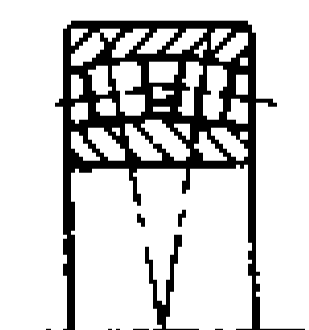
(3) 尺寸系列代号

尺寸系列代号由轴承的宽(高)度系列代号和直径系列代号组合而成。

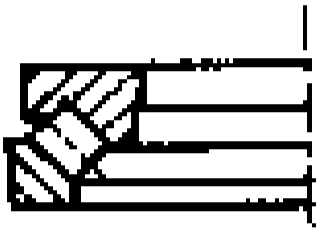
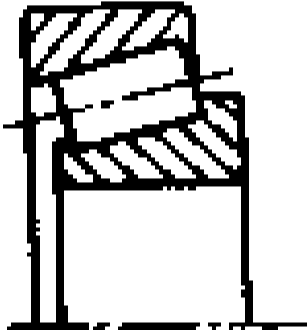
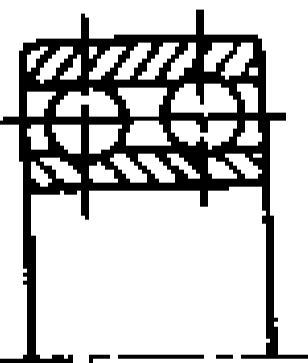
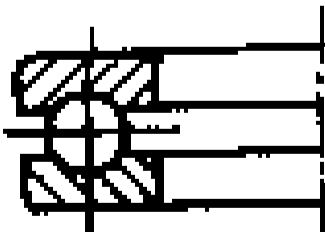
向心轴承，推力轴承尺寸系列代号见下表。

| 直径系列代号 | 向心轴承 | | | | | | | | 推力轴承 | | | |
|--------|--------|----|----|----|----|----|----|-----|--------|----|----|----|
| | 宽度系列代号 | | | | | | | | 高度系列代号 | | | |
| | 8 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 1 | 2 |
| | 尺寸系列代号 | | | | | | | | | | | |
| 7 | -- | -- | 17 | - | 37 | | | | | | | |
| 8 | — | 08 | 18 | 28 | 38 | 48 | 58 | 68 | --- | - | -- | — |
| 9 | — | 09 | 19 | 29 | 39 | 49 | 59 | 69 | - | | — | - |
| 0 | — | 00 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 90 | 10 | -- |
| 1 | -- | 01 | 11 | 21 | 31 | 41 | 51 | 61 | 71 | 91 | 11 | |
| 2 | 82 | 02 | 12 | 22 | 32 | 42 | 52 | 62 | 72 | 92 | 12 | 22 |
| 3 | 83 | 03 | 13 | 23 | 33 | - | - | -- | 73 | 93 | 13 | 23 |
| 4 | — | 04 | - | 24 | — | — | | | 74 | 94 | 14 | 24 |
| 5 | — | - | -- | — | — | | | --- | | 95 | — | - |

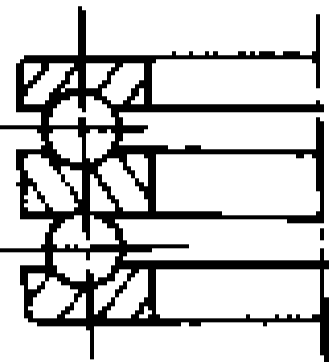
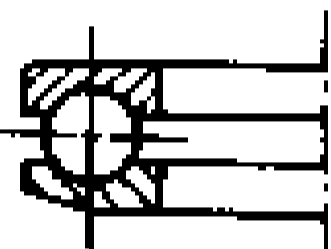
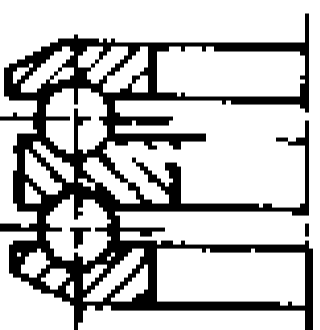
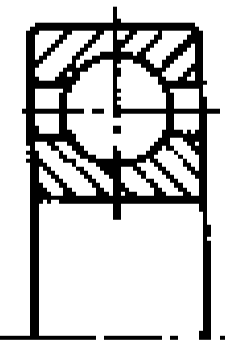
(4) 常用轴承类型、尺寸系列代号及由轴承类型代号、尺寸系列代号组成的组合代号见下表。

| 轴承类型 | 简图 | 类型代号 | 尺寸系列代号 | 组合代号 | 标准号 |
|----------|---|------|--------|------|--------|
| 双列角接触球轴承 |  | (0) | 32 | 32 | GB 296 |
| | | (0) | 33 | 33 | |
| 调心球轴承 |  | 1 | (0)2 | 12 | GB 281 |
| | | (1) | 22 | 22 | |
| | | 1 | (0)3 | 13 | |
| | | (1) | 23 | 23 | |
| 调心滚子轴承 |  | 2 | 13 | 213 | GB 288 |
| | | 2 | 22 | 222 | |
| | | 2 | 23 | 223 | |
| | | 2 | 30 | 230 | |
| | | 2 | 31 | 231 | |
| | | 2 | 32 | 232 | |
| | | 2 | 40 | 240 | GB 288 |
| | | 2 | 41 | 241 | |

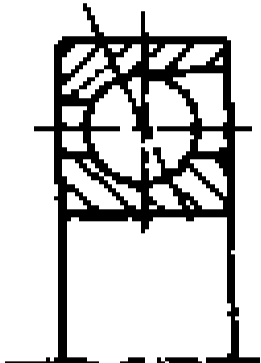
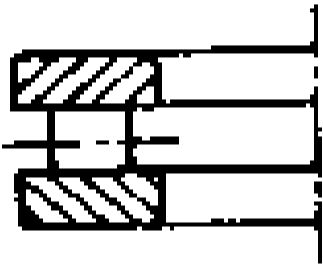
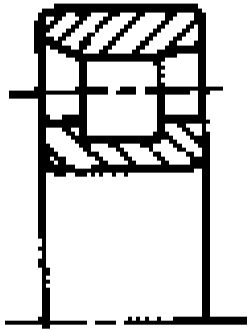
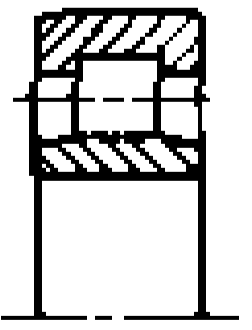
(续)

| 轴承类型 | 简图 | 类型代号 | 尺寸系列代号 | 组合代号 | 标准号 |
|--------------|---|------|--------|------|---------|
| 推力调心 滚子轴承 |  | 2 | 92 | 292 | GB 5854 |
| | | 2 | 93 | 293 | |
| | | 2 | 94 | 294 | |
| 圆锥滚子 轴 承 |  | 3 | 02 | 302 | GB 297 |
| | | 3 | 03 | 303 | |
| | | 3 | 13 | 313 | |
| | | 3 | 20 | 320 | |
| | | 3 | 22 | 322 | |
| | | 3 | 23 | 323 | |
| | | 3 | 29 | 329 | |
| | | 3 | 30 | 330 | |
| | | 3 | 31 | 331 | |
| 双列深沟 球轴承 |  | 4 | (2) 2 | 42 | |
| | | 4 | (2) 3 | 43 | |
| 推力球 轴承 |  | 5 | 11 | 511 | GB 301 |
| | | 5 | 12 | 512 | |
| | | 5 | 13 | 513 | |
| | | 5 | 14 | 514 | |

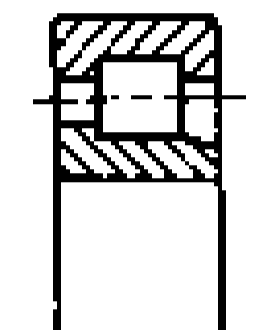
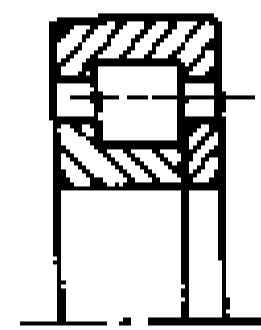
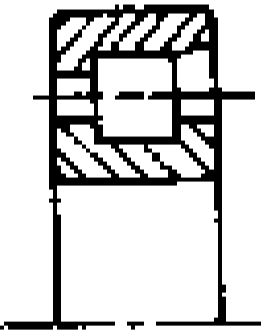
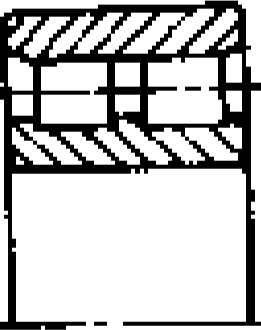
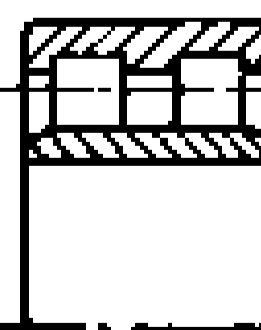
(续)

| 轴承类型 | 简图 | 类型代号 | 尺寸系列代号 | 组合代号 | 标准号 |
|---------------|---|------|--------|------|-------------------|
| 双向推力球轴承 |  | 5 | 22 | 522 | GB301 |
| | | 5 | 23 | 523 | |
| | | 5 | 24 | 524 | |
| 带球面座圈的推力球轴承 |  | 5 | (1) | 532 | |
| | | 5 | 33 | 533 | |
| | | 5 | 34 | 534 | |
| 带球面座圈的双向推力球轴承 |  | 5 | (2) | 542 | |
| | | 5 | 43 | 543 | |
| | | 5 | 44 | 544 | |
| 深沟球轴承 |  | 6 | 17 | 617 | GB 276 GB 4221 |
| | | 6 | 37 | 637 | |
| | | 6 | 18 | 618 | |
| | | 6 | 19 | 619 | |
| | | 16 | (0) 0 | 160 | |
| | | 6 | (1) 0 | 60 | |
| | | 6 | (0) 2 | 62 | |
| | | 6 | (0) 3 | 63 | |
| | | 6 | (0) 4 | 64 | |

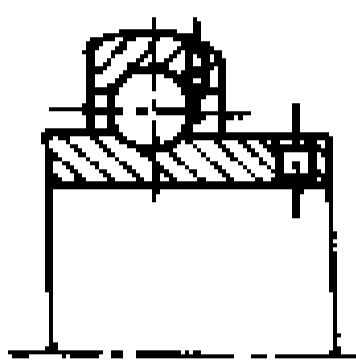
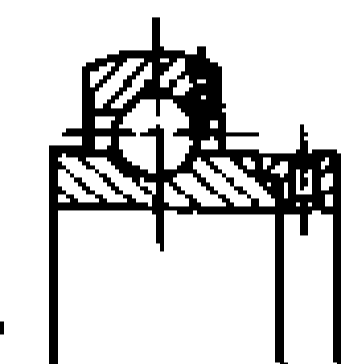
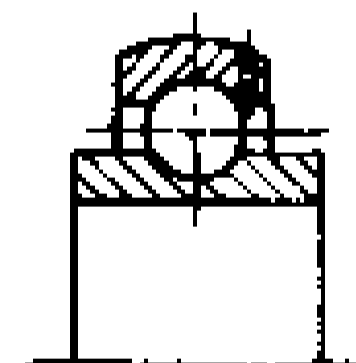
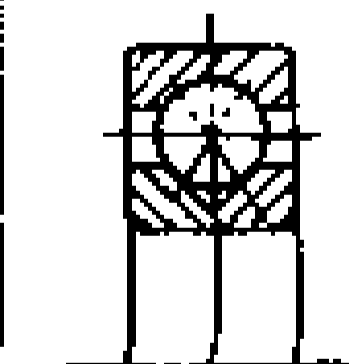
(续)

| 轴承类型 | 简图 | 类型代号 | 尺寸系列 代号 | 组合代号 | 标准号 |
|----------------|--|------|------------|------|---------|
| 角接触球 轴承 |  | 7 | 19 | 719 | GB 292 |
| | | 7 | (1) 0 | 70 | |
| | | 7 | (0) 2 | 72 | |
| | | 7 | (0) 3 | 75 | |
| | | 7 | (0) 4 | 74 | |
| 推力圆柱 滚子轴承 |  | 8 | 11 | 811 | GB 4663 |
| | | 8 | 12 | 812 | |
| 圆柱滚 子轴 承 | 外圈无挡 边圆柱滚 子轴承  | N | 10 | N10 | GB 283 |
| | | N | (0) 2 | N2 | |
| | | N | 22 | N22 | |
| | | N | (0) 3 | N3 | |
| | | N | 23 | N23 | |
| | | N | (0) 4 | N4 | |
| 圆柱滚 子轴 承 | 内圈无挡 边圆柱滚 子轴承  | NU | 10 | NU10 | GB 283 |
| | | NU | (0) 2 | NU2 | |
| | | NU | 22 | NU22 | |
| | | NU | (0) 3 | NU3 | |
| | | NU | 23 | NU23 | |
| | | NU | (0) 4 | NU4 | |

(续)

| 轴承类型 | 简图 | 类型代号 | 尺寸系列代号 | 组合代号 | 标准号 |
|---------------|---|------|--------|--------|--------|
| 圆柱滚子轴承 |  | NJ | (0) 2 | NJ2 | GB 283 |
| | | NJ | 22 | NJ22 | |
| | | NJ | (0) 3 | NJ3 | |
| | | NJ | 23 | NJ23 | |
| | | NJ | (0) 4 | NJ4 | |
| 圆柱滚子轴承 |  | NUP | (0) 2 | NUP 2 | GB 283 |
| | | NUP | 22 | NUP 22 | |
| | | NUP | (0) 3 | NUP 3 | |
| | | NUP | 23 | NUP 23 | |
| 圆柱滚子轴承 |  | NF | (0) 2 | NF2 | GB 283 |
| | | | (0) 3 | NF3 | |
| | | | 23 | NF3 | |
| 双列圆柱滚子轴承 |  | NN | 30 | NN30 | GB 285 |
| 内圈无挡边双列圆柱滚子轴承 |  | NNU | 49 | NNU 49 | |

(续)

| 轴承类型 | 简图 | 类型代号 | 尺寸系列代号 | 组合代号 | 标准号 |
|----------------|---|------------|---------------|----------------|---------|
| 带顶丝外球面球轴承 |  | UC UC | 2 3 | UC2 UC3 | GB 3882 |
| 外球面球轴承 带偏心套 |  | UEL UEL | 2 3 | UEL 2 UEL 3 | |
| 圆锥孔外球面球轴承 |  | UK UK | 2 3 | UK2 UK3 | |
| 四点接触球轴承 |  | QJ | (0) 2 (03) | QJ 2 QJ 3 | GB 294 |

- 注：1. 表中用“()”号括住的数字表示在组合代号中省略。
 2. 尺寸系列实为 12, 13, 14, 分别用 32, 33, 34 表示。
 3. 尺寸系列实为 22, 23, 24, 分别用 42, 43, 44 表示。

(5) 表示轴承公称内径的代号。

| 轴承公称内径 d, mm | 内径代号 | 示 例 | |
|-----------------------------|--|-----------------------------------|-------------------------------|
| 0.6 到 10 (非整数) | 用公称内径毫米数直接表示, 在其与尺寸系列代号之间用“/”分开 | 深沟球轴承 618/2.5 $d=2.5\text{mm}$ | |
| 1 到 9(整数) | 用公称内径毫米数直接表示, 对深沟及角接触球轴承 7, 8, 9 直径系列, 内径与尺寸系列代号之间用“/”分开 | 深沟球轴承 625 618/5 $d=5\text{mm}$ | |
| 10 到 17 | 10 12 15 17 | 00 01 02 03 | 深沟球轴承 6200 $d=10\text{mm}$ |
| 20 到 480 (22, 28, 32 除外) | 公称内径除以 5 的商数, 商数为个位数, 需在商数左边加“0”, 如 08 | 调心滚子轴承 23208 $d=40\text{mm}$ | |

(续)

| 轴承公称内径 /mm | 内径代号 | 示 例 |
|-------------------------------|---|--|
| 大于和等于 500 以及 22, 28, 32 | 用公称内径毫米数 直接表示, 但在与尺 寸系列之间用 “/” 分 开 | 调心滚子轴承 230/500 $d = 500\text{mm}$ 深沟球轴承 62/22 $d = 22\text{mm}$ |

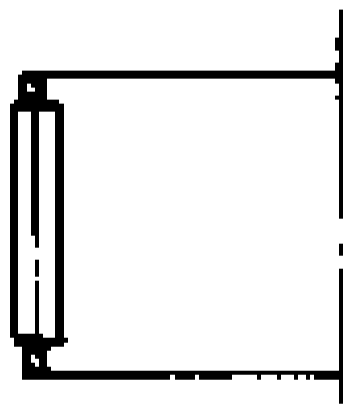
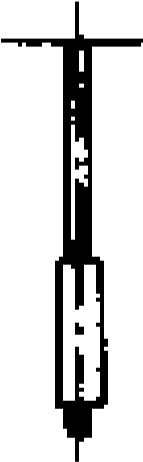
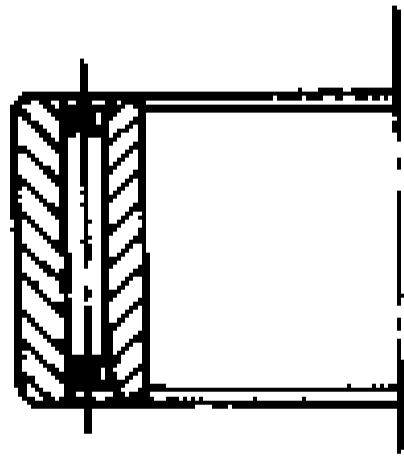
注: 调心滚子轴承 23224 2 -- 类型代号 32 尺寸系
列代号 24——内径代号 $d = 120\text{mm}$ 。

(6) 滚针轴承基本代号

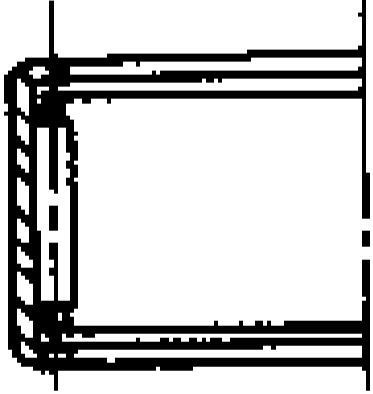
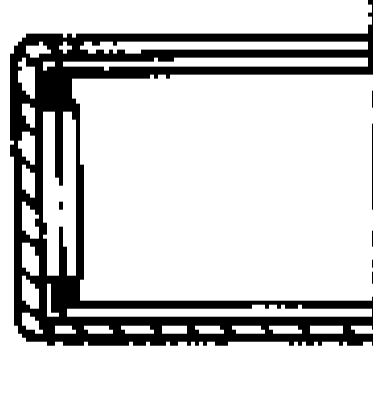
基本代号由轴承类型代号和表示轴承配合安装特征和尺寸构成。代号中类型代号用字母表示, 表示轴承配合安装特征的尺寸, 用尺寸系列、内径代号或者直接用毫米数表示, 见下表:

(7) 基本代号编制规则

基本代号中当轴承类型代号用字母表示时, 编排时应于表示轴承尺寸的系列代号、内径代号或安装配合特征尺寸的数字之间空半个汉字距。例: NJ 230, AXK 0821。

| 轴承类型 | 简图 | 类型代号 | 配合安装特征 尺寸表示 | 轴承基本代号 | 标准号 |
|----------|---|------|---|-------------------------------|----------|
| 滚针和保持架组件 |  | K | $F_w \times E_w \times B_c$ | $K F_w \times E_w \times B_c$ | GB/T5846 |
| 滚针和保持架组件 |  | AXK | $D_{c1} D_{c2}$ | AXK $D_{c1} D_{c2}$ | GB/T4605 |
| 滚针轴承 |  | NA | 用尺寸系列代号、内径代号表示 尺寸系列代号 48 49 69 内径代号 按上表 | NA 4800 NA 4900 NA 6900 | GB/T5801 |
| 滚针轴承 | | | | | |

(续)

| 轴承类型 | 简图 | 类型代号 | 配合安装特征 尺寸表示 | 轴承基本代号 | 标准号 |
|-----------------|--|------|--------------------|------------|----------|
| 穿孔型冲压外圈 滚针轴承 |  | HK | $F_w B^{\text{①}}$ | HK $F_w B$ | GB/T 290 |
| 封口型冲压外圈 滚针轴承 |  | BK | $F_w B^{\text{②}}$ | BK $F_w B$ | |

滚针轴承

注：表中 F_w ——无内圈滚针轴承滚针总体内径(滚针保持架组件内径)； E_w ——滚针保持架组件外径； B ——轴承公称宽度； B_c ——滚针保持架组件宽度； D_{i1} ——推力滚针保持架组件内径； D_o ——推力滚针保持架组件外径。

① 尺寸直接用毫米数表示时，如是个位数，需在其左边加“0”。如8mm用08表示。

② 内径代号除 $d < 10\text{mm}$ 用“/实际公称毫米数”表示外，其余按上表内径代号标注规定

2 前置、后置代号

前置、后置代号是轴承在结构形状、尺寸、公差、技术要求等有改变时，在本代号左右添加的补充代号。其排列顺序如下：

轴 承 代 号

| 前置代号 | 后 置 代 号 (组) | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|---|------|---|------|---|------------|---|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | |
| 基本代号 | 内部结构 | | 密封与防 | | 保持架及 | | 轴承材料公差等级游隙 | | 配置 | 其他 |
| 成套轴承 分部件 | 套圈变型 | | 其材料 | | | | | | | |

(1) 前置代号

前置代号用字母表示，代号及其含义如下：

| 代号 | 含 义 | 示例 |
|----|----------------------------------|---------------------|
| L | 可分离轴承的可分离内圈或外圈 | LNU 207 LN 207 |
| R | 不带可分离内圈或外圈的轴承 (滚针轴承仅适用于 NA 型) | RNU 207 RNA 6904 |
| K | 滚子和保持架组件 | K 81107 |
| WS | 推力圆柱滚子轴承轴圈 | WS 81107 |
| GS | 推力圆柱滚子轴承座圈 | GS 81107 |

(2) 后置代号

后置代号用字母(或加数字)表示。

后置代号的编制规则：

1) 后置代号置于基本代号的右边并与基本代号空半个汉字距(代号中有符号“-”“:”除)外。当改变项目多、具有多组后置代号,按轴承代号表所列从左至右的顺序排列；

2) 改变为 4 组(含 4 组)以后的内容,则在其代号前用“/”与前面代号隔开；

例：6205-2Z/P6 22308/P63

3) 改变内容为 4 组后的两组,在前组与后组代号中的数字或文字表示含义可能混淆时,两代号间空半个字距。例如 6208/P63 V1

(3) 后置代号及含义

1) 内部结构代号按下表。

| 代号 | 含 义 | 示 例 |
|-----|----------------------------------|---|
| A、B | 1) 表示内部结构改变 | B ① 角接触球轴承 公称接触角 $\alpha = 40^\circ$ 7210B |
| C、D | 2) 表示标准设计, 其含义随不同类型、结构而异 | ② 圆锥滚子轴承 接触角加大 32310B |
| E | | C ① 角接触球轴承 公称接触角 $\alpha = 15^\circ$ 7005C ② 调心滚子轴承 C 型 23122C |
| | | E 加强型 ¹⁾ NUC207E |
| AC | 角接触球轴承 公称接触角 $\alpha = 25^\circ$ | 7210AC |
| D | 剖分式轴承 | K50×55×20D |
| ZW | 滚针保持架组件 双列 | K20×25×40ZW |

注: 加强型, 即内部结构设计改进, 增大轴承承载能力。

2) 密封、防尘与外部形状变化代号及含义如下表

| 代号 | 含 义 | 示 例 |
|------|--------------------------|------------|
| K | 圆锥孔轴承 锥度 1:12 (外球面球轴承除外) | 1210K |
| K30 | 圆锥孔轴承 锥度 1:30 | 241 22 K30 |
| R | 轴承外圈有止动挡边 (内缘外圈) | 30307R |
| N | (不适用于内径小于 10mm 的向心球轴承) | 6210N |
| NR | 轴承外圈上有止动槽 | 6210NR |
| -RS | 轴承外圈上有止动槽, 并带止动环 | 6210-RS |
| -2RS | 轴承一面带骨架式橡胶密封圈 (接触式) | 6210-2RS |
| -RZ | 轴承两面带骨架式橡胶密封圈 (接触式) | 6210-RZ |
| -2RZ | 轴承一面带骨架式橡胶密封圈 (非接触式) | 6210-2RZ |
| | 轴承两面带骨架式橡胶密封圈 (非接触式) | |

(续)

| 代号 | 含义 | 示例 |
|------|----------------------------|----------|
| -Z | 轴承一面带防尘盖 | 6210-Z |
| -2Z | 轴承两面带防尘盖 | 6210-2Z |
| -RSZ | 轴承一面带骨架式橡胶密封圈(接触式)、一面带防尘盖 | 6210-RSZ |
| -RZZ | 轴承一面带骨架式橡胶密封圈(非接触式)、一面带防尘盖 | 6210-RZZ |
| -ZN | 轴承一面带防尘盖,另一面外圈有止动槽 | 6210-ZN |
| -ZNR | 轴承一面带防尘盖,另一面外圈有止动槽并带止动环 | 6210-ZNR |
| -ZNB | 轴承一面带防尘盖,同一面外圈有止动槽 | 6210-ZNB |
| -2ZN | 轴承两面带防尘盖,外圈有止动槽 | 6210 2ZN |
| U | 推力球轴承带球面垫圈 | 53210 U |

注: 密封圈代号与防尘盖代号同样可以与止动槽代号进行多种组合。

3) 保持架结构、材料改变及轴承材料改变的代号按 JB2974 的规定。

4) 公差等级代号

| 代号 | 含 义 | 示 例 |
|------|--------------------------|-----------|
| /P0 | 公差等级符合标准规定的 0 级,代号中省略不表示 | 6203 |
| /P6 | 公差等级符合标准规定的 6 级 | 6203/P6 |
| /P6x | 公差等级符合标准规定的 6x 级 | 30210/P6x |
| /P5 | 公差等级符合标准规定的 5 级 | 6203/P5 |
| /P4 | 公差等级符合标准规定的 4 级 | 6203/P4 |
| /P2 | 公差等级符合标准规定的 2 级 | 6203/P2 |

5) 游隙代号

| 代号 | 含 义 | 示 例 |
|-----|---------------|-------------|
| /C1 | 游隙符合标准规定的 1 组 | NN 3006K/C1 |
| /C2 | 游隙符合标准规定的 2 组 | 6210/C2 |
| — | 游隙符合标准规定的 0 组 | 6210 |

(续)

| 代号 | 含 义 | 示 例 |
|-----|---------------|---------------|
| /C3 | 游隙符合标准规定的 3 组 | 6210/C3 |
| /C4 | 游隙符合标准规定的 4 组 | NN 3006K/C4 |
| /C5 | 游隙符合标准规定的 5 组 | NNU 4920 K/C5 |

公差等级代号与游隙代号需同时表示时,可进行简化,取公差等级代号加上游隙组号(0组不表示)组合表示。

例: /P63 表示轴承公差等级 P6 级,径向游隙 3 组。

/P52 表示轴承公差等级 P5 级,径向游隙 2 组。

6) 配置代号

| 代号 | 含 义 | 示 例 |
|-----|---------|----------|
| /DB | 成对背对背安装 | 7210C/DB |
| /DF | 成对面对面安装 | 32208/DF |
| /DT | 成对串联安装 | 7210C/DT |

7) 其他

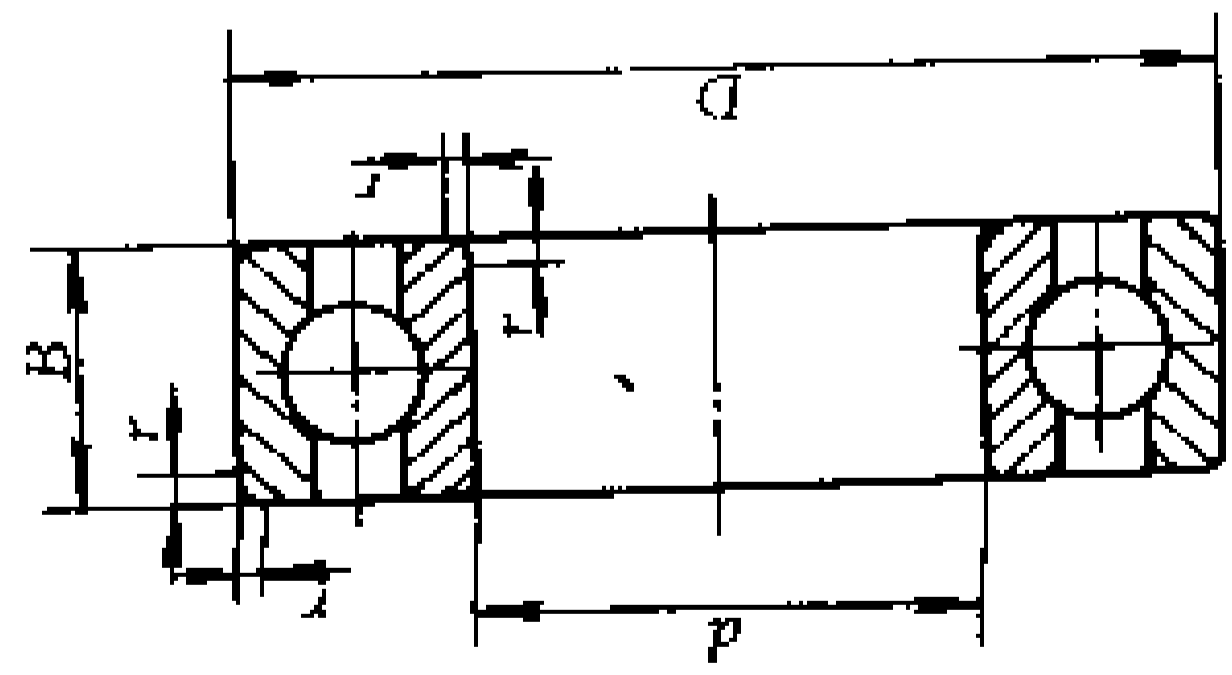
在轴承振动、噪声、摩擦力矩、工作温度、润滑等要求特殊时,其代号按 JB2974 的规定。

二 常用滚动轴承性能尺寸表

1 深沟球轴承(GB/T276—1994)

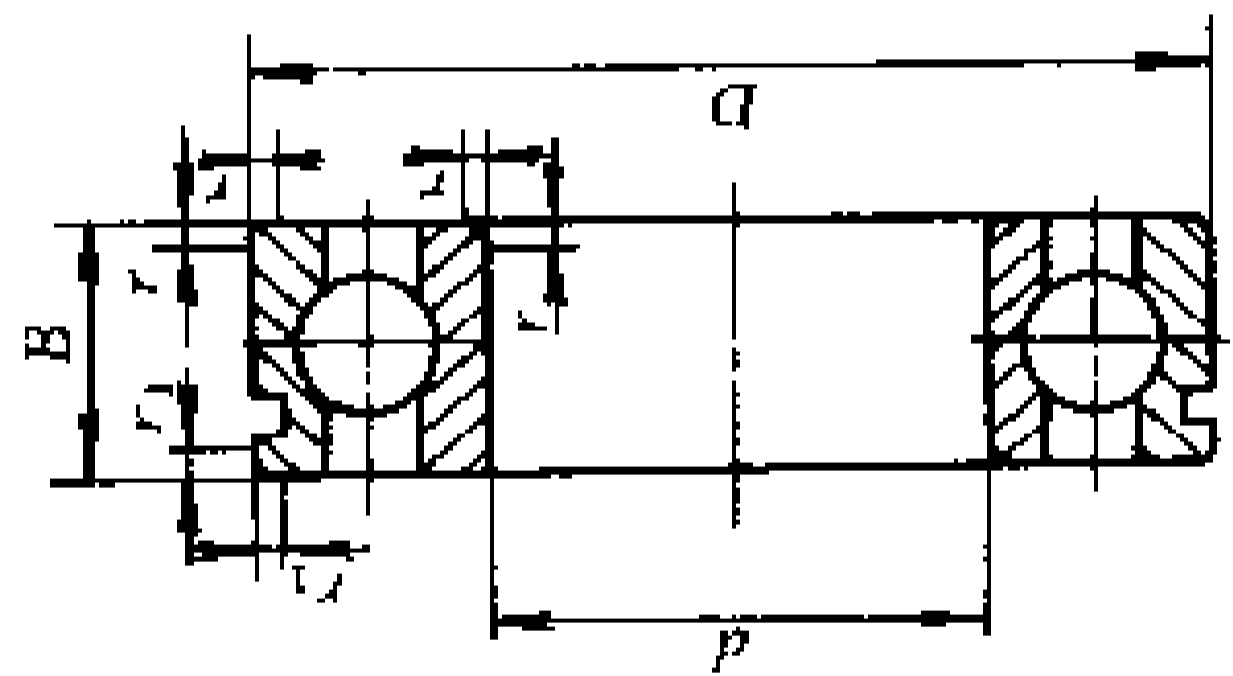
(1) 轴承型号

60000 型
160000 型



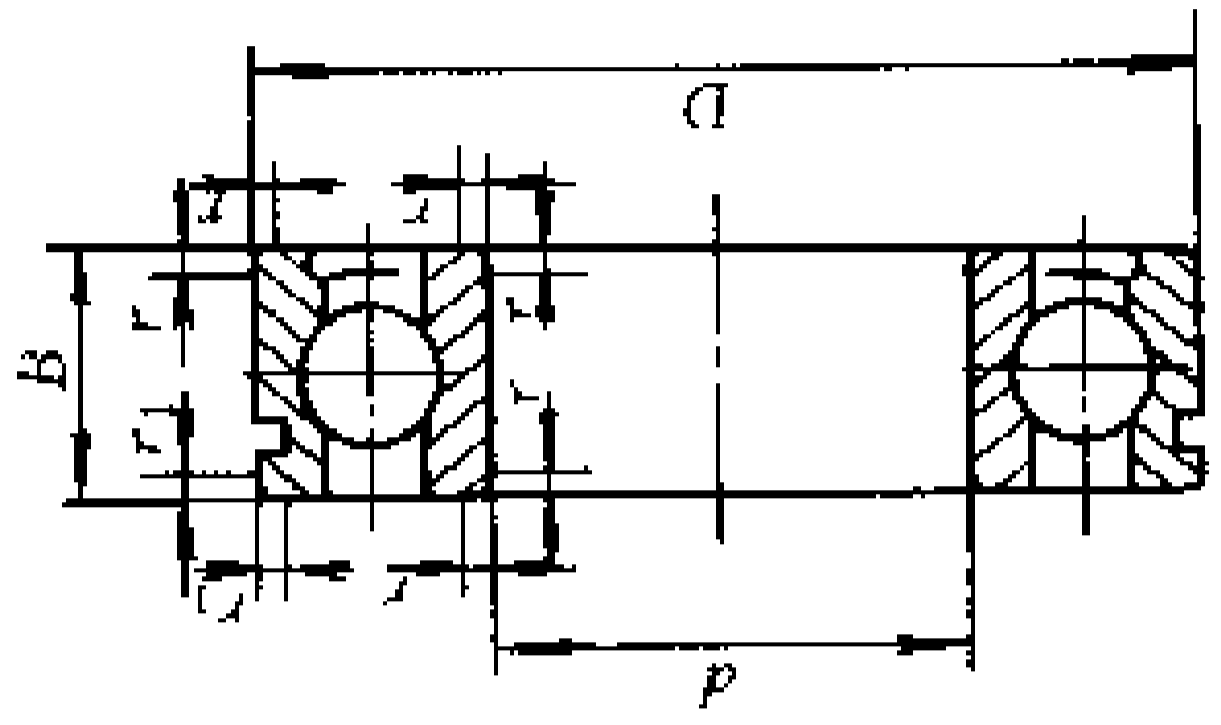
深沟球轴承

60000N 型



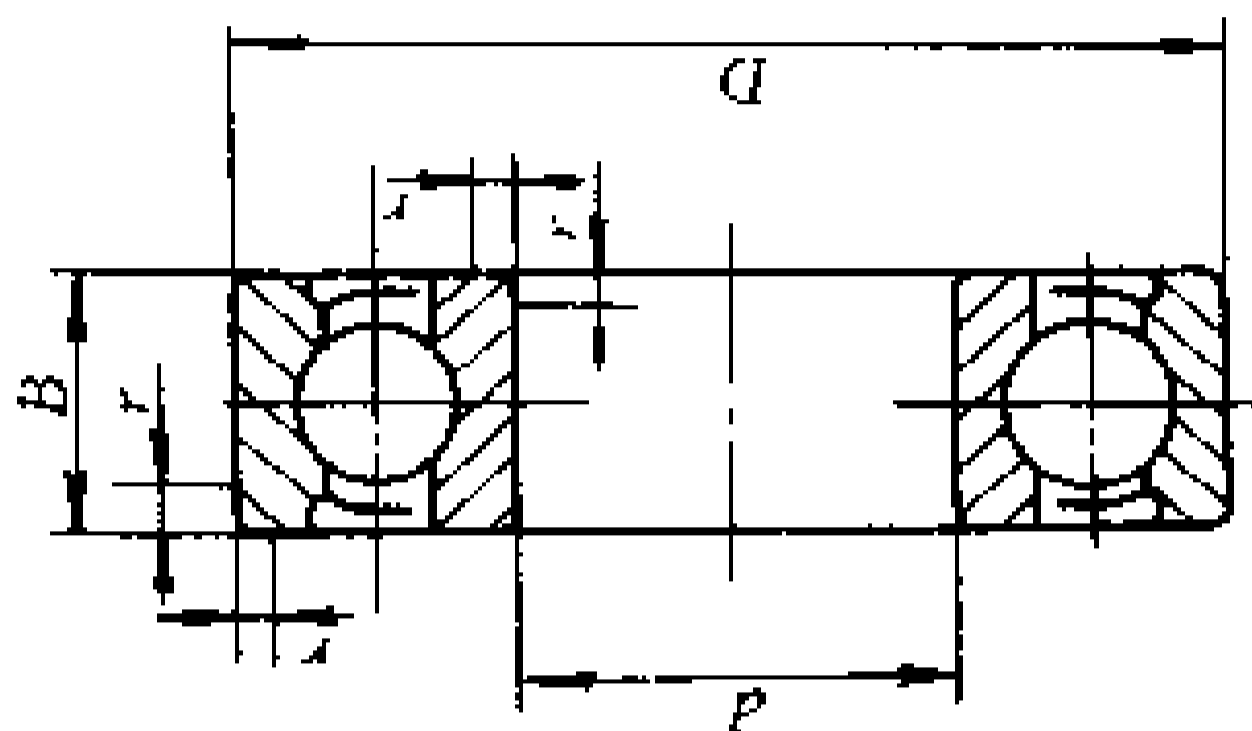
外圈有止动槽的
深沟球轴承

60000 - Z.N 型

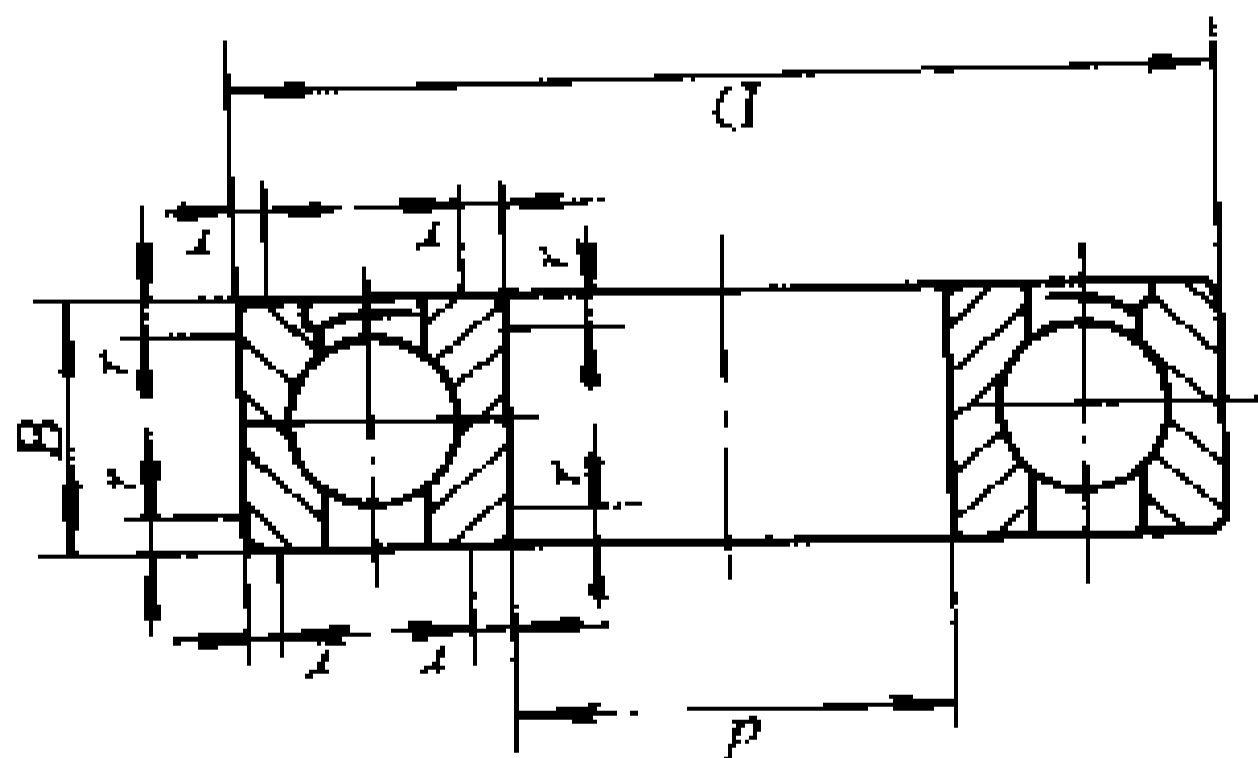


一面带防尘盖, 另一面外
圈有止动槽的深沟球轴承

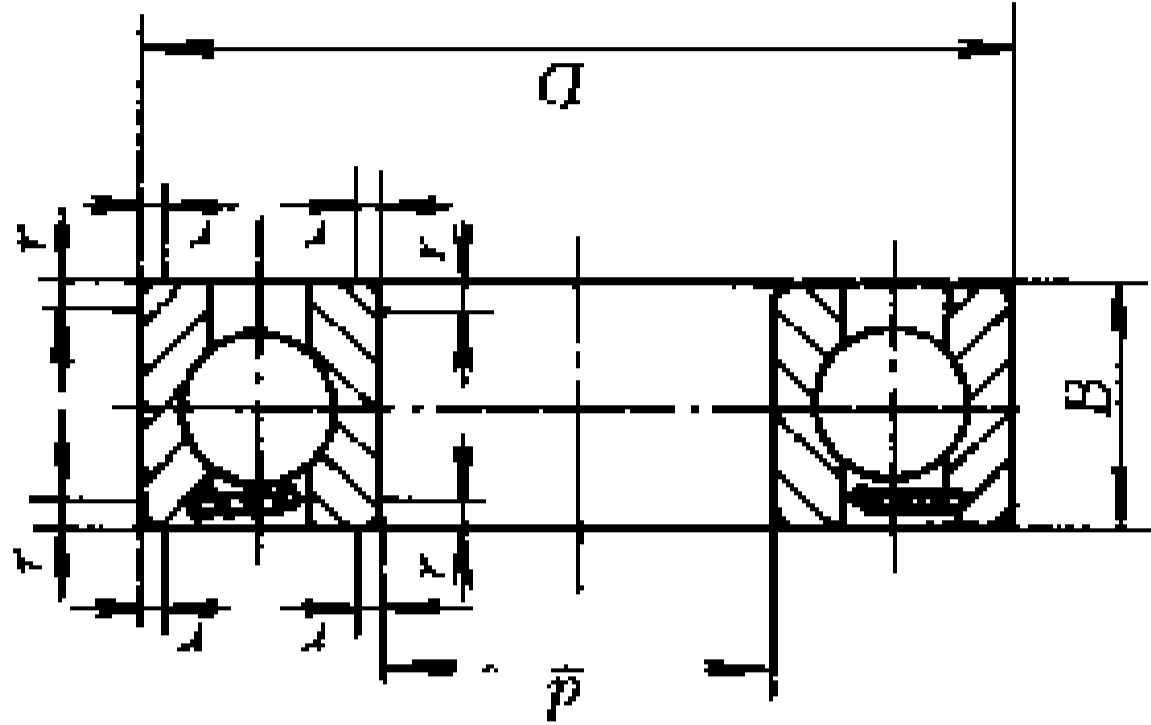
60000-2Z型

两面带防尘盖的
深沟球轴承

60000-Z型

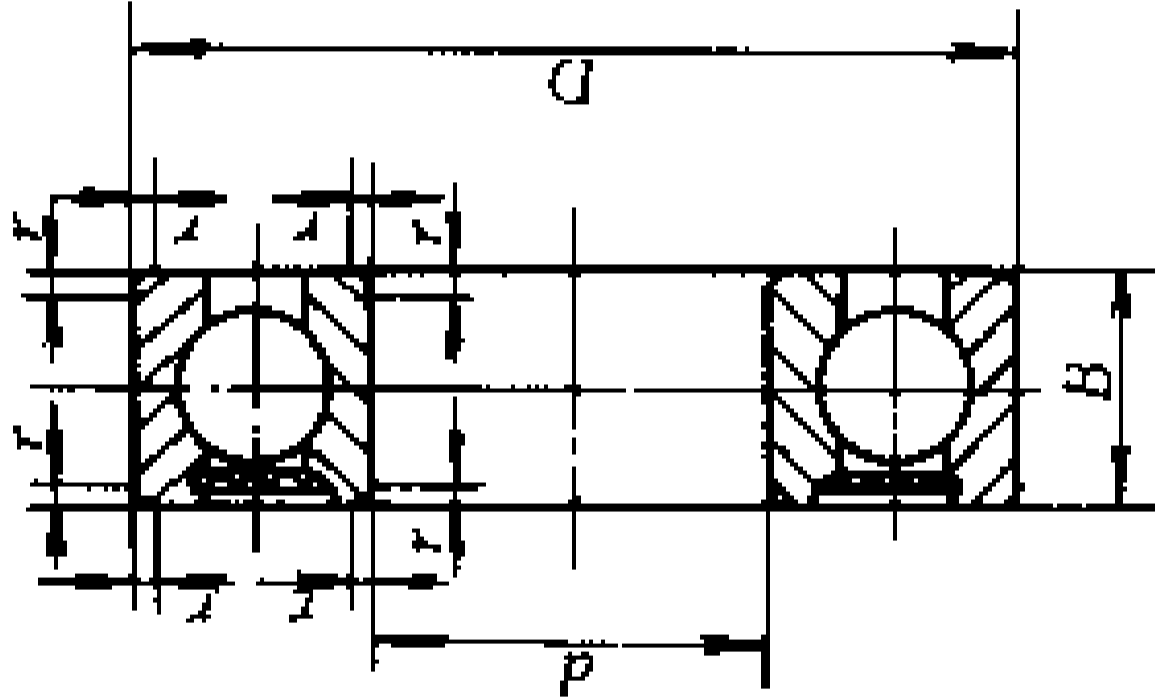
一面带防尘盖的
深沟球轴承

60000 - RZ 型



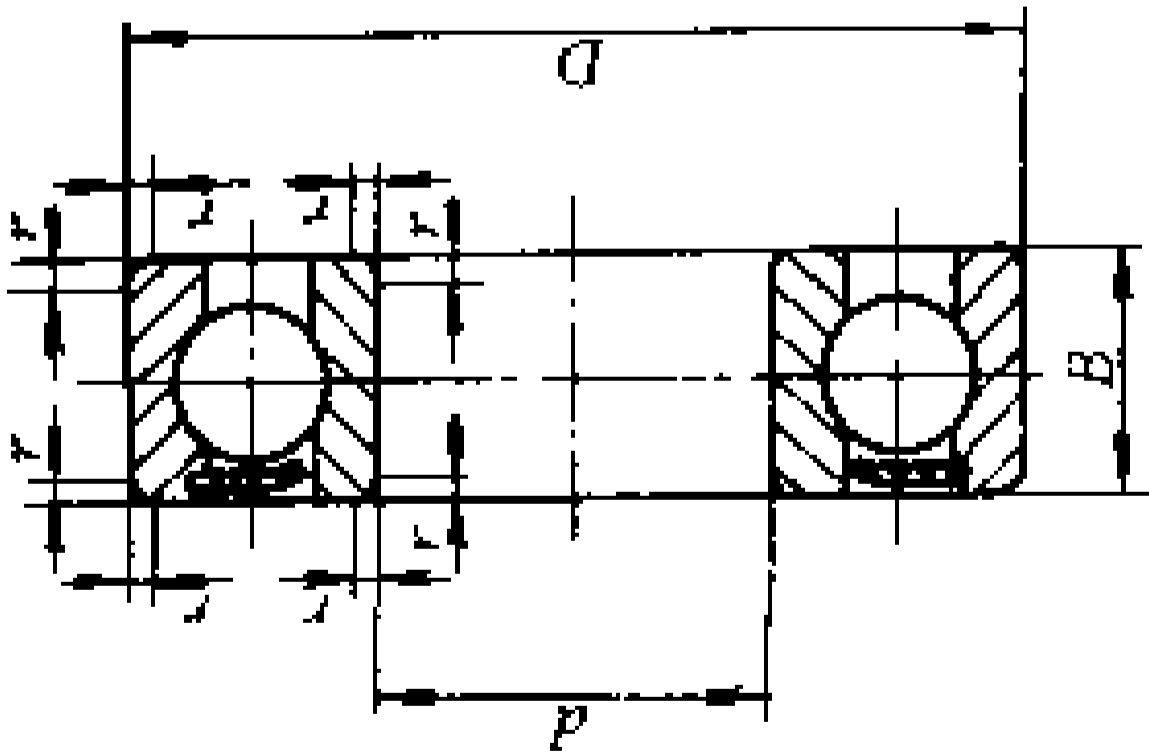
一面带密封圈(非接触式)的深沟球轴承

60000 - RS 型



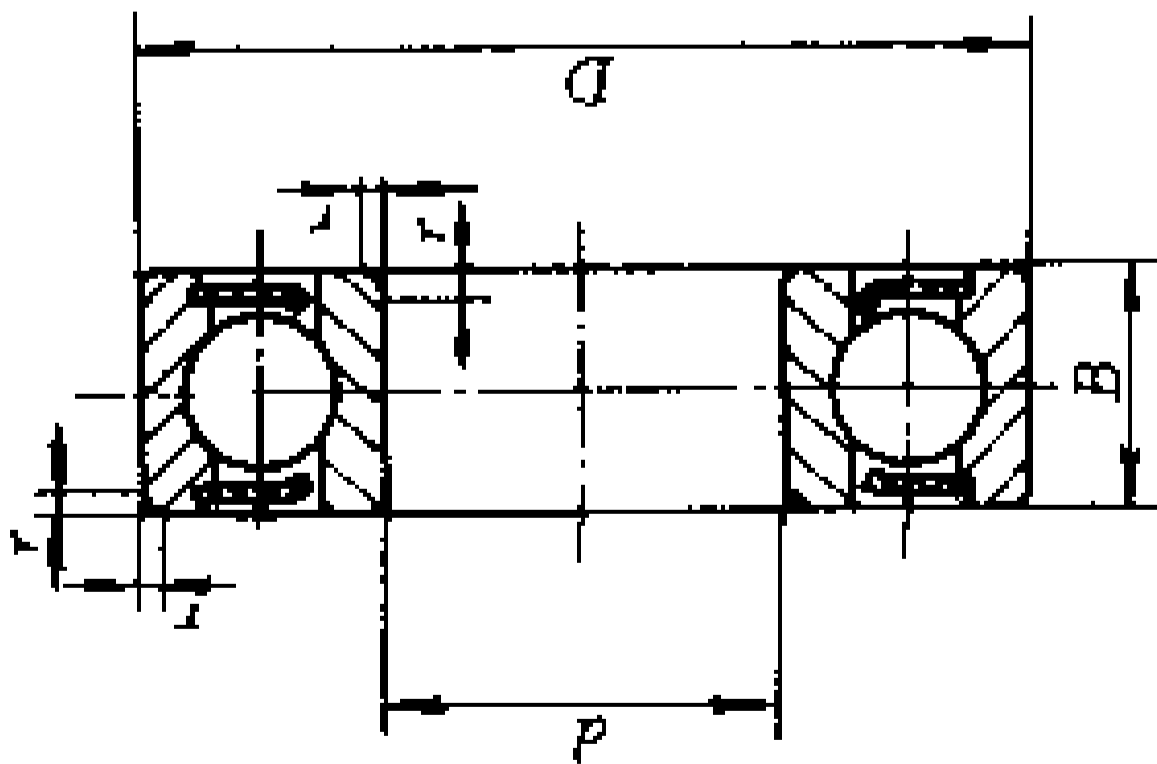
一面带密封圈(接触式)的深沟球轴承

60000 - LS 型



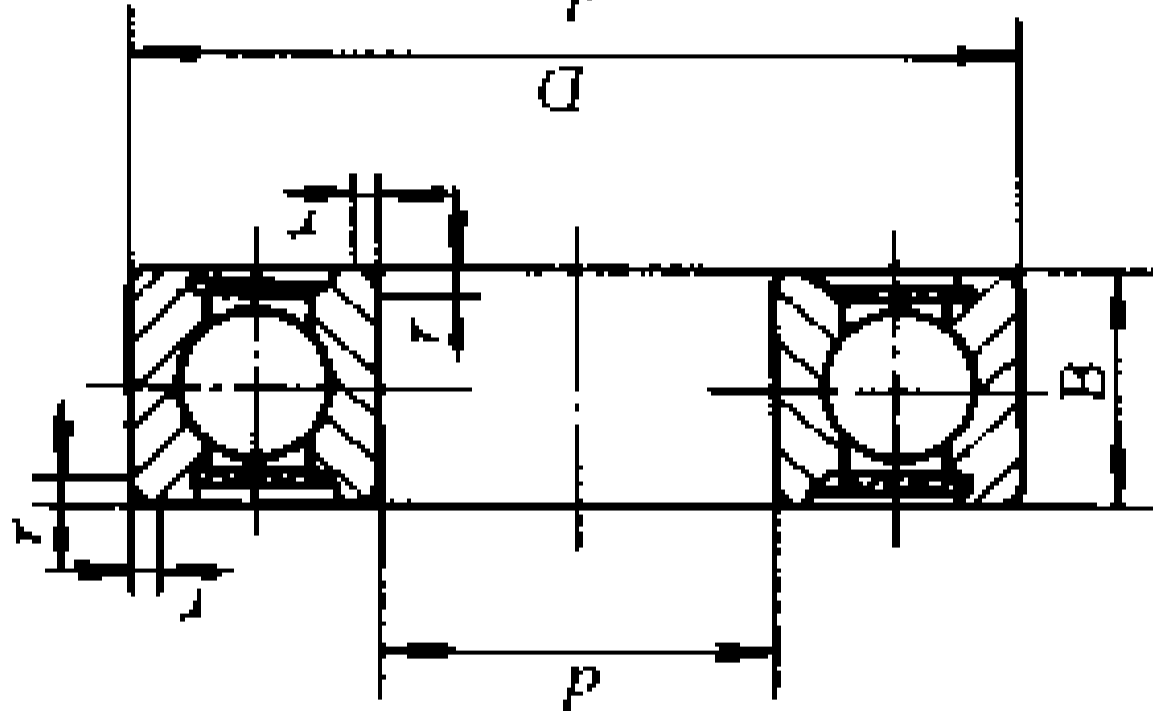
一面带密封圈(接触式)的深沟球轴承

60000-2LS 型



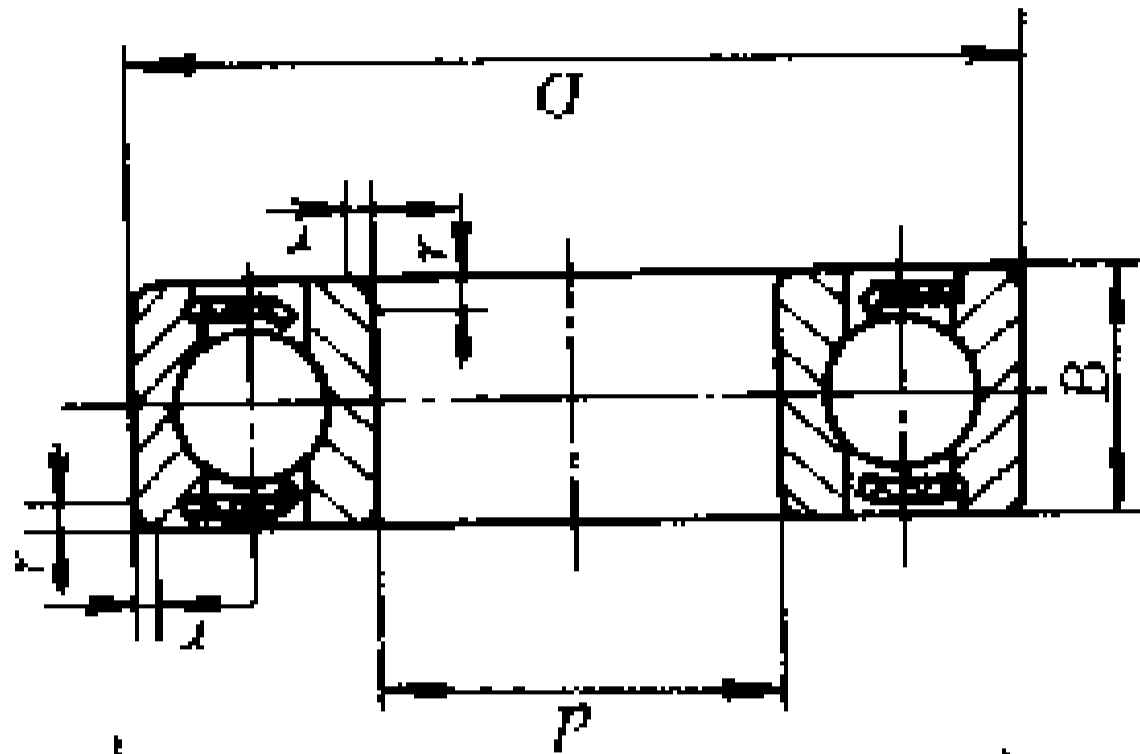
两面带密封圈(接触式)的深沟球轴承

60000-2RS 型



两面带密封圈(接触式)的深沟球轴承

60000-2RZ 型



两面带密封圈(非接触式)的深沟球轴承

(2) 外形尺寸

仅以 02 系列中几种型号为例, 作为查阅尺寸时参考, 其余系列可查 GB/T276—1994 或产品样本。

| | | 轴 承 | | |
|---------|-----------|-----------|------------|------------|
| 60000 型 | 60000 N 型 | 60000-Z 型 | 60000-2Z 型 | 60000-LS 型 |
| 6200 | 6200 N | 6200-Z | 6200-2Z | 6200-LS |
| 6201 | 6201 N | 6201-Z | 6201-2Z | 6201-LS |
| 6202 | 6202 N | 6202-Z | 6202-2Z | 6202-LS |
| 6203 | 6203 N | 6203-Z | 6203-2Z | 6203-LS |
| 6204 | 6204 N | 6204-Z | 6204-2Z | 6204-LS |
| 6205 | 6205 N | 6205-Z | 6205-2Z | 6205-LS |
| 6206 | 6206 N | 6206-Z | 6206-2Z | 6206-LS |
| 6207 | 6207 N | 6207-Z | 6207-2Z | 6207-LS |
| 6208 | 6208 N | 6208-Z | 6208-2Z | 6208-LS |
| 6209 | 6209 N | 6209-Z | 6209-2Z | 6209-LS |
| 6210 | 6210 N | 6210-Z | 6210-2Z | 6210-LS |
| 6211 | 6211 N | 6211-Z | 6211-2Z | 6211-LS |
| 6212 | 6212 N | 6212-Z | 6212-2Z | 6212-LS |
| 6213 | 6213 N | 6213-Z | 6213-2Z | 6213-LS |
| 6214 | 6214 N | 6214-Z | 6214-2Z | 6214-LS |
| 6215 | 6215 N | 6215-Z | 6215-2Z | 6215-LS |
| 6216 | 6216 N | 6216-Z | 6216-2Z | 6216-LS |
| 6217 | 6217 N | 6217-Z | 6217-2Z | 6217-LS |
| 6218 | 6218 N | 6218-Z | 6218-2Z | 6218-LS |
| 6219 | 6219 N | 6219-Z | 6219-2Z | 6219-LS |
| 6220 | 6220 N | 6220-Z | 6220-2Z | 6220-LS |

| 代 号 | | 外 形 尺 寸/mm | | | | |
|-------------|-------------|------------|-----|-----|-------------------|---------------------|
| 60000-2RS 型 | 60000-2LS 型 | d | D | B | r_{emin} | r'_{lsmin} |
| 6200-2RS | 6200-2LS | 10 | 30 | 9 | 0.6 | 0.5 |
| 6201-2RS | 6201-2LS | 12 | 32 | 10 | 0.6 | 0.5 |
| 6202-2RS | 6202-2LS | 15 | 35 | 11 | 0.6 | 0.5 |
| 6203-2RS | 6203-2LS | 17 | 40 | 12 | 0.6 | 0.5 |
| 6204-2RS | 6204-2LS | 20 | 47 | 14 | 1 | 0.5 |
| 6205-2RS | 6205-2LS | 25 | 52 | 15 | 1 | 0.5 |
| 6206-2RS | 6206-2LS | 30 | 62 | 16 | 1 | 0.5 |
| 6207-2RS | 6207-2LS | 35 | 72 | 17 | 1.1 | 0.5 |
| 6208-2RS | 6208-2LS | 40 | 80 | 18 | 1.1 | 0.5 |
| 6209-2RS | 6209-2LS | 45 | 85 | 19 | 1.1 | 0.5 |
| 6210-2RS | 6210-2LS | 50 | 90 | 20 | 1.1 | 0.5 |
| 6211-2RS | 6211-2LS | 55 | 100 | 21 | 1.5 | 0.5 |
| 6212-2RS | 6212-2LS | 60 | 110 | 22 | 1.5 | 0.5 |
| 6213-2RS | 6213-2LS | 65 | 120 | 23 | 1.5 | 0.5 |
| 6214-2RS | 6214-2LS | 70 | 125 | 24 | 1.5 | 0.5 |
| 6215-2RS | 6215-2LS | 75 | 130 | 25 | 1.5 | 0.5 |
| 6216-2RS | 6216-2LS | 80 | 140 | 26 | 2 | 0.5 |
| 6217-2RS | 6217-2LS | 85 | 150 | 28 | 2 | 0.5 |
| 6218-2RS | 6218-2LS | 90 | 160 | 30 | 2 | 0.5 |
| 6219-2RS | 6219-2LS | 95 | 170 | 32 | 2.1 | 0.5 |
| 6220-2RS | 6220-2LS | 100 | 180 | 34 | 2.1 | 0.5 |

(3) 新旧轴承代号对照

| 轴承名称 | 新 代 号 | 旧 代 号 |
|---------------------------------|----------|---------|
| 深沟球轴承 | 61700 | 1000700 |
| | 63700 | 3000700 |
| | 61800 | 1000800 |
| | 61900 | 1000900 |
| | 16000 | 7000100 |
| | 6000 | 100 |
| | 6200 | 200 |
| | 6300 | 300 |
| 外圈有止动槽的深沟球 轴承 | 6400 | 400 |
| | 61800 N | — |
| | 61900 N | — |
| | 6000 N | 50100 |
| | 6200 N | 50200 |
| | 6300 N | 50300 |
| 一面带防尘盖, 另一面 外圈有止动槽的深沟球 轴承 | 6400 N | 50400 |
| | 61800-ZN | — |
| | 61900-ZN | — |
| | 6200-ZN | 150200 |
| | 6300-ZN | 150300 |

(续)

| 轴承名称 | | 新代号 | 旧代号 |
|--------------|-------|----------|---------|
| 一面带防尘盖的深沟球轴承 | | 61900-Z | 1060900 |
| | | 6000-Z | 60100 |
| | | 6200-Z | 60200 |
| | | 6300-Z | 60300 |
| 两面带防尘盖的深沟球轴承 | | 61800-2Z | 1080800 |
| | | 61900-2Z | 1080900 |
| | | 6000-2Z | 80100 |
| | | 6200-2Z | 80200 |
| 一面带密封圈的深沟球轴承 | (接触式) | 61800-LS | — |
| | | 61900-LS | — |
| | | 6000-RS | 160100 |
| | | 6200-RS | 160200 |
| | | 6300-RS | 160300 |
| | | 6000-LS | 160100 |
| | | 6200-LS | 160200 |
| | | 6300-LS | 160300 |

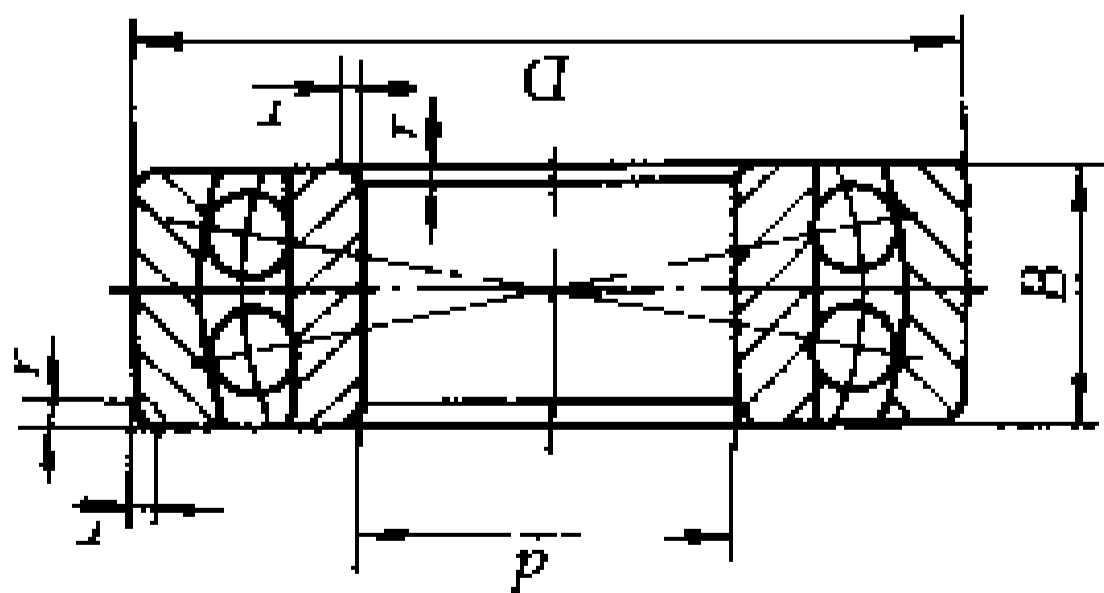
(续)

| 轴承名称 | | 新 代 号 | 旧 代 号 |
|--------------|--------|-----------|---------|
| 一面带密封圈的深沟球轴承 | (非接触式) | 61800-RZ | — |
| | | 61900-RZ | — |
| | | 6000-RZ | 160100K |
| | | 6200-RZ | 160200K |
| | | 6300-RZ | 160300K |
| 两面带密封圈的深沟球轴承 | (接触式) | 61800-2LS | — |
| | | 61900-2LS | — |
| | | 6000-2RS | 180100 |
| | | 6200-2RS | 180200 |
| | | 6300-2RS | 180300 |
| | (非接触式) | 6000-2RZ | 180100K |
| | | 6200-2RZ | 180200K |
| | | 6300-2RZ | 180300K |
| | | 61800-2RZ | — |
| | | 61900-2RZ | — |
| | | 6000-2RS | 180100 |

2 调心球轴承(GB/T281-1994)

(1) 轴承型号

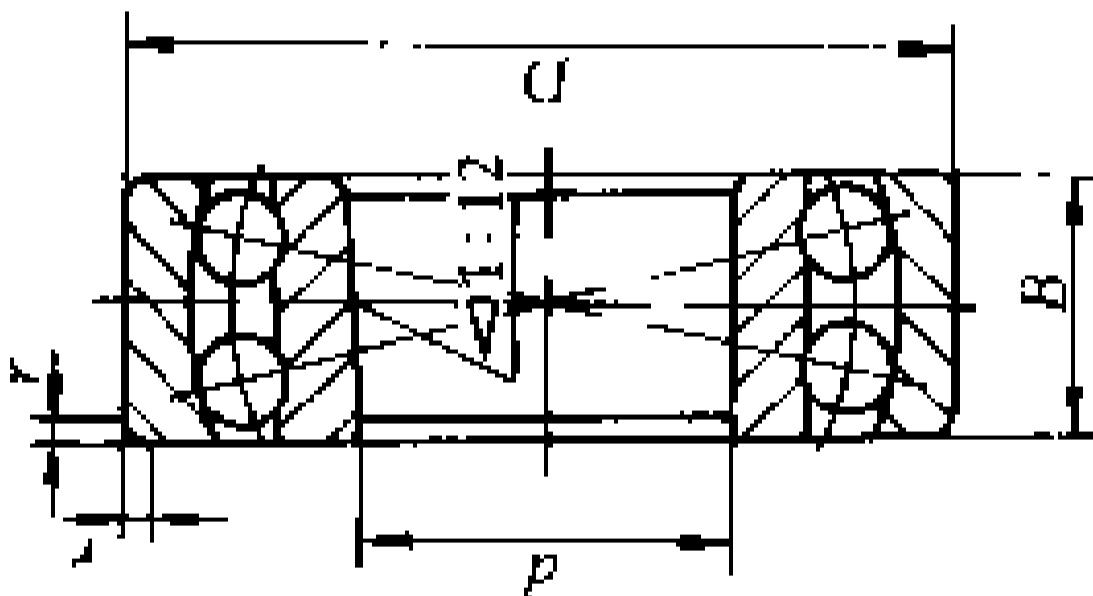
10000 型



圆柱孔调心

球轴承

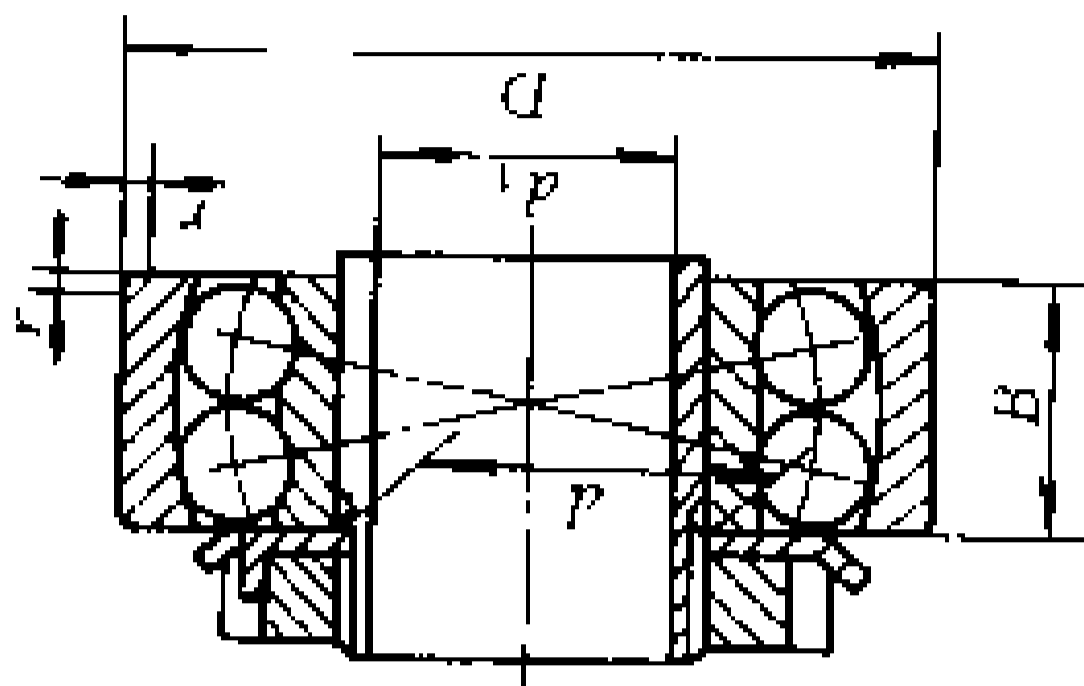
10000K 型



圆柱孔调心

球轴承

10000K + H0000 型



带紧定套的

调心球轴承

(2) 外形尺寸

仅列出 02 系列, 其余可查 GB/T 281-1994 或产品样本。

| 10000 型 | 轴承代号 | | 外形尺寸/mm | | | | | |
|---------|-----------|-----------------|---------|-------|-----|-----|------------------|--|
| | 10000 K 型 | 10000 K+H0000 型 | d | d_1 | D | B | r_{min} | |
| 1200 | 1200 K | — | 10 | — | 30 | 9 | 0.6 | |
| 1201 | 1201 K | — | 12 | — | 32 | 10 | 0.6 | |
| 1202 | 1202 K | — | 15 | — | 35 | 11 | 0.6 | |
| 1203 | 1203 K | — | 17 | — | 40 | 12 | 0.6 | |
| 1204 | 1204 K | 1204 K+H204 | 20 | 17 | 47 | 14 | 1 | |
| 1205 | 1205 K | 1205 K+H205 | 25 | 20 | 52 | 15 | 1 | |
| 1206 | 1206 K | 1206 K+H206 | 30 | 25 | 62 | 16 | 1 | |
| 1207 | 1207 K | 1207 K+H207 | 35 | 30 | 72 | 17 | 1.1 | |
| 1208 | 1208 K | 1208 K+H208 | 40 | 35 | 80 | 18 | 1.1 | |
| 1209 | 1209 K | 1209 K+H209 | 45 | 40 | 85 | 19 | 1.1 | |

(续)

| 轴 承 代 号 | | 外 形 尺 寸/mm | | | | | |
|---------|-----------|-----------------|-----|----------------|-----|----|---------------------|
| 10000 型 | 10000 K 型 | 10000 K+H0000 型 | d | d ₁ | D | B | r _{sm} /mm |
| 1210 | 1210 K | 1210 K+H210 | 50 | 45 | 90 | 20 | 1.1 |
| 1211 | 1211 K | 1211 K+H211 | 55 | 50 | 100 | 21 | 1.5 |
| 1212 | 1212 K | 1212 K+H212 | 60 | 55 | 110 | 22 | 1.5 |
| 1213 | 1213 K | 1213 K+H213 | 65 | 60 | 120 | 23 | 1.5 |
| 1214 | 1214 K | -- | 70 | | 125 | 24 | 1.5 |
| 1215 | 1215 K | 1215 K+H215 | 75 | 65 | 130 | 25 | 1.5 |
| 1216 | 1216 K | 1216 K+H216 | 80 | 70 | 140 | 26 | 2 |
| 1217 | 1217 K | 1217 K+H217 | 85 | 75 | 150 | 28 | 2 |
| 1218 | 1218 K | 1218 K+H218 | 90 | 80 | 150 | 30 | 2 |
| 1219 | 1219 K | 1219 K+H219 | 95 | 85 | 170 | 32 | 2.1 |
| 1220 | 1220 K | 1220 K+H220 | 100 | 90 | 180 | 34 | 2.1 |

(3) 新旧轴承代号对照

| 轴承名称 | 新代号 | 旧代号 |
|------------|--------------|--------|
| 圆柱孔调心球轴承 | 1200 | 1200 |
| | 1300 | 1300 |
| | 2200 | 1500 |
| | 2300 | 1600 |
| 圆锥孔调心球轴承 | 1200 K | 111200 |
| | 1300 K | 111300 |
| | 2200 K | 111500 |
| | 2300 K | 111600 |
| 带紧定套的调心球轴承 | 1200 K-H200 | 11200 |
| | 1300 K-H300 | 11300 |
| | 2200 K+H300 | 11500 |
| | 2300 K+H2300 | 11600 |

3 双列圆柱滚子轴承 (GB/T285—1994)

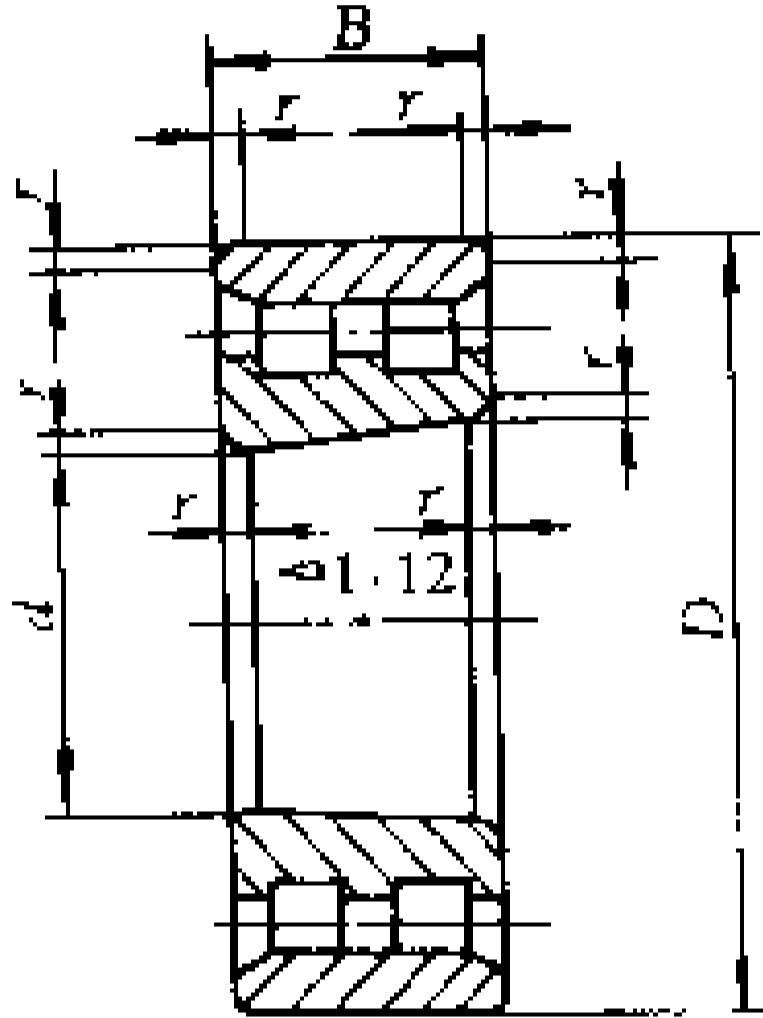
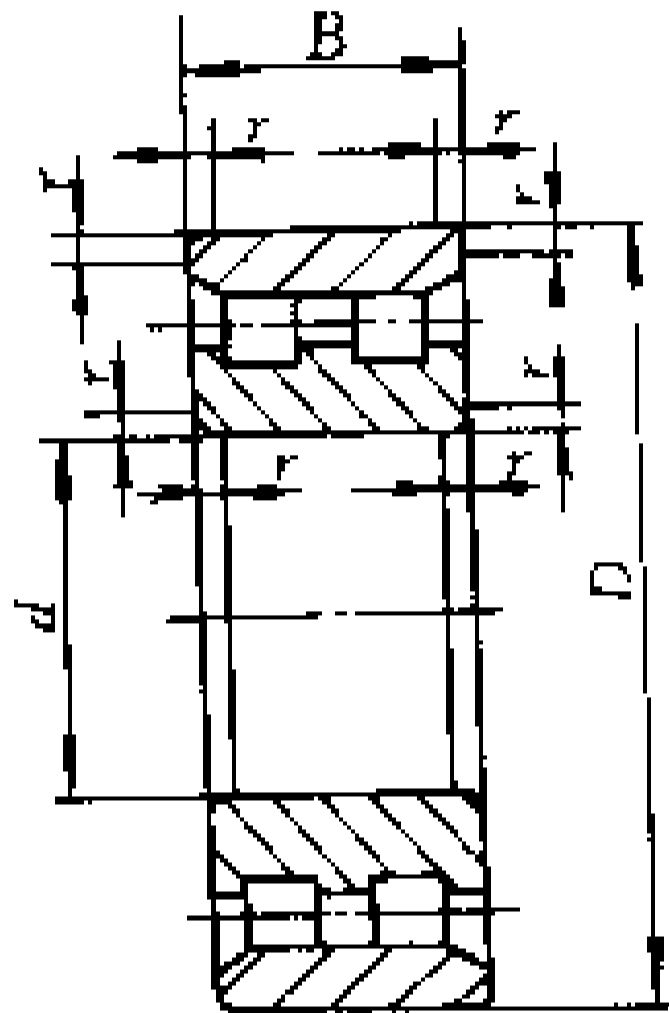
(1) 轴承型号

圆柱孔式

圆锥孔式

NN 型

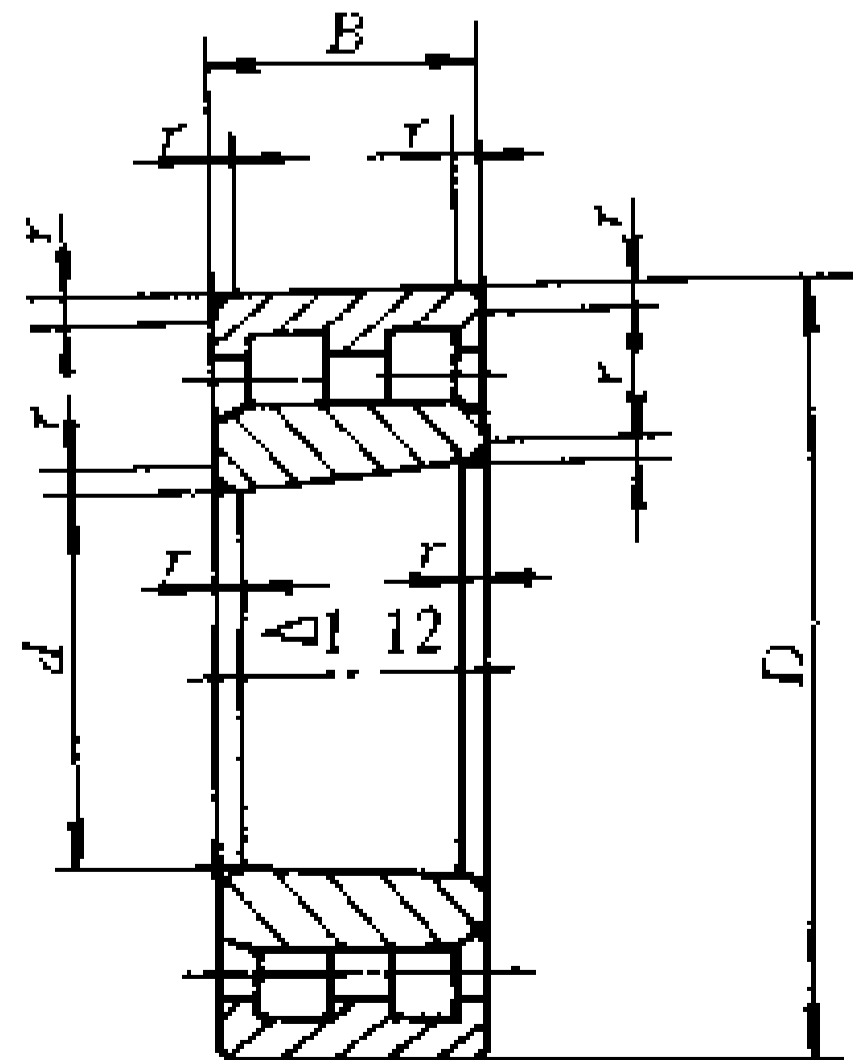
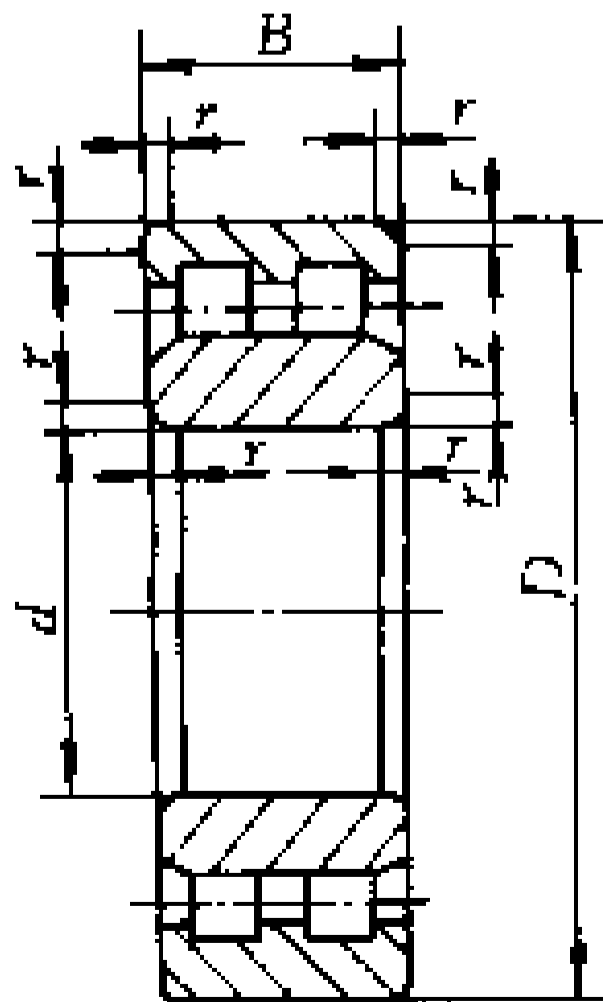
NN...K 型



内圈无档边型

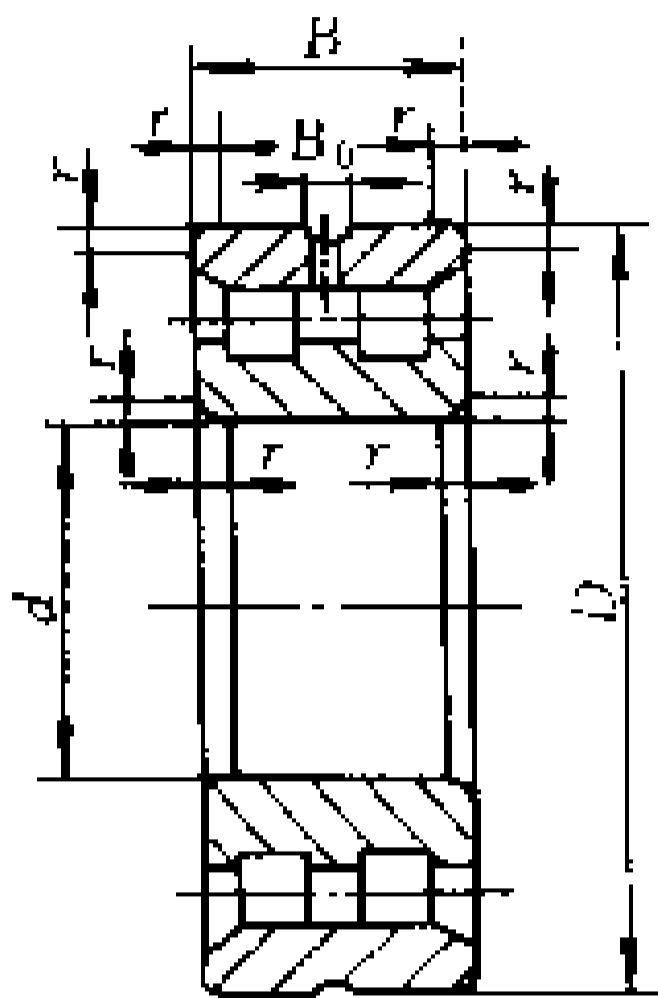
NNU 型

NNU...K 型

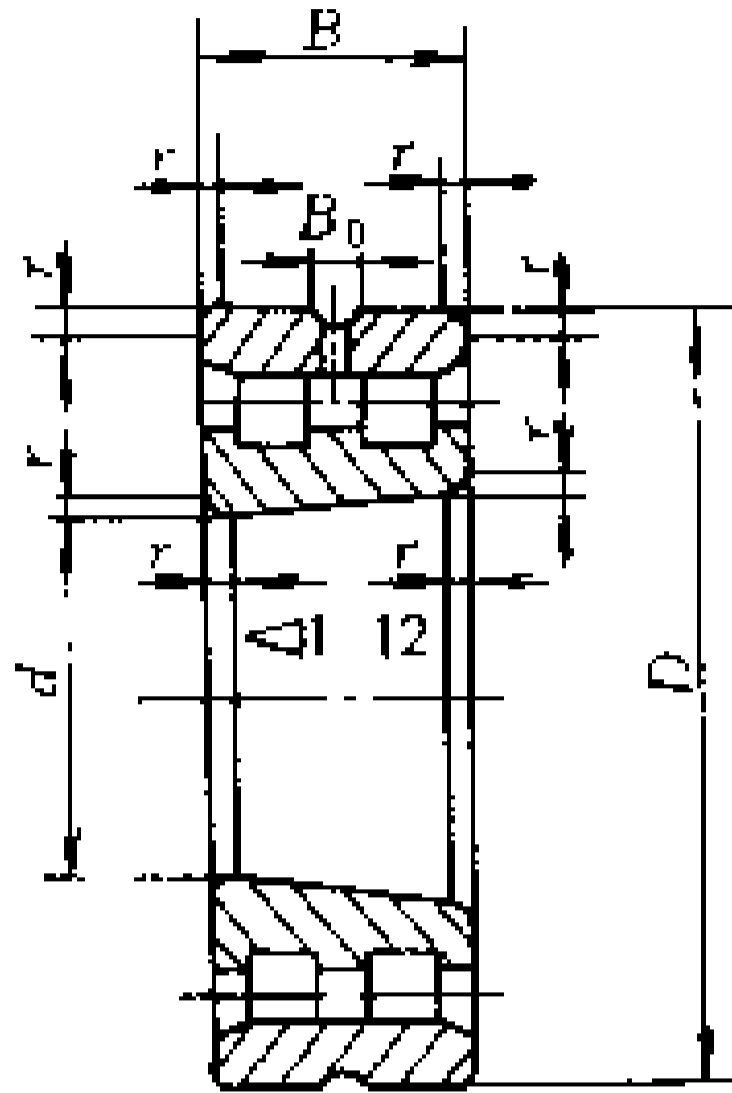


a)

NN.../W33 型

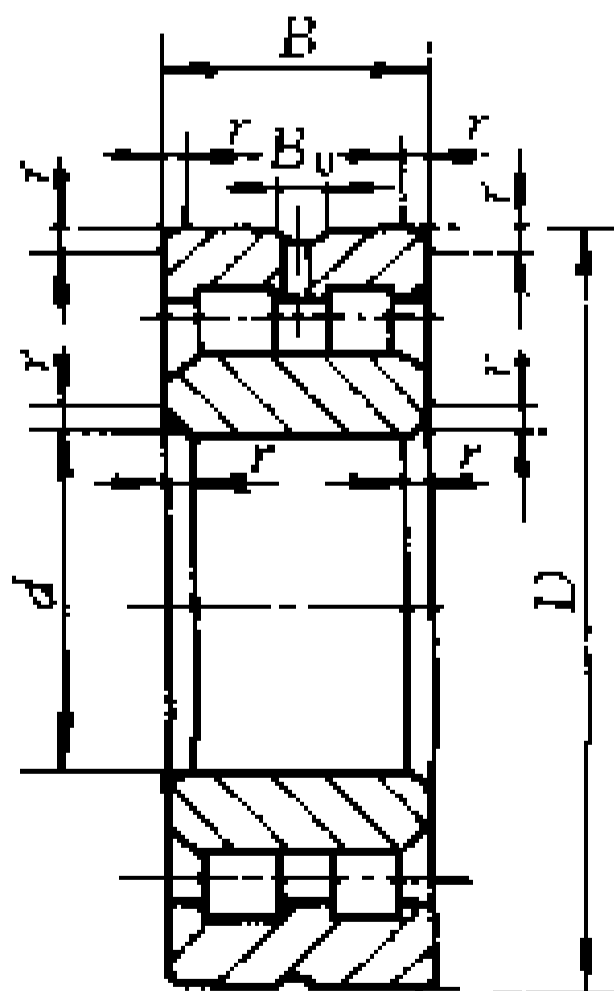


NN...K/W33 型

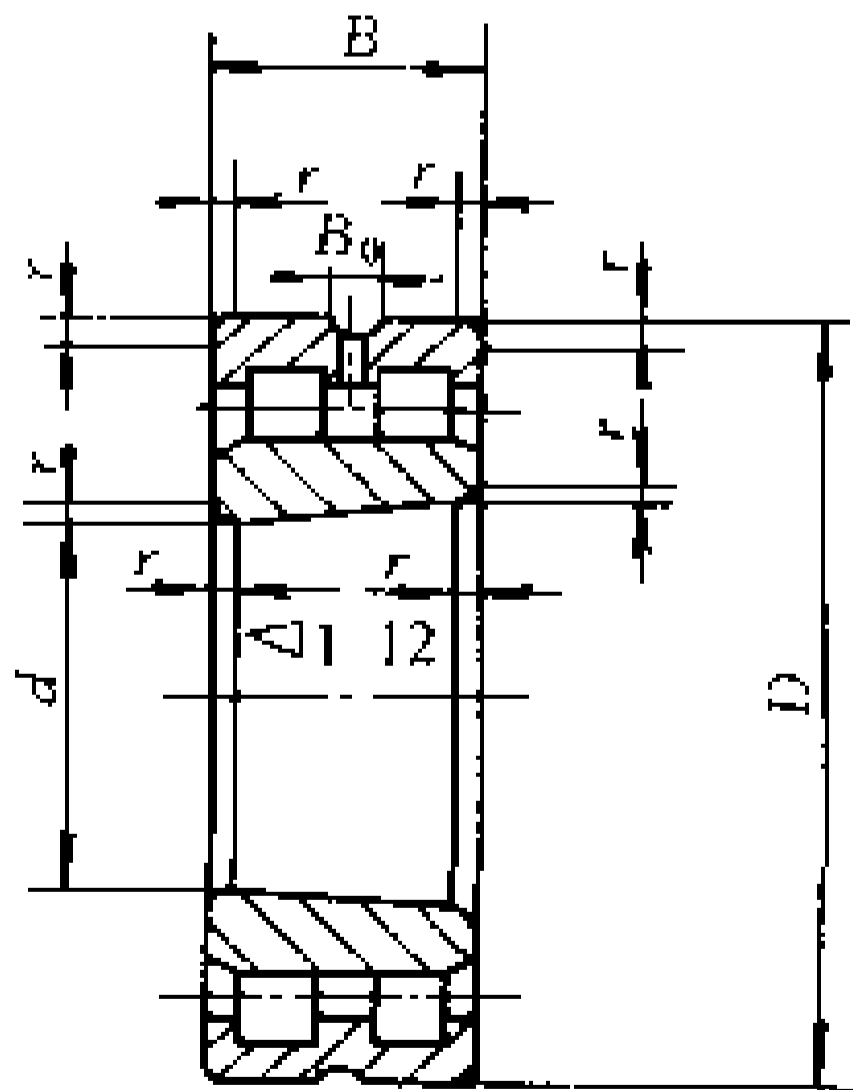


内圈无挡边型

NNU.../W33 型



NNU...K/W33 型



b)

(2) 外形尺寸

仅以 30 系列为例，其余可查 GB/T285--1994 或产品样本。

| NN 型 | 轴 承 代 号 | | | | 外 形 尺 寸/mm | | | | |
|---------|-----------|-------------|---------------|----------|------------|----------|-------------------------|----------------------|--|
| | NN...K 型 | NN.../W33 型 | NN...K/W33 型 | <i>d</i> | <i>D</i> | <i>B</i> | <i>r_{9min}</i> | <i>B₀</i> | |
| NN 3005 | NN 3005 K | NN 3005/W33 | NN 3005K/W33 | 25 | 47 | 16 | 0.6 | 4.5 | |
| NN 3007 | NN 3007 K | NN 3007/W33 | NN 3007K/W33 | 35 | 62 | 20 | 1 | 4.5 | |
| NN 3009 | NN 3009 K | NN 3009/W33 | NN 3009 K/W33 | 45 | 75 | 23 | 1 | 4.5 | |
| NN 3010 | NN 3010 K | NN 3010/W33 | NN 3010 K/W33 | 50 | 80 | 23 | 1 | 4.5 | |
| NN 3012 | NN 3012 K | NN 3012/W33 | NN 3012 K/W33 | 60 | 95 | 26 | 1.1 | 4.5 | |
| NN 3014 | NN 3014 K | NN 3014/W33 | NN 3014 K/W33 | 70 | 110 | 30 | 1.1 | 6.5 | |
| NN 3015 | NN 3015 K | NN 3015/W33 | NN 3015 K/W33 | 75 | 115 | 30 | 1.1 | 6.5 | |
| NN 3017 | NN 3017 K | NN 3017/W33 | NN 3017 K/W33 | 85 | 130 | 34 | 1.1 | 6.5 | |
| NN 3019 | NN 3019 K | NN 3019/W33 | NN 3019 K/W33 | 95 | 145 | 37 | 1.5 | 6.5 | |
| NN 3020 | NN 3020 K | NN 3020/W33 | NN 3020 K/W33 | 100 | 150 | 37 | 1.5 | 6.5 | |
| NN 3022 | NN 3022 K | NN 3022/W33 | NN 3022 K/W33 | 110 | 170 | 45 | 2 | 6.5 | |
| NN 3026 | NN 3026 K | NN 3026/W33 | NN 3026 K/W33 | 130 | 200 | 52 | 2 | 9.6 | |
| NN 3028 | NN 3028 K | NN 3028/W33 | NN 3028 K/W33 | 140 | 210 | 53 | 2 | 9.6 | |

(续)

| NN型 | | 轴 承 代 号 | | | 外 形 尺 寸/mm | | | |
|-----------|-------------|---------------|-----------------|-------------|------------|-----|-----|-------------------|
| | | NN...K型 | NN.../W33型 | NN...K/W33型 | d | D | B | r _{3min} |
| NN 3032 | NN 3032 K | NN 3032/W33 | NN 3032 K/W33 | 160 | 240 | 60 | 2.1 | 9.6 |
| NN 3036 | NN 3036 K | NN 3036/W33 | NN 3036 K/W33 | 180 | 280 | 74 | 2.1 | 12.2 |
| NN 3038 | NN 3038 K | NN 3038/W33 | NN 3038 K/W33 | 190 | 290 | 75 | 2.1 | 12.2 |
| NN 3044 | NN 3044 K | NN 3044/W33 | NN 3044 K/W33 | 220 | 340 | 90 | 3 | 15 |
| NN 3052 | NN 3052 K | NN 3052/W33 | NN 3052 K/W33 | 260 | 400 | 104 | 4 | 15 |
| NN 3056 | NN 3056 K | NN 3056/W33 | NN 3056 K/W33 | 280 | 420 | 106 | 4 | 15 |
| NN 3060 | NN 3060 K | NN 3060/W33 | NN 3060 K/W33 | 300 | 460 | 118 | 4 | 17.7 |
| NN 3068 | NN 3068 K | NN 3068/W33 | NN 3068 K/W33 | 340 | 520 | 133 | 5 | 17.7 |
| NN 3076 | NN 3076 K | NN 3076/W33 | NN 3076 K/W33 | 380 | 560 | 135 | 5 | 17.7 |
| NN 3084 | NN 3084 K | NN 3084/W33 | NN 3084 K/W33 | 420 | 620 | 150 | 5 | 20.5 |
| NN 3092 | NN 3092 K | NN 3092/W33 | NN 3092 K/W33 | 460 | 680 | 163 | 6 | 20.5 |
| NN 3096 | NN 3096 K | NN 3096/W33 | NN 3096 K/W33 | 480 | 700 | 165 | 6 | 20.5 |
| NN 30/530 | NN 30/530 K | NN 30/530/W33 | NN 30/530 K/W33 | 530 | 780 | 185 | 6 | — |
| NN 30/600 | NN 30/600 K | NN 30/600/W33 | NN 30/600 K/W33 | 600 | 870 | 200 | 6 | — |
| NN 30/630 | NN 30/630 K | NN 30/630/W33 | NN 30/630 K/W33 | 630 | 920 | 212 | 7.5 | — |

① B₀ 为参考尺寸。

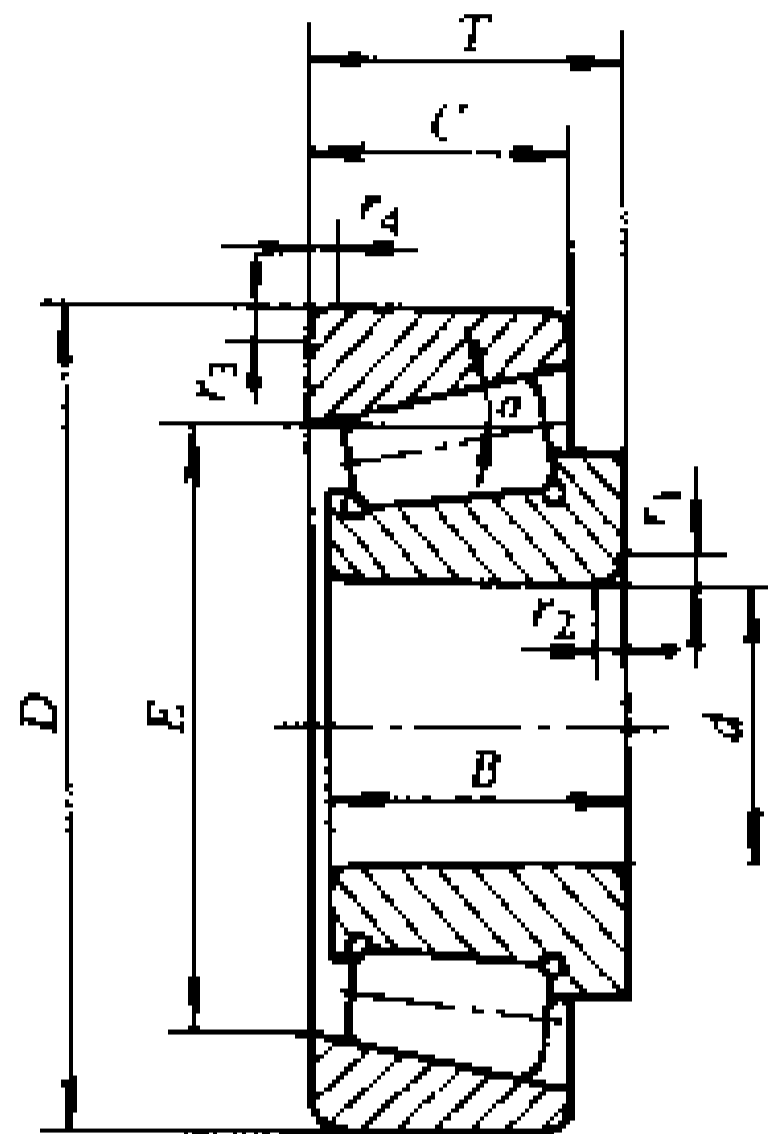
(3) 新旧轴承代号对照

| 轴承名称 | 新 代 号 | 旧 代 号 |
|-------------------|----------------|-----------|
| 双列圆柱滚子轴承 | NN 3000 | 3282100 |
| | NN 3000 K | 3182100 |
| | NN 4900 | 4282900 |
| | NN 4900 K | 4182900 |
| 内圈无挡边双列 圆柱滚子轴承 | NNU 4900 | 4482900 |
| | NNU 4900 K | 4382900 |
| 双列圆柱滚子轴承 | NN 3000/W33 | |
| | NN 3000 K/W33 | 3282100 K |
| | NN 4900/W33 | 3182100 K |
| 内圈无挡边双列 圆柱滚子轴承 | NN 4900 K/W33 | |
| | NNU 4900/W33 | |
| 内圈无挡边双列 圆柱滚子轴承 | NNU 4900 K/W33 | |
| | NNU 4900/W33 | |

4 圆锥滚子轴承(GB/T297-1994)

(1) 轴承型号

30000型



(2) 外形尺寸

仅列出 02 系列为例, 其余可查 GB/T297-1994 或产品样本。

| 轴承 代号 | 外形尺寸/mm | | | | | | | | |
|----------|---------|-----|-------|-----|--|-----|--|---------------------|--------|
| | d | D | T | B | $r_{1\text{min}}$ $r_{2\text{min}}$ | C | $r_{3\text{min}}$ $r_{4\text{min}}$ | α | E |
| 30202 | 15 | 35 | 11.75 | 11 | 0.6 | 10 | 0.6 | — | — |
| 30203 | 17 | 40 | 13.25 | 12 | 1 | 11 | 1 | $12^{\circ}57'10''$ | 31.408 |
| 30204 | 20 | 47 | 15.25 | 14 | 1 | 12 | 1 | $12^{\circ}57'10''$ | 37.304 |
| 30205 | 25 | 52 | 16.25 | 15 | 1 | 13 | 1 | $14^{\circ}02'10''$ | 41.135 |

(续)

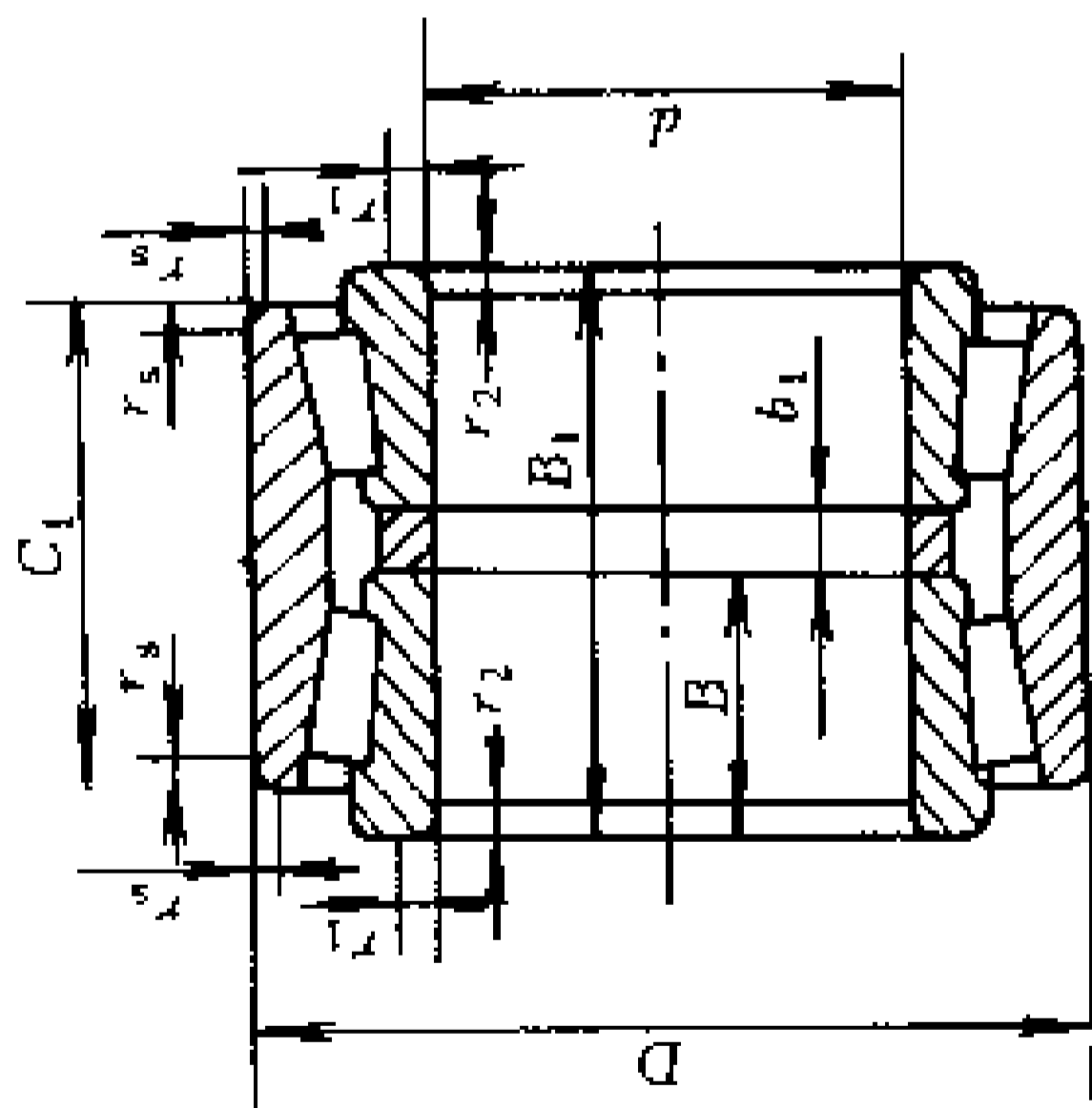
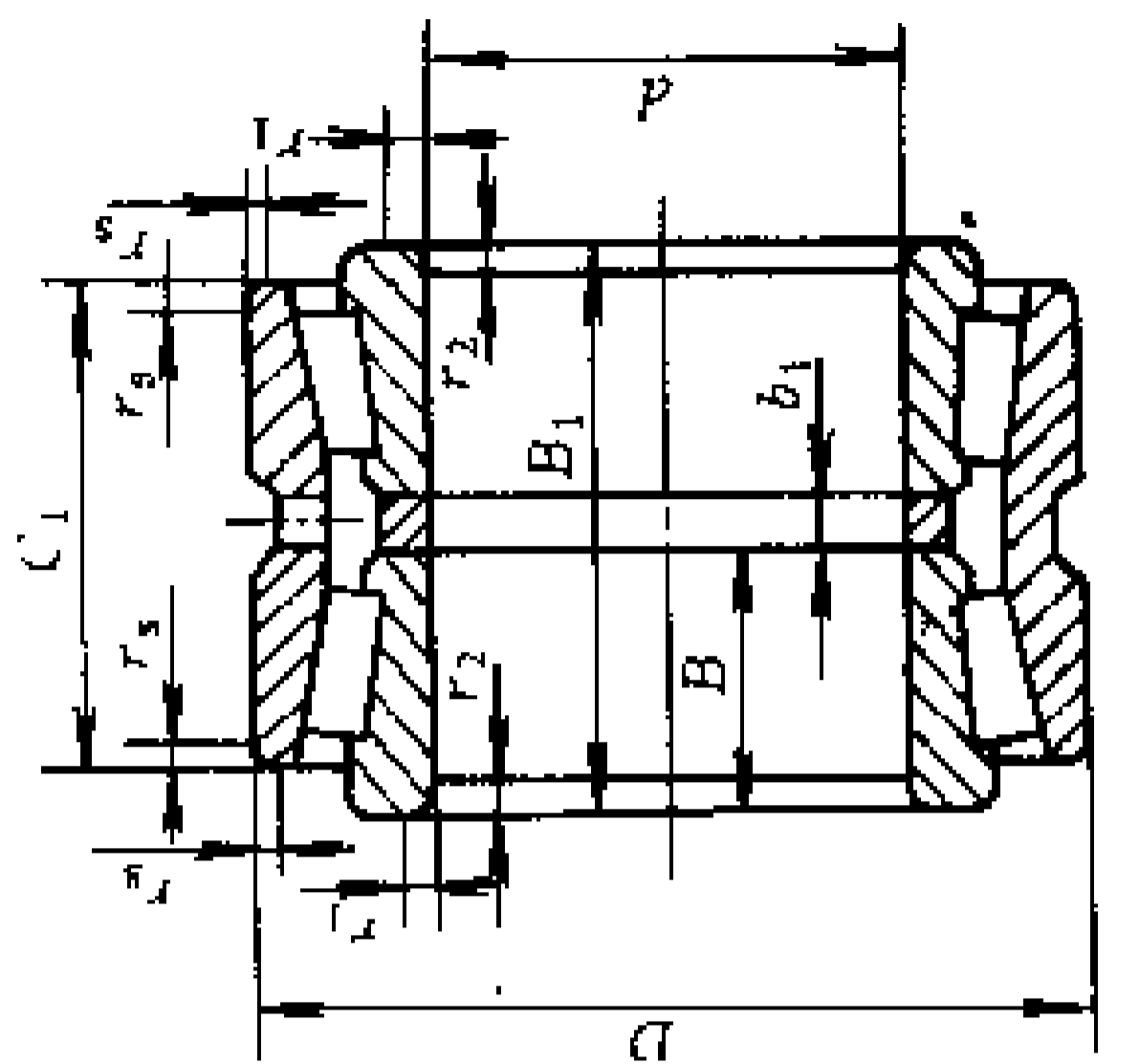
| 轴承 代号 | 外形尺寸/mm | | | | | | | | |
|----------|---------|-----|-------|-----|--|-----|--|-----------|---------|
| | d | D | T | B | $r_{1\text{min}}$ $r_{2\text{min}}$ | C | $r_{3\text{min}}$ $r_{4\text{min}}$ | α | E |
| 30206 | 30 | 62 | 17.25 | 16 | 1 | 14 | 1 | 14°02'10" | 49.990 |
| 302/32 | 32 | 65 | 18.25 | 17 | 1 | 15 | 1 | 14° | 52.500 |
| 30207 | 35 | 72 | 18.25 | 17 | 1.5 | 15 | 1.5 | 14°02'10" | 58.844 |
| 30208 | 40 | 80 | 19.75 | 18 | 1.5 | 16 | 1.5 | 14°02'10" | 65.730 |
| 30209 | 45 | 85 | 20.75 | 19 | 1.5 | 16 | 1.5 | 15°06'34" | 70.440 |
| 30210 | 50 | 90 | 21.75 | 20 | 1.5 | 17 | 1.5 | 15°38'32" | 75.078 |
| 30211 | 55 | 100 | 22.75 | 21 | 2 | 18 | 1.5 | 15°06'34" | 84.197 |
| 30212 | 60 | 110 | 23.75 | 22 | 2 | 19 | 1.5 | 15°06'34" | 91.876 |
| 30213 | 65 | 120 | 24.75 | 23 | 2 | 20 | 1.5 | 15°06'34" | 101.934 |
| 30214 | 70 | 125 | 26.25 | 24 | 2 | 21 | 1.5 | 15°38'32" | 106.748 |
| 30215 | 75 | 130 | 27.25 | 25 | 2 | 22 | 1.5 | 16°10'20" | 110.408 |
| 30216 | 80 | 140 | 28.25 | 26 | 2.5 | 22 | 2 | 15°38'32" | 119.169 |
| 30217 | 85 | 150 | 30.5 | 28 | 2.5 | 24 | 2 | 15°38'32" | 126.685 |
| 30218 | 90 | 160 | 32.5 | 30 | 2.5 | 26 | 2 | 15°38'32" | 134.901 |
| 30219 | 95 | 170 | 34.5 | 32 | 3 | 27 | 2.5 | 15°38'32" | 143.385 |
| 30220 | 100 | 180 | 37 | 34 | 3 | 29 | 2.5 | 15°38'32" | 151.310 |
| 30221 | 105 | 190 | 39 | 36 | 3 | 30 | 2.5 | 15°38'32" | 159.795 |
| 30222 | 110 | 200 | 41 | 38 | 3 | 32 | 2.5 | 15°38'32" | 168.548 |
| 30224 | 120 | 215 | 43.5 | 40 | 3 | 34 | 2.5 | 16°10'20" | 181.257 |
| 30226 | 130 | 230 | 43.75 | 40 | 4 | 34 | 3 | 16°10'20" | 196.420 |
| 30228 | 140 | 250 | 45.75 | 42 | 4 | 36 | 3 | 16°10'20" | 212.270 |
| 30230 | 150 | 270 | 49 | 45 | 4 | 38 | 3 | 16°10'20" | 227.408 |

(3) 新旧轴承代号对照表

| 轴承名称 | 新代号 | 旧代号 |
|--------|-------|-----------|
| 圆锥滚子轴承 | 30200 | 7200 E |
| | 30300 | 7300 E |
| | 31300 | 27300 E |
| | 32000 | 2007100 E |
| | 32200 | 7500 E |
| | 32300 | 7600 E |
| | 32900 | 2007900 E |
| | 33000 | 3007100 |
| | 33100 | 3007700 |
| | 33200 | 3007200 |

5 双列圆锥滚子轴承(GB/T299—1995)

(1) 符号



(2) 外形尺寸

共有 29、19、20、10、21、11、22、13 八个系列本手册只选其中常用的 20 系列，其余见(GB/T299-95)。

20 系列 (mm)

| 轴承代号 | d | D | B_1 | C_1 | B | r_{1min} | r_{3min} |
|--------|-----|-----|-------|-------|-----|------------|------------------|
| | | | | | | r_{2min} | |
| 352004 | 20 | 42 | 34 | 28 | 15 | 0.6 | 0.3 ^① |
| 352005 | 25 | 47 | 34 | 27 | 15 | 0.6 | 0.3 ^① |
| 352006 | 30 | 55 | 39 | 31 | 17 | 1 | 0.3 |
| 352007 | 35 | 62 | 41 | 33 | 18 | 1 | 0.3 |
| 352008 | 40 | 68 | 44 | 35 | 19 | 1 | 0.3 |
| 352009 | 45 | 75 | 46 | 37 | 20 | 1 | 0.3 |
| 352010 | 50 | 80 | 46 | 37 | 20 | 1 | 0.3 |
| 352011 | 55 | 90 | 52 | 41 | 23 | 1.5 | 0.6 |
| 352012 | 60 | 95 | 52 | 41 | 23 | 1.5 | 0.6 |
| 352013 | 65 | 100 | 52 | 41 | 23 | 1.5 | 0.6 |
| 352014 | 70 | 110 | 57 | 45 | 25 | 1.5 | 0.6 |
| 352015 | 75 | 115 | 58 | 46 | 25 | 1.5 | 0.6 |
| 352016 | 80 | 125 | 66 | 52 | 29 | 1.5 | 0.6 |
| 352017 | 85 | 130 | 67 | 53 | 29 | 1.5 | 0.6 |
| 352018 | 90 | 140 | 73 | 57 | 32 | 2 | 0.6 |

(续)

| 轴承代号 | d | D | B_1 | C_1 | B | r_{1min} | r_{2min} |
|--------|-----|-----|-------|-------|-----|------------|------------|
| | | | | | | r_{1min} | r_{2min} |
| 352019 | 95 | 145 | 73 | 57 | 32 | 2 | 0.6 |
| 352020 | 100 | 150 | 73 | 57 | 32 | 2 | 0.6 |
| 352021 | 105 | 160 | 80 | 62 | 35 | 2.5 | 0.6 |
| 352022 | 110 | 170 | 86 | 68 | 38 | 2.5 | 0.6 |
| 352024 | 120 | 180 | 88 | 70 | 38 | 2.5 | 0.6 |
| 352026 | 130 | 200 | 102 | 80 | 45 | 2.5 | 0.6 |
| 352028 | 140 | 210 | 104 | 82 | 45 | 2.5 | 0.6 |
| 352030 | 150 | 225 | 110 | 86 | 48 | 3 | 1 |
| 352032 | 160 | 240 | 116 | 90 | 51 | 3 | 1 |
| 352034 | 170 | 260 | 128 | 100 | 57 | 3 | 1 |
| 352036 | 180 | 280 | 142 | 110 | 64 | 3 | 1 |
| 352038 | 190 | 290 | 142 | 110 | 64 | 3 | 1 |
| 352040 | 200 | 310 | 154 | 120 | 70 | 3 | 1 |
| 352044 | 220 | 340 | 166 | 128 | 76 | 4 | 1 |
| 352048 | 240 | 360 | 166 | 128 | 76 | 4 | 1 |
| 352052 | 260 | 400 | 190 | 146 | 87 | 5 | 1.1 |
| 352056 | 280 | 420 | 190 | 146 | 87 | 5 | 1.1 |
| 352060 | 300 | 460 | 220 | 168 | 100 | 5 | 1.1 |
| 352064 | 320 | 480 | 220 | 168 | 100 | 5 | 1.1 |

① 为最大尺寸。

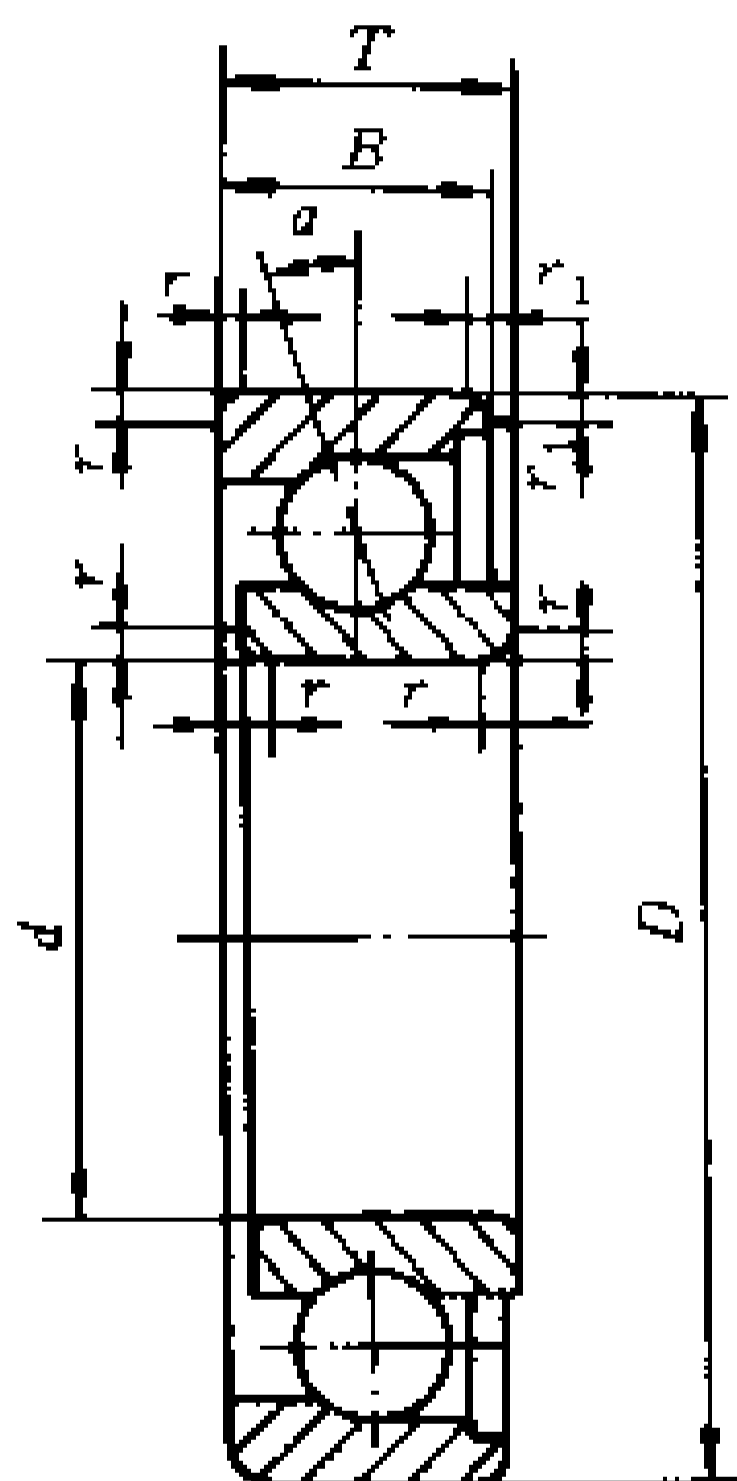
(3) 新旧轴承代号对照

| 轴承名称 | 本标准 | | | | 原标准 | | | | |
|--------------|------|--------|--------|--------|------|------|--------|---------|--|
| | 类型代号 | 尺寸系列代号 | 轴承代号 | 宽度系列代号 | 结构代号 | 类型代号 | 直径系列代号 | 轴承代号 | |
| 双列圆锥 滚子轴承 | 35 | 29 | 352900 | 2 | 9 | 7 | 9 | 2397900 | |
| | 35 | 19 | 351900 | 1 | 9 | 7 | 9 | 1097900 | |
| | 35 | 10 | 351000 | 0 | 9 | 7 | 1 | 97100 | |
| | 35 | 20 | 352000 | 2 | 9 | 7 | 1 | 2097100 | |
| | 35 | 11 | 351100 | 1 | 9 | 7 | 7 | 1097700 | |
| | 35 | 21 | 352100 | 2 | 9 | 7 | 7 | 2097700 | |
| | 35 | 22 | 352200 | 0 | 9 | 7 | 5 | 97500 | |
| | 35 | 13 | 351300 | 0 | 29 | 7 | 3 | 297300 | |

6 角接触球轴承 (GB/T292-1994)

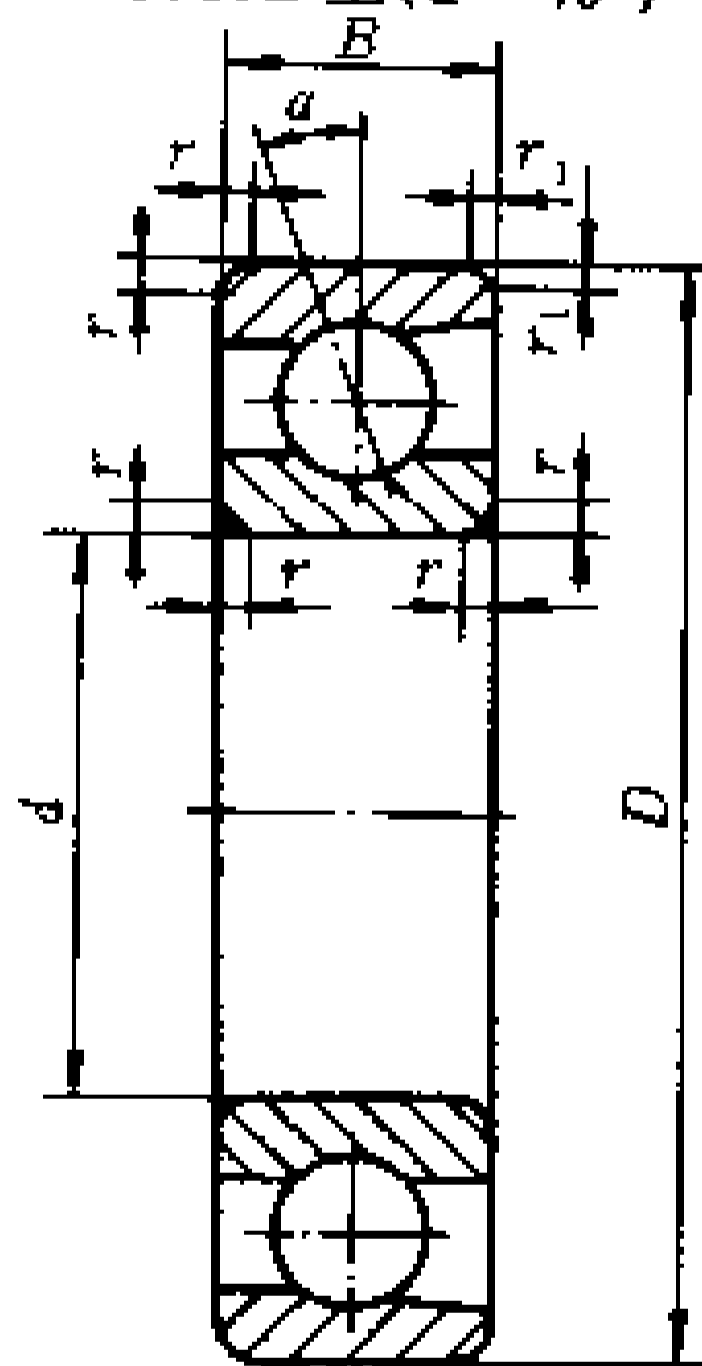
(1) 轴承型号 (见图 1~图 9)

S70000 型 ($\alpha = 15^\circ$)



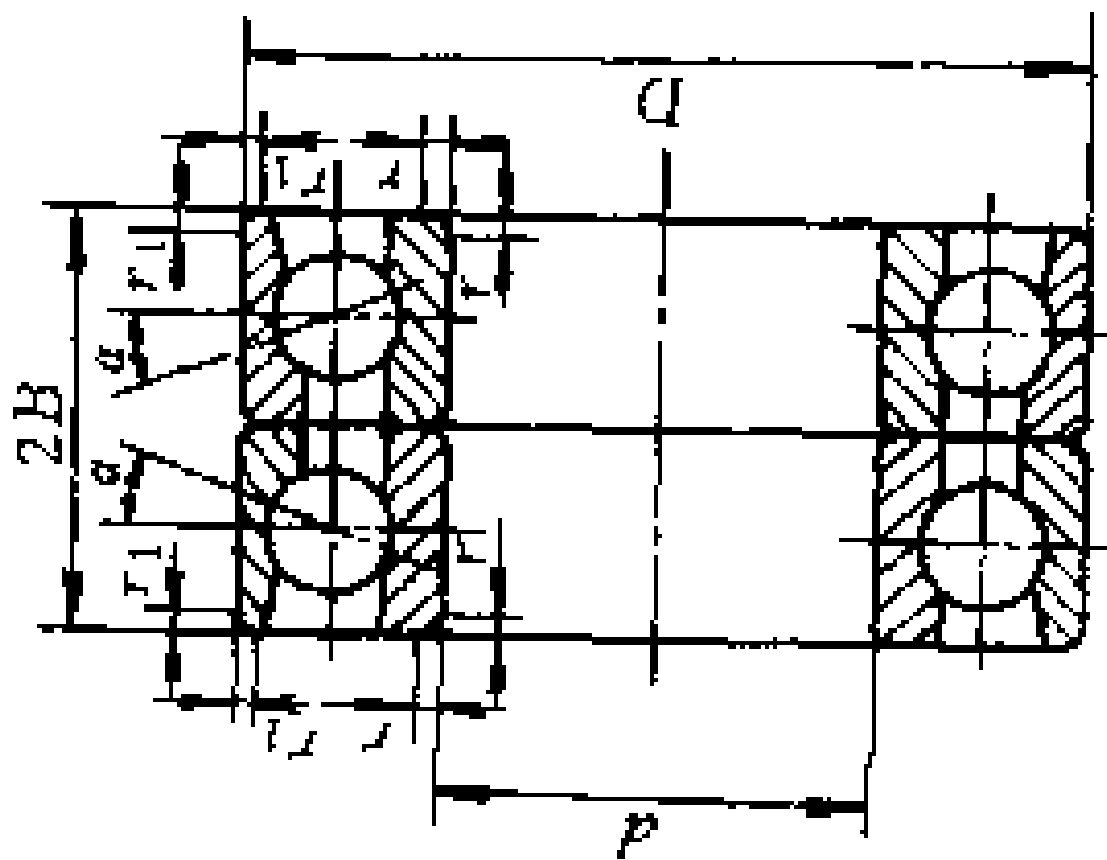
分离型角接触球轴承

70000C 型 ($\alpha = 15^\circ$)
70000AC 型 ($\alpha = 25^\circ$)
70000B 型 ($\alpha = 40^\circ$)



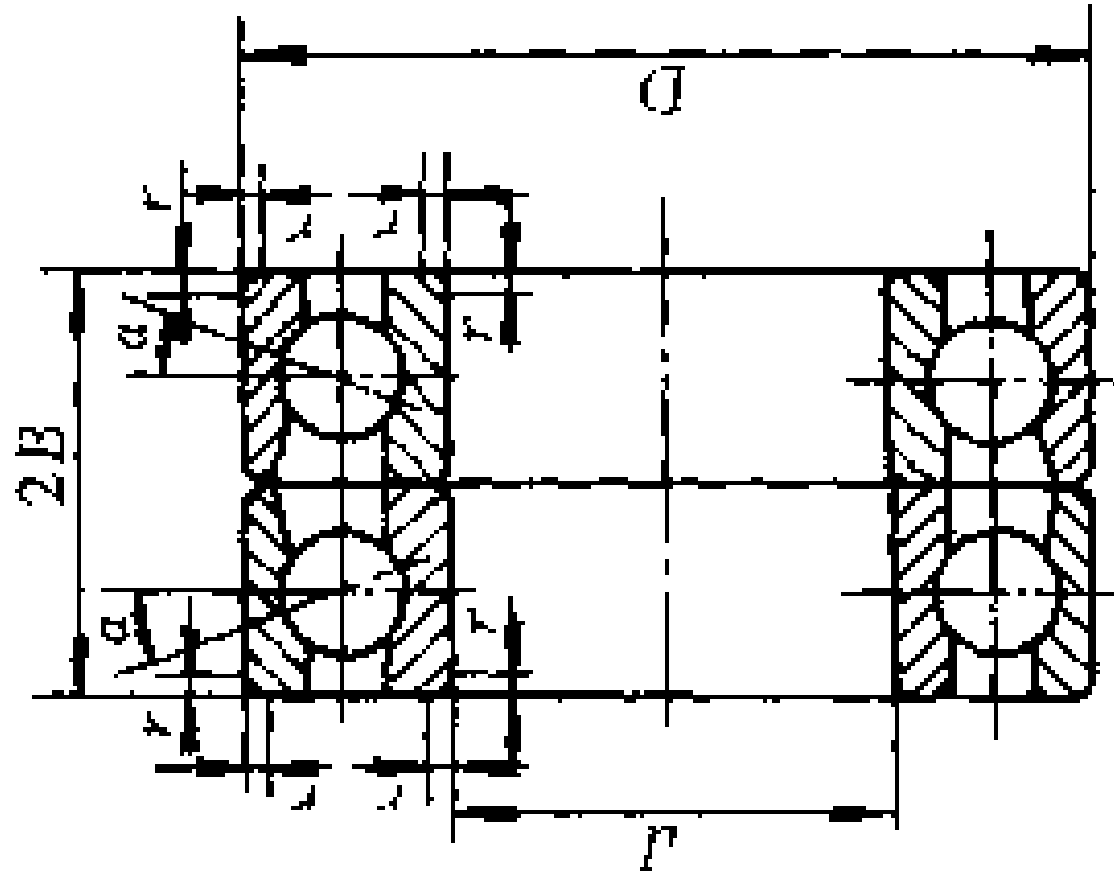
角接触球轴承

70000 C/DB 型 ($\alpha = 15^\circ$)
 70000 AC/DB 型 ($\alpha = 25^\circ$)
 70000 B/DB 型 ($\alpha = 40^\circ$)



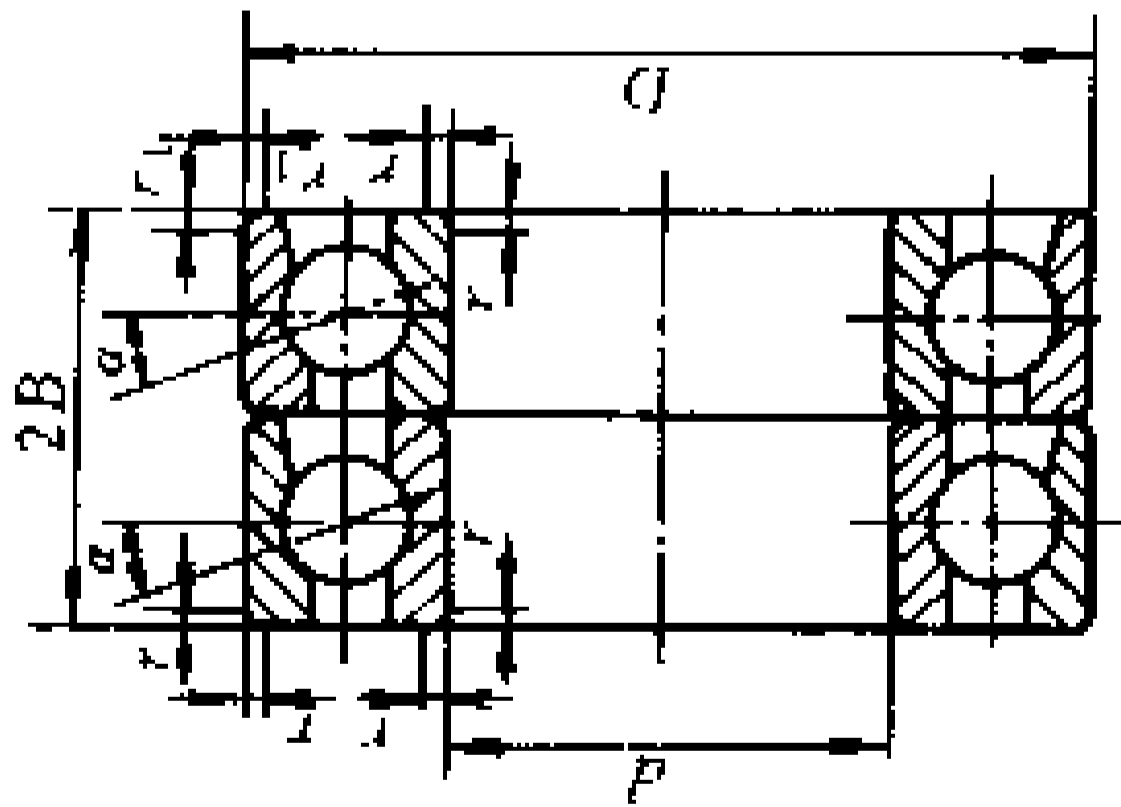
成对双联角接触球轴承 (背靠背)

70000 C/DF 型 ($\alpha \approx 15^\circ$)
 70000 AC/DF 型 ($\alpha = 25^\circ$)
 70000 B/DF 型 ($\alpha \approx 40^\circ$)



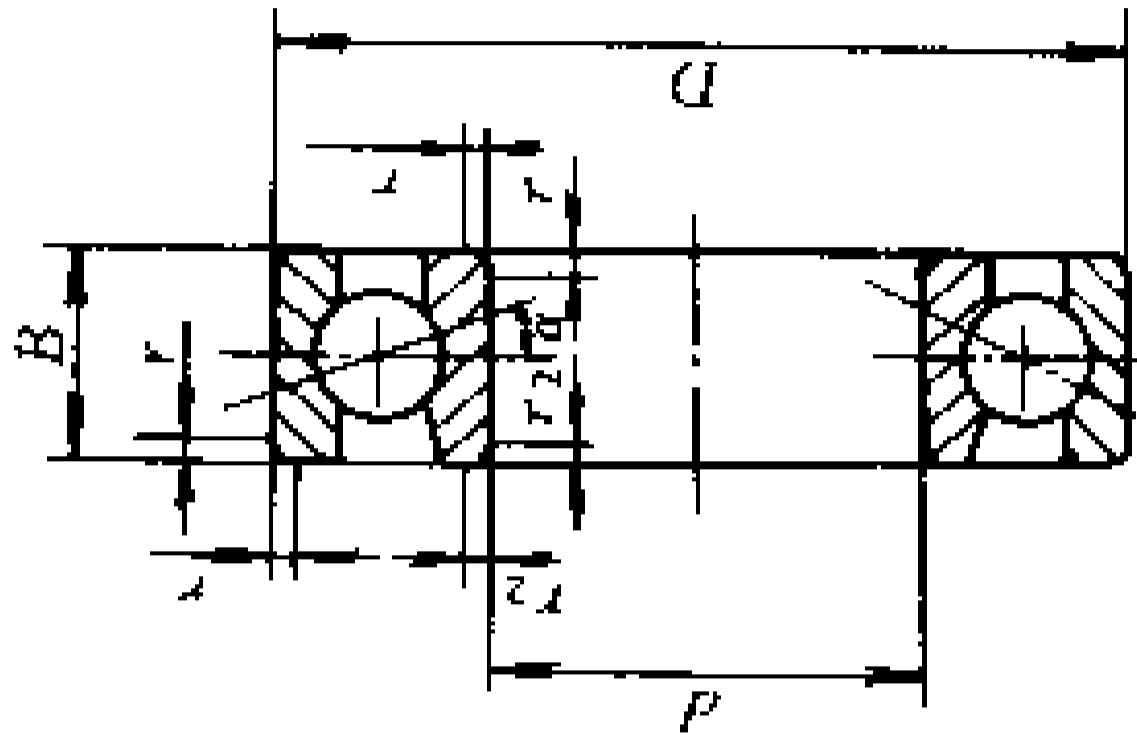
a) 成对双联角接触球轴承 (面对面)

70000 C/DT 型 ($\alpha = 15^\circ$)
 70000 AC/DT 型 ($\alpha = 25^\circ$)
 70000 B/DT 型 ($\alpha = 40^\circ$)



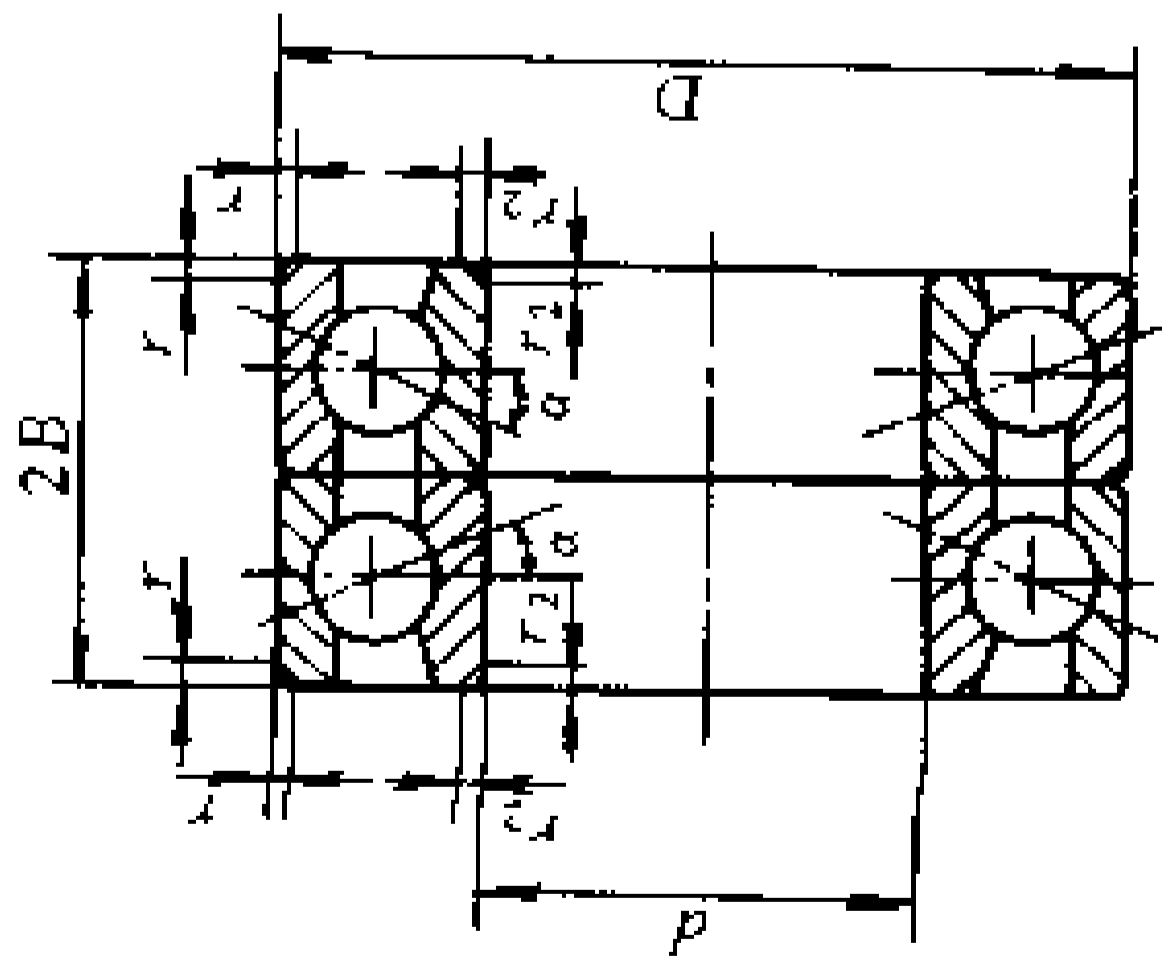
成对双联角接触球轴承 (串联)

B70000 C 型 ($\alpha = 15^\circ$)
 B70000 AC 型 ($\alpha = 25^\circ$)



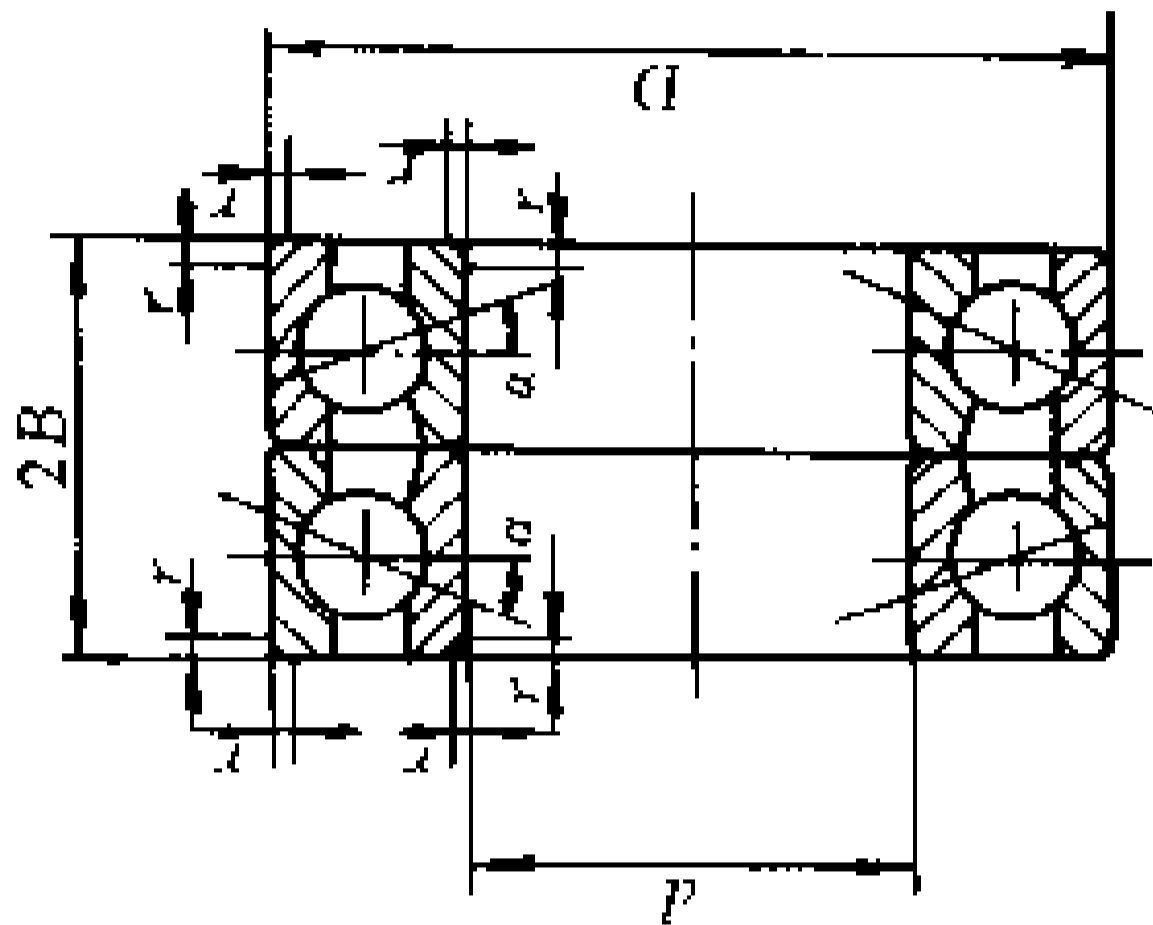
锁口在内圈上的角接触球轴承

B70000 C/DB 型 ($\alpha = 15^\circ$)
 B70000 AC/DB 型 ($\alpha = 25^\circ$)
 B70000 B/DB 型 ($\alpha = 40^\circ$)



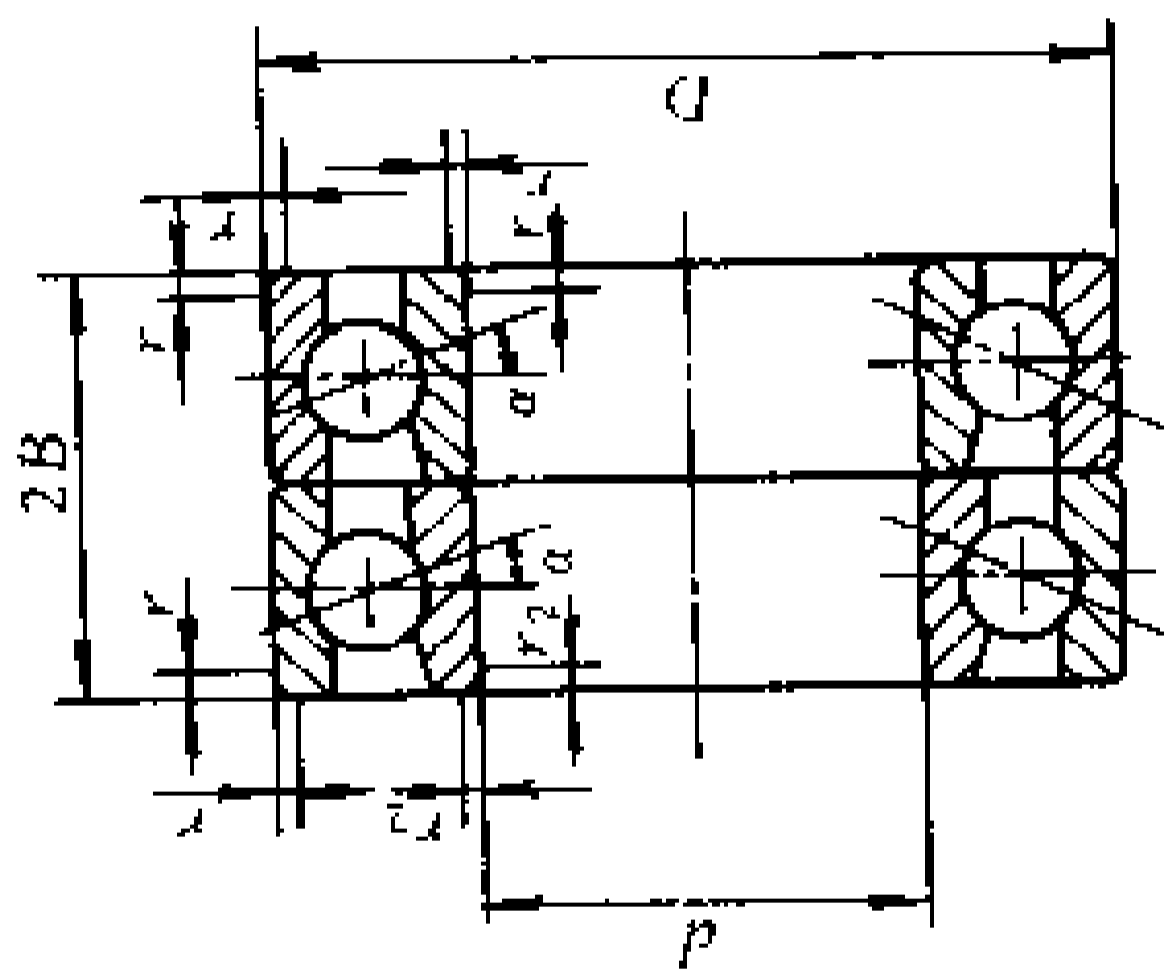
a) 锁口在内圈上的成对双联
角接触球轴承 (背靠背)

B70000 C/DF 型 ($\alpha = 15^\circ$)
 B70000 AC/DF 型 ($\alpha = 25^\circ$)
 B70000 B/DF 型 ($\alpha = 45^\circ$)



b) 锁口在内圈上的成对双联
角接触球轴承 (面对面)

B70000 C/DT 型 ($\alpha = 15^\circ$)
 B70000 AC/DT 型 ($\alpha = 25^\circ$)
 B70000 B/DT 型 ($\alpha = 40^\circ$)



锁口在内圈上的成对双联
 角接触球轴承(串联)

c)

(2) 外形尺寸

此处仅列常用的 19 系列, 其余见 (GB/T292—1994)。

| S7000 型 | 轴 承 代 号 | | | | | 外 形 尺 寸/mm | | | | | | | |
|---------|-----------|------------|--------------|---------------|---------------|---------------|-----|-----|-----|------|-----|-----------------|-----------------|
| | 70000 C 型 | 70000 AC 型 | 70000 C/DB 型 | 70000 AC/DB 型 | 70000 AC/DF 型 | 70000 AC/DT 型 | d | D | B | $2B$ | T | $r_{\text{最小}}$ | $r_{\text{最大}}$ |
| S719/4 | — | — | — | — | — | — | 4 | 11 | 4 | — | 4 | 0.15 | 0.08 |
| S719/5 | — | — | — | — | — | — | 5 | 13 | 4 | — | 4 | 0.2 | 0.1 |
| S719/6 | — | — | — | — | — | — | 6 | 15 | 5 | — | 5 | 0.2 | 0.1 |
| S719/7 | 719/7 C | — | — | — | — | — | 7 | 17 | 5 | — | 5 | 0.3 | 0.1 |
| S719/8 | 719/8 C | — | — | — | — | — | 8 | 19 | 6 | — | 6 | 0.3 | 0.1 |
| S719/9 | 719/9 C | — | — | — | — | — | 9 | 20 | 6 | — | 6 | 0.3 | 0.1 |
| — | 71900 C | 71900 AC | 71900 C/DF | 71900 AC/DF | 71900 C/DF | 71900 AC/DF | 10 | 22 | 6 | 12 | — | 0.3 | 0.1 |
| — | 71901 C | 71901 AC | 71901 C/DF | 71901 AC/DF | 71901 C/DF | 71901 AC/DF | 12 | 24 | 6 | 12 | — | 0.3 | 0.1 |

(续)

| S70000 型 | | 轴 承 代 号 | | | | 外 形 尺 寸/mm | | | | | | |
|----------|---------|-----------|------------|--------------|---------------|------------|----|----|----|---|--------------------|--------------------|
| | | 70000 C 型 | 7003C AC 型 | 70000 C/DF 型 | 70000 AC/DF 型 | d | D | B | 2B | T | r _{sm110} | r _{sm110} |
| — | 71902 C | 71902 AC | 71902 C/DF | 71902 AC/DF | 15 | 28 | 7 | 14 | — | — | 0.3 | 0.1 |
| — | 71903 C | 71903 AC | 71903 C/DF | 71903 AC/DF | 17 | 30 | 7 | 14 | — | — | 0.3 | 0.1 |
| — | 71904 C | 71904 AC | 71904 C/DF | 71904 AC/DF | 20 | 37 | 9 | 18 | — | — | 0.3 | 0.15 |
| — | 71905 C | 71905 AC | 71905 C/DF | 71905 AC/DF | 25 | 42 | 9 | 18 | — | — | 0.3 | 0.15 |
| — | 71906 C | 71906 AC | 71906 C/DF | 71906 AC/DF | 30 | 47 | 9 | 18 | — | — | 0.3 | 0.15 |
| — | 71907 C | 71907 AC | 71907 C/DF | 71907 AC/DF | 35 | 55 | 10 | 20 | — | — | 0.6 | 0.15 |
| — | 71908 C | 71908 AC | 71908 C/DF | 71908 AC/DF | 40 | 62 | 12 | 24 | — | — | 0.6 | 0.15 |
| — | 71909 C | 71909 AC | 71909 C/DF | 71909 AC/DF | 45 | 68 | 12 | 24 | — | — | 0.6 | 0.15 |
| — | 71910 C | 71910 AC | 71910 C/DF | 71910 AC/DF | 50 | 72 | 12 | 24 | — | — | 0.6 | 0.15 |
| — | 71911 C | 71911 AC | 71911 C/DF | 71911 AC/DF | 55 | 80 | 13 | 26 | — | — | 1 | 0.3 |
| — | 71912 C | 71912 AC | 71912 C/DF | 71912 AC/DF | 60 | 85 | 13 | 26 | — | — | 1 | 0.3 |

(续)

| 轴 承 代 号 | | 外 形 尺 寸/mm | | | | | |
|---------|-----------|------------|--|---|-----------|----------|------------------------|
| | | <i>d</i> | <i>D</i> | <i>B</i> | <i>2B</i> | <i>T</i> | <i>r</i> _{sr} |
| S7000 型 | 70000 C 型 | 70000 AC 型 | 70000 C/DB 型 70000 C/DT 型 | 70000 AC/DB 型 70000 AC/DT 型 | | | |
| — | 71913 C | 71913 AC | 71913 C/DB 71913 C/DT | 71913 AC/DB 71913 AC/DT | 13 | 26 | 1 |
| — | 71914 C | 71914 AC | 71914 C/DB 71914 C/DT | 71914 AC/DB 71914 AC/DT | 16 | 32 | 1 |
| — | 71915 C | 71915 AC | 71915 C/DF | 71915 AC/DF | 16 | 32 | 1 |
| — | 71916 C | 71916 AC | 71916 C/DB 71916 C/DF 71916 C/DT | 71916 AC/DB 71916 AC/DF 71916 AC/DT | 16 | 32 | 1 |
| — | 71917 C | 71917 AC | 71917 C/DB 71917 C/DT | 71917 AC/DB 71917 AC/DT | 18 | 36 | 1 |
| — | 71918 C | 71918 AC | 71918 C/DB 71918 C/DT | 71918 AC/DB 71918 AC/DT | 18 | 36 | 1.1 |
| — | 71919 C | 71919 AC | 71919 C/DB 71919 C/DT | 71919 AC/DB 71919 AC/DT | 18 | 36 | 1.1 |

(续)

| 轴 承 代 号 | | 外 形 尺 寸/mm | | | | | | | | |
|-----------|------------|--------------|---------------|----------|----------|----------|------------|----------|--------------------------|--------------------------|
| 70000 C 型 | 70000 AC 型 | 70000 C/DB 型 | 70000 AC/DB 型 | <i>d</i> | <i>D</i> | <i>B</i> | 2 <i>B</i> | <i>T</i> | <i>r</i> _{amin} | <i>r</i> _{amax} |
| — | 71920 C | 71920 C/DB | 71920 AC/DB | 100 | 140 | 20 | 40 | — | 1.1 | 0.6 |
| — | 71921 C | 71921 C/DB | 71921 AC/DB | 105 | 145 | 20 | 40 | — | 1.1 | 0.6 |
| — | 71922 C | 71922 C/DB | 71922 AC/DB | 110 | 150 | 20 | 40 | — | 1.1 | 0.6 |
| — | 71924 C | 71924 C/DB | 71924 AC/DB | 120 | 165 | 22 | 44 | — | 1.1 | 0.6 |
| — | 71926 C | 71926 C/DB | 71926 AC/DB | 130 | 180 | 24 | 48 | — | 1.5 | 0.6 |
| — | 71928 C | 71928 C/DB | 71928 AC/DB | 140 | 190 | 24 | 48 | — | 1.5 | 0.6 |
| — | 71930 C | 71930 C/DB | 71930 AC/DB | 150 | 210 | 28 | 56 | — | 2 | 1 |

(续)

| 轴承代号 | | | | 外形尺寸/mm | | | | | | | |
|----------|-----------|------------|------------------------------|--------------------------------|----------|----------|----------|------------|----------|--------------------------|---------------------------|
| S70000 型 | 70000 C 型 | 70000 AC 型 | 70000 C/DB 型 70000 C/DT 型 | 70000 AC/DB 型 70000 AC/DT 型 | <i>d</i> | <i>D</i> | <i>B</i> | 2 <i>B</i> | <i>T</i> | <i>r</i> _{5min} | <i>r</i> _{15min} |
| — | 71932 C | 71932 AC | 71932 C/DB 71932 C/DT | 71932 AC/DB 71932 AC/DT | 160 | 220 | 28 | 56 | — | 2 | 1 |
| — | 71934 C | 71934 AC | 71934 C/DB 71934 C/DT | 71934 AC/DB 71934 AC/DT | 170 | 230 | 28 | 56 | — | 2 | 1 |
| — | 71936 C | 71936 AC | 71936 C/DB 71936 C/DT | 71936 AC/DB 71936 AC/DT | 180 | 250 | 33 | 66 | — | 2 | 1 |
| — | 71938 C | 71938 AC | 71938 C/DB 71938 C/DT | 71938 AC/DB 71938 AC/DT | 190 | 260 | 33 | 66 | — | 2 | 1 |
| — | 71940 C | 71940 AC | 71940 C/DB 71940 C/DT | 71940 AC/DB 71940 AC/DT | 200 | 280 | 38 | 76 | — | 2 | 1 |
| — | 71944 C | 71944 AC | 71944 C/DB 71944 C/DT | 71944 AC/DB 71944 AC/DT | 220 | 300 | 38 | 76 | — | 2 | 1 |

注: *T* 仅适用于 S70000 型。

(3) 新旧轴承代号对照

| 轴承名称 | 新代号 | 旧代号 |
|------------|---------------|---------|
| 分离型角接触球轴承 | S71900 | 1006900 |
| | S7000 | 6100 |
| | S7200 | 6200 |
| | 71900 C | 1036900 |
| | 7000 C | 36100 |
| | 7000 AC | 46100 |
| | 7200 C | 36200 |
| 角接触球轴承 | 7200 AC | 46200 |
| | 7200 B | 66200 |
| | 7300 C | 36300 |
| | 7300 AC | 46300 |
| | 7300 B | 66300 |
| | 7400 AC | 46400 |
| | 锁口在内圈上的角接触球轴承 | B7000 C |
| B7000 AC | | 146100 |
| B7200C | | 136200 |
| B7200 AC | | 146200 |
| 成对双联角接触球轴承 | 71900 C/DB | 1236900 |
| | 71900 C/DF | 1336900 |
| | 71900 C/DT | 1436900 |
| | 7000 C/DB | 236100 |
| 成对双联角接触球轴承 | 7000 C/DF | 336100 |

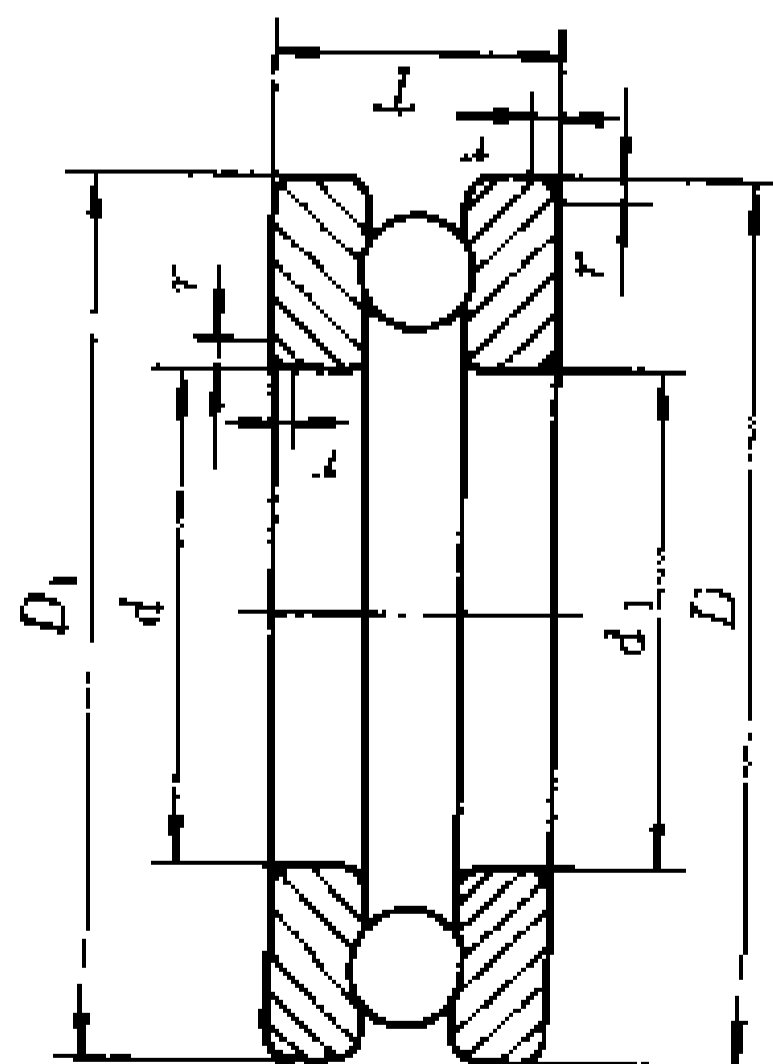
(续)

| 轴承名称 | 新代号 | 旧代号 |
|------------|------------|--------|
| 成对双联角接触球轴承 | 7000 C/DT | 436100 |
| | 7000 AC/DB | 246100 |
| | 7000 AC/DF | 346100 |
| | 7000 AC/DT | 446100 |
| | 7200 C/DB | 236200 |
| | 7200 C/DF | 336200 |
| | 7200 C/DT | 436200 |
| | 7200 AC/DB | 246200 |
| | 7200 AC/DF | 346200 |
| | 7200 AC/DT | 446200 |
| | 7200 B/DB | 266200 |
| | 7200 B/DF | 366200 |
| | 7200 B/DT | 466200 |
| | 7300 C/DB | 236300 |
| | 7300 C/DF | 336300 |
| | 7300 C/DT | 436300 |
| | 7300 AC/DB | 246300 |
| | 7300 AC/DF | 346300 |
| | 7300 AC/DT | 446300 |
| | 7300 B/DB | 266300 |
| | 7300 B/DF | 366300 |
| 7300 B/DT | 466300 | |

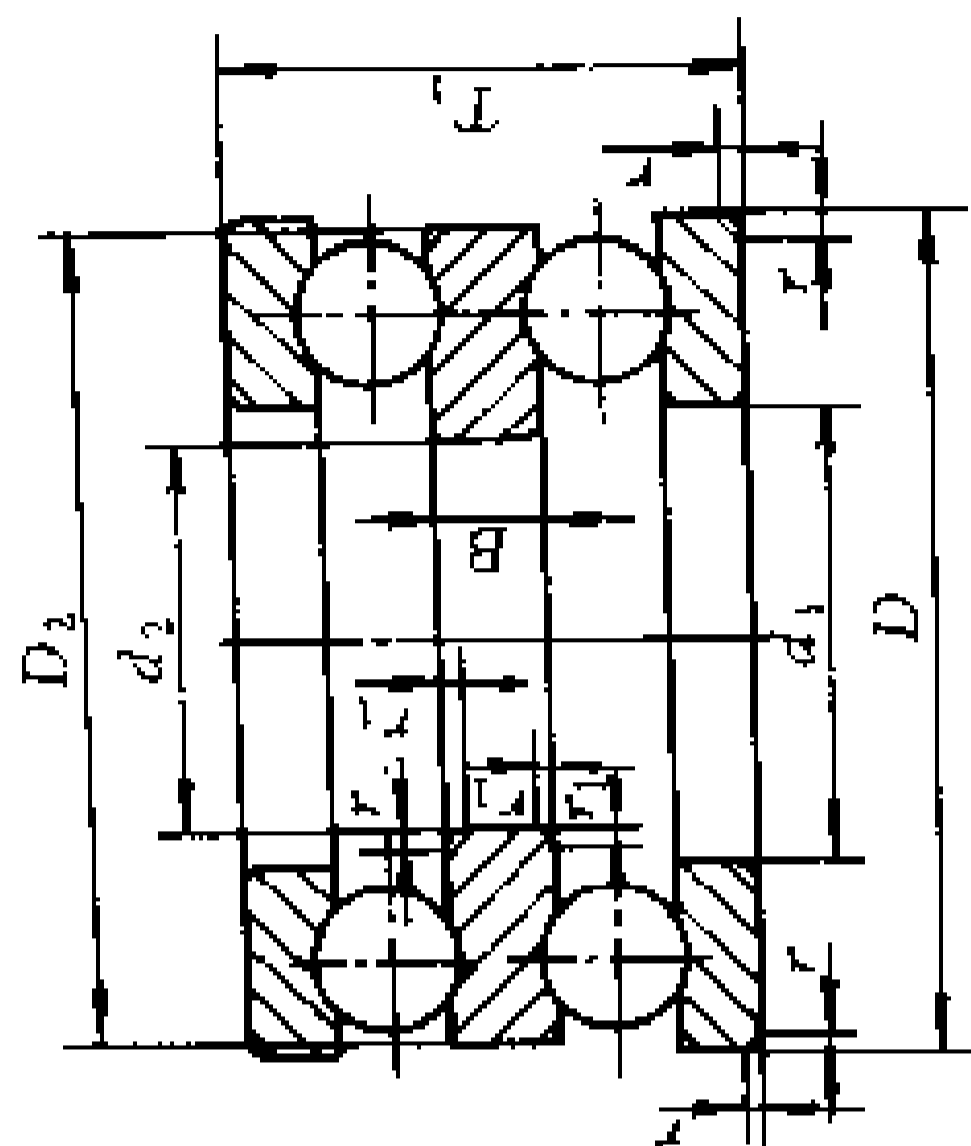
7 推力球轴承 (GB/T 301—1995)

(1) 轴承型号

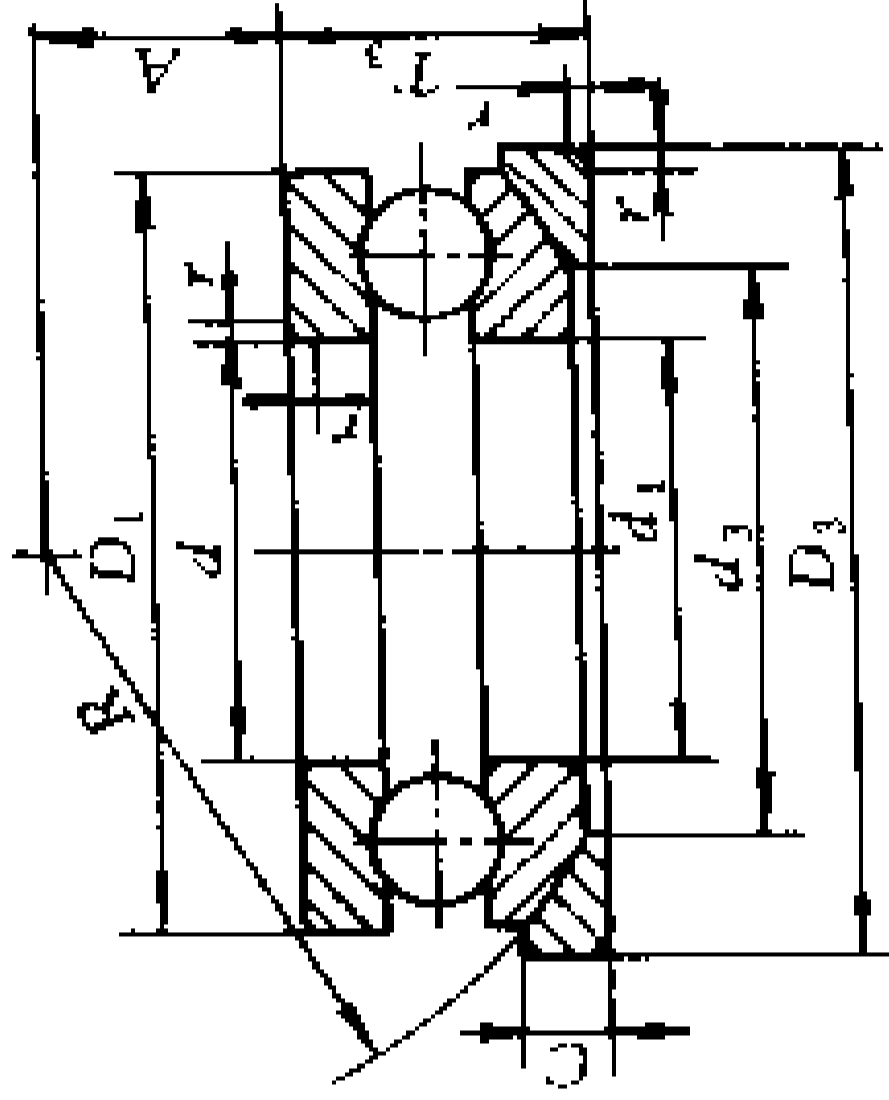
51000 型



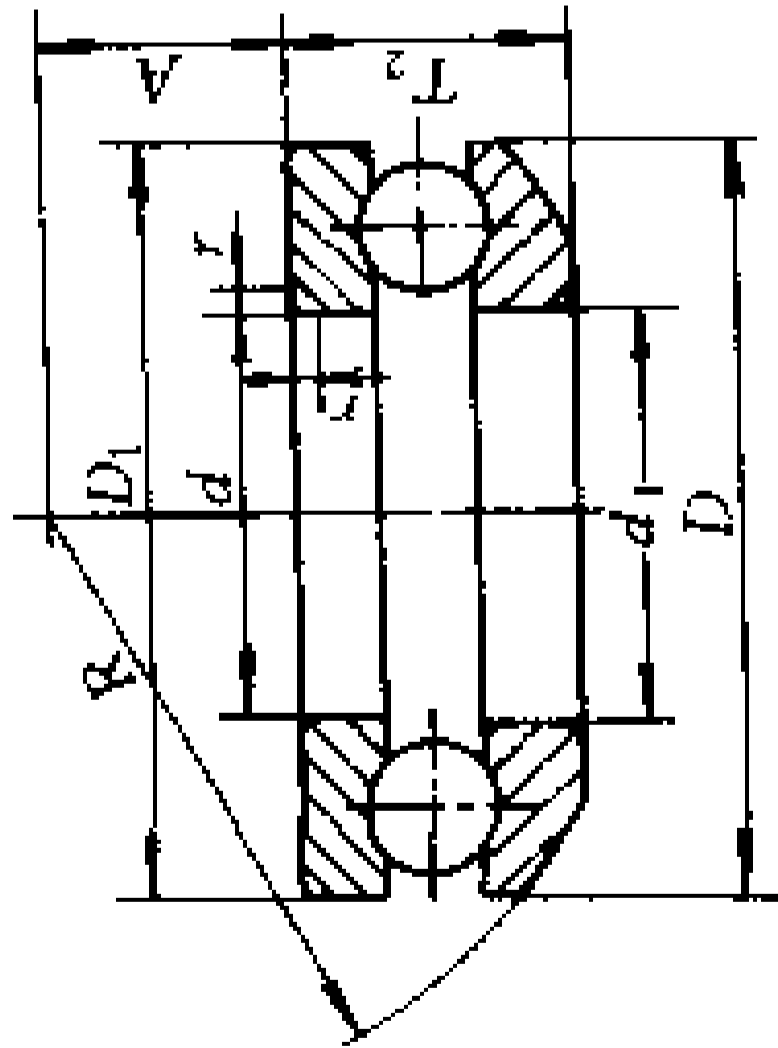
52000 型



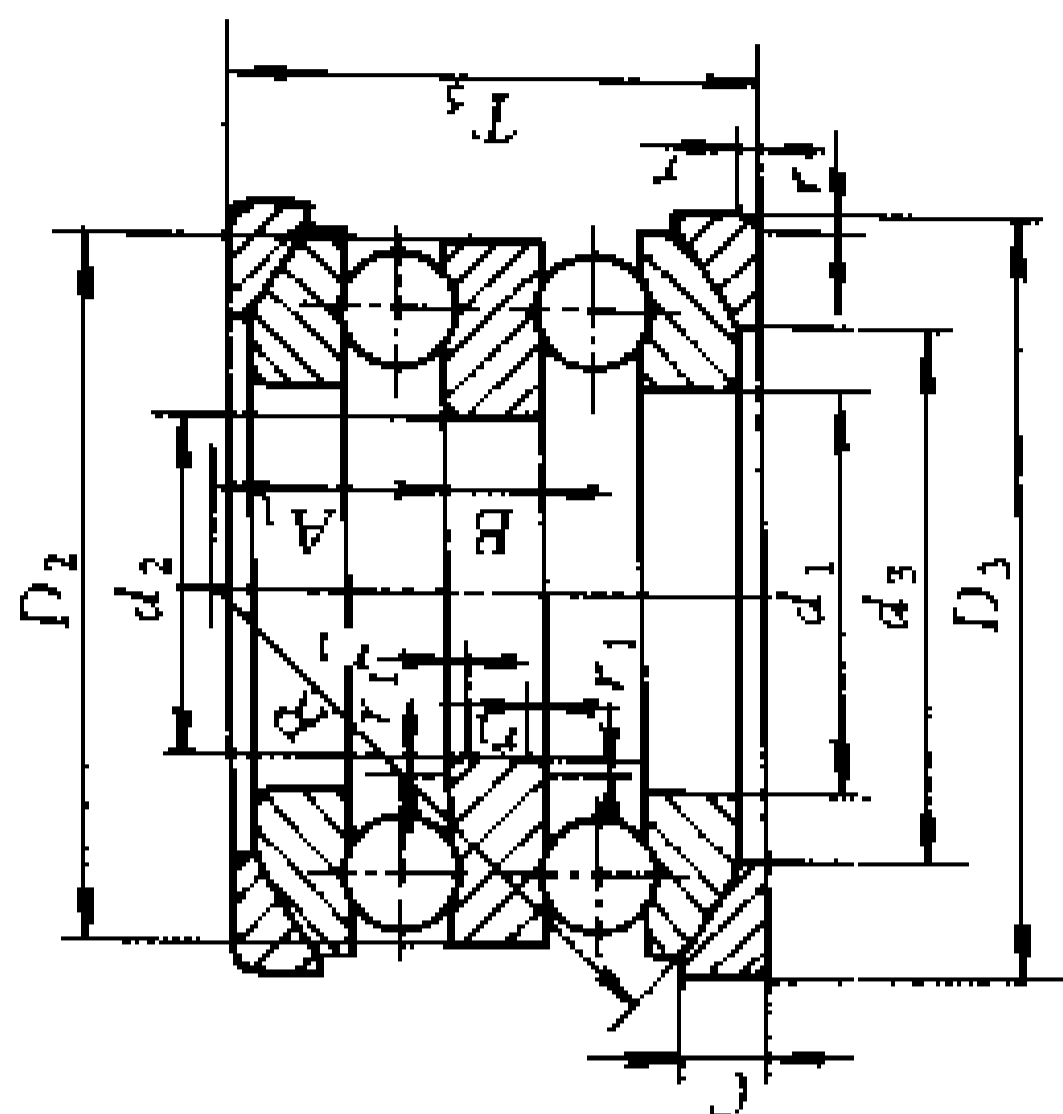
53000U 型



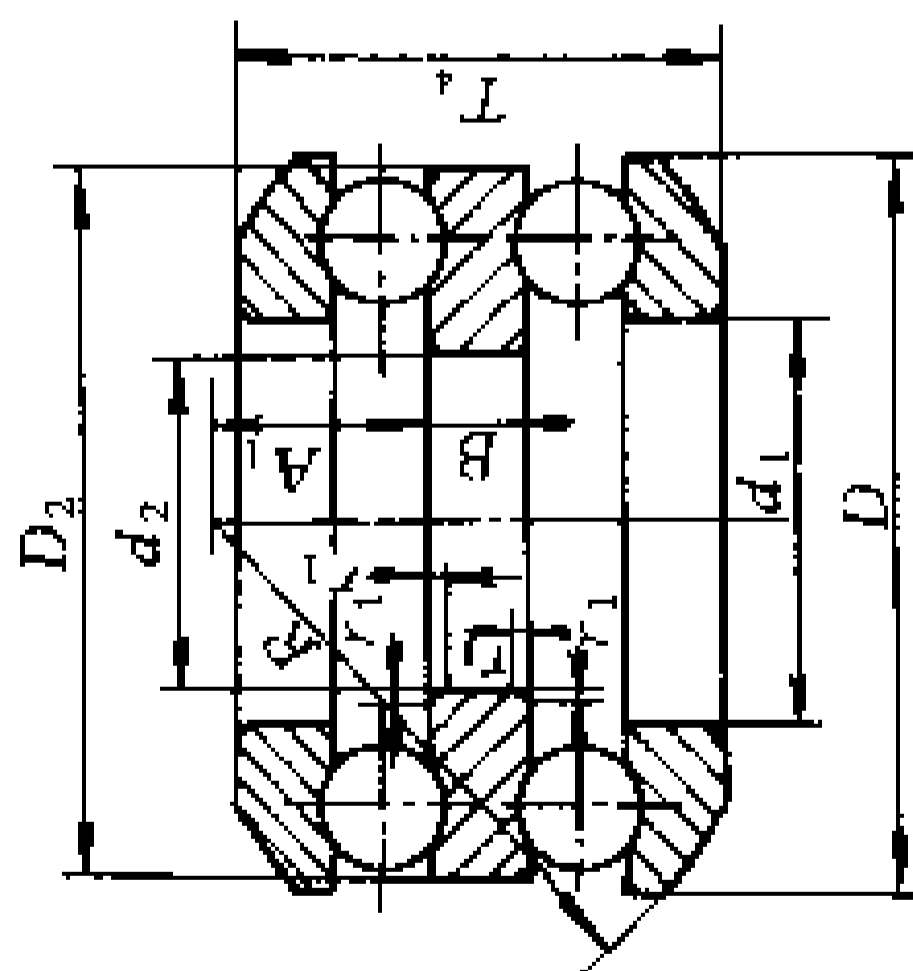
5300 型



54000U 型



54000 型



(2) 外形尺寸

仅列常用 12 系列, 其余见 GB/T301—1995。

| 轴承代号 | d | D | T | $d_{1\text{amin}}$ | $D_{1\text{amax}}$ | r_{amin} |
|-------|-----|-----|-----|--------------------|--------------------|-------------------|
| 51200 | 10 | 26 | 11 | 12 | 26 | 0.6 |
| 51202 | 15 | 32 | 12 | 17 | 32 | 0.6 |
| 51204 | 20 | 40 | 14 | 22 | 40 | 0.6 |
| 51205 | 25 | 47 | 15 | 27 | 47 | 0.6 |
| 51207 | 35 | 62 | 18 | 37 | 62 | 1 |
| 51209 | 45 | 73 | 20 | 47 | 73 | 1 |
| 51210 | 50 | 78 | 22 | 52 | 78 | 1 |
| 51212 | 60 | 95 | 26 | 62 | 95 | 1 |
| 51214 | 70 | 105 | 27 | 72 | 105 | 1 |
| 51215 | 75 | 110 | 27 | 77 | 110 | 1 |
| 51217 | 85 | 125 | 31 | 88 | 125 | 1 |
| 51220 | 100 | 150 | 38 | 103 | 150 | 1.1 |
| 51222 | 110 | 160 | 38 | 113 | 160 | 1.1 |
| 51226 | 130 | 190 | 45 | 133 | 187 | 1.5 |
| 51230 | 150 | 215 | 50 | 153 | 212 | 1.5 |
| 51232 | 160 | 225 | 51 | 163 | 222 | 1.5 |
| 51236 | 180 | 250 | 56 | 183 | 247 | 1.5 |
| 51240 | 200 | 280 | 62 | 204 | 277 | 2 |
| 51244 | 220 | 300 | 63 | 224 | 297 | 2 |
| 51252 | 260 | 360 | 79 | 264 | 355 | 2.1 |
| 51260 | 300 | 420 | 95 | 304 | 415 | 3 |
| 51264 | 320 | 440 | 95 | 325 | 435 | 3 |
| 51272 | 360 | 500 | 110 | 365 | 495 | 4 |

(3) 新旧轴承代号对照

| 轴承名称 | 结构型式系列代号对照 | | 轴承代号对照举例 | |
|--------------|--|-----------------------|--|-----------------------|
| | 旧标准 (GB 301—1984 或 JB 5305—1991) | 新标准 (GB/T272—1993) | 旧标准 (GB 301—1984 或 JB 5305—1991) | 新标准 (GB/T272—1988) |
| 推力球轴承 | 8 100 | 51 100 | 8 108 | 51 108 |
| | 8 200 | 51 200 | 8 210 | 51 210 |
| | 8 300 | 51 300 | 8 314 | 51 314 |
| | 8 400 | 51 400 | 8 415 | 51 415 |
| 双向推力球 轴承 | 38 200 | 52 200 | 38 211 | 52 211 |
| | 38 300 | 52 300 | 38 314 | 52 314 |
| | 38 400 | 52 400 | 38 417 | 52 417 |
| 外调心推力 球轴承 | 28 200 | 53 200 | 28 208 | 53 208 |
| | 28 300 | 53 300 | 28 314 | 53 314 |
| | 28 400 | 53 400 | 28 410 | 53 410 |

(续)

51
00

| 轴承名称 | 结构型式系列代号对照 | | | 轴承代号对照举例 | |
|----------------|--|-----------------------|--|-----------------------|--|
| | 旧标准 (GB 301—1984 或 JB 5305—1991) | 新标准 (GB/T272—1993) | 旧标准 (GB 301—1984 或 JB 5305—1991) | 新标准 (GB/T272 1988) | |
| 外调心推力 球轴承 | 18 200 | 53 200 L | 18 209 | 53 209 U | |
| | 18 300 | 53 300 U | 18 324 | 53 324 U | |
| | 18 400 | 53 400 L | 18 420 | 53 420 U | |
| 双向外调心 推力球轴承 | 58 200 | 54 200 | 58 215 | 54 215 | |
| | 58 300 | 54 300 | 58 320 | 54 320 | |
| | 58 400 | 54 400 | 58 424 | 54 424 | |
| | 48 200 | 54 200 U | 48 226 | 54 226 U | |
| | 48 300 | 54 300 U | 48 320 | 54 320 U | |
| | 48 400 | 54 400 L | 48 414 | 54 414 U | |

三 滚动轴承的配合

1 深沟球轴承和推力球轴承与轴的配合

| 轴旋转状况 | 应用举例 | 轴承公称尺寸/mm | | 配合 |
|-------|-----------------------|-----------------|-------------------|---------|
| | | 深沟球轴承和 推力球轴承 | 圆柱滚子轴承和 圆锥滚子轴承 | |
| 轴不旋转 | 滚子 | 所有内径的尺寸 | | g6 |
| | 张紧滑轮、 外圈旋转的 振动器 | 所有内径的尺寸 | | h6 |
| 轴旋转 | 齿轮传动箱 | ≤ 18 | | h5 |
| | | 18~100 | ≤ 40 | js6 |
| | | 100~200 | 40~140 | k6 |
| | | | 140~200 | m6 |
| | 主轴、精密 机械和高速 机械 | ≤ 18 | | h5 |
| | | 18~100 | ≤ 40 | is, s5 |
| | | 100~200 | 40~140 | k5 |
| | | | 140~200 | m5 |
| | 一般通用 机械 | ≤ 18 | | js, js5 |
| | | 18~100 | ≤ 40 | k5 |
| | | 100~140 | 40~100 | m5 |
| | | 140~200 | 100~140 | m6 |
| | | | 140~200 | n6 |

2 深沟球轴承和推力球轴承与外壳的配合

| 外圈旋转情况 | 应用举例 | 配合 |
|--------|----------|--------------|
| 外圈旋转 | 张紧滑轮 | M7 |
| 外圈不旋转 | 一般机械用轴承 | H7 |
| | 多支点长轴 | H8 |
| | 磨头主轴用球轴承 | J6, js6 |
| | 主轴用滚子轴承 | (K6), M6, N6 |

3 推力轴承与轴或外壳的配合

| 负荷种类 | 轴承类型 | 轴承公称直径/mm | 配合 |
|-------|--------|-----------|--------------|
| 纯轴向负荷 | 推力球轴承 | 各种内径 | js, js5, js6 |
| | 角接触球轴承 | | k6 |
| | 推力球轴承 | 各种外径 | H8 |

四 滚动轴承新旧标准代号对照(GB/T272—1993)

1 轴承类型代号对照

| 轴承类型 | 代 号 | |
|----------|-------------------------|------------------------|
| | 新 标 准 (GB/T272 1993) | 原 标 准 (GB/272 1988) |
| 双列角接触球轴承 | 0 | 6 |
| 调心球轴承 | 1 | 1 |
| 调心滚子轴承 | 2 | 3 |
| 推力调心滚子轴承 | 2 | 9 |
| 圆锥滚子轴承 | 3 | 7 |
| 双列深沟球轴承 | 4 | 0 |
| 推力球轴承 | 5 | 8 |
| 深沟球轴承 | 6 | 0 |
| 角接触球轴承 | 7 | 6 |
| 推力圆柱滚子轴承 | 8 | 9 |
| 圆柱滚子轴承 | N | 2 |
| 外球面球轴承 | U | 0 |
| 四点接触球轴承 | QJ | 6 |

2 轴承尺寸系列代号对照

(1) 向心轴承直径系列,宽度系列代号对照见下表:

| 直径系列 | | 宽度系列 | |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 新标准 (GB/T272 1993) | 原标准 (GB/272 1988) | 新标准 (GB/T272 1993) | 原标准 (GB/272 1988) |
| | | 1 | 正常 1 |
| 7 | 超特轻 7 | 3 | 特宽 3 |
| | | 0 | 窄 7 |
| | | 1 | 正常 1 |
| | | 2 | 宽 2 |
| 8 | 超轻 8 | 3 | 特宽 3 |
| | | 4 | 特宽 4 |
| | | 5 | 特宽 5 |
| | | 6 | 特宽 6 |
| | | 0 | 窄 7 |
| | | 1 | 正常 1 |
| | | 2 | 宽 2 |
| 9 | 超轻 9 | 3 | 特宽 3 |
| | | 4 | 特宽 4 |
| | | 5 | 特宽 5 |
| | | 6 | 特宽 6 |
| | | 0 | 窄 7 |
| 0 | 特轻 1 | 1 | 正常 0 |
| | | 2 | 宽 2 |

(续)

| 直径系列 | | 宽度系列 | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 新标准 (GB/T272 —1993) | 原标准 (GB/272 —1988) | 新标准 (GB/T272 —1993) | 原标准 (GB/272 —1988) |
| 0 | 特轻 1 | 3 | 特宽 3 |
| | | 4 | 特宽 4 |
| | | 5 | 特宽 5 |
| | | 6 | 特宽 6 |
| 1 | 特轻 7 | 0 | 窄 7 |
| | | 1 | 正常 1 |
| | | 2 | 宽 2 |
| | | 3 | 特宽 3 |
| | | 4 | 特宽 4 |
| 2 | 轻 2 5 ^① | 8 | 特窄 8 |
| | | 0 | 窄 0 |
| | | 1 | 正常 1 |
| | | 2 | 宽 0 ^① |
| | | 3 | 特宽 3 |
| 3 | 中 3 6 ^② | 4 | 特宽 4 |
| | | 8 | 特窄 8 |
| | | 0 | 窄 0 |
| | | 1 | 正常 1 |
| 4 | 重 4 | 2 | 宽 0 ^② |
| | | 3 | 特宽 3 |
| | | 0 | 窄 0 |
| 4 | 重 4 | 2 | 宽 2 |

① 表示轻宽 5。

② 表示中宽 6。

(2) 推力轴承直径系列,高度系列代号对照列入下表:

| 直径系列 | | 高度系列 | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 新标准 (GB/T272 —1993) | 原标准 (GB/272 —1988) | 新标准 (GB/T272 1993) | 原标准 (GB/272 —1988) |
| 0 | 超轻 9 | 7 | 特低 7 |
| | | 9 | 低 9 |
| | | 1 | 正常 1 |
| | | | |
| 1 | 特轻 1 | 7 | 特低 7 |
| | | 9 | 低 9 |
| | | 1 | 正常 1 |
| | | | |
| 2 | 轻 2 | 7 | 特低 7 |
| | | 9 | 低 9 |
| | | 1 | 正常 0 |
| | | 2 | 正常 0 ^① |
| 3 | 中 3 | 7 | 特低 7 |
| | | 9 | 低 9 |
| | | 1 | 正常 0 |
| | | 2 | 正常 0 ^① |
| 4 | 重 4 | 7 | 特低 7 |
| | | 9 | 低 9 |
| | | 1 | 正常 0 |
| | | 2 | 正常 0 ^① |
| 5 | 特重 5 | 9 | 低 9 |

① 双向推力轴承高度系列。

3 轴承内径代号

内径代号新旧标准相同。

4 常用轴承类型、结构及轴承代号对照

外形尺寸用尺寸系列,内径代号表示的轴承,见下表:

| 轴承名称 | 新标准 (GB/T272 - 1993) | | | 原标准 (GB/272- 1988) | | | | |
|--------------|-------------------------|------------|---------|-----------------------|----------|----------|------------|---------|
| | 类型 代号 | 尺寸系 列代号 | 轴承代号 | 宽度系 列代号 | 结构 代号 | 类型 代号 | 直径系 列代号 | 轴承代号 |
| 双列角接 触球轴承 | (0) | 32 | 3200 | 3 | 05 | | 2 | 3056200 |
| | (0) | 33 | 3300 | 3 | 05 | 6 | 3 | 3056300 |
| 调心球 轴承 | 1 | (0)2 | 1200 | 0 | 00 | | 2 | 1200 |
| | (1) | 22 | 2200 | 0 | 00 | 1 | 5 | 1500 |
| | 1 | (0)3 | 1300 | 0 | 00 | | 3 | 1300 |
| | (1) | 23 | 2300 | 0 | 00 | | 6 | 1600 |
| 调心滚 子轴承 | 2 | 13 | 21300 C | 0 | 05 | | 3 | 53300 |
| | 2 | 22 | 22200 C | 0 | 05 | | 5 | 53500 |
| | 2 | 23 | 22300 C | 0 | 05 | 3 | 6 | 53600 |
| | 2 | 30 | 23000 C | 3 | 05 | | 1 | 3053100 |
| | 2 | 31 | 23100 C | 3 | 05 | | 7 | 3053700 |
| | 2 | 32 | 23200 C | 3 | 05 | | 2 | 3053200 |
| | 2 | 40 | 24000 C | 4 | 05 | | 1 | 4053100 |
| 2 | 41 | 24100 C | 4 | 05 | | 7 | 4053700 | |

(续)

| 轴承名称 | 新标准 (GB/T272--1993) | | | 原标准 (GB/272--1988) | | | | |
|--------------|------------------------|------------|-------|-----------------------|----------|----------|------------|---------|
| | 类型 代号 | 尺寸系 列代号 | 轴承代号 | 宽度系 列代号 | 结构 代号 | 类型 代号 | 直径系 列代号 | 轴承代号 |
| 推力调心 滚子轴承 | 2 | 92 | 29200 | 9 | 03 | | 2 | 9039200 |
| | 2 | 93 | 29300 | 9 | 03 | 9 | 3 | 9039300 |
| | 2 | 94 | 29400 | 9 | 03 | | 4 | 9039400 |
| 圆锥滚 子轴承 | 3 | 02 | 30200 | 0 | 00 | | 2 | 7200 |
| | 3 | 03 | 30300 | 0 | 00 | | 3 | 7300 |
| | 3 | 13 | 31300 | 0 | 02 | | 3 | 27300 |
| | 3 | 20 | 32000 | 2 | 00 | | 1 | 2007100 |
| | 3 | 22 | 32200 | 0 | 00 | | 5 | 7500 |
| | 3 | 23 | 32300 | 0 | 00 | 7 | 6 | 7600 |
| | 3 | 29 | 32900 | 2 | 00 | | 9 | 2007900 |
| | 3 | 30 | 33000 | 3 | 00 | | 1 | 3007100 |
| | 3 | 31 | 33100 | 3 | 00 | | 7 | 3007700 |
| 3 | 32 | 33200 | 3 | 00 | | 2 | 3007200 | |
| 双列深沟 球轴承 | 4 | (2)2 | 4200 | 0 | 81 | 0 | 5 | 810500 |
| | 4 | (2)3 | 4300 | 0 | | | 6 | 810600 |
| 推力球 轴承 | 5 | 11 | 51100 | 0 | 00 | | 1 | 8100 |

(续)

| 轴承名称 | 新标准 (GB/T272-1993) | | | 原标准 (GB/272-1988) | | | | |
|----------------------|-----------------------|-------------------|-------|----------------------|----------|----------|------------|---------|
| | 类型 代号 | 尺寸系 列代号 | 轴承代号 | 宽度系 列代号 | 结构 代号 | 类型 代号 | 直径系 列代号 | 轴承代号 |
| 推力球 轴承 | 5 | 12 | 51200 | 0 | 00 | 8 | 2 | 8200 |
| | 5 | 13 | 51300 | 0 | 00 | | 3 | 8300 |
| | 5 | 14 | 51400 | 0 | 00 | | 4 | 8400 |
| 双向推力 球轴承 | 5 | 22 | 52200 | 0 | 03 | | 2 | 38200 |
| | 5 | 23 | 52300 | 0 | 03 | 8 | 3 | 38300 |
| | 5 | 24 | 52400 | 0 | 03 | | 4 | 38400 |
| 带球面座 圈推力球 轴承 | 5 | 12 ⁽¹⁾ | 53200 | 0 | 02 | | 2 | 28200 |
| | 5 | 13 | 53300 | 0 | 02 | 8 | 3 | 28300 |
| | 5 | 14 | 53400 | 0 | 02 | | 4 | 28400 |
| 带球面座 圈双向推 力球轴承 | 5 | 22 ⁽²⁾ | 54200 | 0 | 05 | | 2 | 58200 |
| | 5 | 23 | 54300 | 0 | 05 | 8 | 3 | 58300 |
| | 5 | 24 | 54400 | 0 | 05 | | 4 | 58400 |
| 深沟球 轴承 | 6 | 17 | 61700 | 1 | 00 | | 7 | 1000700 |

(续)

| 轴承名称 | 新标准 (GB/T272-1993) | | | 原标准 (GB/272-1988) | | | | |
|--------------|-----------------------|------------|-------|----------------------|----------|----------|------------|----------|
| | 类型 代号 | 尺寸系 列代号 | 轴承代号 | 宽度系 列代号 | 结构 代号 | 类型 代号 | 直径系 列代号 | 轴承代号 |
| 深沟球轴 承 | 6 | 37 | 63700 | 3 | 00 | | 7 | 3000700 |
| | 6 | 18 | 61800 | 1 | 00 | | 8 | 1000800 |
| | 6 | 19 | 61900 | 1 | 00 | 0 | 9 | 1000900 |
| | 16 | (0)0 | 16000 | 7 | 00 | | 1 | 7000100 |
| | 6 | (1)0 | 6000 | 0 | 00 | | 1 | 100 |
| | 6 | (0)2 | 6200 | 0 | 00 | | 2 | 200 |
| | 6 | (0)3 | 6300 | 0 | 00 | | 3 | 300 |
| | 6 | (0)4 | 6400 | 0 | 00 | | 4 | 400 |
| 角接触球 轴承 | 7 | 19 | 71900 | 1 | 03 | | 9 | 1036900 |
| | 7 | (1)0 | 7000 | 0 | 03 | 6 | 1 | 3 { 6100 |
| | 7 | (0)2 | 7200 | 0 | 04 | | 2 | 4 < 6200 |
| | 7 | (0)3 | 7300 | 0 | 06 | | 3 | 6 { 6300 |
| | 7 | (0)4 | 7400 | 0 | | | 4 | 6 { 6400 |
| 推力圆柱 滚子轴承 | 8 | 11 | 81100 | 0 | 00 | 9 | 1 | 9100 |

(续)

| 轴承名称 | 新标准 (GB/T272 1993) | | | 原标准 (GB/272-1988) | | | | |
|---------------------|-----------------------|------------|---------|----------------------|----------|----------|------------|-------|
| | 类型 代号 | 尺寸系 列代号 | 轴承代号 | 宽度系 列代号 | 结构 代号 | 类型 代号 | 直径系 列代号 | 轴承代号 |
| 推力圆柱 滚子轴承 | 8 | 12 | 81200 | 0 | 00 | | 2 | 9200 |
| 内圈无挡 边圆柱滚 子轴承 | NU | 10 | NU 1000 | 0 | 03 | | 1 | 32100 |
| | NU | (0)2 | NU 200 | 0 | 03 | | 2 | 32200 |
| | NU | 22 | NU 2200 | 0 | 03 | 2 | 5 | 32500 |
| | NU | (0)3 | NU 300 | 0 | 03 | | 3 | 32300 |
| | NU | 23 | NU 2300 | 0 | 03 | | 6 | 32600 |
| | NU | (0)4 | NU 400 | 0 | 03 | | 4 | 32400 |
| 内圈单挡 边圆柱滚 子轴承 | NJ | (0)2 | NJ 200 | 0 | 04 | | 2 | 42200 |
| | NJ | 22 | NJ 2200 | 0 | 04 | | 5 | 42500 |
| | NJ | (0)3 | NJ 300 | 0 | 04 | 2 | 3 | 42300 |
| | NJ | 23 | NJ 2300 | 0 | 04 | | 6 | 42600 |
| | NJ | (0)4 | NJ 400 | 0 | 04 | | 4 | 42400 |
| 挡圈圆柱 滚子轴承 | NU | (0)2 | NUP200 | 0 | 09 | | 2 | 92200 |
| | NUP | 22 | NUP2200 | 0 | 09 | 2 | 5 | 92500 |

(续)

| 轴承名称 | 新标准 (GB/T272--1993) | | | 原标准 (GB/272-1988) | | | | |
|--------------------|------------------------|------------|---------|----------------------|----------|----------|------------|---------|
| | 类型 代号 | 尺寸系 列代号 | 轴承代号 | 宽度系 列代号 | 结构 代号 | 类型 代号 | 直径系 列代号 | 轴承代号 |
| 带顶丝外 球面球轴 承 | UC | 2 | UC 200 | 0 | 09 | | 5 | 90500 |
| | UC | 3 | UC 300 | 0 | 09 | 0 | 6 | 90600 |
| 带偏心套 外球面球 轴承 | UEL | 2 | UEL 200 | 0 | 39 | | 5 | 390500 |
| | UEL | 3 | UEL 300 | 0 | 39 | 0 | 6 | 390600 |
| 圆锥孔外 球面球轴 承 | UK | 2 | UK 200 | 0 | 19 | | 5 | 190500 |
| | UK | 3 | UK 300 | 0 | 19 | 0 | 6 | 190600 |
| 四点接触 球轴承 | QJ | (0)2 | QJ 200 | 0 | 17 | | 2 | 176200 |
| | QJ | (0)3 | QJ 300 | 0 | 17 | 6 | 3 | 176300 |
| 滚针轴承 | NA | 48 | NA 4800 | 4 | 54 | | 8 | 4544800 |
| | | 49 | NA 4900 | 4 | 54 | 4 | 9 | 4544900 |
| | | 69 | NA 6900 | 6 | 25 | 4 | 9 | 6254900 |

注：表中括号“()”，表示该数字在代号中省略。

① 尺寸系列分别为 12、13、14，表示成 32、33、34。

② 尺寸系列分别为 22、23、24，表示成 42、43、44。

外形尺寸用轴承配合安装特征尺寸表示的滚针轴承，见下表：

| 轴承名称 | 新标准 (GB/T272-1993) | | 原标准 (GB/272 1988) | |
|-------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------|---------------|
| | 类型 代号 | 尺寸表示 | 类型 代号 | 尺寸表示 |
| 滚针和保持架组件 | K | $F_w \times E_w \times B_c$ | K | $F_w B_w B_c$ |
| 推力滚针和保持架组件 | AXK | $D_{c1} D_c$ | 889 | 用尺寸系列，内径代号表示 |
| 穿孔型冲压外圈滚针轴承 | HK | $F_w B$ | HK | $F_w DB$ |
| 封口型冲压外圈滚针轴承 | BK | $F_w B$ | BK | $F_w DB$ |

注：表中 F_w 、 E_w 、 B 、 B_c 、 D_{c1} 、 D_c 含义同前滚针轴承表中的注。

5 前、后置代号

(1) 前置代号对照示例

| 代号对照 | | 示例对照 | |
|-----------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------|
| 新标准 (GB/T272—1993) | 原标准 (GB/272—1988) | 新标准 (GB/T272—1993) | 原标准 (GB/272—1988) |
| L | — | LNU 207, 表示 NU 207 轴承内圈 | — |
| R | 无代号, 用 轴承结构型 | RNU 207, 表示无内圈的 NU 207 轴承 | 292207 |
| K | 式表示 | RNA 6904 表示无内圈的 NA 6904 轴承 | 6354904 |
| WS | — | K 81107, 表示 81107 轴承的滚子与保持架组件 | 309707 |
| GS | — | WS81107, 表示 81107 轴承轴圈 | — |
| | | GS81107, 表示 81107 轴承座圈 | — |

(2) 后置代号

1) 内部结构代号对照列入下表

| 代号对照 | | 示 例 对 照 | |
|-----------------------|----------------------|--|----------------------|
| 新标准 (GB/T272-1993) | 原标准 (GB/272-1988) | 新标准 (GB/T272-1993) | 原标准 (GB/272-1988) |
| AC | 无代号, 用轴承 | 7210 AC, 公称接触角 $\alpha=25^\circ$ 的角接触球轴承 | 46210 |
| B | 结构型式表示 | 7210 B, 公称接触角 $\alpha=40^\circ$ 的角接触球轴承 | 66210 |
| C | | 32310 B, 接触角加大的圆锥滚子轴承 | — |
| | | 7210 C, 公称接触角 $\alpha=15^\circ$ 的角接触球轴承 | 36210 |
| E | | 23122 C, C型调心滚子轴承 | 3053722 |
| | | NLC 207 E, 加强型内圈无挡边圆柱滚子轴承 | 32207 E |
| D | | K 50×55×20 D | KS505520 |
| ZW | | K 20×25×40 ZW 双列滚针保持架组件 | KK 202540 |

2) 密封, 防尘与外部形状变化对照表

| 代号对照 | | 示例对照 | |
|-----------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| 新标准 (GB/T272-1953) | 原标准 (GB/272-1988) | 新标准 (GB/T272-1993) | 原标准 (GB/272-1988) |
| K | 无代号, 用轴承结构型式表示 | 1210 K, 有圆锥孔调心球轴承 | 111210 |
| K 30 | | 23220 K, 有圆锥孔调心滚子轴承 | 3153220 |
| R | | 24122 K30, 有圆锥孔(1:30)调心滚子轴承 | 4453722 |
| N | | 30307 R, 凸缘外圈圆锥滚子轴承 | 67307 |
| NR | | 6210 N, 外圈上有止动槽的深沟球轴承 | 50210 |
| -RS | | 6210 NR, 外圈上有止动槽并带止动环的深沟球轴承 | - |
| | | 6210-RS, 一面带密封圈(接触式)的深沟球轴承 | 160210 |
| -2RS | | 6210-2RS, 两面带密封圈(接触式)的深沟球轴承 | 180210 |

(续)

| 代号对照 | | 示例对照 | |
|----------------|---------------|---------------------------------------|---------------|
| 新标准 | 原标准 | 新标准 | 原标准 |
| (GB/T272-1993) | (GB 272-1988) | (GB/T272-1993) | (GB 272 1988) |
| -RZ | | 6210-RZ, 一面带密封圈(非接触式)的深沟球轴承 | 160210K |
| -2RZ | | 6210-2RZ, 两面带密封圈(非接触式)的深沟球轴承 | 180210K |
| -Z | | 6210-Z, 一面带防尘盖的深沟球轴承 | 60210 |
| -2Z | | 6210-2Z, 两面带防尘盖的深沟球轴承 | 80210 |
| -RSZ | | 6210-RSZ, 一面带密封圈(接触式), 另一面带防尘盖的深沟球轴承 | - |
| -RZZ | | 6210-RZZ, 一面带密封圈(非接触式), 另一面带防尘盖的深沟球轴承 | - |

(续)

| 代号对照 | | 示例对照 | |
|----------------|---------------|--|---------------|
| 新标准 | 原标准 | 新标准 | 原标准 |
| (GB/T272-1993) | (GB/272-1988) | (GB/T272-1993) | (GB/272-1988) |
| -ZN | | 6210-ZN, 一面带防尘盖, 另一面外圈有止动槽的深沟球轴承 | 150210 |
| -2ZN | | 6210-2ZN, 两面带防尘盖, 外圈有止动槽的深沟球轴承 | 250210 |
| -ZNR | | 6210-ZNR, 一面带防尘盖, 另一面外圈有止动槽, 并带止动环的深沟球轴承 | — |
| -ZNB | | 6210-ZNB, 防尘盖和止动槽在同一面上的深沟球轴承 | — |
| U | | 53210U, 带球面座圈的推力球轴承 | 18210 |

3) 公差等级代号对照按下表

51
52
53

| 代号对照 | | 示 例 对 照 | |
|----------------|---------------|--------------------------|---------------|
| 新标准 | 原标准 | 新标准 | 原标准 |
| (GB/T272-1993) | (GB/272-1988) | (GB/T272-1993) | (GB/272 1988) |
| /P0 | G | 6203 公差等级为0级的深沟球轴承 | 203 |
| /P6 | E | 6203/P6 公差等级为6级的深沟球轴承 | E203 |
| /P6x | Ex | 30210/P6x公差等级为6x级的圆锥滚子轴承 | Ex7210 |
| /P5 | D | 6203/P5 公差等级为5级的深沟球轴承 | D203 |
| /P4 | C | 6203/P4 公差等级为4级的深沟球轴承 | C203 |
| /P2 | B | 6203/P2 公差等级为2级深沟球轴承 | B203 |

4) 游隙代号对照列入下表

| 代号对照 | | 示例对照 | |
|-----------------------|----------------------|---|----------------------|
| 新标准 (GB/T272—1993) | 原标准 (GB/272—1988) | 新标准 (GB/T272—1993) | 原标准 (GB/272—1988) |
| /C1 | 1 | NN 3006/C1, 径向游隙为1组的双列圆柱滚子轴承 | 1G3282106 |
| /C2 | 2 | 6210/C2, 径向游隙为2组的深沟球轴承 | 2G210 |
| /C3 | — | 6210, 径向游隙为0组的深沟球轴承 | 210 |
| /C4 | 3 | 6210/C3, 径向游隙为3组的深沟球轴承 | 3G210 |
| | 4 | NN 3006K/C4, 径向游隙为4组的圆锥孔双列圆柱滚子轴承 | 4G3182106 |
| /C5 | 5 | NNU 4920K/C5, 径向游隙为5组的圆锥孔内圈无挡边的双列圆柱滚子轴承 | 5G4382920 |

5) 配置代号对照示例列入下表

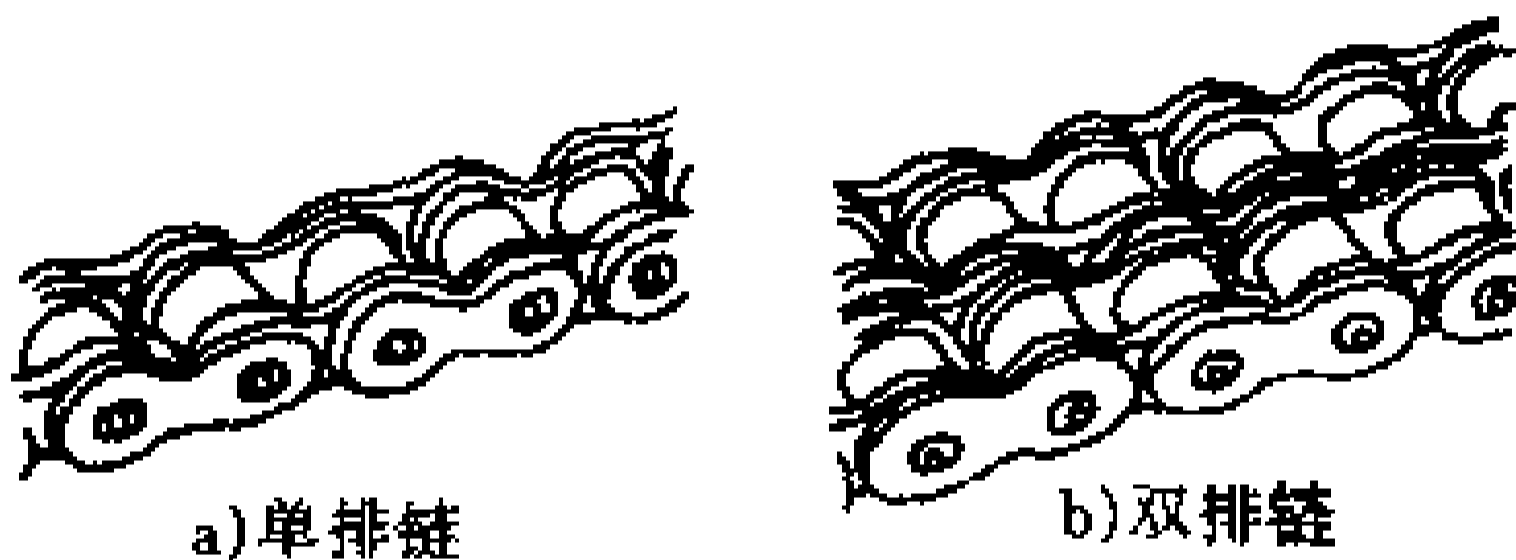
| 代号对照 | | 示例对照 | |
|-----------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| 新标准 (GB/T272—1993) | 原标准 (GB/272—1988) | 新标准 (GB/T272—1993) | 原标准 (GB/272—1988) |
| /DB | | 7210C/DB, 背靠背成对安装的角接触球轴承 | 236210 |
| /DF | | 7210C/DF, 面对面成对安装的角接触球轴承 | 336210 |
| /DT | | 7210C/DT, 串联成对安装的角接触球轴承 | 436210 |
| | | 无代号, 用轴承结构型式表示 | |

套筒滚子传动链

一 短节距传动用精密滚子链(GB/T1243-1997)

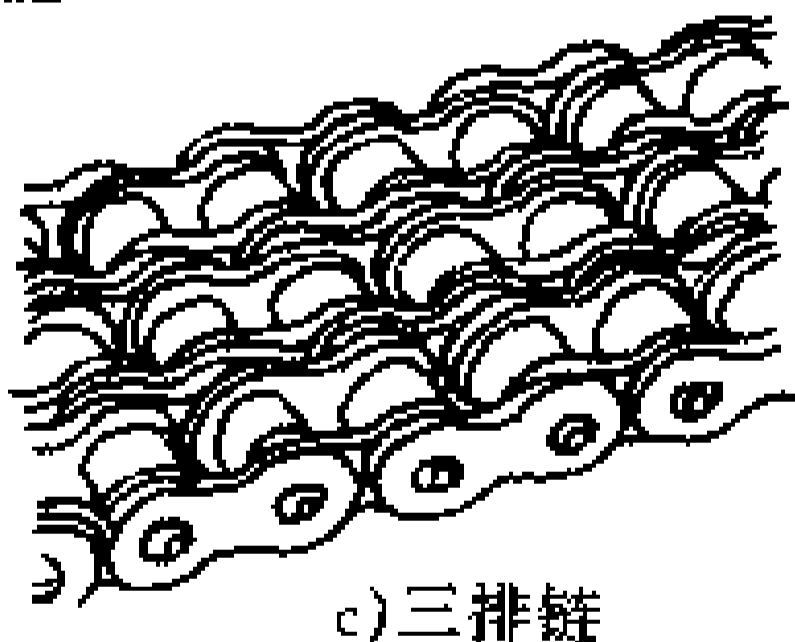
适用于一般机械传动用的单排和多排短节距精密滚子链(简称滚子链)。

1 滚子链的结构型式



a) 单排链

b) 双排链

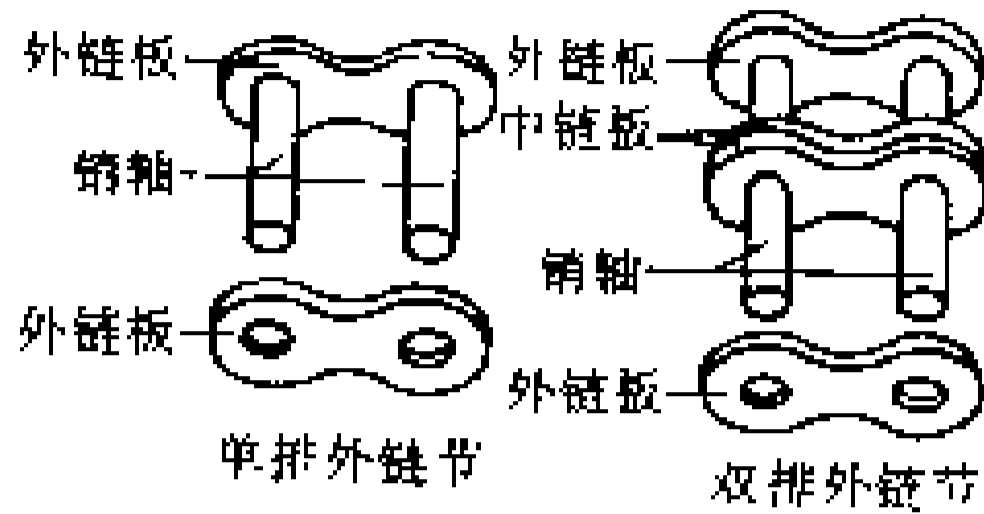


c) 三排链

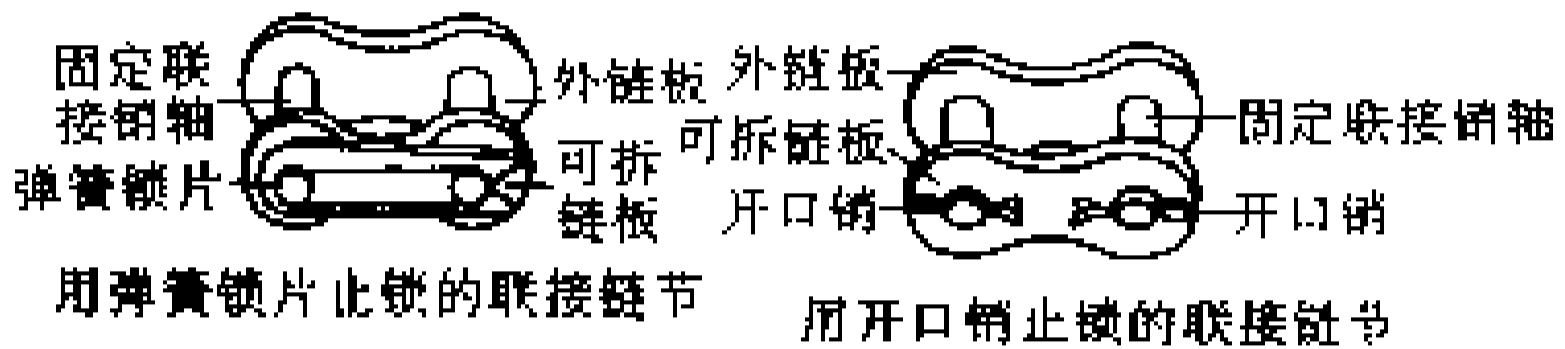
2 链节结构型式及零部件名称



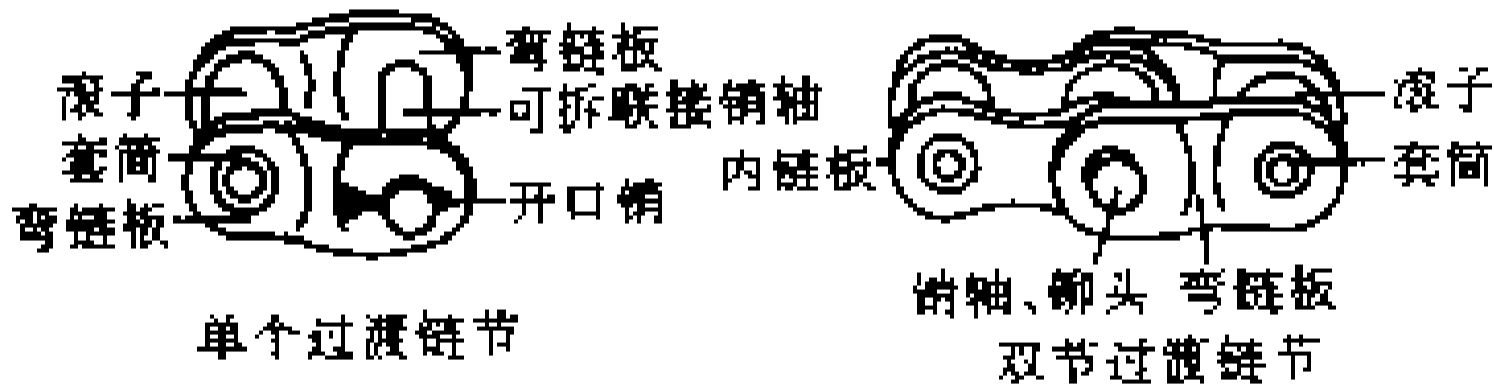
a) 内链节



b) 铆头的外链节



c) 可拆联接链节



d) 过渡链节

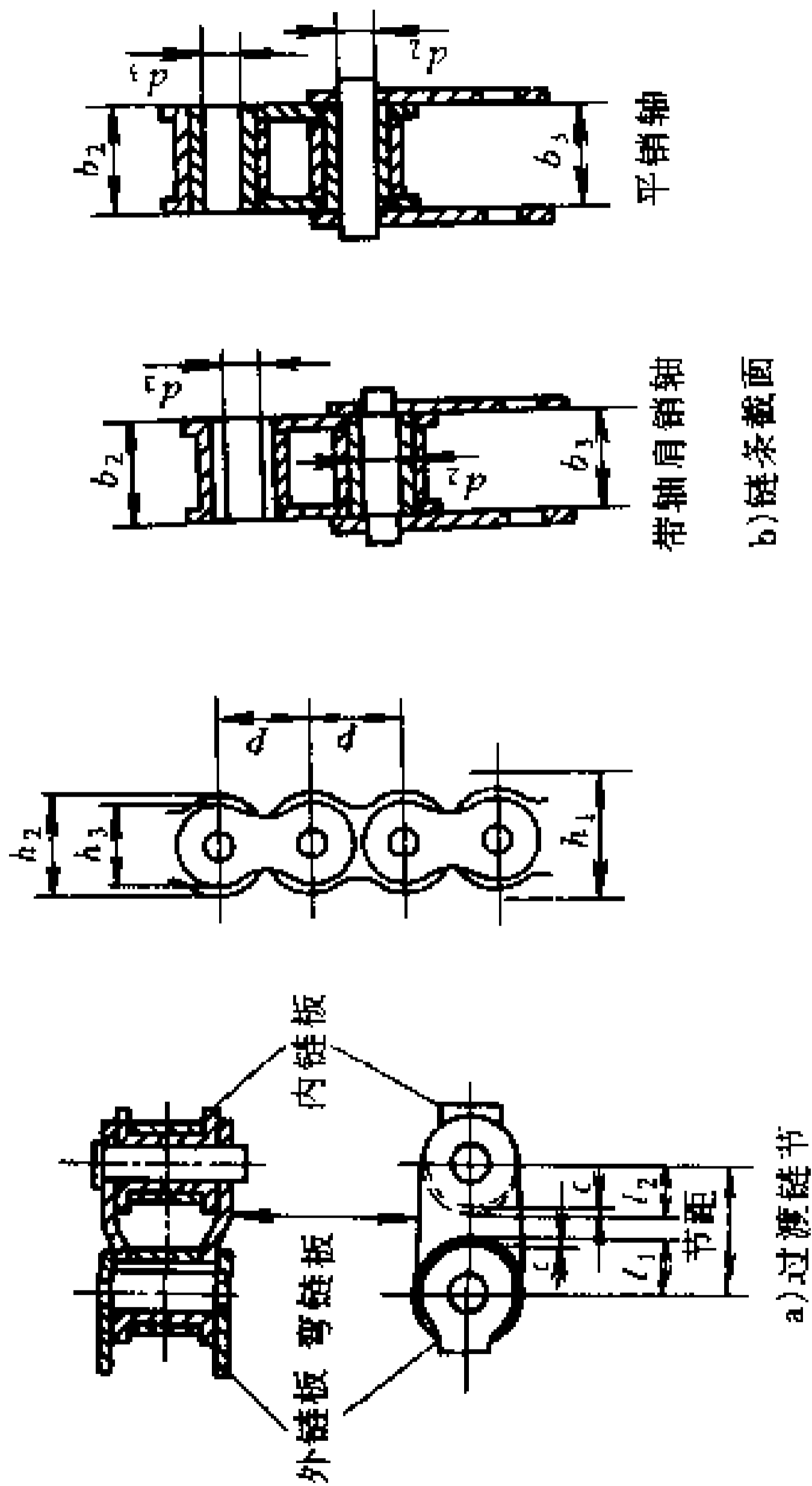
3 链条结构型式与尺寸标注

尺寸 c 表示弯链板与直链板之间回转间隙。

链条通道高度 b_1 是装配好的链条要通过的通道最小高度。

用止锁零件接头的链条全宽是：当一端有带止锁件的接头时，对端部铆头销轴长度为 b_4 、 b_5 或 b_6 再加上 b_7 （或带头锁轴的加 $1.6b_7$ ），当两端都有止锁件时加 $2b_7$ 。

对三排以上的链条，其链条全宽为 $b_4 + p_1$ （链条排数 - 1）。

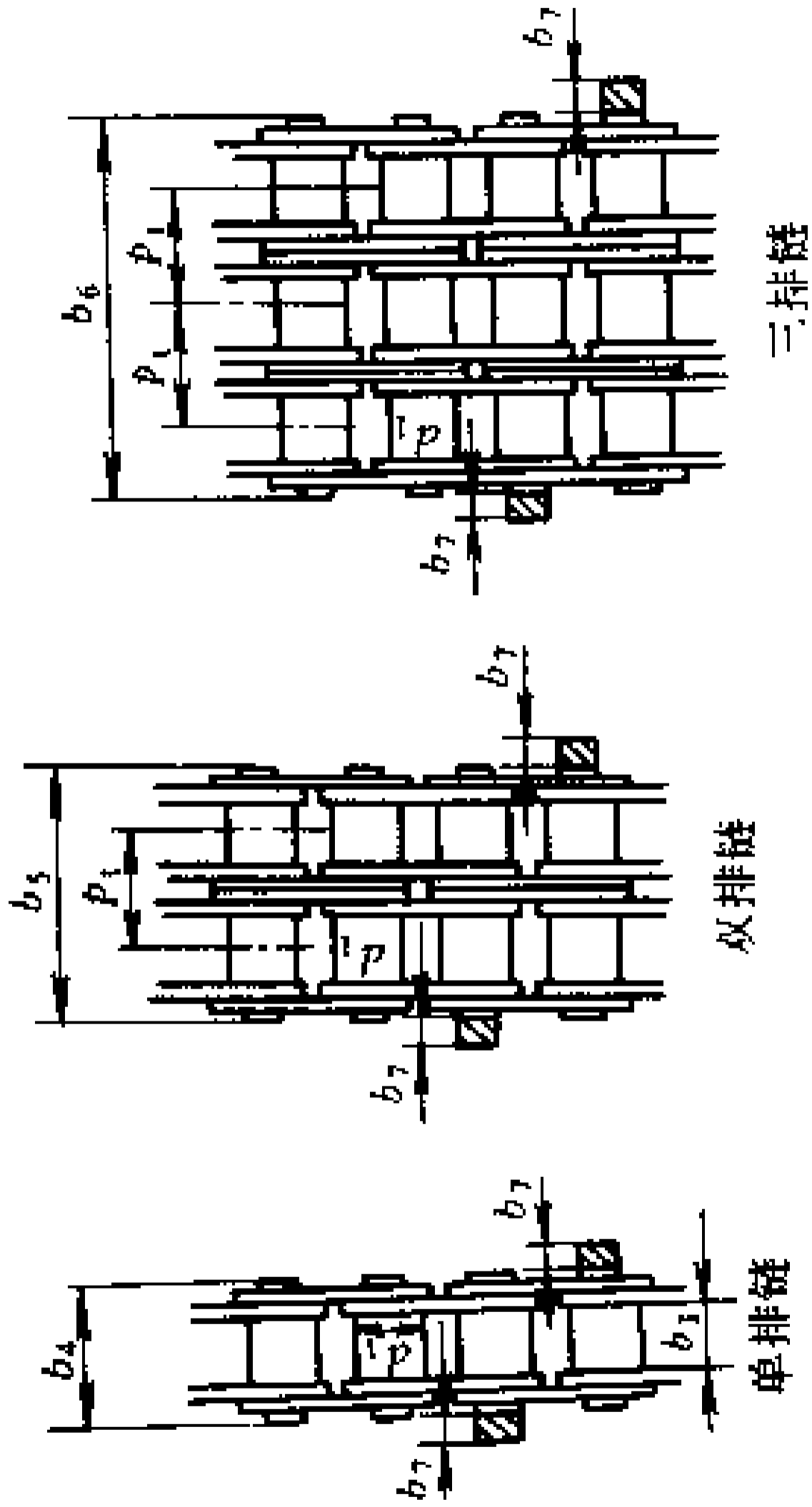


平销轴

带轴肩销轴

b) 链条截面

a) 过渡链节



c) 链条型式

4 链条

| 链号 | 节距 p | 排距 p_1 | 滚子 直径 d_1 max | 内节 内宽 b_1 min | 销轴 直径 d_2 max | 套筒 孔径 d_3 min | 内链 节外 宽 b_2 max | 外链 节内 宽 b_3 min | 销轴全宽 | | |
|-----|-----------|-------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | | | | 单排 b_4 max | 双排 b_5 max | 三排 b_6 max |
| | | | | | | | | | | | |
| /mm | | | | | | | | | | | |
| 05B | 8.00 | 5.64 | 5.00 | 3.00 | 2.31 | 2.36 | 4.77 | 4.90 | 8.6 | 14.3 | 19.9 |
| 08B | 12.70 | 13.92 | 8.51 | 7.75 | 4.45 | 4.50 | 11.30 | 11.43 | 17.0 | 31.0 | 44.9 |
| 10A | 15.875 | 18.11 | 10.16 | 9.40 | 5.08 | 5.13 | 13.84 | 13.89 | 21.8 | 39.9 | 57.9 |
| 16A | 25.40 | 29.29 | 15.88 | 15.75 | 7.92 | 7.97 | 22.61 | 22.66 | 33.5 | 62.7 | 91.7 |
| 20A | 31.75 | 35.76 | 19.05 | 18.90 | 9.53 | 9.58 | 27.46 | 27.51 | 41.1 | 77.0 | 113.0 |
| 24A | 38.10 | 45.44 | 22.23 | 25.22 | 11.10 | 11.15 | 35.46 | 35.51 | 50.8 | 96.3 | 141.7 |
| 28A | 44.45 | 48.87 | 25.40 | 25.22 | 12.70 | 12.75 | 37.19 | 37.24 | 54.9 | 103.6 | 152.4 |
| 32A | 50.80 | 58.55 | 28.58 | 31.55 | 14.27 | 14.32 | 45.21 | 45.26 | 65.5 | 124.2 | 182.9 |
| 40A | 63.50 | 71.55 | 39.68 | 37.85 | 19.84 | 19.89 | 54.89 | 54.94 | 80.3 | 151.9 | 223.5 |

① 对繁重的工况不推荐使用过渡链节。

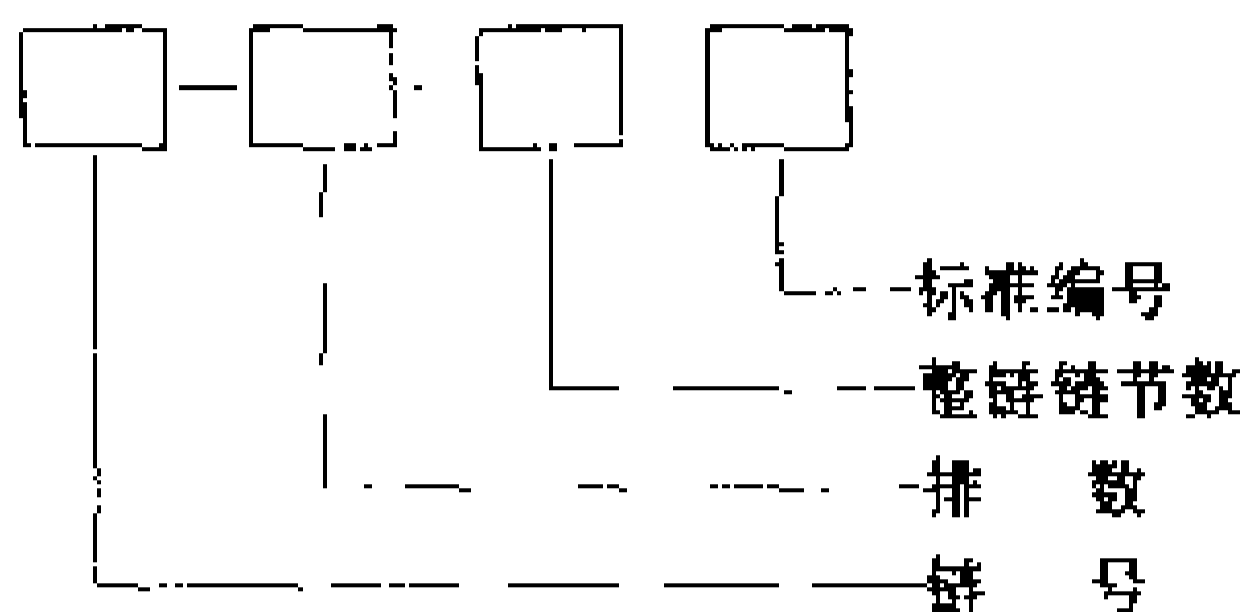
② 实际尺寸取决于止锁件的型式,但不得超过所给尺寸,详细资料

主要尺寸

| 止锁 件附 加宽 度 ⁽²⁾ b_7 | 链条 通道 高度 h_1 | 内链 板高 度 h_2 | 外链 板与 中链 板高 度 h_3 | 过渡链节尺寸 ⁽¹⁾ | | | 抗拉载荷 | | |
|---|-------------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | 外侧 凹坑 半径 L_1 | 内侧 凹坑 半径 L_2 | 间隙 C | 单排 Q | 双排 Q | 三排 Q |
| | | | | | | | /kN | | |
| 3.1 | 7.37 | 7.11 | 7.11 | 3.71 | 3.71 | 0.08 | 4.40 | 7.80 | 11.10 |
| 3.9 | 12.07 | 11.81 | 10.92 | 5.66 | 6.12 | 0.08 | 17.80 | 31.10 | 44.50 |
| 4.1 | 15.35 | 15.09 | 13.03 | 6.60 | 7.62 | 0.10 | 21.80 | 43.60 | 65.40 |
| 5.4 | 24.39 | 24.13 | 20.83 | 10.54 | 12.19 | 0.13 | 55.60 | 111.20 | 166.80 |
| 6.1 | 30.48 | 30.18 | 26.04 | 13.16 | 15.24 | 0.15 | 86.70 | 173.50 | 260.20 |
| 6.6 | 36.55 | 36.20 | 31.24 | 15.80 | 18.26 | 0.18 | 124.60 | 249.10 | 373.70 |
| 7.4 | 42.67 | 42.24 | 36.45 | 18.42 | 21.31 | 0.20 | 169.00 | 338.10 | 507.10 |
| 7.9 | 48.74 | 48.26 | 41.66 | 21.03 | 24.33 | 0.20 | 222.40 | 444.80 | 667.20 |
| 10.2 | 60.93 | 60.33 | 52.07 | 26.24 | 30.35 | 0.20 | 317.00 | 693.90 | 1040.90 |

应从链条制造厂得到。

5 标记示例



081、083、084、085 链条,因为仅有单排型式,故标记中的排数可省略。

示例:

链号为 08A、单排、87 节的滚子标记为:

08A-1-87 GB/T1243 - 1997

链号为 24A、双排、60 节的滚子链标记为:

24A-2-60 GB/T1243 - 1997

二、短节距传动用精密滚子链用附件

(GB/T1243.2- -1997)

标准中规定了两种附件型式:K1 型和 K2 型。

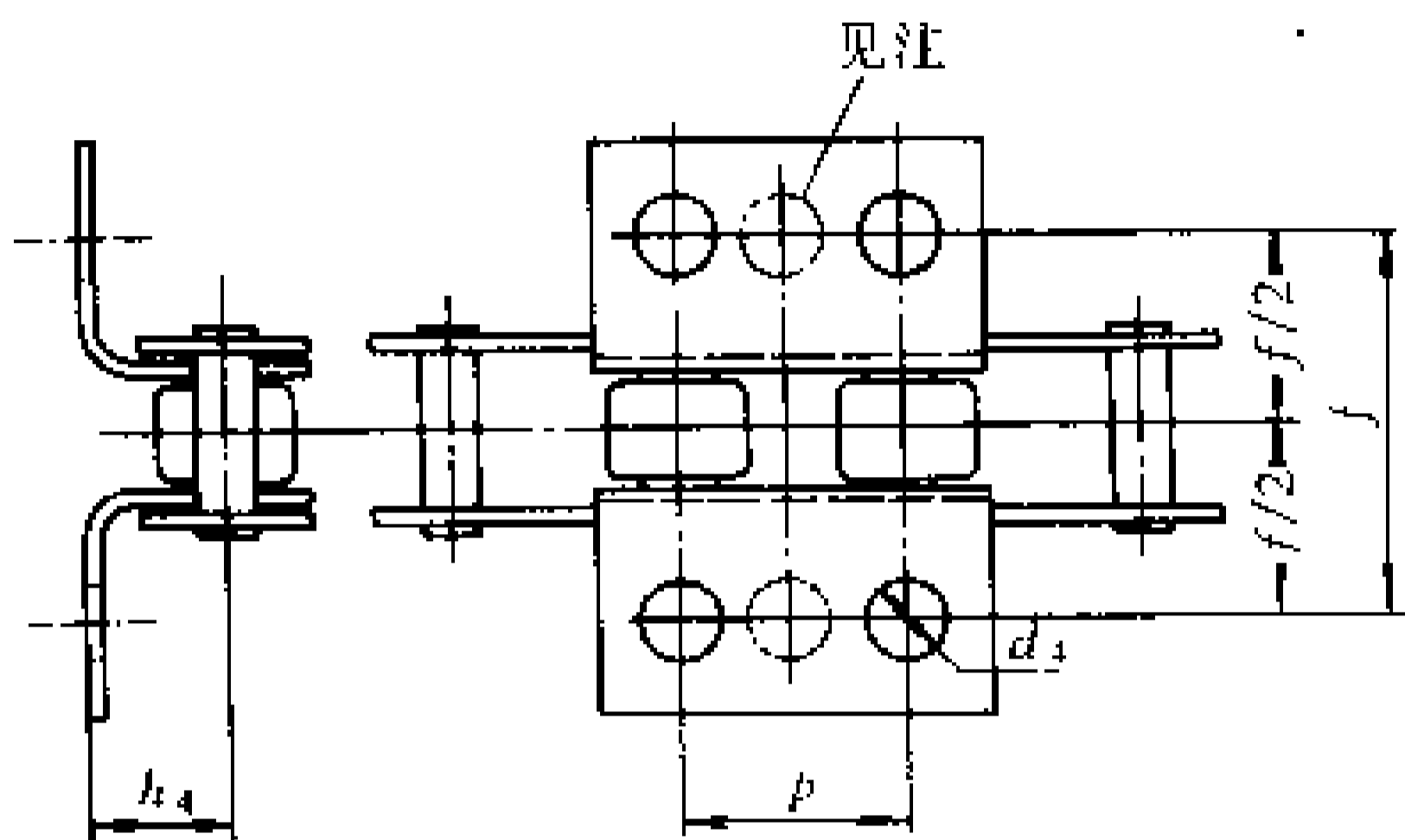
K1 型——在水平翼板中央有一个附件孔。

K2 型——在水平翼板长度方向有两个附件孔。

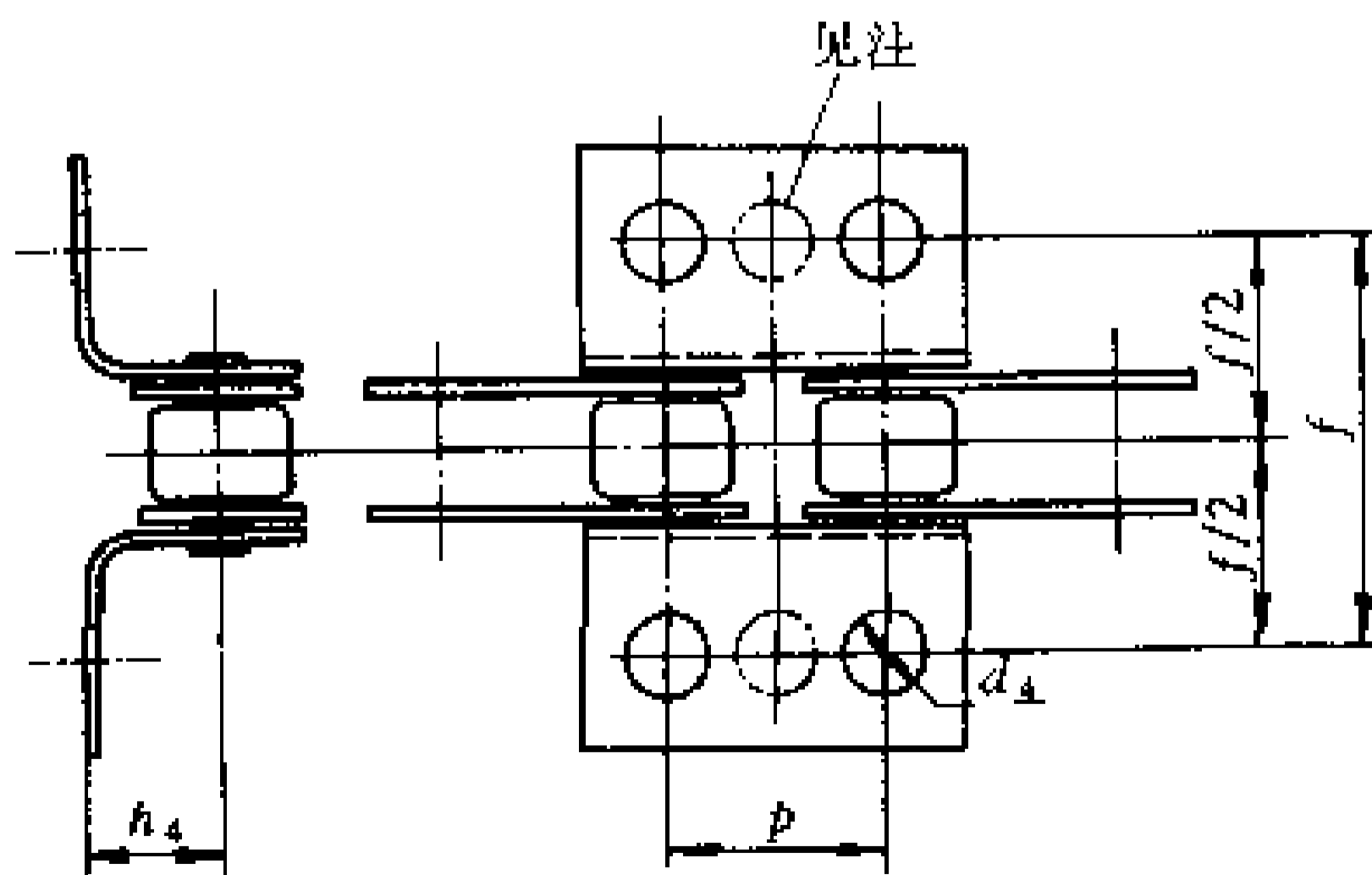
1 附件型式

K 型附件型式

K1 型——装在外链节上



K2 型 装在内链节上



2 附件板的尺寸

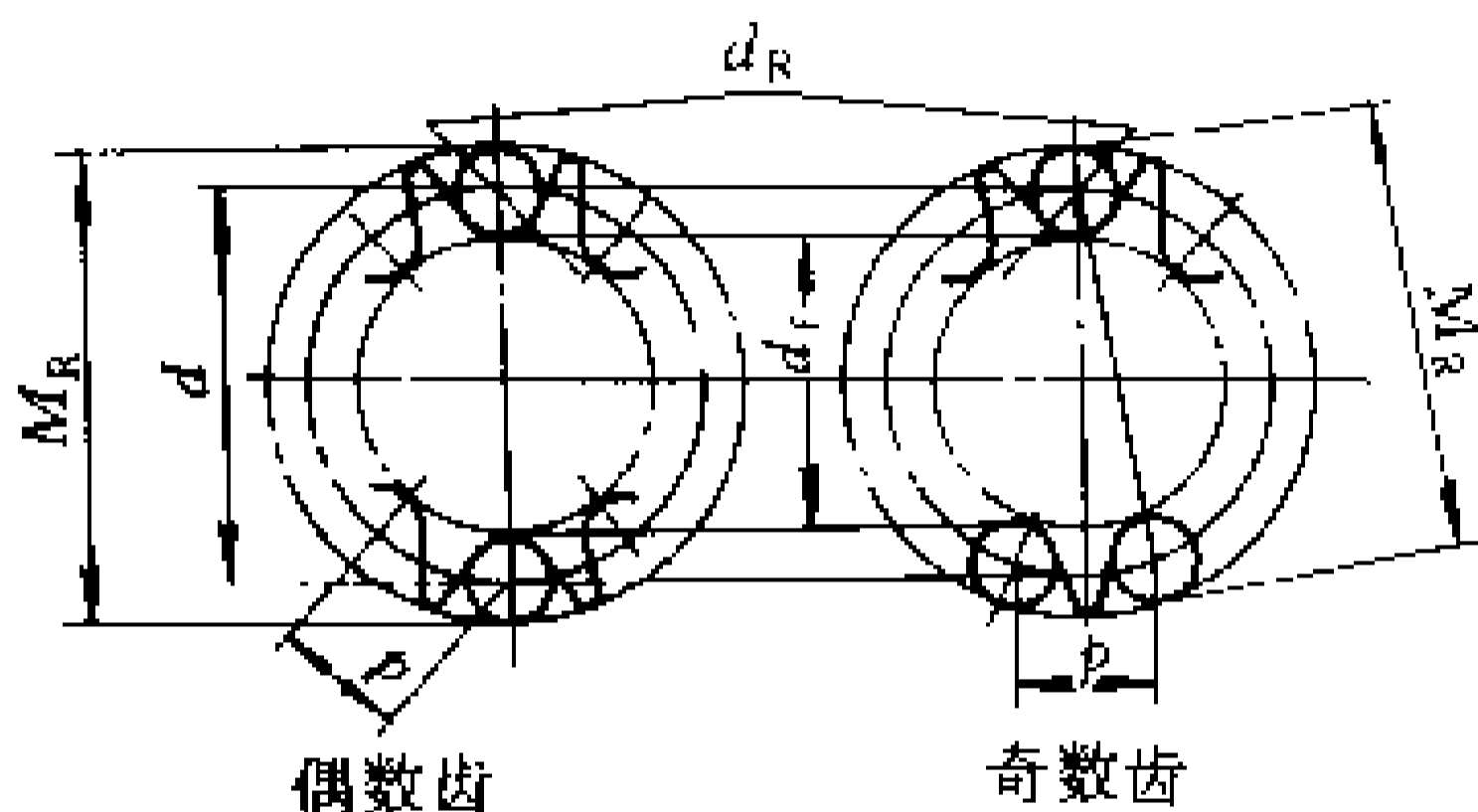
(mm)

| 链号 | 翼板高 h_1 | 孔径 d_1 mm | 横向孔间距 f |
|-----|--------------|----------------|--------------|
| 08A | 7.92 | 3.3 | 25.4 |
| 08B | 8.89 | 4.3 | |
| 10A | 10.31 | 5.1 | 31.75 |
| 10B | | 5.3 | |
| 12A | 11.91 | 5.1 | 38.1 |
| 12B | 13.46 | 6.4 | |
| 16A | 15.88 | 6.6 | 50.8 |
| 16B | | 6.4 | |
| 20A | 19.84 | 8.2 | 63.5 |
| 20B | | 8.4 | |
| 24A | 23.01 | 9.8 | 76.2 |
| 24B | 26.67 | 10.5 | |
| 28A | 28.58 | 11.4 | 88.9 |
| 28B | | 13.1 | |
| 32A | 31.75 | 13.1 | 101.6 |
| 32B | | | |

三 链 轮

1 链轮轮缘直径尺寸

(1) 基本图形见下图



p —弦节距 等于链条节距 d_R —量柱直径 d —分度圆直径
 d_1 —齿根圆直径 M_R —量柱测量距

(2) 尺寸计算

1) 分度圆直径 d

$$d = \frac{p}{\sin \frac{180^\circ}{z}}$$

z —齿数

2) 量柱直径 d_R

$$d_R = d_1 \text{ (见下图)}$$

极限偏差为 $^{+0.01}_0$ mm

3) 齿根圆直径 d_1

$$d_f = d - d_1$$

公差值规定见下表

| (mm) | | | | | |
|----------------------|-----|------|-------------|-----|----------------|
| 齿根圆直径 d_f | 上偏差 | 下偏差 | 齿根圆直径 d_f | 上偏差 | 下偏差 |
| $d_f \leq 127$ | 0 | 0.25 | $d_f > 250$ | 0 | $h_{11}^{(1)}$ |
| $127 < d_f \leq 250$ | 0 | 0.30 | | | |

① 见 GB1801, GB1802

4) 量柱测量距

偶数齿
$$M_R = d + d_{R\min}$$

奇数齿
$$M_R = d \cos \frac{90^\circ}{z} + d_{R\min}$$

对偶数齿链轮, 应把两测量柱放入相对的两个齿槽内来测量量柱测量距。

对奇数齿链轮, 应把两测量柱放入最接近相对的两个齿槽内来测量量柱测量距。

2 链轮齿槽形状

(1) 齿槽形状见下图

(2) 尺寸计算

1) 最小齿槽形状

$$r_{\max} = 0.12d_1(z+2)$$

$$r_{\min} = 0.505d_1$$

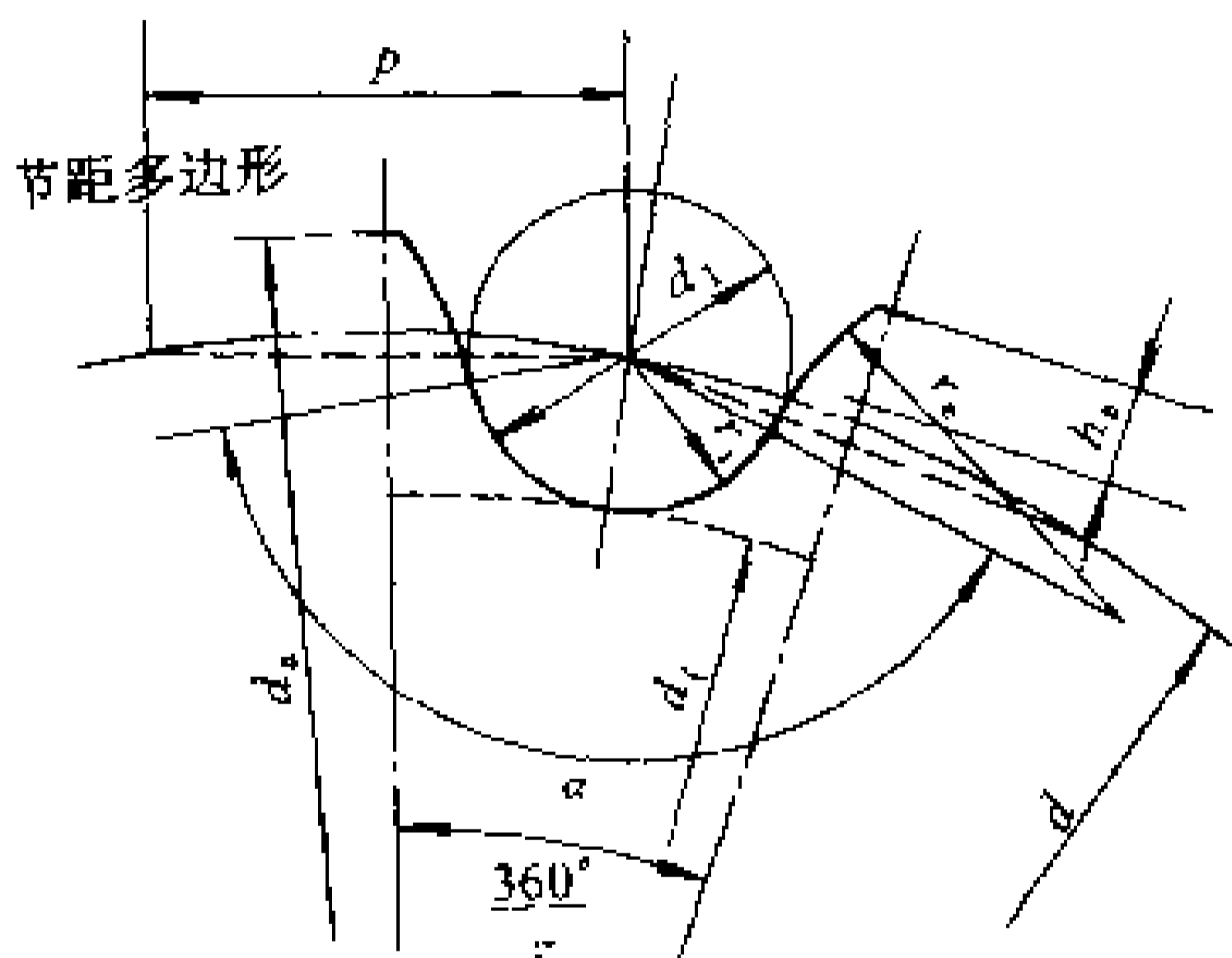
$$\alpha_{\max} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{z}$$

2) 最大齿槽形状

$$r_{\min} = 0.008d_1(z^2 + 180)$$

$$r_{\max} = 0.505d_1 + 0.069\sqrt[3]{d_1}$$

$$\alpha_{\min} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{z}$$



p —弦节距, 等于链条节距 r —齿侧圆弧半径 d —分度圆直径
 h_a —节距多边形以上的齿高 d_1 —滚子直径最大值
 d_a —齿顶圆直径 r_1 —滚子定位圆弧半径 d_f —齿根圆直径
 α —滚子定位角 z —齿数

3 齿高和齿顶圆直径

(1) 图形见下图

(2) 尺寸计算

$$d_{\max} = d + 1.25p \cdot d_1$$

$$d_{\min} = d + p \left(1 - \frac{1.6}{z} \right) \quad d_1$$

为便于在图板上绘制放大尺寸的齿槽形状,可用下式求出节距多边形以上部分的齿高。

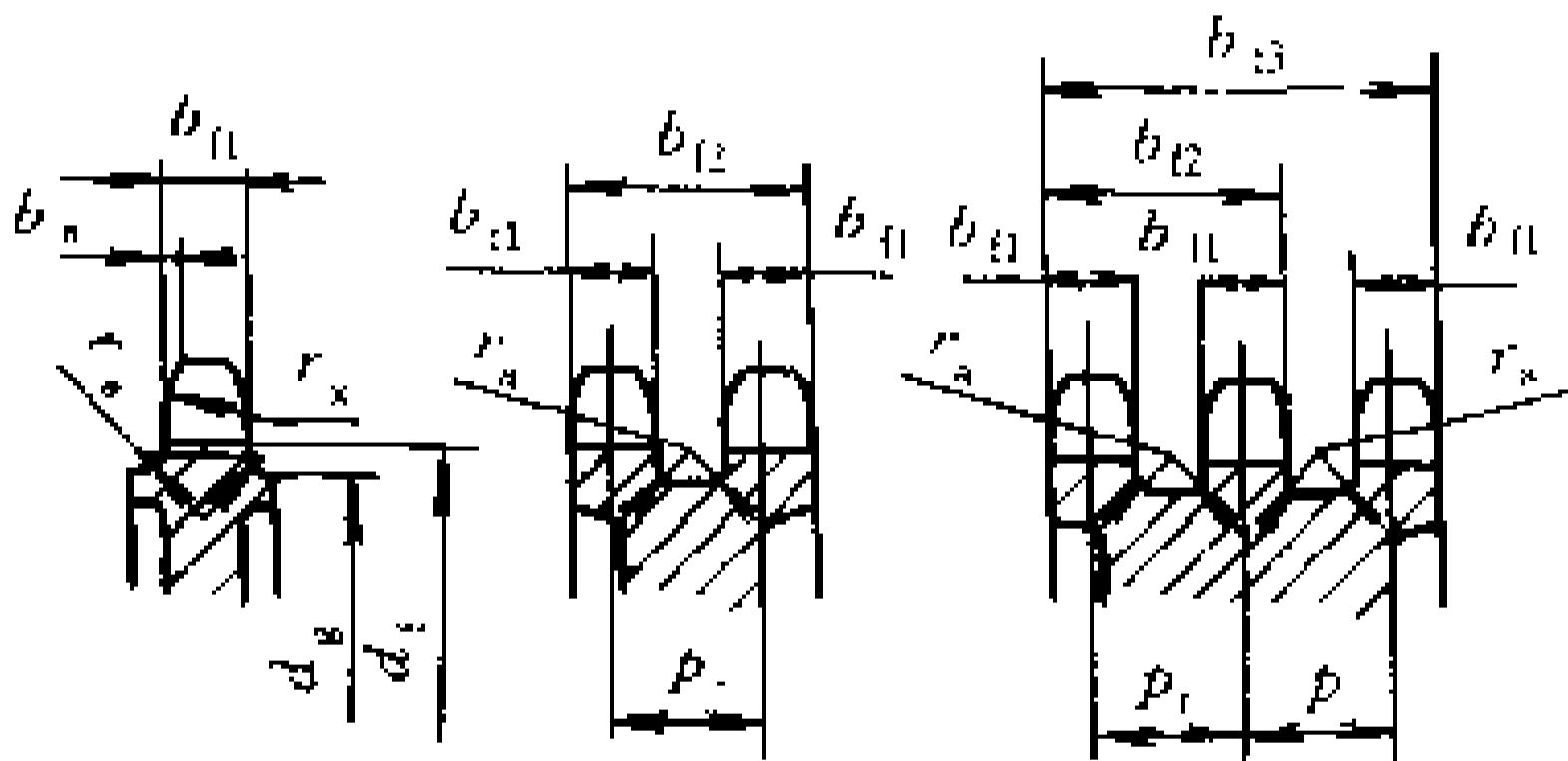
$$h_{\max} = 0.625p - 0.5d_1 + \frac{0.8p}{z}$$

$$h_{\min} = 0.5(p - d_1)$$

h_{\max} 对应 d_{\max} ; h_{\min} 对应 d_{\min} 。

4 链轮轴向齿廓

(1) 齿廓图形见下图



b_{11} —齿宽 d_1 链轮根圆直径 b_{12} 、 b_{13} —齿全宽 p —链条节距 r_x —齿侧半径 p —链条排距 b_a —齿侧倒角 b_1 —链条内节内宽最小值 r_a —轴肩圆角半径 h_2 —内链板高度最大值 d_g —确定的最大轴凸缘直径

(2) 尺寸计算

1) 齿宽

a) 节距 $p \leq 12.7\text{mm}$

对单排链轮 $b_{r1} = 0.93b_1 \pm h14$

对双排和三排链轮 $b_{r1} = 0.91b_1; h1d^*$

b) 节距 $p \geq 12.7\text{mm}$

对单排链轮 $b_{r1} = 0.95b_1; h14$

对双排和三排链轮 $b_{r1} = 0.93b_1; h14$

2) 其他尺寸

b_{r2} 和 $b_{r3} = (\text{链排数} - 1) \times p_r \div b_{r1}$

$r_{x\text{公称}} = p$

对于 081、083、084 和 085 规格的链条

$b_{n\text{公称}} = 0.06p$

对其余规格的链条

$b_{n\text{公称}} = 0.13p$

$d_g = p \cos \frac{180^\circ}{z} \div 1.04h_2 - 0.76 \text{ mm}$

四 其他要求

1 径向圆跳动量和端面圆跳动量

链轮孔和根圆直径之间的径向跳动量不应超过下列两数值中的较大值

$(0.0008d_f + 0.08)\text{mm}$ 或 0.15mm

最大到 0.76mm

轴孔到链轮齿侧平直部分的端面跳动量不应超过下列计算值。

$(0.0009d_f + 0.08)\text{mm}$

最大到 1.14mm

对于焊接链轮,如上述公式的计算值较小可采用 0.25mm。

2 齿 数

齿数范围:9~150。优先选用齿数:17、19、21、23、25、38、57、76、95 和 114。

在标准附录 A1 及 B1 中给出了链条单位节距正确的分度圆直径和链轮滚刀法向齿形尺寸,必要时可供查阅。

带 传 动

一 平 带 传 动

1 基本计算

(1) 小带轮初定直径 d_1

$$d_1 = C \sqrt{\frac{P_N}{n_1}}$$

式中 n_1 ——小带轮转速(r/min);

P_N ——传动功率(kW);

C ——系数。

当 P_N 的单位为马力时, $C=1000\sim 1200$,

当 P_N 的单位为千瓦时, $C=1150\sim 1400$ 。

(2) 大带轮直径 d_2

$$d_2 = \frac{n_1}{n_2} d_1 = i d_1$$

式中 d_1 ——小带轮直径(mm)；

n_2 ——大带轮转速(r/min)；

i ——传动比。

(3) 带轮速度 v

$$v = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \times 1000}$$

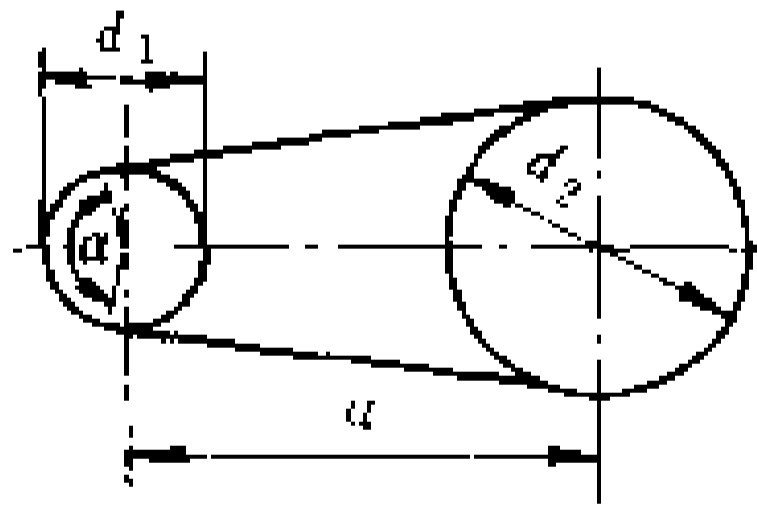
带速度不应超过 25m/s。

(4) 带轮中心距 a

$$5(d_1 + d_2) \leq a \leq (d_1 + d_2)$$

(5) 带长度 L 和小带轮包角 α

开式传动^①

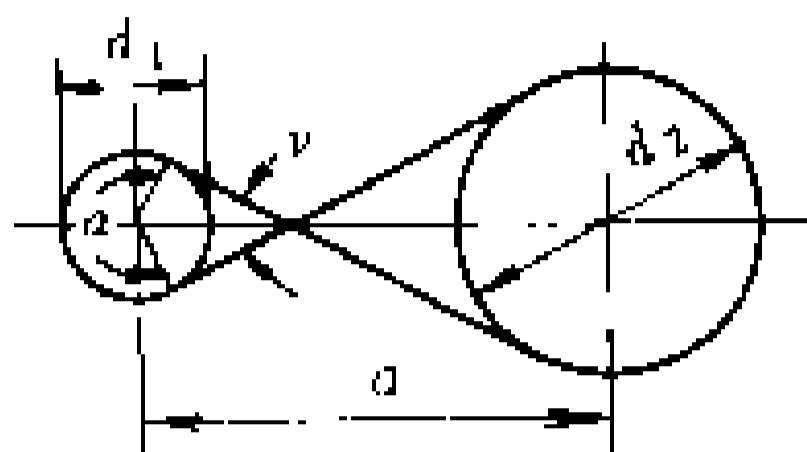


$$L = 2a + \frac{\pi}{2}(d_2 + d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}$$

$$\alpha \approx 180^\circ - \frac{d_2 - d_1}{a} \times 60^\circ$$

① 应保证 $\alpha \geq 150^\circ$ ，否则应增加中心距 a 或采用张紧轮。

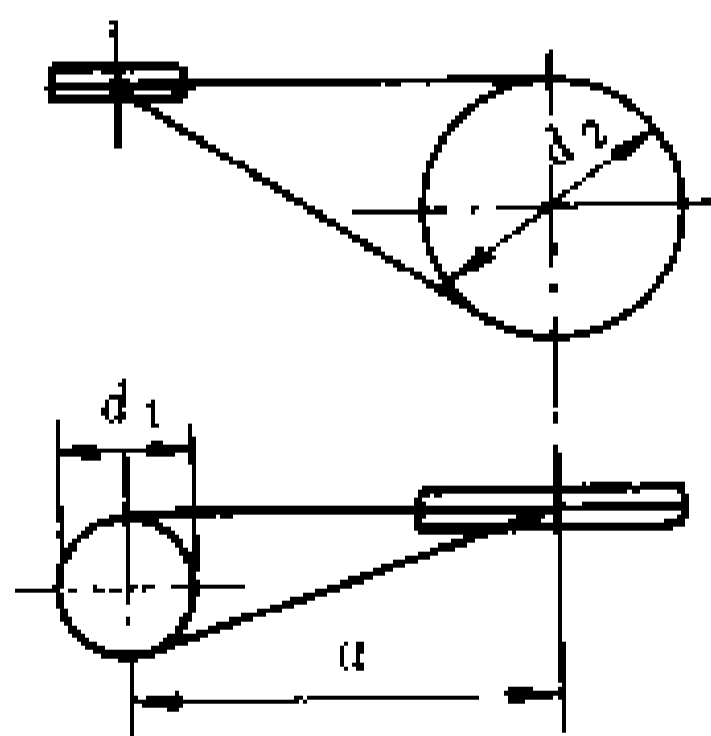
交叉传动



$$L = 2a - \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) + \frac{(d_1 + d_2)^2}{4a}$$

$$\alpha \approx 180^\circ + \frac{d_2 + d_1}{a} \times 60^\circ$$

半交叉传动



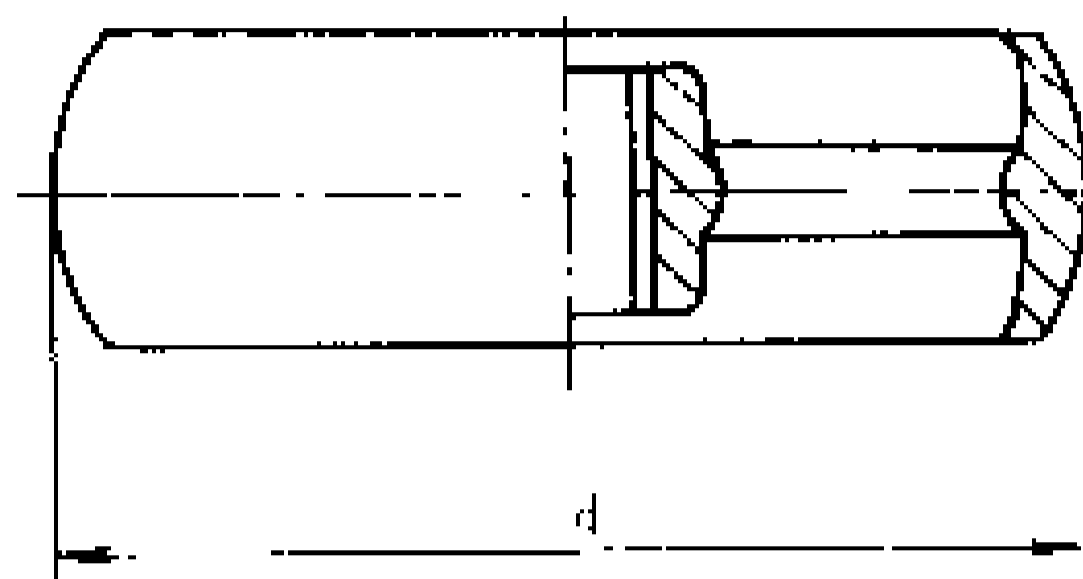
$$L = 2a + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) + \frac{d_1^2 + d_2^2}{2a}$$

$$\alpha \approx 180^\circ + \frac{d_1}{a} \times 60^\circ$$

(6) 带厚度 δ

$$\delta \leq \frac{d_1}{30}, \text{ 推荐 } \delta \leq \frac{d_1}{40}$$

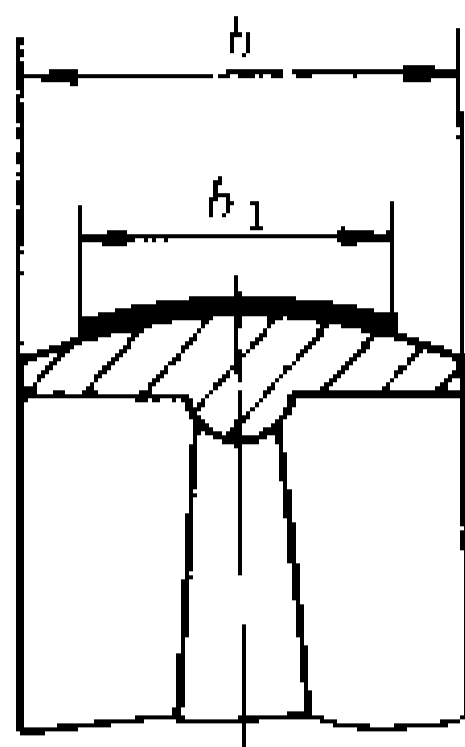
2 带轮直径尺寸(GB11358--1989)



(mm)

| 基本尺寸 d | 极限偏差 | 基本尺寸 d | 极限偏差 | 基本尺寸 d | 极限偏差 |
|-------------|------|-------------|------|-------------|-------|
| 20 | ±0.4 | 125 | ±1.6 | 560 | ±5.0 |
| 25 | | 140 | | 630 | |
| 32 | ±0.5 | 160 | | 710 | |
| 40 | | 180 | 800 | ±6.3 | |
| 45 | ±0.6 | 200 | 900 | | |
| 50 | | 224 | 1000 | | |
| 56 | ±0.8 | 250 | ±2.5 | 1120 | ±8.0 |
| 63 | | 280 | 1250 | | |
| 71 | ±1.0 | 315 | ±3.2 | 1400 | |
| 80 | | 355 | 1600 | | |
| 90 | ±1.2 | 400 | ±4.0 | 1800 | ±10.0 |
| 100 | | 450 | | 2000 | |
| 112 | | 500 | | --- | |

3 平带及带轮的宽度(GB11359—1989)

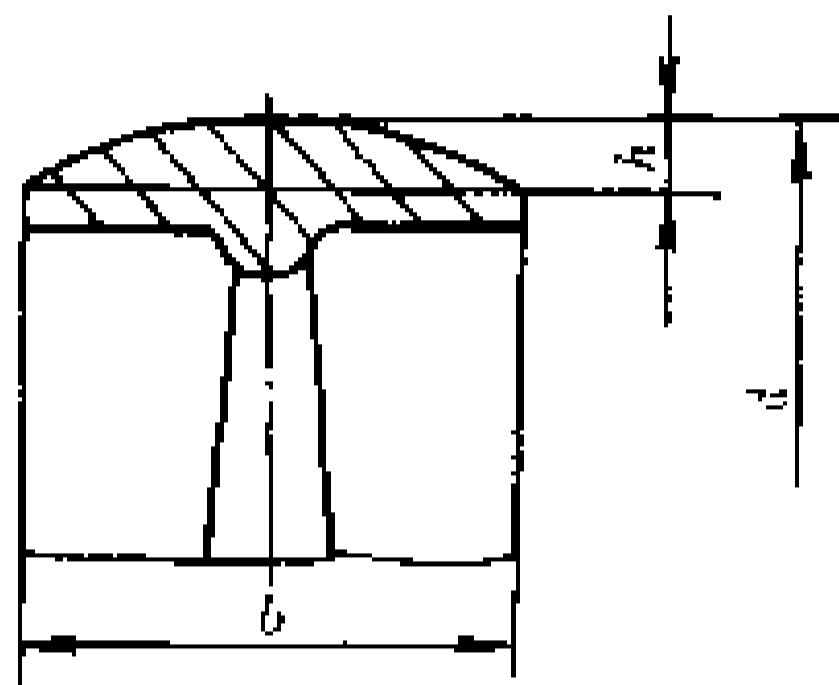


(mm)

| 平带宽度 b_1 | | 带轮宽度 b | |
|------------|------|----------|------|
| 基本尺寸 | 极限偏差 | 基本尺寸 | 极限偏差 |
| 80 | ±3 | 90 | ±1.5 |
| 90 | | 100 | |
| 100 | | 112 | |
| 112 | | 125 | |
| 125 | | 140 | |
| 140 | ±4 | 160 | L2 |
| 160 | | 180 | |
| 180 | | 200 | |
| 200 | | 224 | |
| 224 | | 250 | |
| 250 | ±5 | 280 | ±3 |
| 280 | | 315 | |
| 315 | | 355 | |
| 355 | | 400 | |
| 400 | | 450 | |

4 带轮轮缘凸面(GB11360—1989)

(1) 带轮的凸面形状 带轮的轮廓形状应是规则的对称曲线,在轮廓的中心部分有一段直线与曲线相切,其宽度不大于带轮宽度的五分之二。



(2) 凸面高度最小尺寸 带轮直径 $20\text{mm} \leq d \leq 710\text{mm}$ 的凸面高度尺寸规定:

(mm)

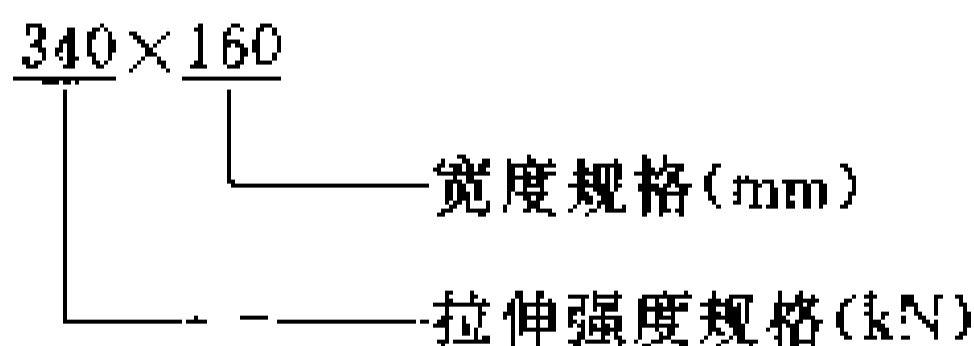
| | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|
| 带轮直径 d | $20 \leq d \leq 112$ | 125 | 140 | 160 | 180 | 200 | 224 |
| 凸面高度 最小值 h_{\min} | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | | | |
| 带轮直径 d | $250 \leq d \leq 355$ | $400 \leq d \leq 500$ | $560 \leq d \leq 710$ | | | | — |
| 凸面高度 最小值 h_{\min} | 0.8 | 1.0 | 1.2 | | | | — |

带轮直径 $800\text{mm} \leq d \leq 2000\text{mm}$ 的凸面高度尺寸规定:

| | | (mm) | | | |
|-----------------------|--------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----|
| 带轮直径 d | | $800 \leq d \leq 1000$ | $1120 \leq d \leq 1400$ | $1600 \leq d \leq 2000$ | |
| 凸面高度最小值 h_{\min} | 轮宽 b | $b \leq 250$ | 1.2 | 1.5 | 1.8 |
| | b | $b > 250$ | 1.5 | 2.0 | 2.5 |

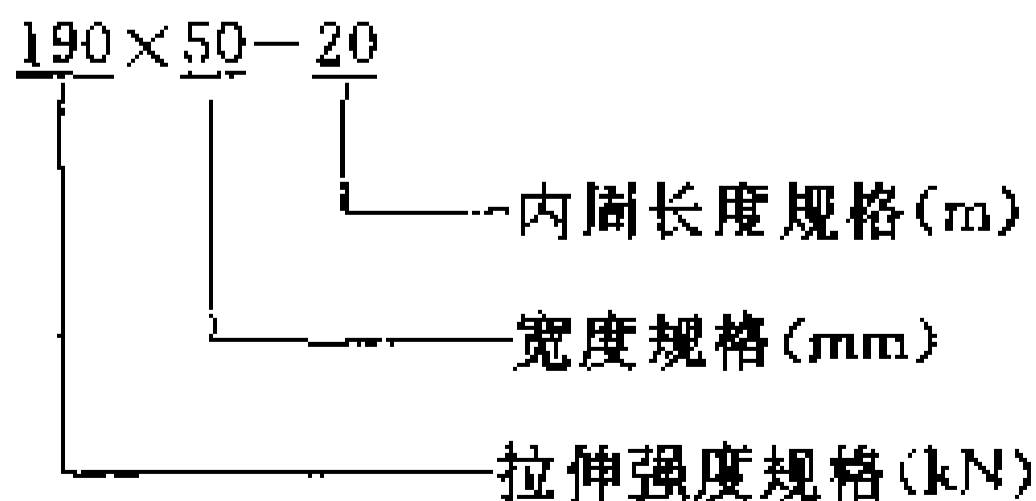
5 普通平带 (GB524--1989)

(1) 有端平带标记



注:有端平带指不呈环形(有两个带端)的平带

(2) 环形平带标记



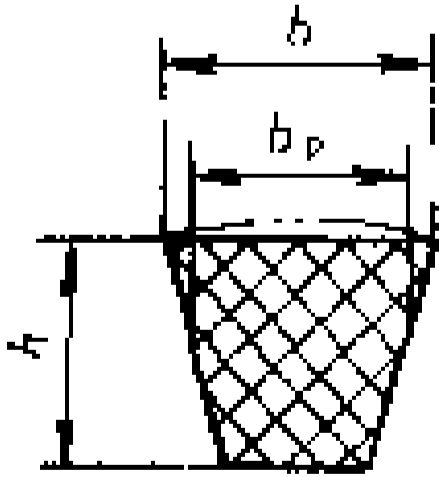
(3) 有端平带的最小长度应符合下表规定

| 带宽规格 b/mm | 有端平带最小长度 /m |
|--------------------|-------------|
| $b \leq 90$ | 8 |
| $90 < b \leq 250$ | 15 |
| $b > 250$ | 20 |

二 V 带传动

1 普通 V 带(旧称三角带、三角皮带) 型号及 断面尺寸(GB11544 1989)

(mm)

|  | 型号 | Y | Z | A | B | C | D | E |
|---|-----|-----|----|------|------|----|------|---|
| | 尺寸 | | | | | | | |
| 顶宽 b | 6 | 10 | 13 | 17 | 22 | 32 | 38 | |
| 节宽 b_p | 5.3 | 8.5 | 11 | 14 | 19 | 27 | 32 | |
| 带高 h | 4 | 6 | 8 | 10.5 | 13.5 | 19 | 23.5 | |

注:节宽 b_p 为 V 带中性层宽度。

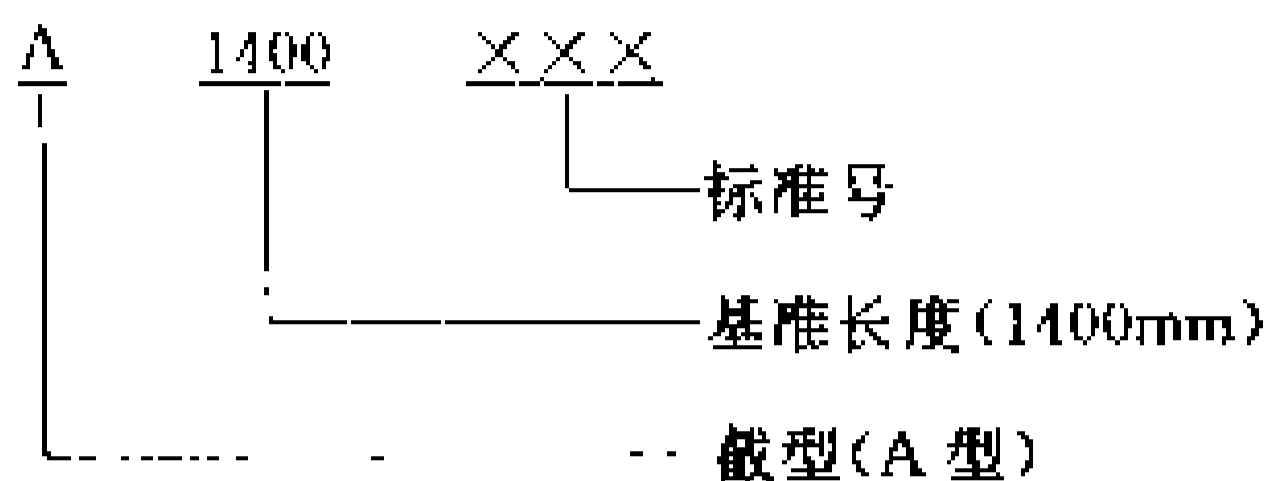
2 普通 V 带长度系列尺寸

(mm)

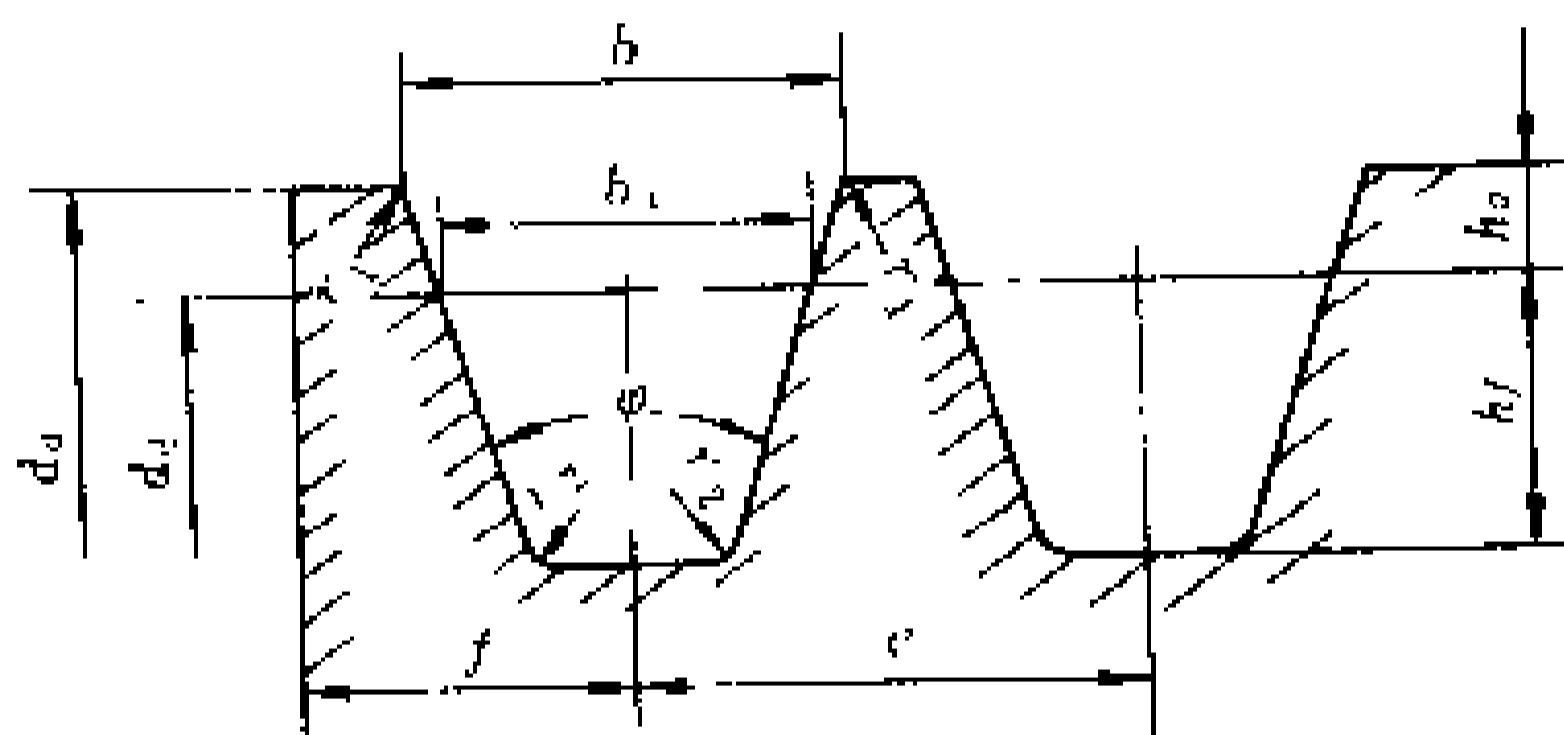
| 内周长度 L_i | 节线长度 L_p | | | | | | |
|---------------|------------|------|------|------|------|-------|-------|
| | Y | Z | A | B | C | D | E |
| 450 | | 475 | | | | | |
| 500 | | 525 | | | | | |
| 560 | | 585 | 593 | | | | |
| 630 | | 655 | 663 | 670 | | | |
| 710 | | 735 | 743 | 750 | | | |
| 800 | | 825 | 833 | 840 | | | |
| 900 | | 925 | 933 | 940 | | | |
| 1000 | | 1025 | 1033 | 1040 | | | |
| 1120 | | 1145 | 1153 | 1160 | | | |
| 1250 | | 1275 | 1283 | 1295 | 1309 | | |
| 1400 | | 1425 | 1433 | 1440 | 1459 | | |
| 1600 | | 1625 | 1633 | 1640 | 1659 | | |
| 1800 | | 1825 | 1833 | 1840 | 1859 | | |
| 2000 | | 2025 | 2033 | 2040 | 2059 | | |
| 2240 | | | 2273 | 2280 | 2299 | | |
| 2500 | | | 2533 | 2540 | 2559 | | |
| 2800 | | | 2833 | 2840 | 2859 | | |
| 3150 | | | 3183 | 3190 | 3209 | 3226 | |
| 3550 | | | 3583 | 3590 | 3609 | 3626 | |
| 4000 | | | 4033 | 4040 | 4059 | 4076 | |
| 4500 | | | | 4540 | 4559 | 4576 | 4596 |
| 5000 | | | | 5040 | 5059 | 5076 | 5096 |
| 5600 | | | | 5640 | 5659 | 5676 | 5696 |
| 6300 | | | | | 6359 | 6376 | 6396 |
| 7100 | | | | | 7159 | 7176 | 7196 |
| 8000 | | | | | 8059 | 8076 | 8096 |
| 9000 | | | | | 9059 | 9076 | 9096 |
| 10000 | | | | | | 10076 | 10096 |
| 11200 | | | | | | 11276 | 11296 |
| 12500 | | | | | | | 12596 |
| 14000 | | | | | | | 14096 |
| 16000 | | | | | | | 16096 |

注：节线长度 L_p 为节宽处的周长。

3 V带标记示例(GB1171—1989)



4 V型带轮槽型规格



5 普通V带传动计算

(1) 大带轮的计算直径 d_2

$$d_2 = \frac{n_1 d_1}{n_2}$$

式中 d_1, d_2 ——小、大带轮的直径(mm);

n_1 ——小带轮的转速(r/min);

n_2 ——大带轮的转速(r/min)。

(2) 大带轮的实际转速 n_2

$$n_2 = (1 - \varepsilon) \frac{d_1 n_1}{d_2}$$

(mm)

| 槽型 | Y | Z | A | B | C | D | E |
|-----------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|----------------|
| b_0 | 5.3 | 8.5 | 11 | 14 | 19 | 27 | 32 |
| $b_{0.5}$ | 6.3 | 10.1 | 13.2 | 17.2 | 23 | 32.7 | 38.7 |
| h_0 | 1.6 | 2.0 | 2.75 | 3.5 | 4.8 | 8.1 | 9.5 |
| e | 8 ± 0.3 | 12 ± 0.3 | 15 ± 0.3 | 19 ± 0.4 | 25.5 ± 0.5 | 37 ± 0.6 | 44.5 ± 0.7 |
| f | 7 ± 1 | 8 ± 1 | 10 ± 1 | 12.5 ± 1 | 17 ± 1 | 24 ± 1 | 29 ± 1 |
| $h_{\text{齿顶}}$ | 9.7 | 7.0 | 8.7 | 10.8 | 14.3 | 19.9 | 23.1 |
| r_1 | 0.2~0.5 | | | | | | |
| r_2 | 0.5~1 | | | | | | |
| ϕ (°) | 32 对 | | | | 1.9~1.6 | 1.6~2.0 | |
| | 34 应 | ≤ 60 | | | | | |
| | 36 的 | | ≤ 80 | ≤ 118 | ≤ 150 | ≤ 175 | ≤ 600 |
| | 38 d_d | > 60 | > 80 | > 118 | > 150 | > 175 | > 600 |

注：带轮原圆直径 d_n 。

式中 ϵ — 相对滑动系数。棉布心带 $\epsilon=0.02$, 棉线心带 $\epsilon=0.005\sim 0.008$ 。

(3) 带轮的线速度 v

$$v = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \times 1000}$$

Y、Z、A、B、C 型 V 带的 $v \leq 25\text{m/s}$; D、E 型 V 带和 $v \leq 30\text{m/s}$ 。

(4) 小带轮包角 α

$$\alpha \approx 180^\circ - \frac{d_2 - d_1}{a} \times 60^\circ$$

式中 a — 两轮中心距(mm)。

(应使 $\alpha \geq 120^\circ$, 特殊情况下 α 可等于 90°)

(5) 胶带长度 V 型胶带具有一定的厚度, 外周长度和内周长度是不同的。通常是用带轮的计算直径进行计算, 得到的长度是重心线的闭合长度, 叫计算长度。其公式是:

$$L_p = 2a + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}$$

式中 L_p — 胶带长度(mm)。

d_1 — 小带轮直径(mm)。

d_2 — 大带轮直径(mm)。

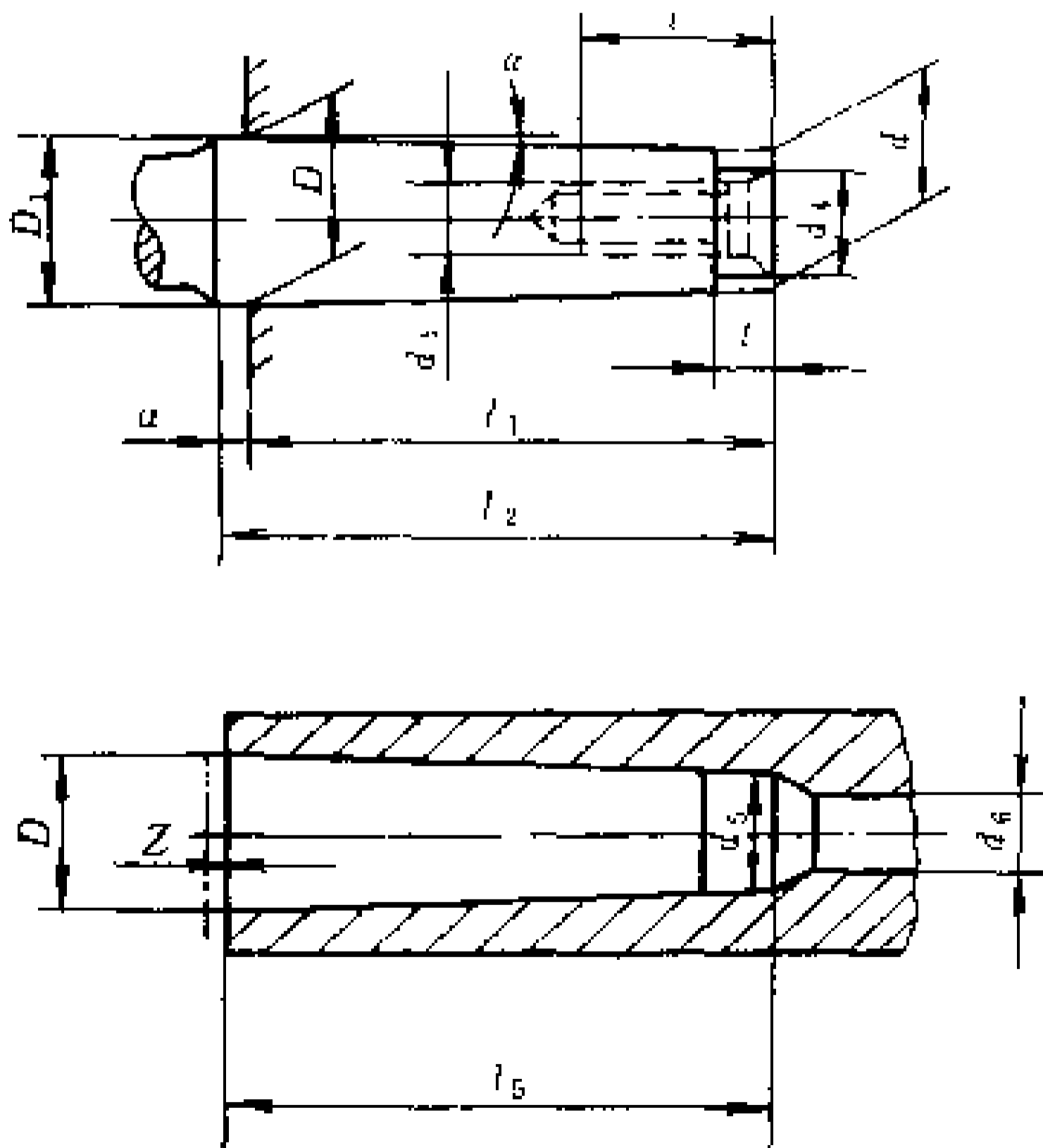
a — 为两轮的 中心距。

工具圆锥、锥度、锥角及公差

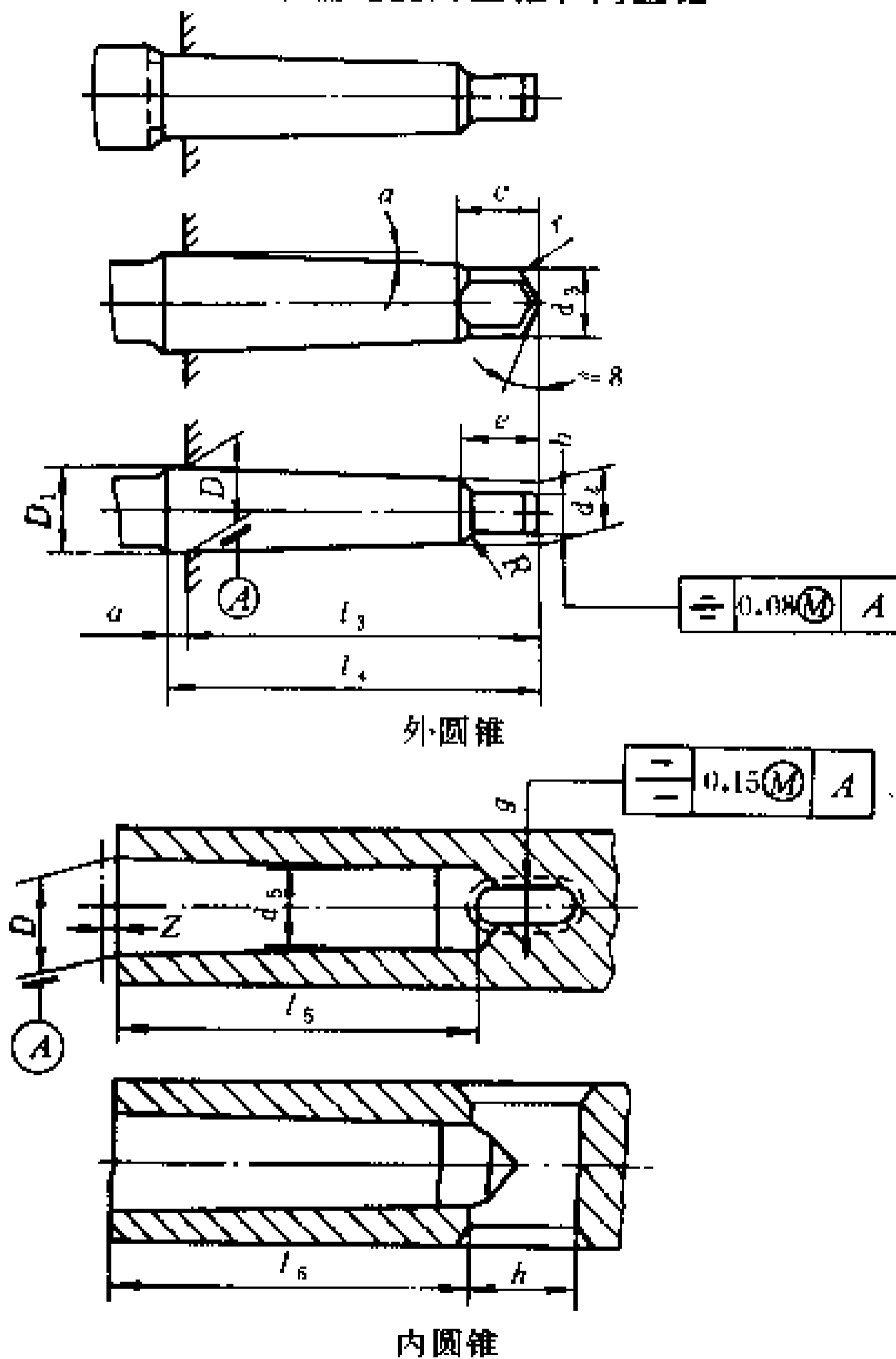
一 工具柄自锁圆锥的尺寸和公差 (GB1443-1985)

标准中规定了 4、6、80、100、120、200 号米制圆锥和 0、1、2、3、4、5、6 号莫氏圆锥的尺寸和公差。

1 不带扁尾的外圆锥和内圆锥



2 带扁尾的外圆锥和内圆锥



3 工具柄自锁圆锥的尺寸和公差 (mm)

| 名称 | 锥度 | 圆锥角 α | | D | a. 2 | $D_1 \approx$ | $d \approx$ | d_1 | $d_2 \approx$ | | | |
|------|------------------|------------------|----------|--------|--------|---------------|-------------|-------|---------------|----------|------|------|
| | | 极限偏差 | | | | | | | | 基本尺寸 | 基本尺寸 | 基本尺寸 |
| | | 外圆锥 | 内圆锥 | | | | | | | | | |
| 米制圆锥 | 1:20=0.05 | 2°51'51" | -1'45" | 0 | 4 | 2 | 1.1 | 2.9 | | | | |
| | | | 0 | -1'13" | | | | | | | | |
| | 6 | 1:20=0.05 | 2°51'51" | +1'22" | 0 | 6 | 3 | 6.2 | 1.4 | -- | | |
| | | | | 0 | -1'22" | | | | | | | |
| 莫氏圆锥 | 1:19.212=0.05205 | 2°58'54" | +1'05" | 0 | 9.045 | 3 | 9.2 | 6.4 | 6.1 | | | |
| | | | 0 | -1'05" | 12.065 | 3.5 | 12.2 | 9.1 | M6 9 | | | |
| | 2 | 1:20.020=0.04995 | 2°51'41" | -52' | 0 | 17.780 | 5 | 18 | 14.6 | M10 14 | | |
| | | | | 0 | 52" | 23.825 | 5 | 24.1 | 19.8 | M12 19.1 | | |
| 4 | 1:19.254=0.05194 | 2°58'31" | | | 31.267 | 6.5 | 31.6 | 25.9 | M16 23.2 | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 1:19.602=0.05263 | 3°00'53" | +41" | 0 | 44.399 | 6.5 | 44.7 | 37.6 | M20 36.5 | | | |
| | | | 0 | -41" | | | | | | | | |
| 米制圆锥 | 1:19.180=0.05214 | 2°59'12" | | | 63.348 | 8 | 63.8 | 53.9 | M24 52.4 | | | |
| | | | | | 80 | 8 | 80.4 | 70.2 | M30 69 | | | |
| | 1:20 | 2°51'51" | +33" | 0 | 100 | 10 | 100.5 | 88.4 | M36 87 | | | |
| | | | 0 | -33" | 120 | 12 | 120.6 | 106.6 | M36 105 | | | |
| 160 | =0.05 | | +26" | 0 | 160 | 16 | 160.8 | 143 | M48 141 | | | |
| | | | 0 | -26" | 200 | 20 | 201 | 179.4 | M48 177 | | | |

(续)

外圆锥

| 名称 | 锥度 | d_{3max} | d_{4max} | l_{1max} | l_{2max} | l_{3max} | l_{4max} | b | |
|------|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------|-------|
| | | | | | | | | 基本尺寸 | 极限偏差 |
| 米制圆锥 | 1:20=0.05 | 4 | 2.5 | 23 | 25 | — | — | — | — |
| | | 6 | 4 | 32 | 35 | — | — | — | — |
| 莫氏圆锥 | 1:19.212=0.05205 1:20.047=0.04988 1:20.020=0.04995 1:19.922=0.05020 1:19.254=0.05194 1:19.002=0.05263 | 0 | 6 | 50 | 53 | 56.5 | 59.5 | 3.9 | 0 |
| | | 1 | 8.7 | 53.5 | 57 | 62 | 65.5 | 5.2 | -0.18 |
| | | 2 | 13.5 | 64 | 69 | 75 | 80 | 6.3 | 0 |
| | | 3 | 18.5 | 81 | 86 | 94 | 99 | 7.9 | -0.22 |
| | | 4 | 24.5 | 102.5 | 109 | 117.5 | 124 | 11.9 | 0 |
| | | 5 | 35.7 | 129.5 | 136 | 149.5 | 156 | 15.9 | -0.27 |
| 米制圆锥 | 1:20 =0.05 | 6 | 51 | 182 | 190 | 210 | 218 | 19 | 0 |
| | | 80 | 67 | 196 | 204 | 220 | 228 | 26 | -0.33 |
| | | 100 | 85 | 232 | 242 | 260 | 270 | 32 | 0 |
| | | 120 | 102 | 268 | 280 | 300 | 312 | 38 | -0.39 |
| 米制圆锥 | 1:20 =0.05 | 160 | 138 | 340 | 356 | 380 | 396 | 50 | — |
| | | 200 | 174 | 412 | 432 | 460 | 480 | 62 | -0.46 |

(续)

| 名称 | 锥度 | 外圆锥 | | | | 内圆锥 | | | |
|------|-----|------------------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-------|---------------|---------------|
| | | e_{max} c_{max} | i_{min} | R_{max} | r 基本尺寸 | l_{max} | 基本尺寸 | d_5 极限偏差 | d_6 基本尺寸 |
| 米制圆锥 | 4 | — | — | — | — | 2 | 3 | +0.060 0 | — |
| | 6 | — | — | — | — | 3 | 4.6 | +0.075 0 | — |
| 英氏圆锥 | 0 | 10.5 | — | 4 | — | 1 | 6.7 | +0.090 0 | — |
| | 1 | 13.5 | 16 | 5 | 1.2 | 5 | 9.7 | 0 | 7.1 |
| | 2 | 16 | 24 | 6 | 1.6 | 5 | 14.9 | +0.110 0 | 11.5 |
| | 3 | 20 | 28 | 7 | 2 | 7 | 20.2 | +0.130 0 | 14 |
| 米制圆锥 | 4 | 24 | 32 | 8 | 2.5 | 9 | 26.5 | 0 | 18 |
| | 5 | 29 | 40 | 10 | 3 | 10 | 38.2 | +0.160 0 | 23 |
| | 6 | 40 | 50 | 13 | 4 | 16 | 54.6 | +0.190 0 | 27 |
| | 80 | 48 | 65 | 24 | 5 | 24 | 71.5 | 0 | 33 |
| 英氏圆锥 | 100 | 58 | 80 | 30 | 5 | 30 | 90 | +0.220 0 | 39 |
| | 120 | 68 | 80 | 36 | 6 | 35 | 108.5 | 0 | 39 |
| | 160 | 88 | 100 | 48 | 8 | 48 | 145.5 | +0.250 0 | 52 |
| | 200 | 108 | 100 | 60 | 10 | 60 | 182.5 | +0.290 0 | 52 |

(续)

| 名称 | | 锥 度 | 内 圆 锥 | | | | | Z |
|----------|---|------------------|------------|-------|------|----------------|------|-----|
| | | | l_{smin} | l_s | 基本尺寸 | 极限偏差 | h | |
| | | | | | 基本尺寸 | 基本尺寸 | 基本尺寸 | |
| 米制 圆锥 | 4 | 1:20=0.05 | 23 | 21 | 2.2 | +0.41 +0.27 | 8 | 0.5 |
| | 6 | | 34 | 29 | 3.2 | | 12 | 0.5 |
| | 0 | 1:19.212=0.05205 | 52 | 49 | 3.9 | +0.15 -0.27 | 15 | 1 |
| | 1 | 1:20.047=0.04988 | 56 | 52 | 5.2 | | 19 | 1 |
| | 2 | 1:20.020=0.04995 | 67 | 62 | 6.3 | | 22 | 1 |
| 莫氏 圆锥 | 3 | 1:19.922=0.05020 | 84 | 78 | 7.9 | | 27 | 1 |
| | 4 | 1:19.254=0.05194 | 107 | 98 | 11.9 | +0.56 | 32 | 1.5 |
| | 5 | 1:19.002=0.05263 | 135 | 125 | 15.9 | -0.29 | 38 | 1.5 |
| | 6 | 1:19.180=0.05214 | 188 | 177 | 19 | -0.63 -0.30 | 47 | 2 |

(续)

| 名称 | 锥度 | 内圆锥 | | | | | | |
|----------|---------------|-----------|-------|-----|-----|----------------|-----|---|
| | | l_{smm} | l_s | R | h | Z | | |
| 米制 圆锥 | 1:20 =0.05 | 80 | 202 | 186 | 26 | +0.63 -0.30 | 52 | 2 |
| | | 100 | 240 | 220 | 32 | -0.70 | 60 | 2 |
| | | 120 | 276 | 254 | 38 | +0.31 | 70 | 2 |
| | | 160 | 350 | 321 | 50 | +0.71 -0.32 | 90 | 3 |
| | | 200 | 424 | 388 | 62 | +0.80 +0.34 | 110 | 3 |

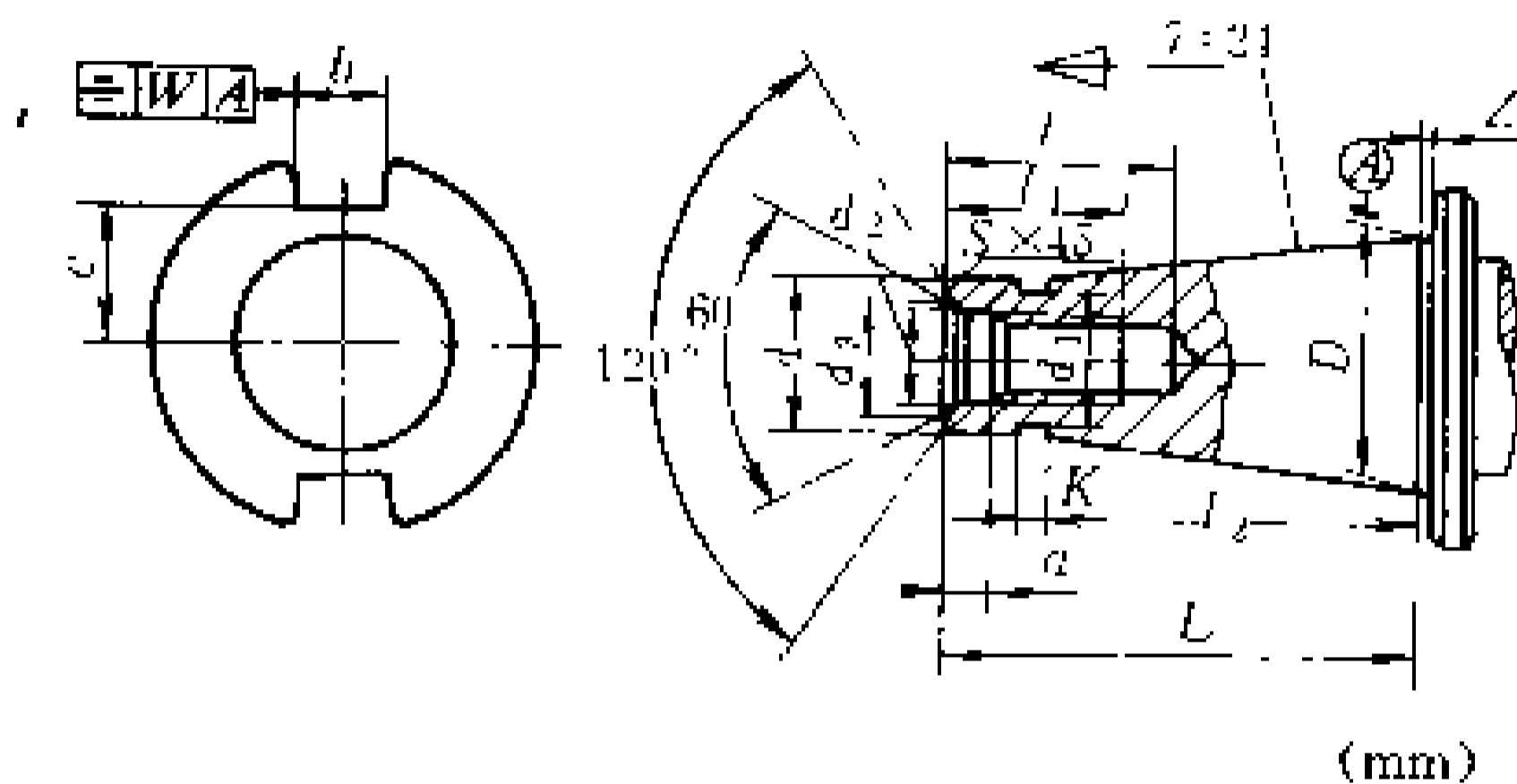
注 1. 由锥度的偏差换算为斜角或圆锥角的偏差时, 锥度偏差0.00001相当于斜角偏差1"或

圆锥角偏差2"。

2. c 值不得大于 e 值。

3. 当用塞规检查内圆锥时, 内圆锥大端端面必须位于塞规的两刻线之间, 第一条刻线决定 D 的基本尺寸, 第二条刻线决定 D 的最大极限尺寸, Z 值即为二条刻线间距离的基本尺寸。

二 铣床主轴用刀杆尾部圆锥

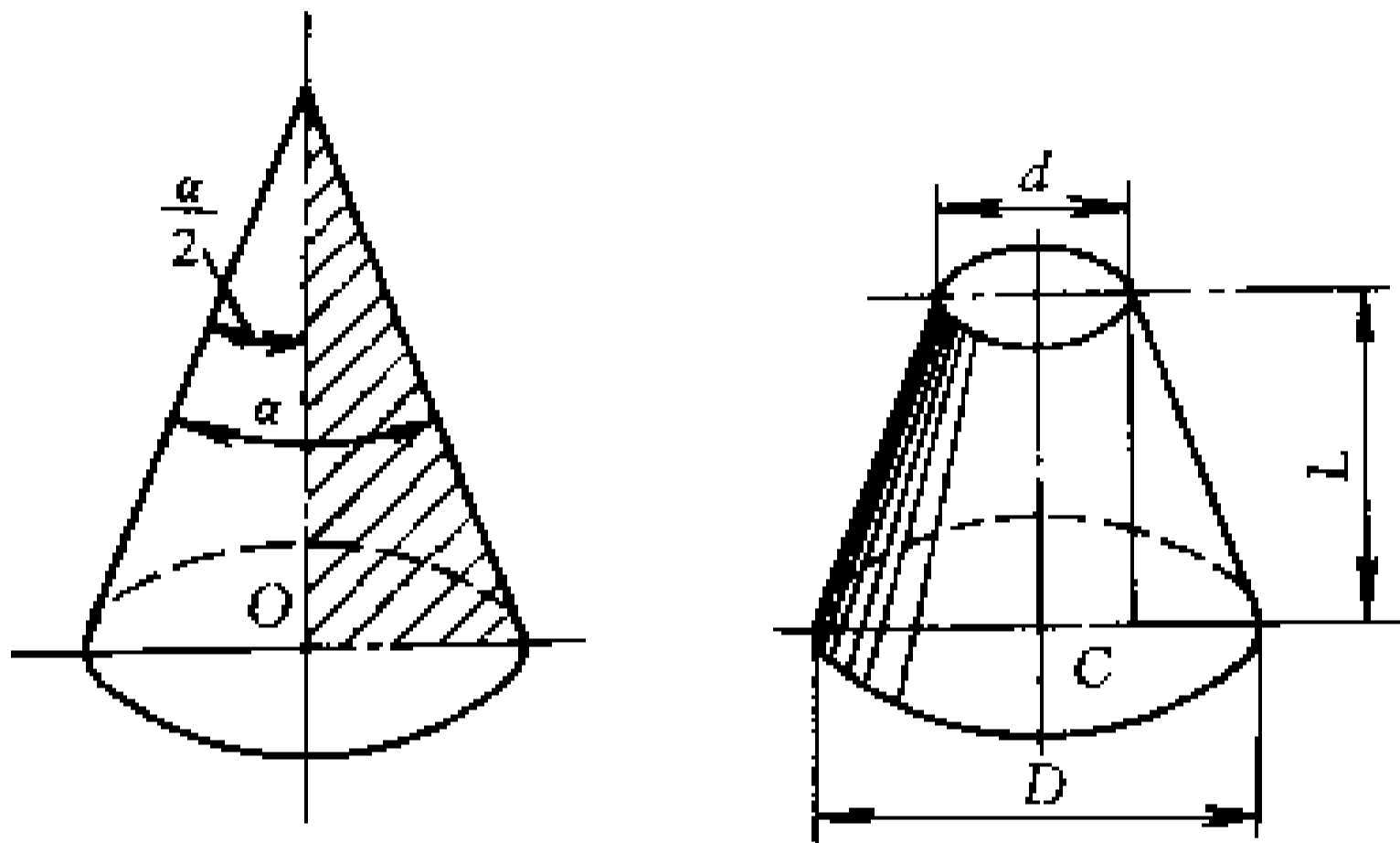


| 号 数 | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| D | | 31.75 | 44.15 | 69.85 | 107.95 |
| d | 尺 寸 | 17.40 | 25.32 | 69.60 | 60.20 |
| | 公 差 | -0.24 -0.36 | 0.28 0.12 | -0.34 0.50 | -0.40 0.60 |
| d ₁ | | 16 | 24 | 38 | 58 |
| d ₂ | | M12 | M16 | M24 | M30 |
| d ₃ | | 12.5 | 17 | 25 | 31 |
| a | | 2.3 | 3.5 | 6 | 6 |
| S | | 6 | 7 | 11 | 12 |
| L | | 70 | 95 | 130 | 210 |
| l | | 50 | 60 | 90 | 110 |
| l | | 24 | 30 | 15 | 56 |
| l ₂ | | 50 | 67 | 102 | 165 |
| c | | 16 | 22.5 | 35 | 60 |
| K | | 3 | 5 | 8 | 10 |
| W | | ±0.030 | ±0.030 | ±0.040 | ±0.040 |
| Z | 尺 寸 | 1.6 | 1.6 | 3.2 | 3.2 |
| | 公 差 | ±0.4 | ±0.4 | ±0.4 | ±0.4 |
| b | 尺 寸 | 15.9 | 15.9 | 25.4 | 25.4 |
| | 公 差 | ±0.33 ±0.15 | ±0.33 ±0.15 | ±0.37 ±0.16 | ±0.37 ±0.16 |

三 锥度、锥角及公差

1 锥度与锥角(GB157--1989)

(1) 圆锥直径、圆锥长度、圆锥角(见下图)



最大圆锥直径(D)

最小圆锥直径(d)

圆锥长度(L)

圆锥角(α)

(2) 锥度 C

最大圆锥直径 D 与最小圆锥直径 d 之差对圆锥长度 L 之比

$$C = \frac{D - d}{L}$$

锥度 C 与圆锥角的关系为:

$$C = 2 \tan \frac{\alpha}{2} = 1 : \frac{1}{2} \cot \frac{\alpha}{2}$$

(3) 一般用途的锥度与锥角

| 基本值 | | 推算值 | | |
|---------|--------|--------------|------------|--------------|
| 系列 1 | 系列 2 | 圆锥角 α | | 锥度 C |
| 120° | | -- | | 1 : 0.288675 |
| 90° | | | | 1 : 0.500000 |
| | 75° | | | 1 : 0.651613 |
| 60° | | | | 1 : 0.866025 |
| 15° | | | | 1 : 1.207107 |
| 30° | | | | 1 : 1.866025 |
| 1 : 3 | | 18°55'28.7" | 18.924644° | |
| | 1 : 4 | 14°15'0.1" | 14.250033° | -- |
| 1 : 5 | | 11°25'16.3" | 11.421186° | |
| | 1 : 6 | 9°31'38.2" | 9.527283° | - |
| | 1 : 7 | 8°10'16.4" | 8.171234° | |
| | 1 : 8 | 7°9'9.6" | 7.152669° | |
| 1 : 10 | | 5°43'29.3" | 5.724810° | -- |
| | 1 : 12 | 4°46'18.8" | 4.771888° | |
| | 1 : 15 | 3°19'5.9" | 3.818305° | - |
| 1 : 20 | | 2°51'51.1" | 2.864192° | |
| 1 : 30 | | 1°54'34.9" | 1.909682° | |
| | 1 : 40 | 1°25'56.8" | 1.432222° | -- |
| 1 : 50 | | 1°8'45.2" | 1.145877° | - |
| 1 : 100 | | 0°34'22.6" | 0.572953° | |
| 1 : 200 | | 0°17'11.3" | 0.286478° | |
| 1 : 500 | | 0°6'52.5" | 0.114591° | -- |

(4) 特殊用途圆锥的锥度与锥角

| 基本值 | 推算值 | | 说明 |
|------------|----------------------|------------------|----------------|
| | 圆锥角 $\alpha/(\circ)$ | 锥度 C/mm | |
| 18°30' | — | — | } 纺织工业 |
| 11°54' | — | — | |
| 8°40' | — | — | |
| 7°40' | — | — | |
| 7 : 24 | 16°35'39.4" | 16.594290° | 机床主轴, 工 具配合 |
| 1 : 9 | 6°21'34.8" | 6.359660° | 电池接头 |
| 1 : 16.666 | 3°26'12.2" | 3.436716° | 医疗设备 |
| 1 : 12.262 | 4°40'11.6" | 4.669884° | 贾各锥度 |
| 1 : 12.972 | 4°24'53.1" | 4.414746° | No. 2 |
| 1 : 15.748 | 3°38'13.4" | 3.637060° | No. 1 |
| 1 : 18.779 | 3°3'1.0" | 3.050200° | No. 33 |
| 1 : 19.264 | 2°58'24.8" | 2.973556° | No. 3 |
| 1 : 20.288 | 2°49'24.7" | 2.823537° | No. 6 |
| 1 : 19.002 | 3°0'52.4" | 3.014543° | No. 0 |
| 1 : 19.180 | 2°59'11.7" | 2.986582° | 莫氏锥度 |
| 1 : 19.212 | 2°58'53.8" | 2.981618° | No. 5 |
| 1 : 19.254 | 2°58'30.6" | 2.975179° | No. 6 |
| 1 : 19.922 | 2°52'31.5" | 2.875406° | No. 0 |
| 1 : 20.020 | 2°51'41.0" | 2.861377° | No. 4 |
| 1 : 20.047 | 2°51'26.7" | 2.857417° | No. 3 |
| | | | No. 2 |
| | | | No. 1 |

2 精度和角度公差

(1) 各级精度偏差值 $\Delta\alpha$

(μm)

| 公称尺寸/mm | 精度等级 | | | | | | | | | |
|---------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1~3 | 50" | 1'15" | 2' | 3' | 5' | 8' | 13' | 20' | 32' | 50 |
| >3~6 | 40" | 1' | 1'30" | 2'30" | 4' | 6' | 10' | 16' | 25' | 40 |
| >6~10 | 30" | 50" | 1'15" | 2' | 3' | 5' | 8' | 13' | 20' | 32' |
| >10~18 | 25" | 40" | 1' | 1'30" | 2'30" | 4' | 6' | 10' | 16' | 25' |
| >18~30 | 20" | 30" | 50" | 1'15" | 2' | 3' | 5' | 8' | 13' | 20' |
| >30~50 | 15" | 25" | 40" | 1' | 1'30" | 2'30" | 4' | 6' | 10' | 16' |
| >50~80 | 12" | 20" | 30" | 50" | 1'15" | 2' | 3' | 5' | 8' | 13' |

(续)

| 公称尺寸/mm | 精度等级 | | | | | | | | | |
|----------|------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| >80~120 | 10" | 15" | 25" | 40" | 1' | 1'30" | 2'30" | 1' | 5' | 10' |
| >120~180 | 8" | 12" | 20" | 30" | 50" | 1'15" | 2' | 3' | 5' | 8' |
| >180~260 | 5" | 10" | 15" | 25" | 40" | 1' | 1'30" | 2'30" | 4' | 6' |
| >260~360 | 5" | 8" | 12" | 20" | 30" | 50" | 1'15" | 2' | 3' | 5' |
| >360~500 | 4" | 5" | 10" | 15" | 25" | 40" | 1' | 1'30" | 2'30" | 4' |

注:1. 本公差适用于配合锥体和角度零件。锥度公差按锥体母线长度决定, 角度公差按角度短边长度决定。公差对于零线为对称分布。各级精度偏差值以 $\Delta\alpha$ 为准, 为了测量方便, 附录有 $\Delta\alpha$ 相应的线值 $\Delta L/2$ 。

标记示例: 锥度为1:20、锥体母线长度为8mm、6级精度公差: 1:20Z6±5'。

2. 各级精度适用范围举例如下:
- 1~3级: 锥度量规, 角度样板, 4~6级: 工具锥度、锥销, 传递大扭矩的摩擦锥体;
 - 7~8级: 圆锥齿轮, 锥套等中等精度零件; 9~10级: 低精度零件。

(2) $\Delta\alpha$ 相应的线值 $\pm\Delta L/2$ (μm)

| 公称尺寸/mm | 精度等级 | | | | | | | | | |
|----------|------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1~3 | 0.5 | 0.7 | 1 | 2 | 3 | 4.8 | 8 | 12 | 19 | 29 |
| >3~6 | 0.9 | 1 | 2 | 3.5 | 5.5 | 8 | 13 | 21 | 33 | 53 |
| >6~13 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 12 | 19 | 30 | 46 | 75 |
| >13~18 | 2 | 3 | 4 | 6.5 | 10 | 16 | 25 | 40 | 63 | 101 |
| >18~30 | 2.5 | 3.5 | 6 | 9 | 14 | 21 | 35 | 56 | 90 | 140 |
| >30~50 | 3 | 5.5 | 8 | 12 | 18 | 29 | 47 | 70 | 110 | 186 |
| >50~80 | 4 | 6.5 | 10 | 16 | 21 | 38 | 57 | 95 | 150 | 246 |
| >80~120 | 5 | 7.5 | 13 | 20 | 29 | 44 | 72 | 116 | 174 | 291 |
| >120~180 | 6 | 9 | 15 | 24 | 39 | 55 | 87 | 130 | 215 | 340 |
| >180~260 | 7 | 11 | 17 | 28 | 42 | 61 | 96 | 160 | 256 | 383 |
| >260~360 | 8 | 12.5 | 19 | 31 | 45 | 78 | 114 | 180 | 270 | 416 |
| >360~500 | 9 | 15 | 22 | 32 | 54 | 81 | 125 | 187 | 312 | 500 |

3 自由锥度和角度公差

| 公称尺寸/mm | 精度等级 | | | | ±Δα | | | | ΔL/2/μm | | | |
|----------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|---------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1~3 | 1°30' | 2°30' | 4° | 6° | 52 | 88 | 140 | 210 | 52 | 88 | 140 | 210 |
| >3~6 | 1°15' | 2° | 3° | 5° | 98 | 158 | 235 | 392 | 98 | 158 | 235 | 392 |
| >6~10 | 1° | 1°30' | 2°30' | 4° | 140 | 208 | 348 | 560 | 140 | 208 | 348 | 560 |
| >10~18 | 50' | 1°15' | 2° | 3° | 202 | 308 | 490 | 732 | 202 | 308 | 490 | 732 |
| >18~30 | 40' | 1° | 1°30' | 2°30' | 248 | 420 | 628 | 1048 | 248 | 420 | 628 | 1048 |
| >30~50 | 30' | 50' | 1°15' | 2° | 280 | 580 | 872 | 1390 | 280 | 580 | 872 | 1390 |
| >50~80 | 25' | 40' | 1° | 1°30' | 472 | 755 | 1350 | 1702 | 472 | 755 | 1350 | 1702 |
| >80~120 | 20' | 30' | 50' | 1°15' | 582 | 872 | 1455 | 2182 | 582 | 872 | 1455 | 2182 |
| >120~180 | 15' | 25' | 40' | 1° | 655 | 1092 | 1745 | 2618 | 655 | 1092 | 1745 | 2618 |
| >180~260 | 12' | 20' | 30' | 50' | 768 | 1280 | 1920 | 3200 | 768 | 1280 | 1920 | 3200 |
| >260~360 | 10' | 15' | 25' | 40' | 900 | 1352 | 2255 | 3608 | 900 | 1352 | 2255 | 3608 |
| >360~500 | 8' | 12' | 20' | 30' | 1000 | 1500 | 2500 | — | 1000 | 1500 | 2500 | — |
| >500 | 6' | 10' | 15' | 25' | — | — | — | — | — | — | — | — |

注：1. 本公差适用于非配合的锥度和角度零件。锥度公差按锥体母线长度决定，角度公差按角度短边长度决定。公差对于零线为对称公布。各级精度的偏差值以 $\Delta\alpha$ 为准，为了测量方便，附列了 $\Delta\alpha$ 相应的线值 $\Delta L/2$ 。

2. 凡工作图中对锥度或角度未作特殊要求时，均按本标准第4级精度进行制造和验收。

3. 第1、2级精度适用于切削、冷冲、压铸、硬模铸造以及塑料压制与陶磁制造的零件。第3、4级精度适用于热冲、锻压以及铸造的零件。

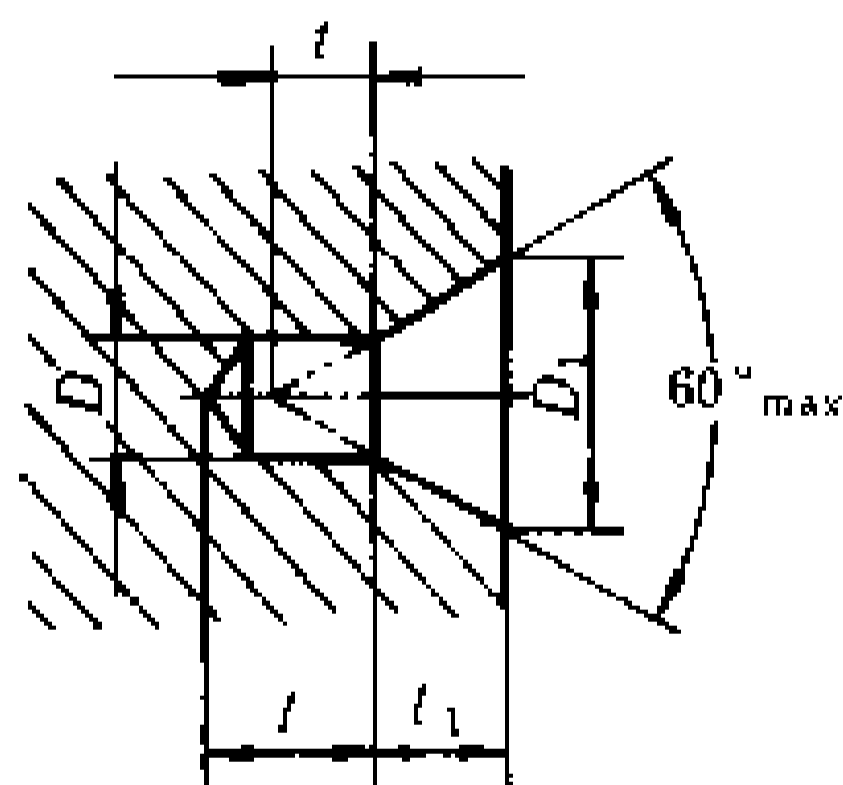
第五章 常用零件结构要素

— 中心孔

1 60°中心孔 (GB145—1985)

分 A 型、B 型、C 型、R 型四种型式。

(1) A 型中心孔



(mm)

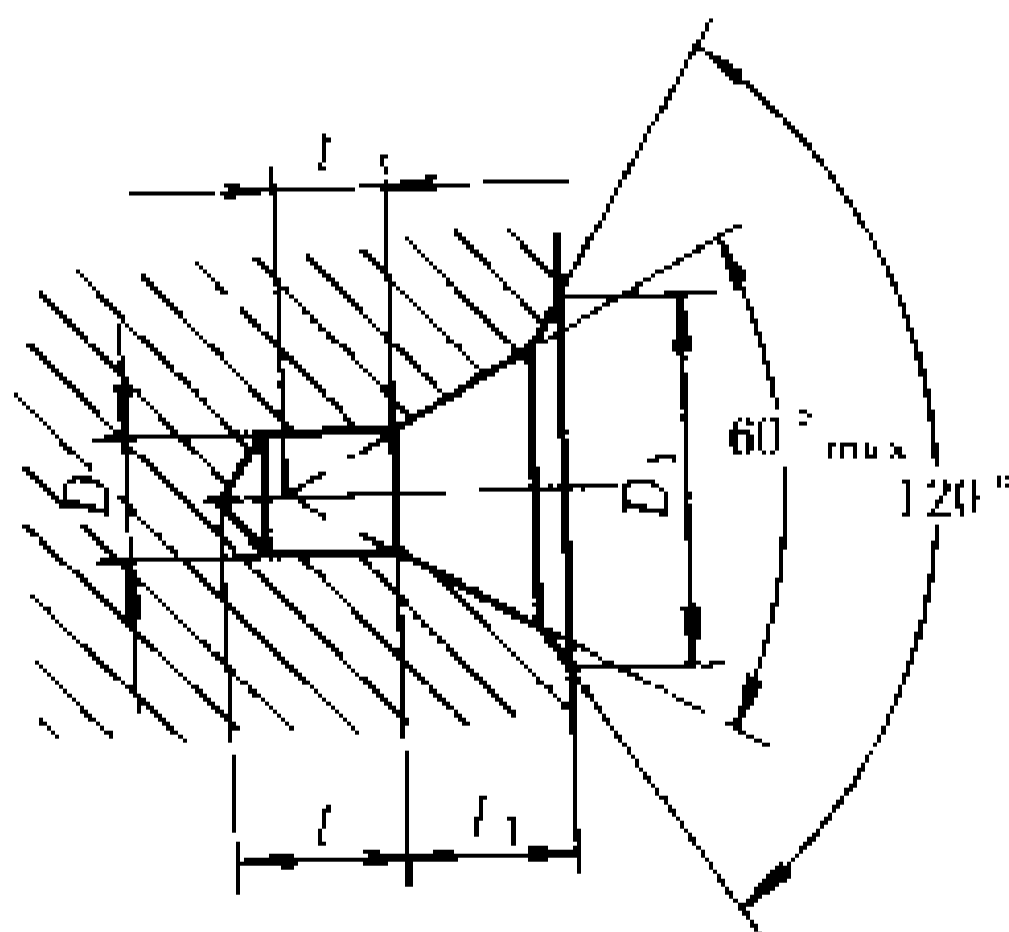
| D | D ₁ | 参 考 | | D | D ₁ | 参 考 | |
|------|----------------|----------------|-----|------|----------------|----------------|-----|
| | | l ₁ | l | | | l ₁ | l |
| 1.00 | 2.12 | 0.97 | 0.9 | 2.00 | 4.25 | 1.95 | 1.8 |
| 1.60 | 3.35 | 1.52 | 1.4 | 2.50 | 5.30 | 2.42 | 2.2 |

(续)

| D | D_1 | 参 考 | | D | D_1 | 参 考 | |
|------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-----|
| | | l_1 | t | | | l_1 | t |
| 3.15 | 6.70 | 3.07 | 2.8 | 6.30 | 13.20 | 5.98 | 5.5 |
| 1.00 | 8.50 | 3.90 | 3.5 | 10.00 | 21.20 | 9.70 | 8.7 |

- 注：1. 尺寸 t 取决于中心钻的长度，此值不应小于 t 值。
 2. 当按 GB4159.5-1984《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



(mm)

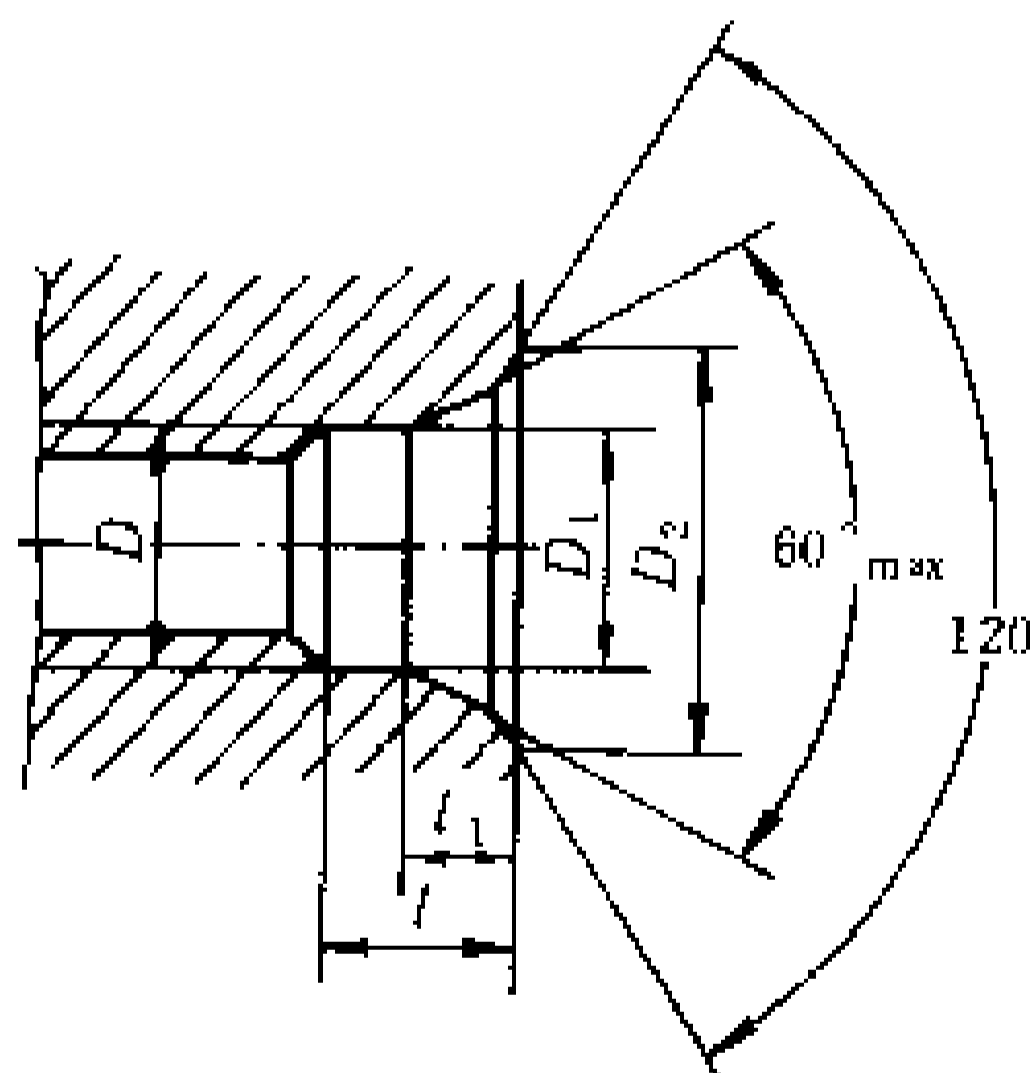
| D | D_1 | 参 考 | | D | D_1 | 参 考 | |
|------|-------|-------|-----|------|-------|-------|-----|
| | | l_1 | t | | | l_1 | t |
| 1.00 | 3.15 | 1.27 | 0.9 | 2.00 | 6.30 | 2.54 | 1.8 |
| 1.60 | 5.00 | 1.99 | 1.4 | 2.50 | 8.00 | 3.20 | 2.2 |

(续)

| D | D_1 | 参 考 | | D | D_1 | 参 考 | |
|------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-----|
| | | l_1 | l | | | l_1 | l |
| 3.15 | 10.00 | 4.03 | 2.8 | 6.30 | 18.00 | 7.36 | 5.5 |
| 4.00 | 12.50 | 5.05 | 3.5 | 10.00 | 28.00 | 11.66 | 8.7 |

注：尺寸 l 取决于中心钻的长度，此值不应小于 l 值。

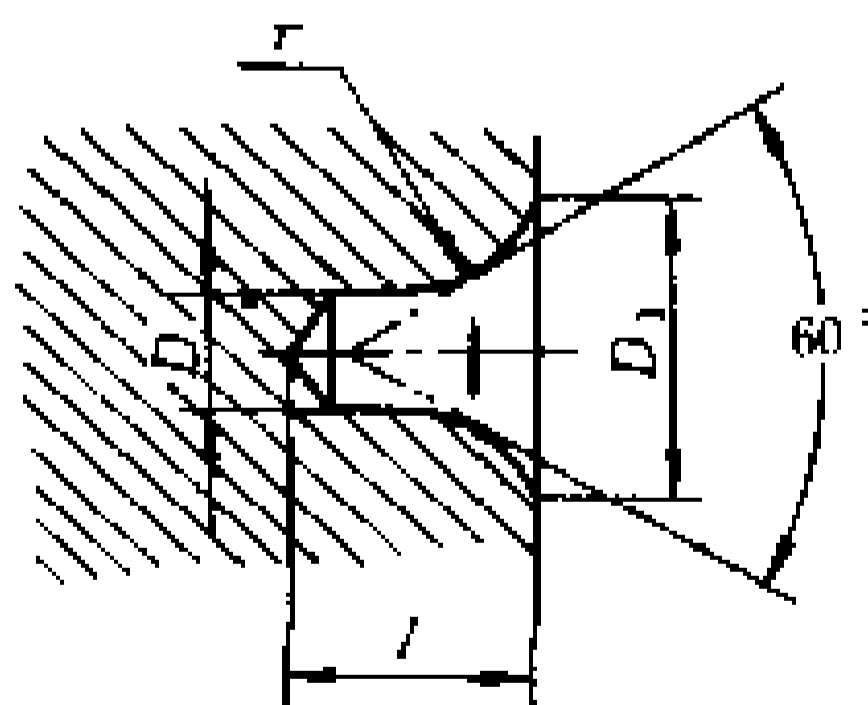
(3) C型中心孔



(mm)

| D | D_1 | D_2 | l | 参考 | D | D_1 | D_2 | l | 参考 |
|-----|-------|-------|-----|-------|-----|-------|-------|------|-------|
| | | | | l_1 | | | | | l_1 |
| M3 | 3.2 | 5.8 | 2.6 | 1.8 | M10 | 10.5 | 16.3 | 7.5 | 3.8 |
| M4 | 4.3 | 7.4 | 3.2 | 2.1 | M12 | 13.0 | 19.8 | 9.5 | 4.4 |
| M5 | 5.3 | 8.8 | 4.0 | 2.4 | M16 | 17.0 | 25.3 | 12.0 | 5.2 |
| M6 | 6.4 | 10.5 | 5.0 | 2.8 | M20 | 21.0 | 31.3 | 15.0 | 6.4 |
| M8 | 8.4 | 13.2 | 6.0 | 3.3 | M24 | 25.0 | 38.0 | 18.0 | 8.0 |

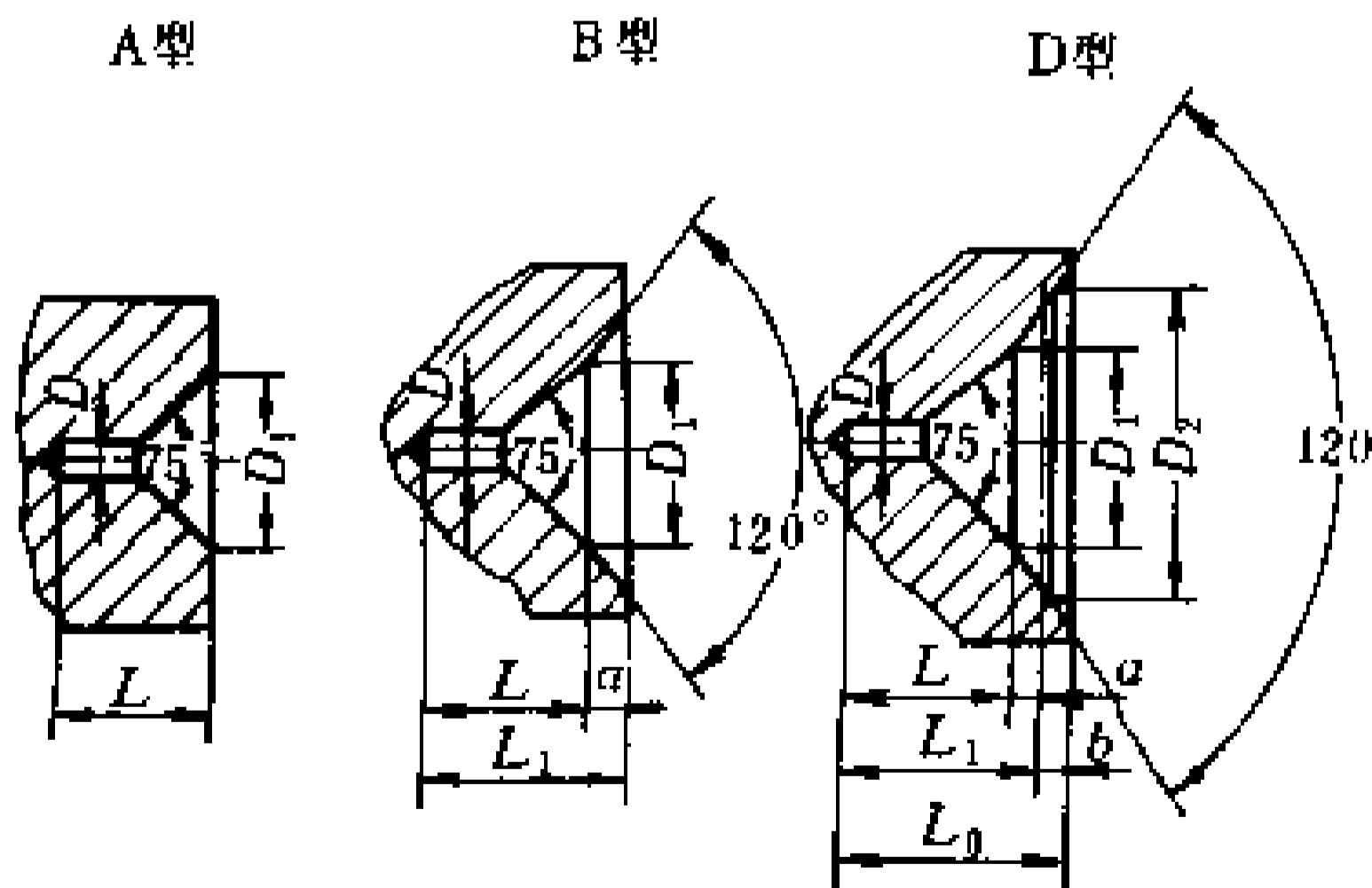
(4) R型中心孔



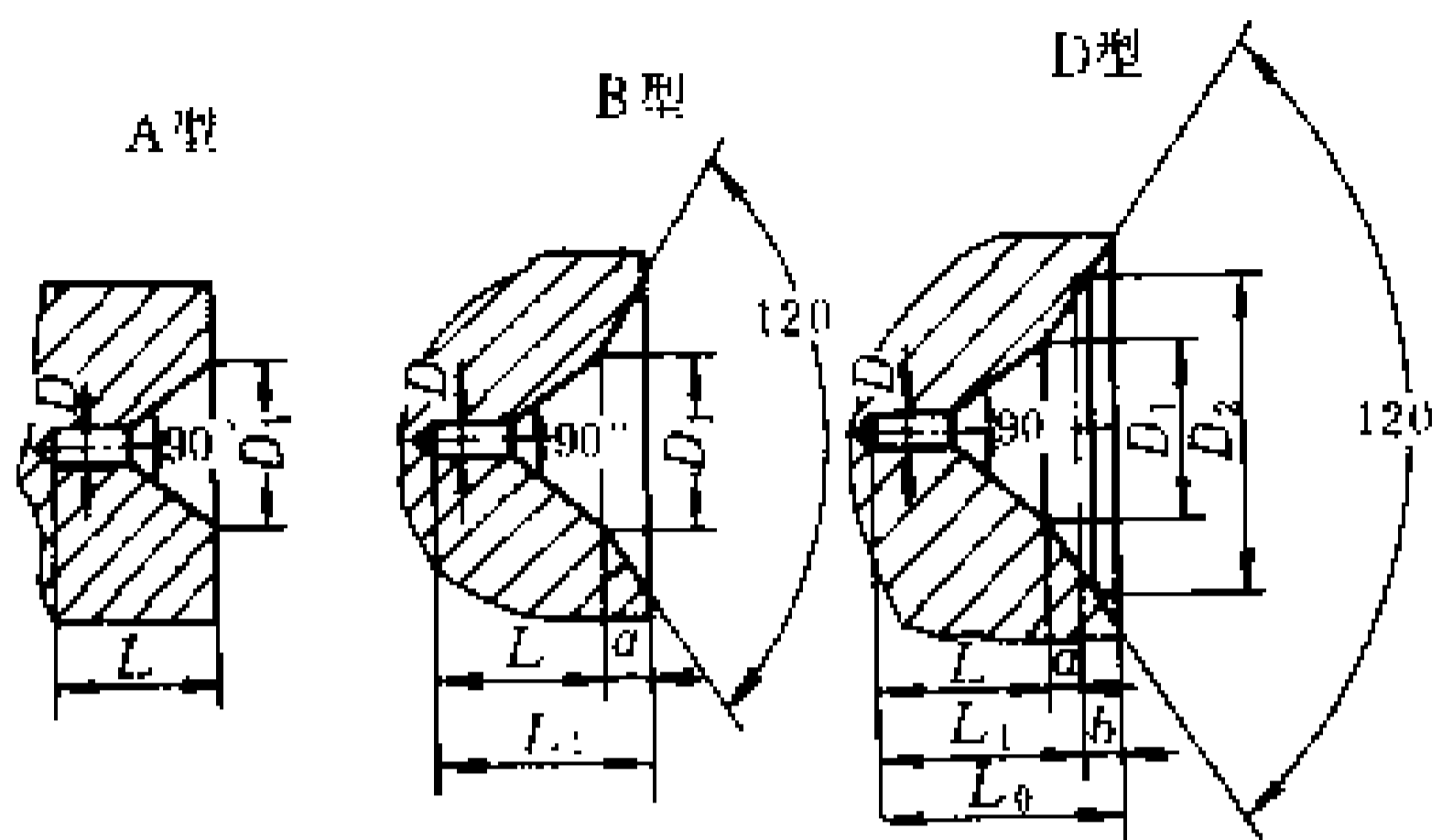
(mm)

| D | D_1 | l_{\min} | r | | D | D_1 | l_{\min} | r | |
|------|-------|------------|------|------|-------|-------|------------|-------|-------|
| | | | max | min | | | | max | min |
| 1.00 | 2.12 | 2.3 | 3.15 | 2.50 | 3.15 | 6.70 | 7.0 | 10.00 | 8.00 |
| 1.60 | 3.35 | 3.5 | 5.00 | 4.00 | 4.00 | 8.50 | 8.9 | 12.50 | 10.00 |
| 2.00 | 4.25 | 4.4 | 6.30 | 5.00 | 6.30 | 13.20 | 14.0 | 20.00 | 16.00 |
| 2.50 | 5.30 | 5.5 | 8.00 | 6.30 | 10.00 | 21.20 | 22.5 | 31.50 | 25.00 |

2 75°、90°中心孔 (JB/ZQ4236~4237 -1986)



a) 75°中心孔



b) 90°中心孔

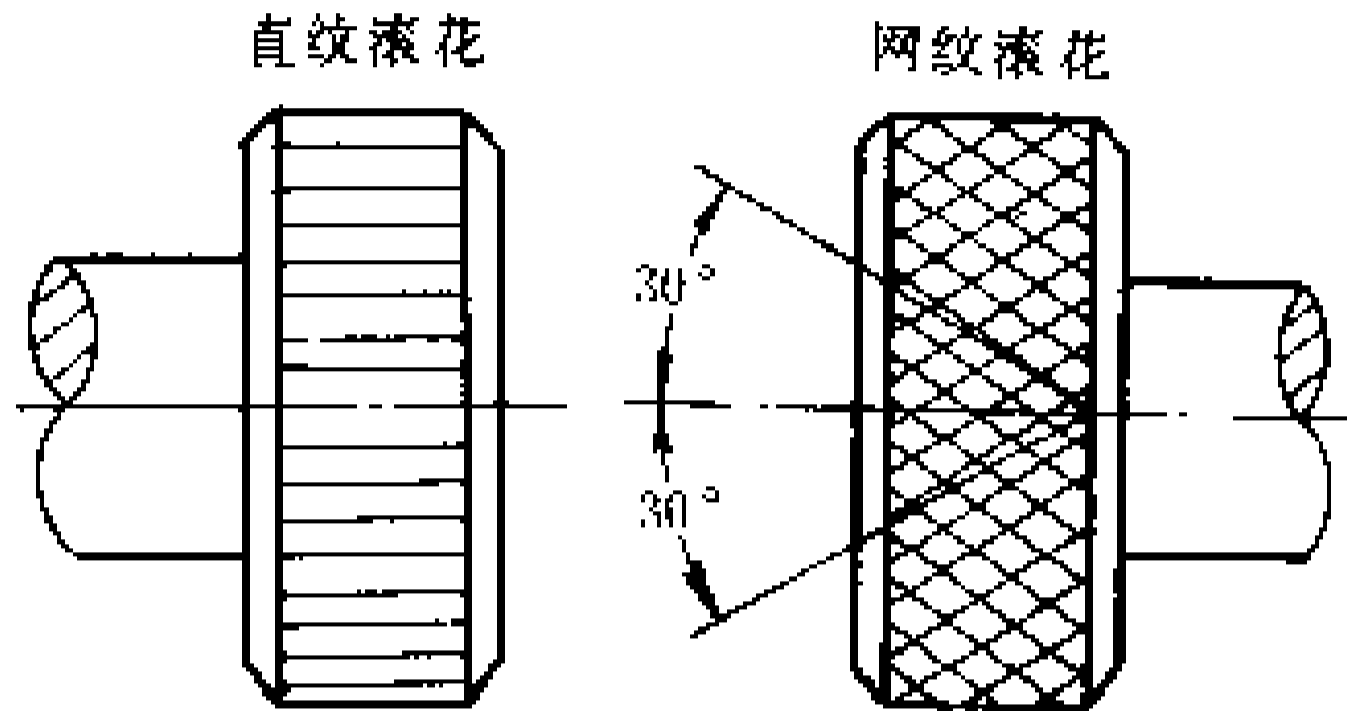
(mm)

| D | D_{1max} | | D_{2min} | | L_0 | | $L_1 \approx$ | | L | | $\alpha \approx$ | |
|----|------------|-----|------------|-----|-------|-----|---------------|-----|-----|-----|------------------|-----|
| | 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 | | 29 | | 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 | 74 | 84 | 70 | 80 | 4 | 4 |
| 40 | 120 | 160 | 160 | 200 | 113 | 115 | 100 | 105 | 95 | 100 | 5 | 5 |
| 45 | 135 | 180 | 175 | 220 | 136 | 128 | 121 | 116 | 115 | 110 | 6 | 6 |
| 50 | 150 | 200 | 200 | 250 | 163 | 138 | 148 | 126 | 140 | 120 | 8 | 6 |

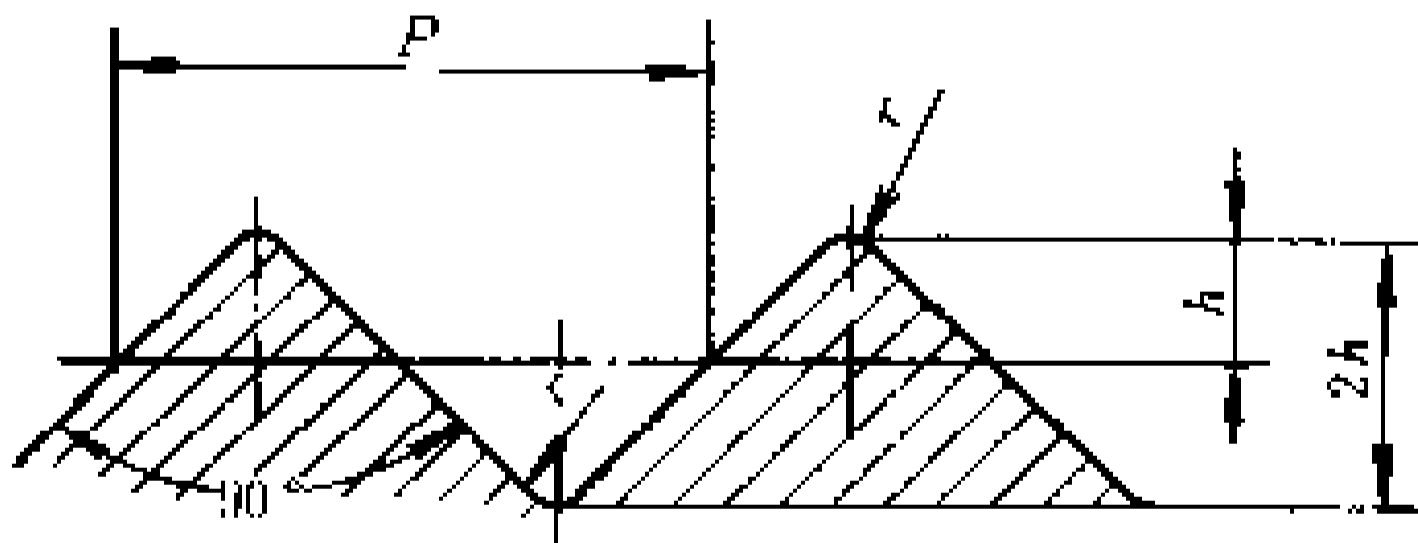
注：本标准中的 D 、 D_{1max} 相当于 GB4459.5 - 1984 中的 d 、 D_{max} 。

二 滚花(GB6403.3 1986)

1 滚花的型式



2 滚花花纹的形状



3 滚花的尺寸

(mm)

| 模数 m | h | r | 节距 P |
|--------|-------|------|--------|
| 0.2 | 0.132 | 0.06 | 0.628 |
| 0.3 | 0.198 | 0.09 | 0.942 |

(续)

| 模 数 m | h | r | 节 距 P |
|---------|-------|------|---------|
| 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。

4 标记示例

模数 $m=0.3$ 直纹滚花：

直径 $m0.3$ GB6403.3-1986

模数 $m=0.4$ 网纹滚花：

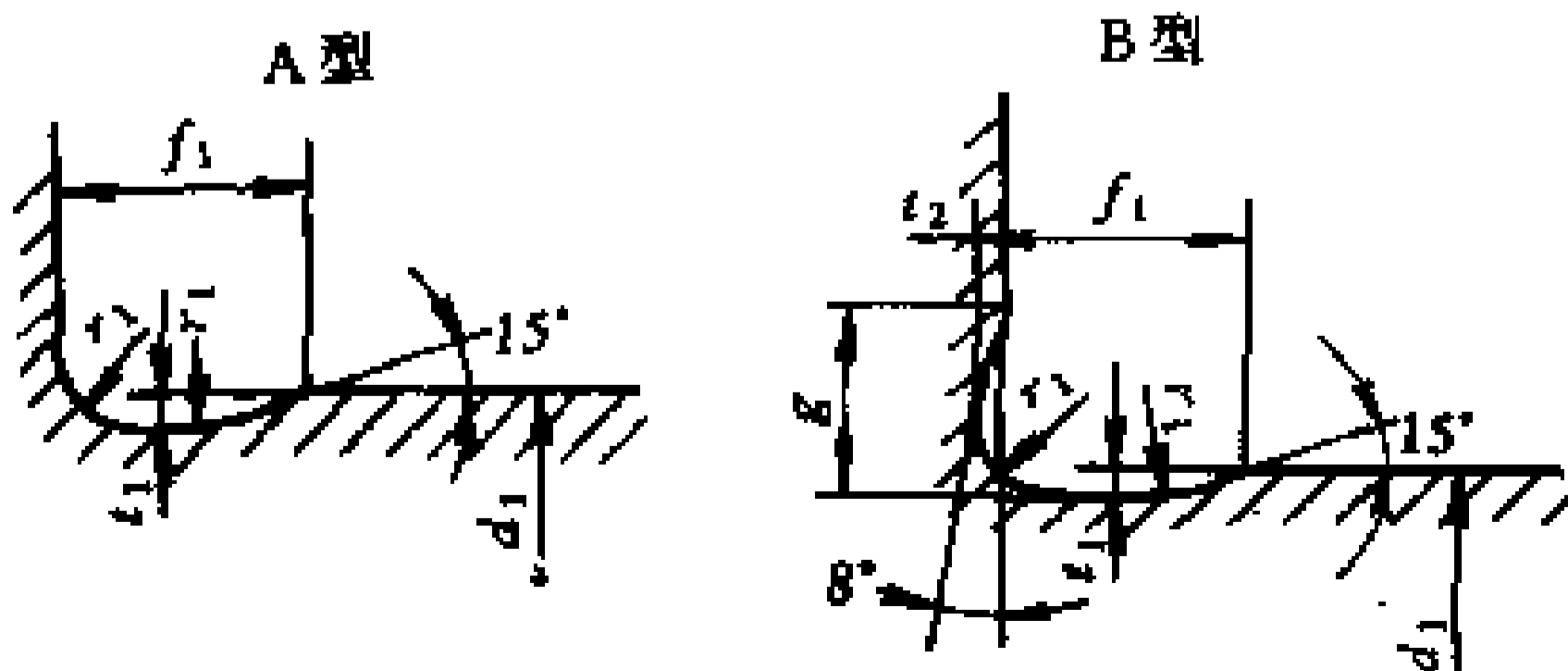
网纹 $m0.4$ GB6403.3-1986

三 各 类 槽

1 退刀槽(JB/ZQ4238—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



(mm)

| r_1 | t_1 +0.1 | f_1 | R \approx | f_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 |

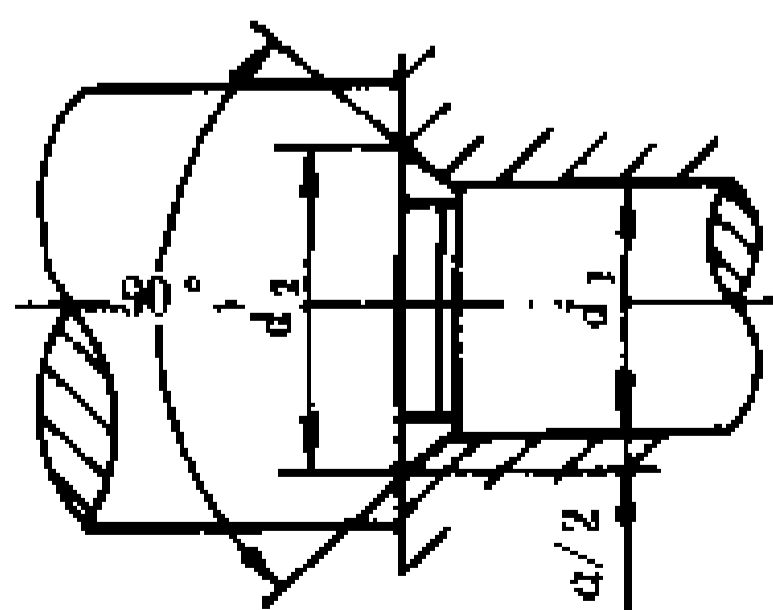
注：A型(轴的配合面需磨削,轴肩不磨削)。

B型(轴的配合面及轴肩皆需磨削)。

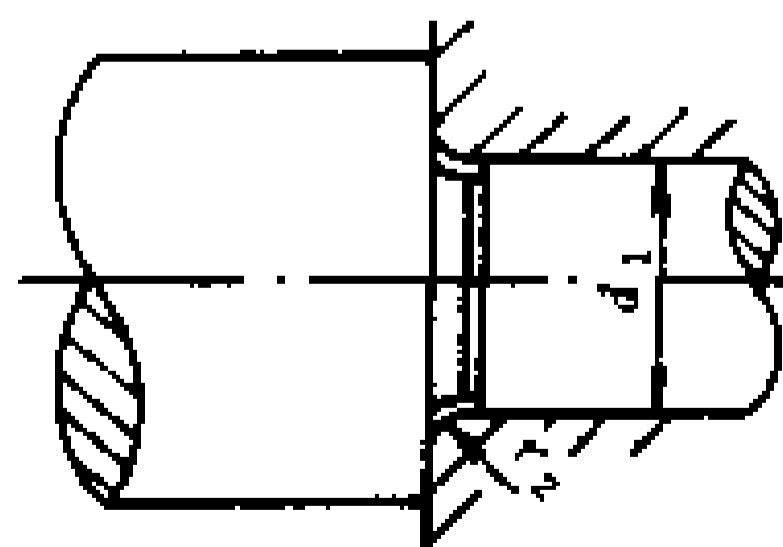
2) 相配件的倒角和倒圆

A型

$$d_2 = d_1 + a$$



B型

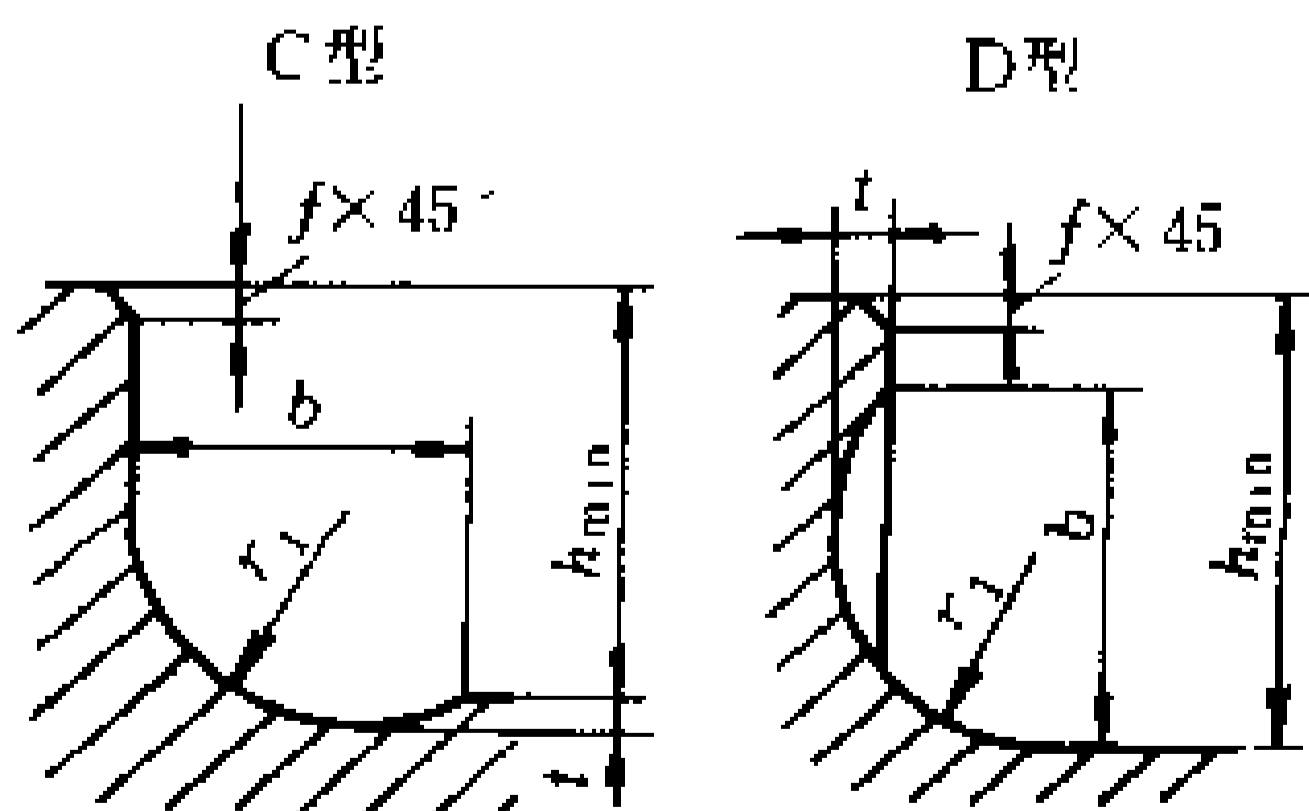


(mm)

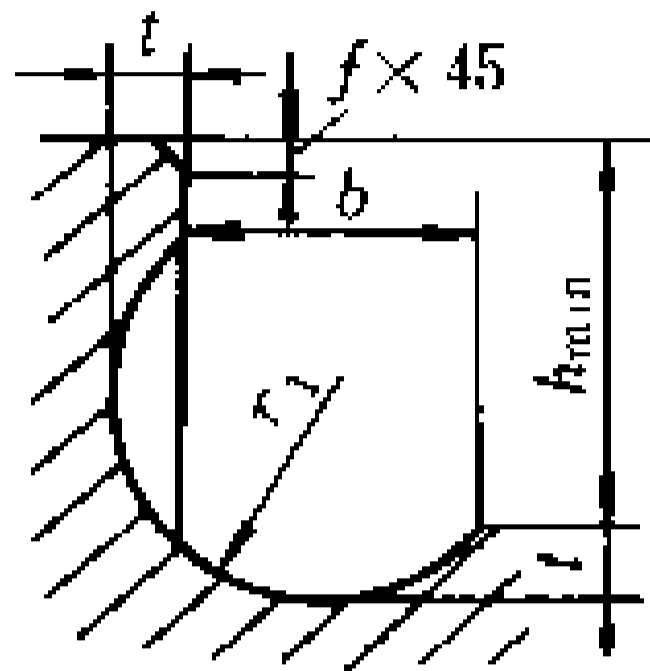
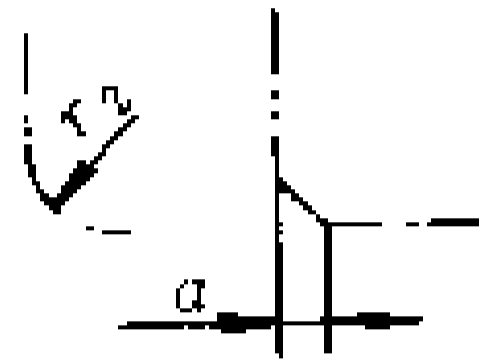
| 退刀槽尺寸 $r_1 \times r_1$ | 倒角最小值 a | | 倒圆最小值 r_2 | |
|---------------------------|-----------|-----|-------------|-----|
| | A 型 | B 型 | A 型 | B 型 |
| 0.6×0.2 | 0.8 | 0.2 | 1 | 0.3 |
| 0.6×0.3 | 0.6 | 0 | 0.8 | 0 |
| 1×0.2 | 1.6 | 0.8 | 2 | 1 |
| 1×0.4 | 1.2 | 0 | 1.5 | 0 |
| 1.6×0.3 | 2.6 | 1.1 | 3.2 | 1.4 |
| 2.5×0.4 | 1.2 | 1.9 | 5.2 | 2.4 |
| 4×0.5 | 7 | 4.0 | 8.8 | 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



E型

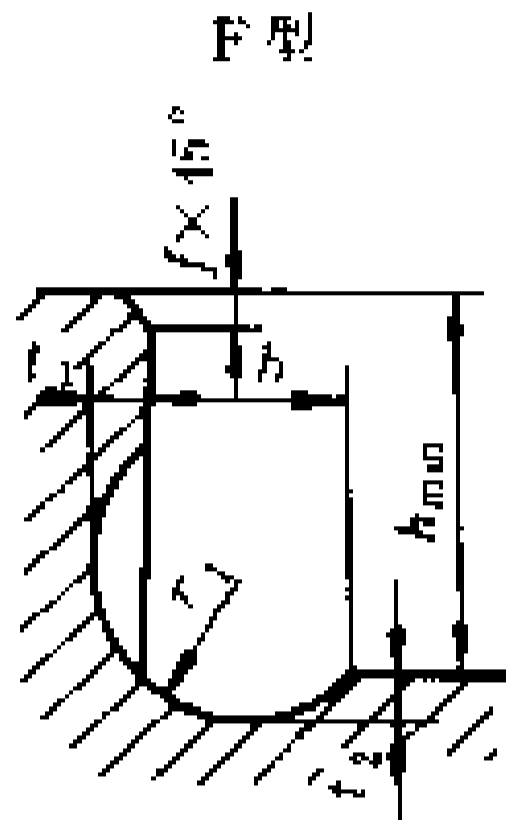
C、D、E型
的相配件

(mm)

| 轴 | | | | | 相配件(孔) | | | | |
|------------|-------|------|------|------|------------|----------|------|-------|------|
| h_{\min} | r_1 | t | b | | f_{\max} | α | 偏差 | r_2 | 偏差 |
| | | | C、D型 | E型 | | | | | |
| 2.5 | 1.0 | 0.25 | 1.6 | 1.4 | 0.2 | 1 | +0.6 | 1.2 | +0.6 |
| 4 | 1.6 | 0.25 | 2.4 | 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 | 13.4 | 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。

4) F 型退刀槽的各部尺寸

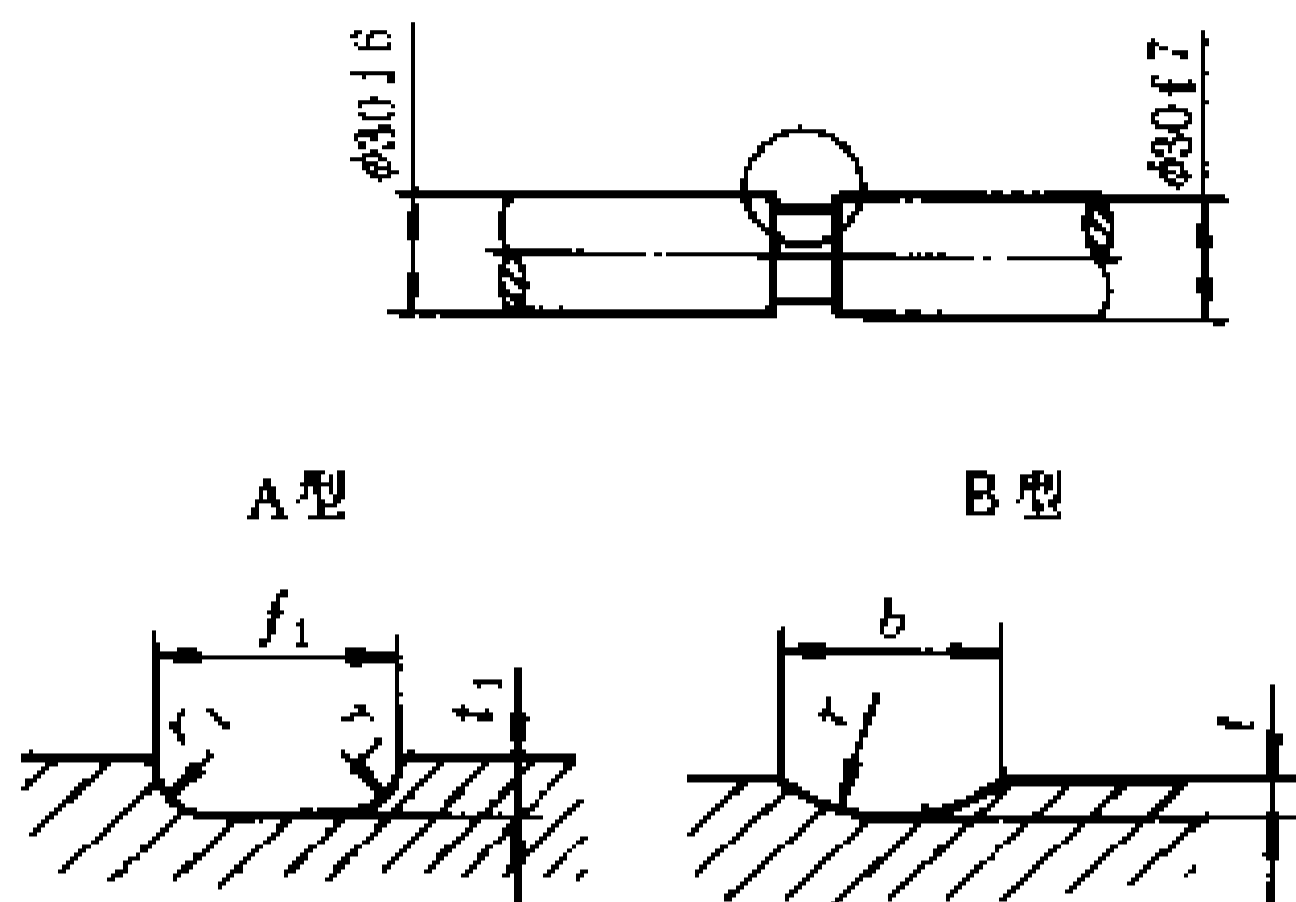


(mm)

| 軸 | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|------|------------|
| h min | r_1 | t_1 | t_2 | b | f max |
| 4 | 1.0 | 0.4 | 0.25 | 1.2 | 0.2 |
| 5 | 1.6 | 0.6 | 0.4 | 2.0 | |
| 8 | 2.5 | 1.0 | 0.6 | 3.2 | |
| 12.5 | 4.0 | 1.6 | 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



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 的大小选取。

2. B型退刀槽各部尺寸按表选取。

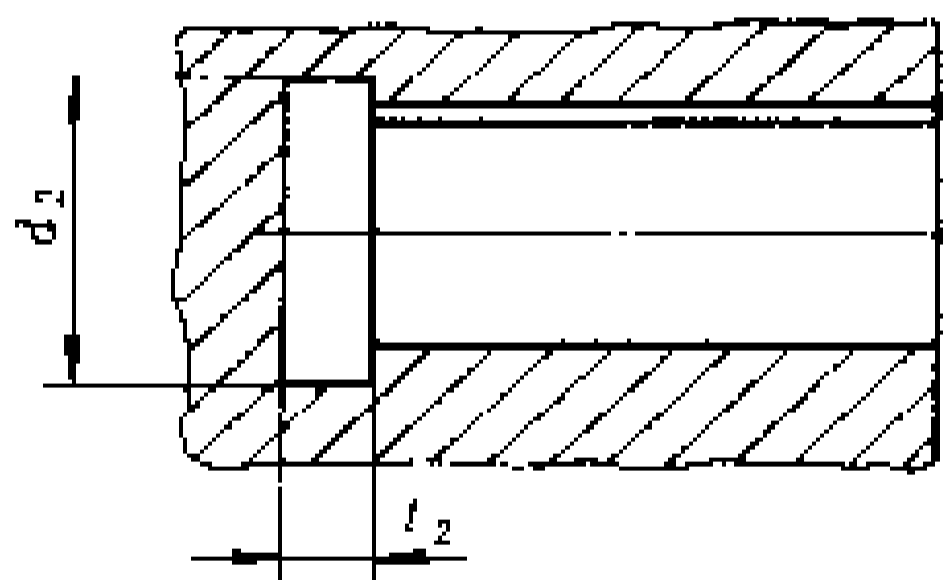
(mm)

| r | t | b |
|-----|------|-----|
| 2.5 | 0.25 | 2.2 |
| 4 | 0.4 | 3.4 |
| 6 | 0.4 | 4.3 |

(续)

| r | t | h |
|-----|-----|------|
| 10 | 0.6 | 7.0 |
| 16 | 0.6 | 9.0 |
| 25 | 1.0 | 13.9 |

(3) 带槽孔的退刀槽



退刀槽直径 d_2 可按选用的平键或楔键而定。

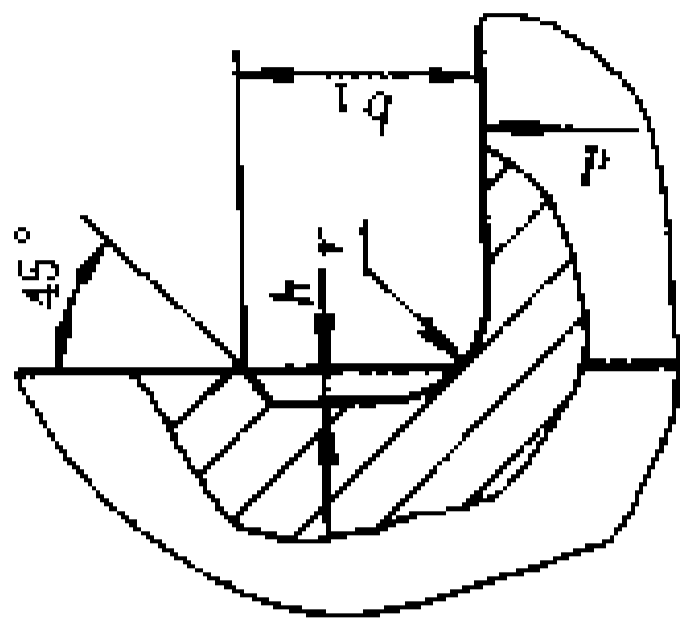
退刀槽的深度 t_2 一般为 20mm，如因结构上的原因 t_2 的最小值不得小于 10mm。

退刀槽的粗糙度一般选用 $R_a 3.2\mu\text{m}$ ，根据需要也可选用 $R_a 1.6, 0.8, 0.4\mu\text{m}$ 。

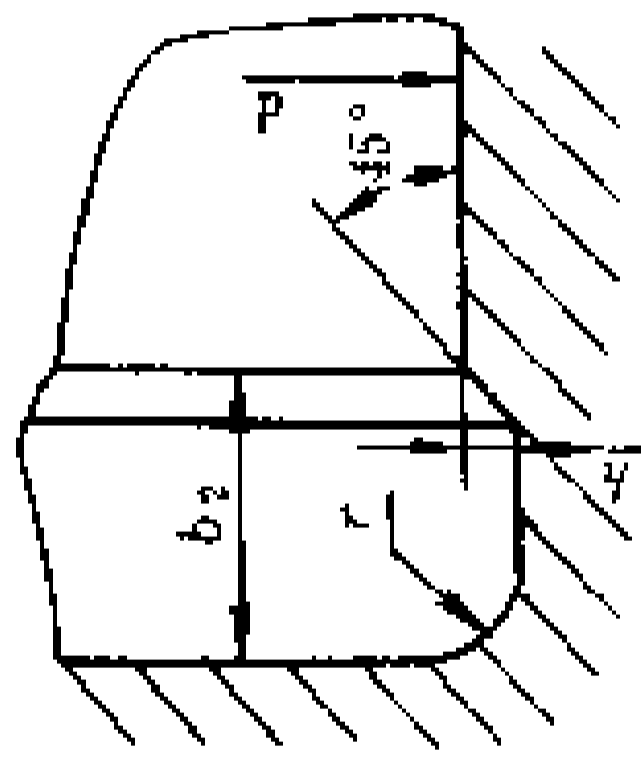
2 砂轮越程槽(GB6403.5—1986)

适用于一般结构零件磨削面的砂轮越程槽。

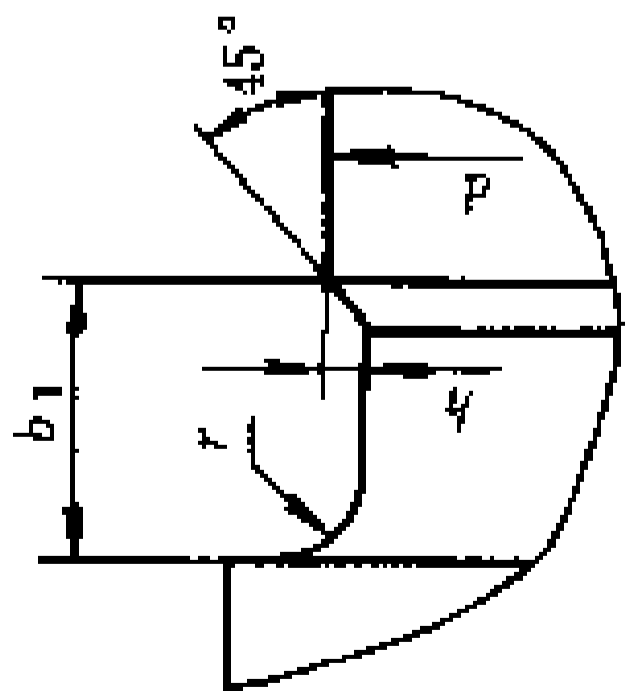
(1) 回转面及端面砂轮越程槽



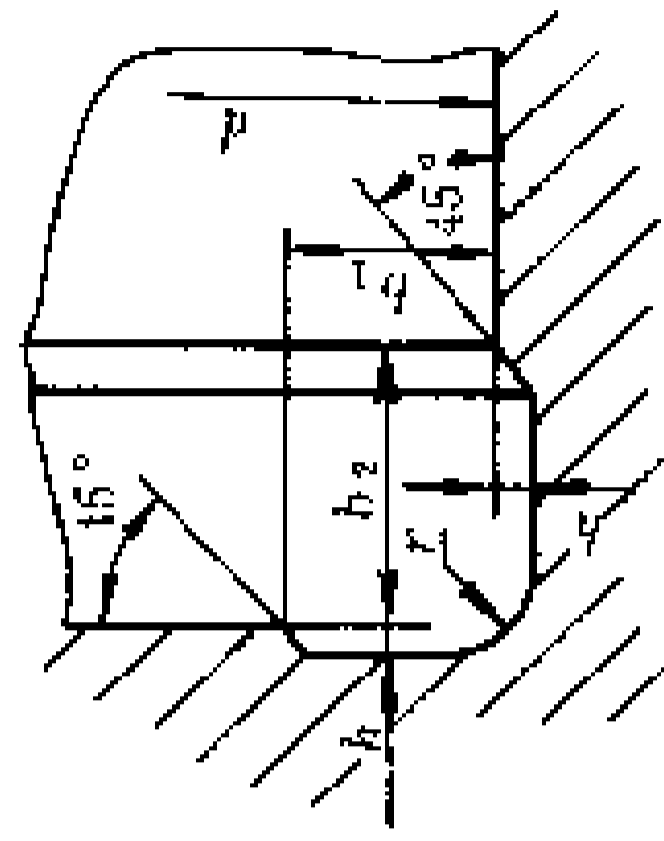
c) 磨外端面



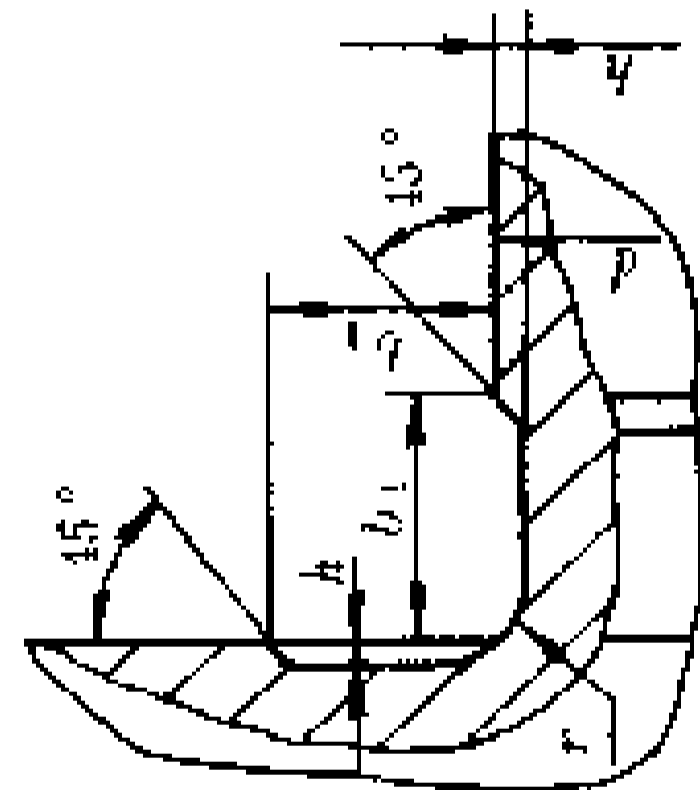
b) 磨内圆



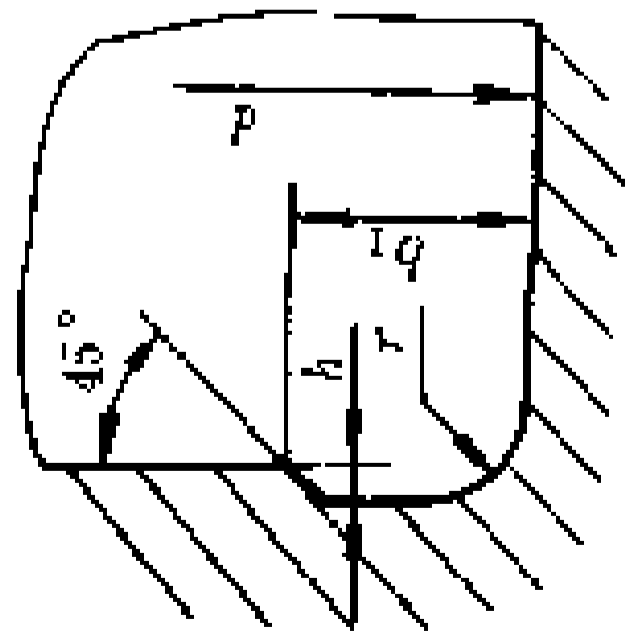
a) 磨外圆



f) 磨内圆及端面



e) 磨外圆及端面



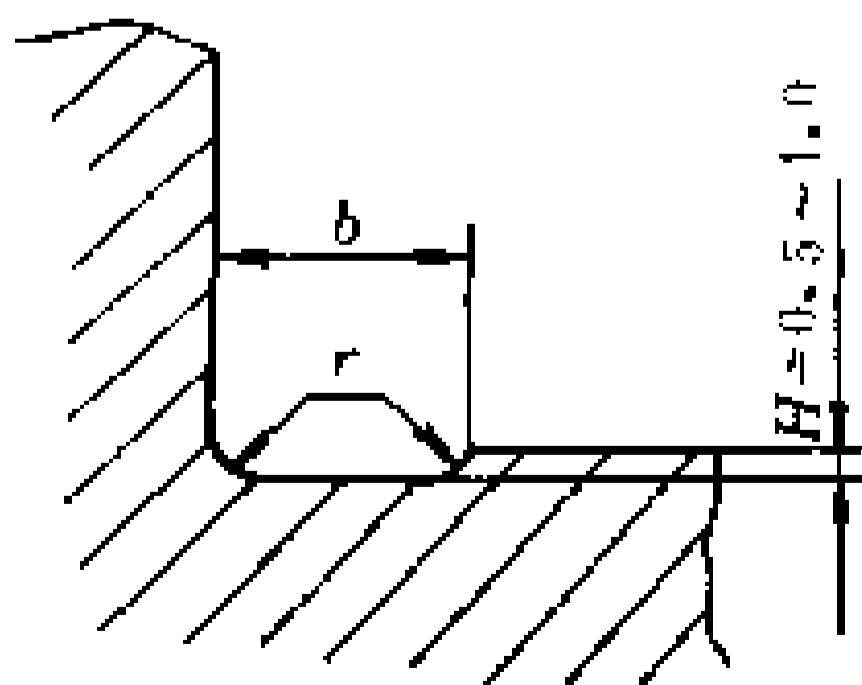
d) 磨内端面

(mm)

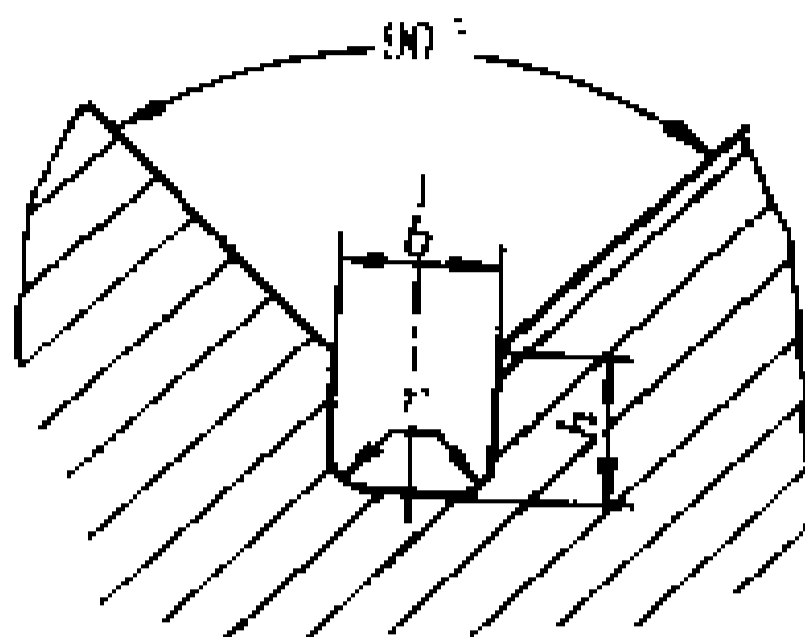
| | | | | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-------|-----|--------|-----|------|----|
| b_1 | 0.6 | 1.0 | 1.6 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 8.0 | 10 |
| b_2 | 2.0 | 3.0 | | 4.0 | | 5.0 | | 8.0 | 10 |
| h | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | | 0.6 | 0.8 | 1.2 | |
| r | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 1.0 | | 1.6 | 2.0 | 3.0 | |
| 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) 平面砂轮越程槽



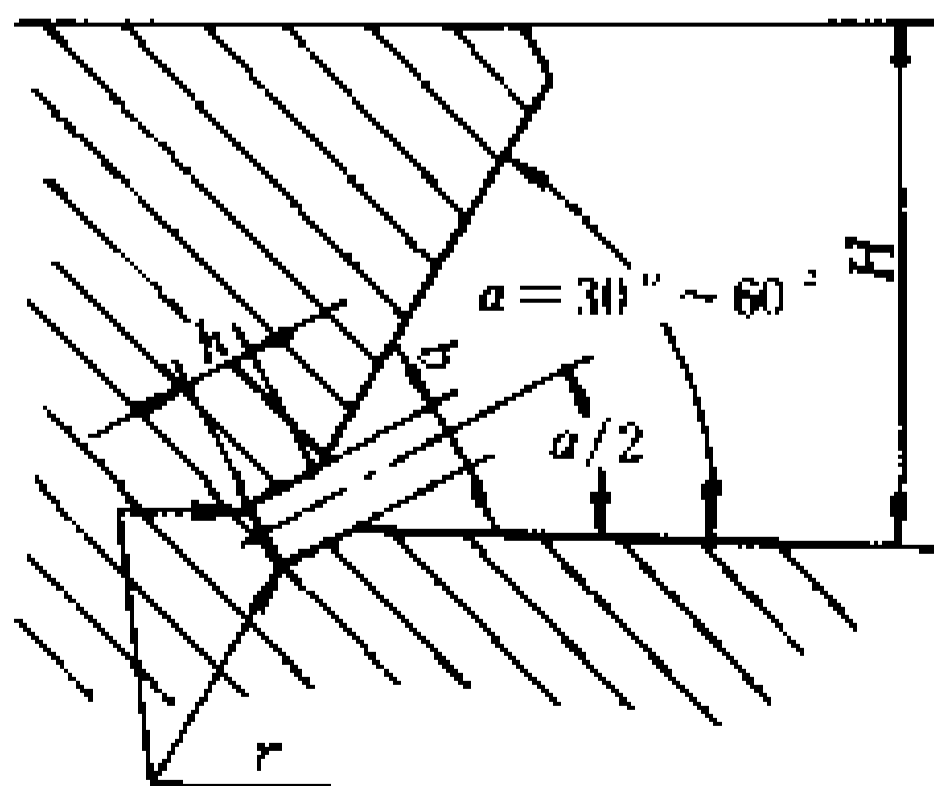
(3) V形砂轮越程槽



(mm)

| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| b | 2 | 3 | 4 | 5 |
| h | 1.6 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
| r | 0.5 | 1.0 | 1.2 | 1.6 |

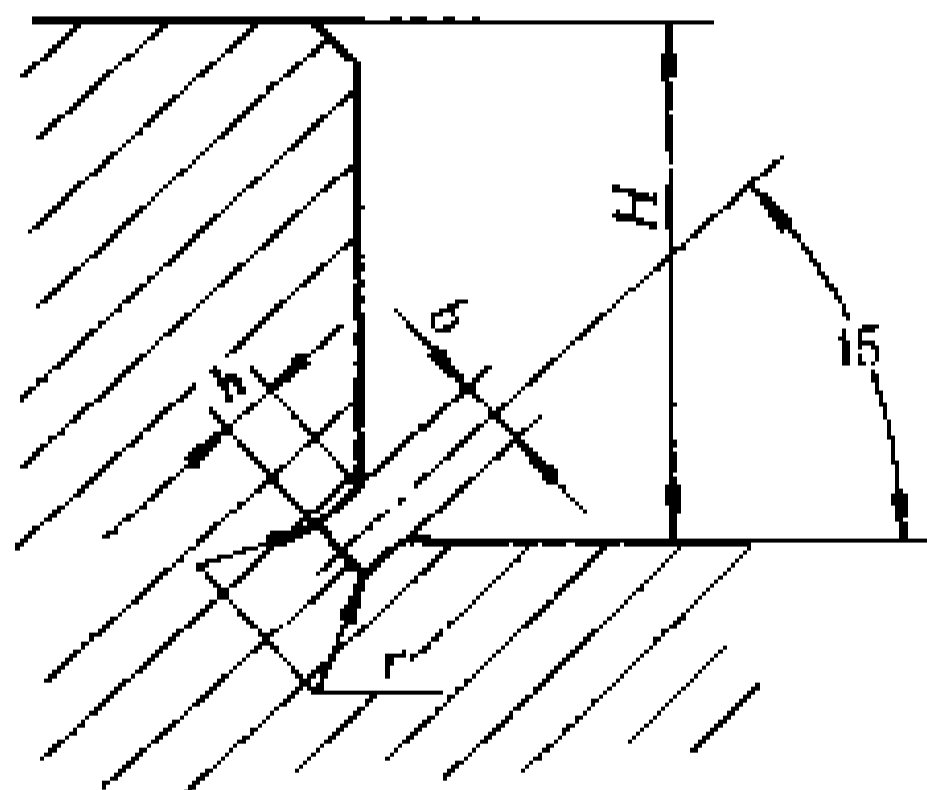
(4) 燕尾导轨砂轮越程槽



(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) 矩形导轨砂轮越程槽



(mm)

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|-----|
| H | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 63 | 80 | 100 |
| b | 2 | | | 3 | | | 5 | | | 8 | | |
| h | 1.6 | | | 2.0 | | | 3.0 | | | 5.0 | | |
| r | 0.5 | | | 1.0 | | | 1.6 | | | 2.0 | | |

3 润滑槽(GB6403.2 - 1986)

适用于一般用途的滑动轴承润滑槽和平面润滑槽。

(1) 滑动轴承上用的润滑槽型式和尺寸。

1) 径向轴承的润滑槽型式

2) 推力轴承的润滑槽型式

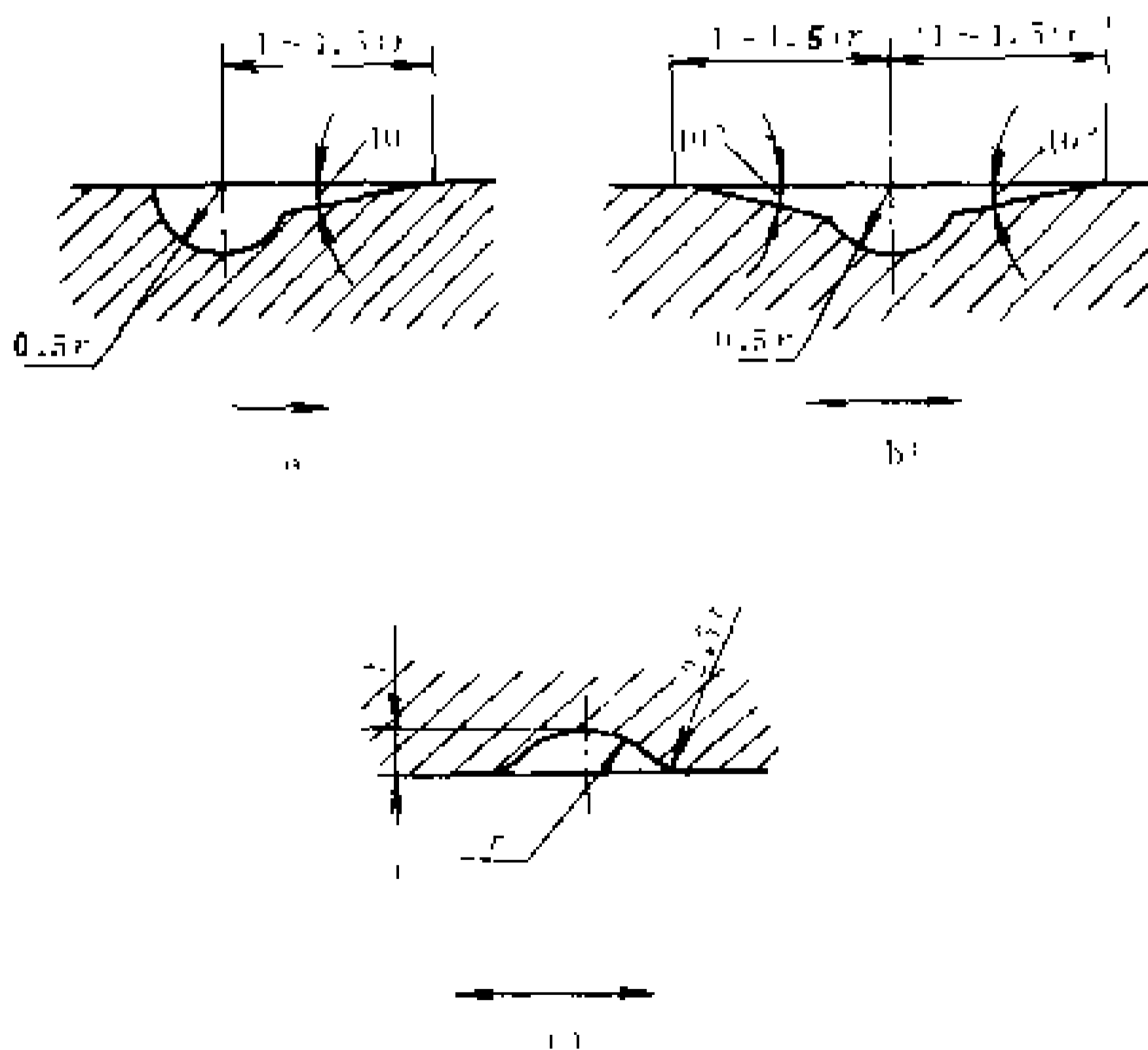


图 a、b 用于推力轴承上，c 用于轴端面上。

图中箭头说明运动为单向或双向

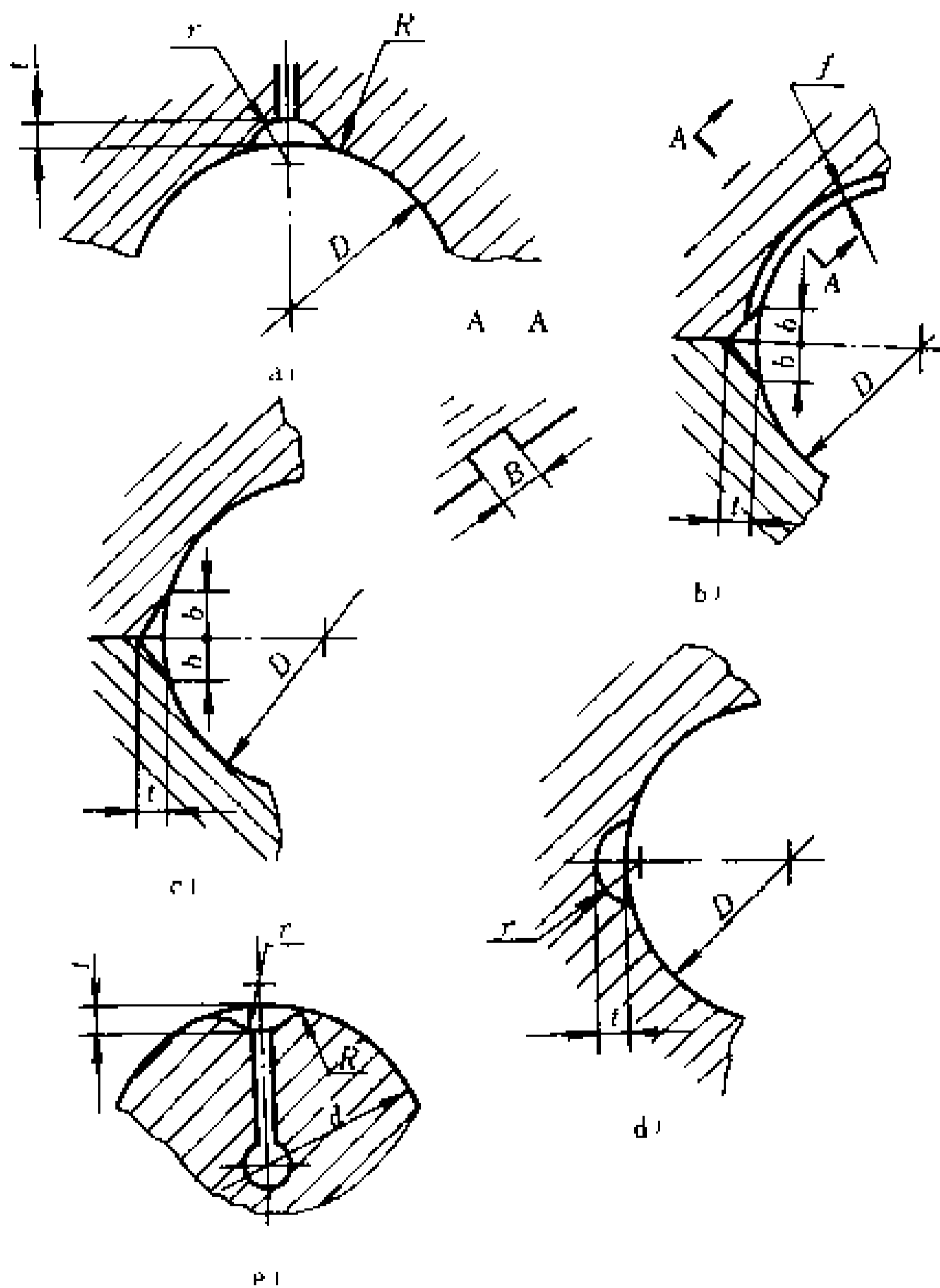


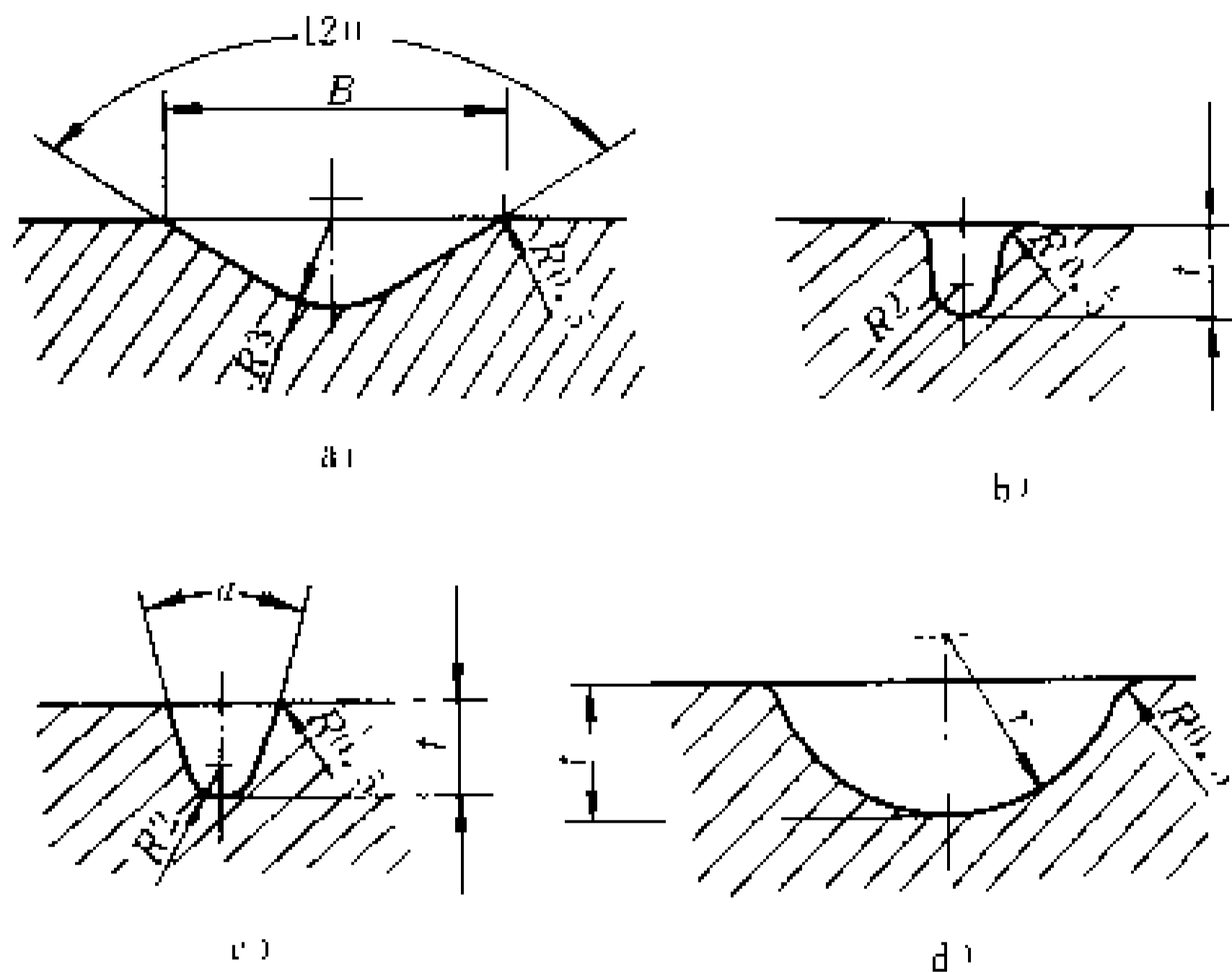
图 a、b、c、d 用于轴瓦、轴套，图 e 用于轴上

3) 滑动轴承上用的润滑油槽结构尺寸

(mm)

| 直 径 | | t | r | R | B | f | b |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| D | d | | | | | | |
| ≤ 50 | | 0.8 | 1.0 | 1.0 | -- | -- | -- |
| | | 1.0 | 1.6 | 1.6 | -- | -- | -- |
| | | 1.6 | 3.0 | 6.0 | 5.0 | 1.6 | 4.0 |
| $>50 \sim 120$ | | 2.0 | 4.0 | 10 | 8.0 | 2.0 | 6.0 |
| | | 2.5 | 5.0 | 16 | 10 | 2.0 | 8.0 |
| | | 3.0 | 6.0 | 20 | 12 | 2.5 | 10 |
| >120 | | 4.0 | 8.0 | 25 | 16 | 3.0 | 12 |
| | | 5.0 | 10 | 32 | 20 | 3.0 | 16 |
| | | 6.0 | 12 | 40 | 25 | 4.0 | 20 |

(2) 平面上用的润滑槽型式和尺寸(GB6403.2
1986)



图中: B —4、6、10、12、16mm α — 15° 、 30° 、 45°

t —3、4、5mm

(mm)

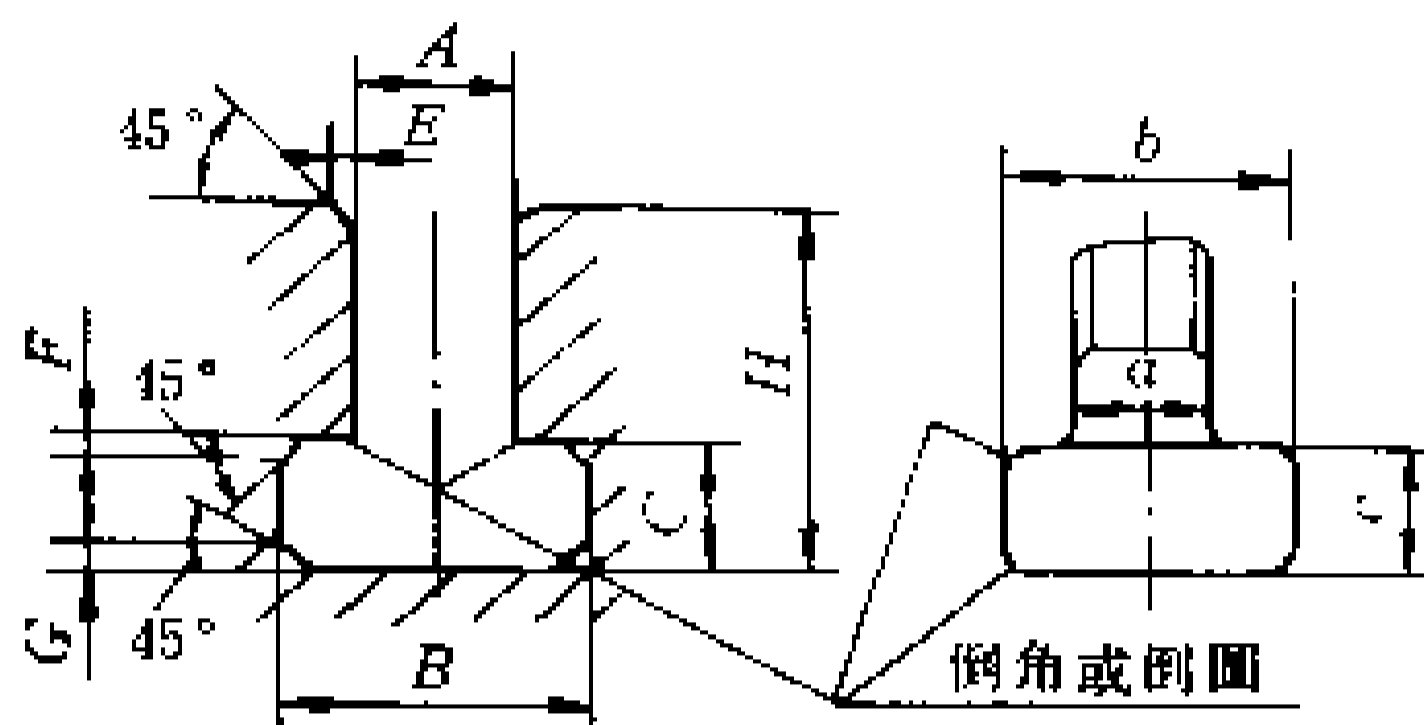
| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| r | 1.0 | 1.6 | 2.0 |
| r | 1.6 | 2.5 | 4.0 |

(3) 修棱

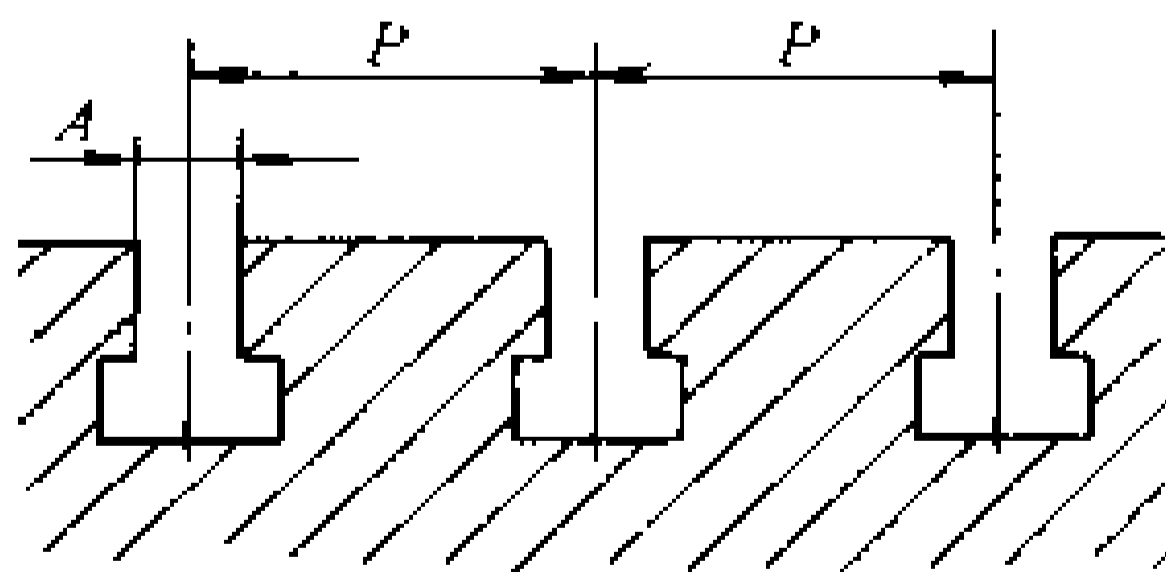
标准中未注明尺寸的棱边, 按小于 0.5mm 倒圆。

4 T形槽(GB158—1984)

(1) T形槽及螺栓头部尺寸



(2) T形槽间距尺寸



(mm)

| A | | T 形槽 | | | | | | | | | | 螺栓头部 | | |
|------|--------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| | | 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 | | | | 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 | 1 | | | 6 | 13 | 6 |
| 10 | 0 | 0 | 16 | 18 | 7 | 8 | 17 | 21 | | 0.6 | | 8 | 15 | 6 |
| 12 | | | 19 | 21 | 8 | 9 | 20 | 25 | | | | 10 | 18 | 7 |
| 14 | +0.027 | +0.18 | 23 | 25 | 9 | 11 | 23 | 28 | | | | 12 | 22 | 8 |
| 18 | 0 | 0 | 30 | 32 | 12 | 11 | 30 | 36 | 1.6 | | 1.6 | 16 | 28 | 10 |

(续)

| A | | T 形槽 | | | | | | | | | | 螺栓头部 | | |
|------|--------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| | | 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 | 最大尺寸 | |
| | 基准槽 | 固定槽 | 尺寸 | 尺寸 | 尺寸 | 尺寸 | 尺寸 | 尺寸 | 尺寸 | 尺寸 | 尺寸 | 尺寸 | 尺寸 | |
| 22 | +0.033 | +0.21 | 37 | 40 | 16 | 18 | 38 | 45 | 1.6 | 1 | 2.5 | 20 | 34 | 14 |
| 28 | 0 | 0 | 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 | 0 | 0 | 68 | 72 | 32 | 35 | 74 | 85 | | | | 36 | 64 | 28 |
| 48 | | | 80 | 85 | 36 | 40 | 84 | 95 | 6 | 2 | 6 | 42 | 75 | 32 |
| 54 | +0.046 | +0.30 | 90 | 95 | 40 | 44 | 94 | 106 | | | | 48 | 85 | 36 |

注: T形槽宽度 A 的极限偏差, 按 GB1801-79《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 $R_a 12.5\mu m$ 。

(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 |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 5 | 20 | 22 | 100 |
| | 25 | | 125 |
| | 32 | | 160 |
| 6 | 25 | 28 | 125 |
| | 32 | | 160 |
| | 40 | | 200 |
| 8 | 32 | 36 | 160 |
| | 40 | | 200 |
| | 50 | | 250 |
| 10 | 40 | 42 | 200 |
| | 50 | | 250 |
| | 63 | | 320 |
| 12 | 50 | 48 | 250 |
| | 63 | | 320 |
| | 80 | | 400 |
| 14 | 63 | 54 | 320 |
| | 80 | | 400 |
| | 100 | | 500 |
| 18 | 80 | | |
| | 100 | | |
| | 125 | | |

注：T形槽直接铸出时，其尺寸偏差自行决定。相对于每个T形槽宽度，上表中给出了3个间距，制造厂应根据工作台尺寸及使用需要条件选择T形槽间距。特殊情况需采用其他尺寸的间距时，则应符合下列原则：

- a. 采用数值大于或小于上表中所列T形槽间距 P 的尺寸范围时，应从优先数系 $R10$ 系列的数值中选取；
- b. 采用数值在上表中所列T形槽间距 P 的尺寸范围内，则应从优先数系 $R20$ 系列的数值中选取。

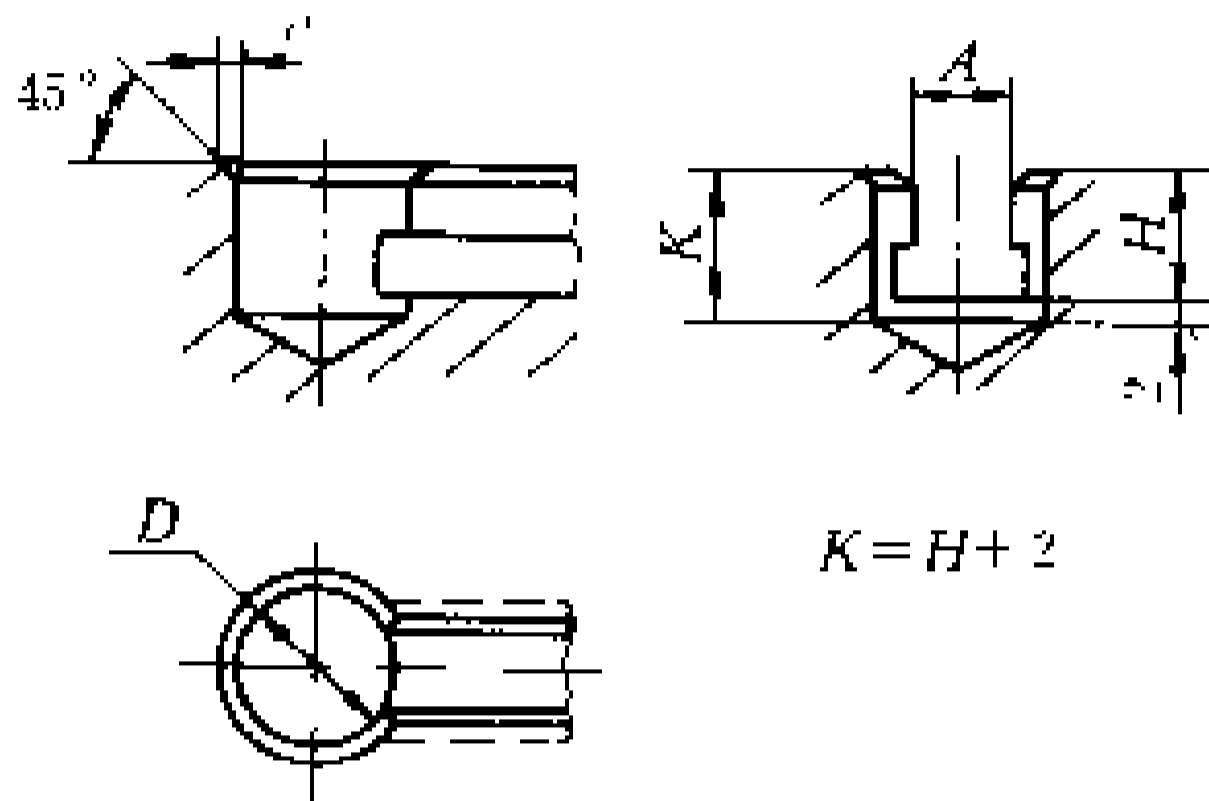
(3) T形槽的间距尺寸 P 的极限偏差

(mm)

| T形槽间距 P | 极限偏差 | |
|-----------------------------------|------------|-----------|
| | 基准槽 | 固定槽 |
| 20 25 | ± 0.1 | ± 0.2 |
| 32 40 50 63 80 100 | ± 0.15 | ± 0.3 |
| 125 160 200 250 | ± 0.2 | ± 0.5 |
| 320 400 500 | ± 0.3 | ± 0.8 |

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



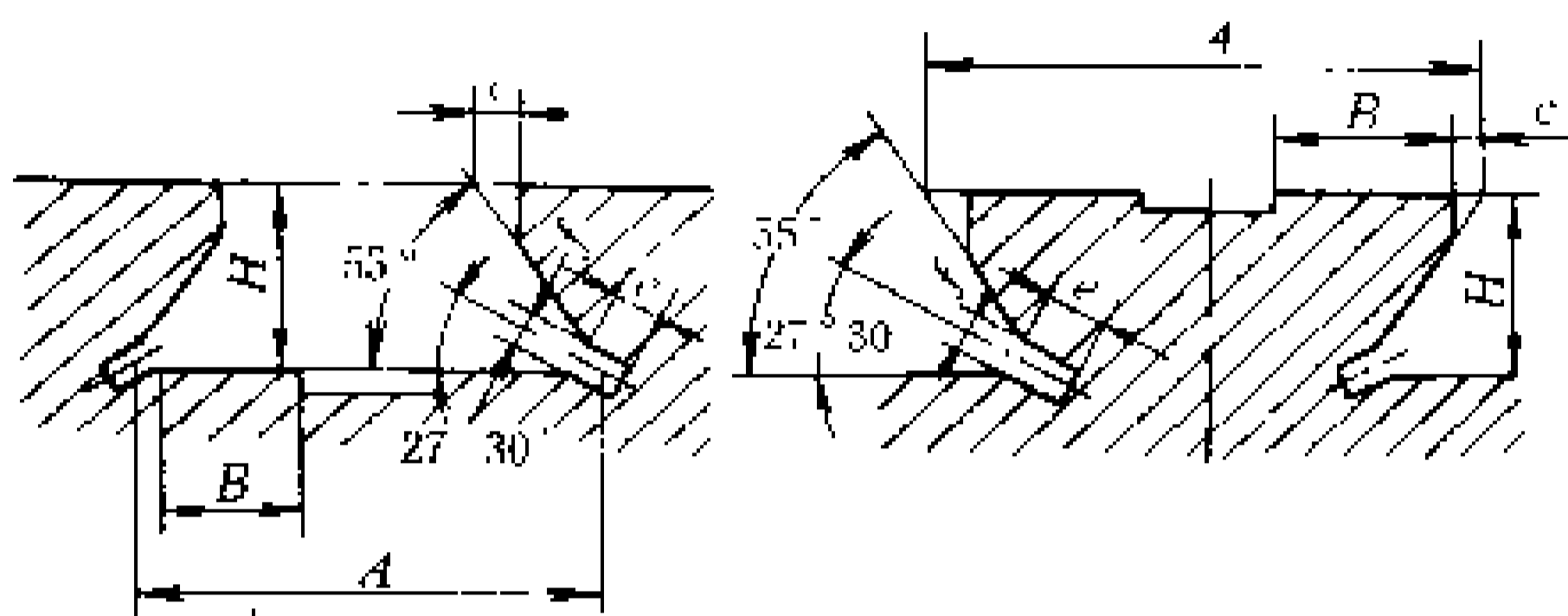
$$K = H + 2$$

(mm)

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|---------|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|---------|-----|-----|
| T形槽槽宽 | | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 18 | 22 | 28 | 36 | 42 | 48 | 54 |
| 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 0 | | | | | | | | | | +2 0 | | |
| e | | 0.5 | | | | 1 | | | 1.5 | | | | 2 | |

注：基准槽 H 为 8，固定槽 H 为 12。

5 燕尾槽(JB/ZQ4241-1986)



(mm)

| | | | | | | | | | | |
|----------|-------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| <i>A</i> | 40~ | 50~ | 60~ | 80~ | 100~ | 125~ | 160~ | 200~ | 250~ | 320~ |
| | 65 | 70 | 90 | 125 | 160 | 200 | 250 | 320 | 400 | 500 |
| <i>B</i> | 12 | 16 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 |
| <i>C</i> | 1.5~5 | | | | | | | | | |
| <i>e</i> | 1.5 | | 2.0 | | | | 2.5 | | | |
| <i>f</i> | 2 | | 3 | | | | 4 | | | |
| <i>H</i> | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 |

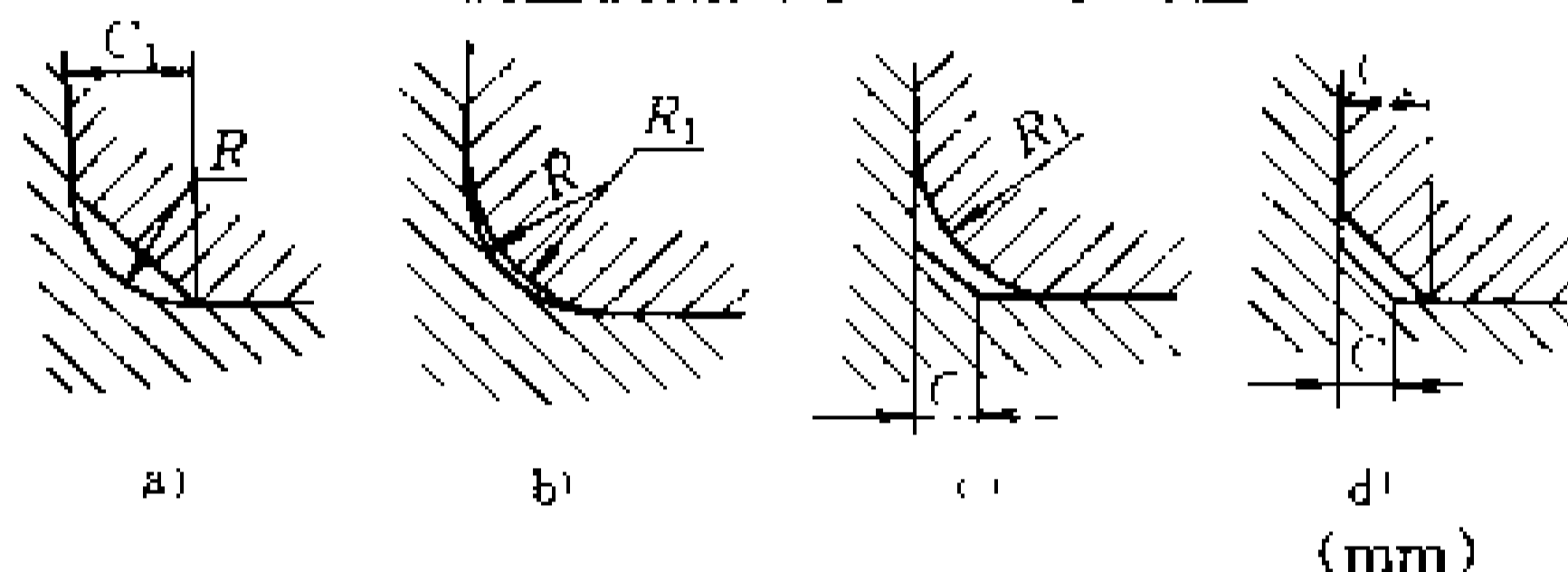
注: 1. *A*(mm)的系列为: 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 320, 360, 400, 450, 500。

2. *C*为推荐值。

四 零件倒圆与倒角 (GB6403.4—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 系列值



| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| R | 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 |
| C | 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 (mm)

| | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| R_1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.6 | 2.0 |
| C_{\max} | - | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 1.0 |
| R_1 | 2.5 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 8.0 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 |
| C_{\max} | 1.2 | 1.6 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 8.0 | 10 | 12 |

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。

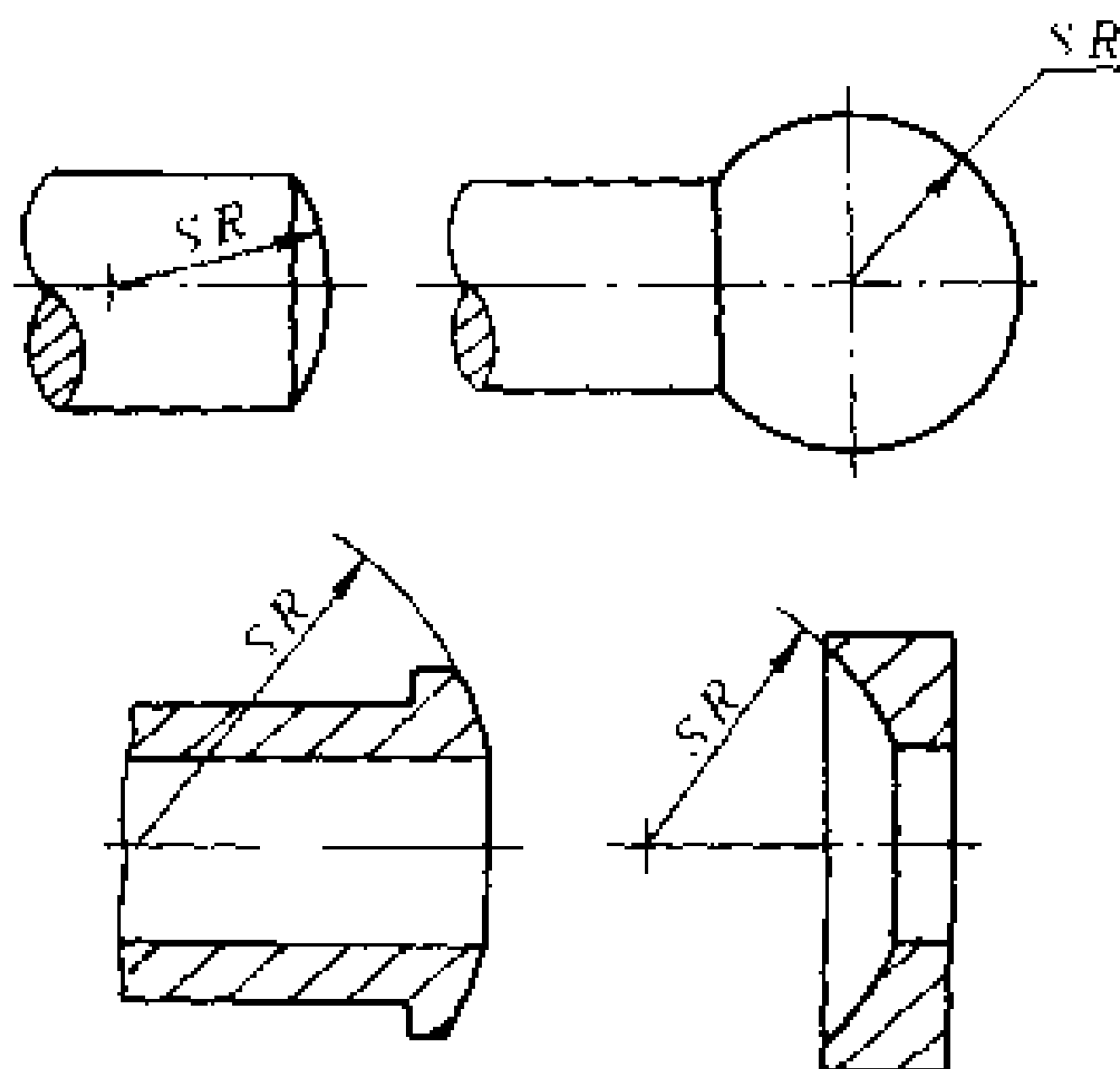
2. α 一般采用 45° , 也可采用 30° 或 60° 。倒角半径, 倒角的尺寸标注, 不适用于有特殊要求的情况下使用。

3 与直径 ϕ 相应的倒角 C 、倒圆 R 的推荐值

(mm)

| | | | | | | |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|
| 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 | $>50 \sim 80$ | $>80 \sim 120$ | $>120 \sim 180$ | $>180 \sim 250$ | $>250 \sim 320$ | $>320 \sim 400$ |
| 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 (GB6403.1 1986)



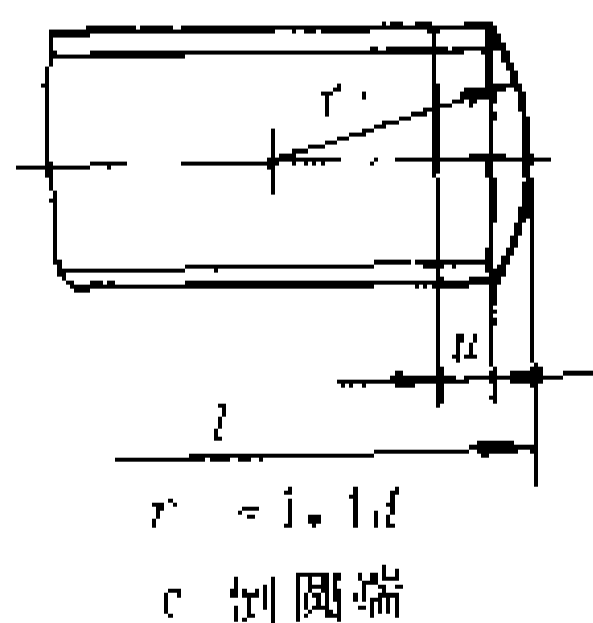
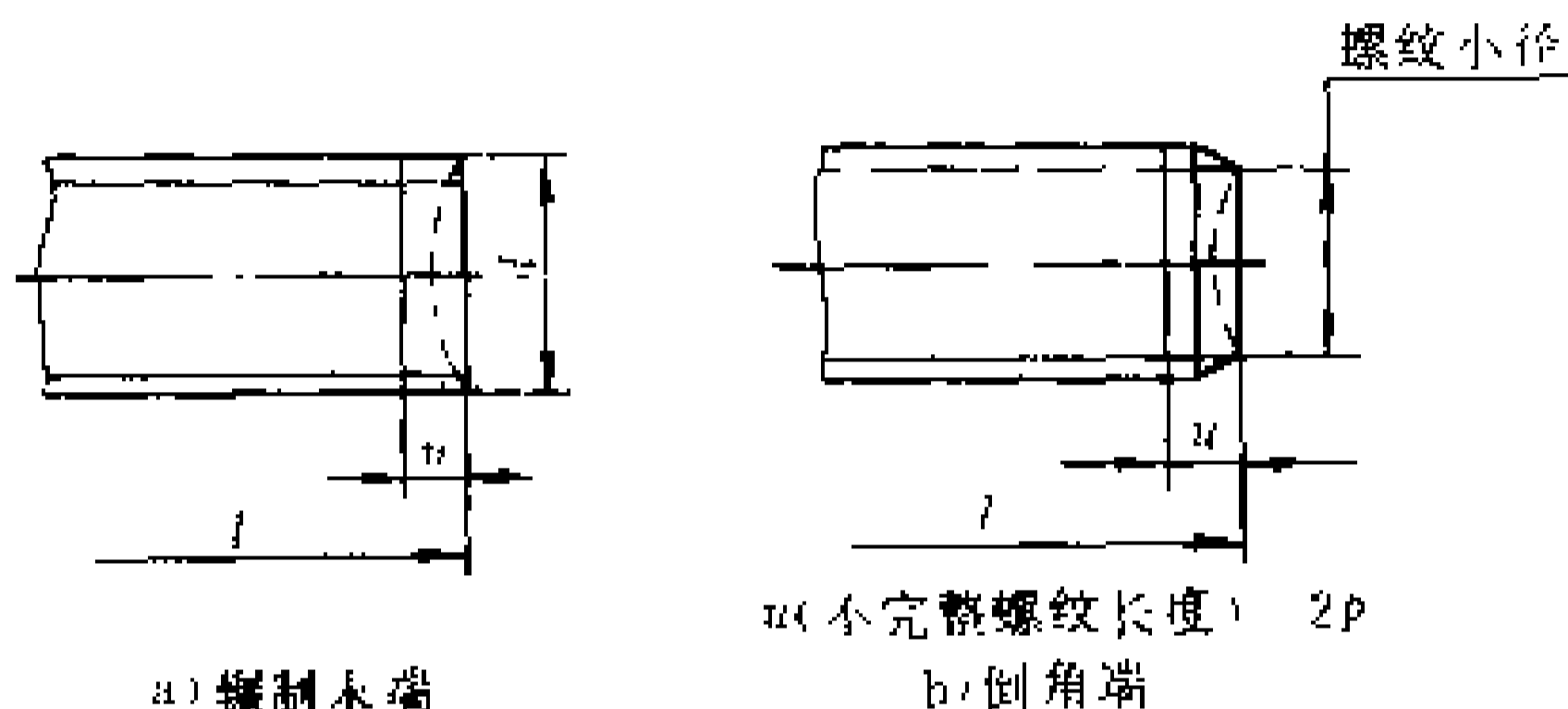
| | | (mm) | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|--|--|
| I | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 1.0 | 1.6 | 2.5 | 4.0 | 6.0 | 10 | 16 | 20 | | |
| | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 2.0 | 3.0 | 5.0 | 8.0 | 12 | 18 | 22 | | |
| II | 25 | 32 | 40 | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | | |
| | 28 | 35 | 45 | 56 | 71 | 90 | 110 | 140 | 180 | 220 | 280 | | |
| III | 320 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3200 | | |
| | 350 | 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

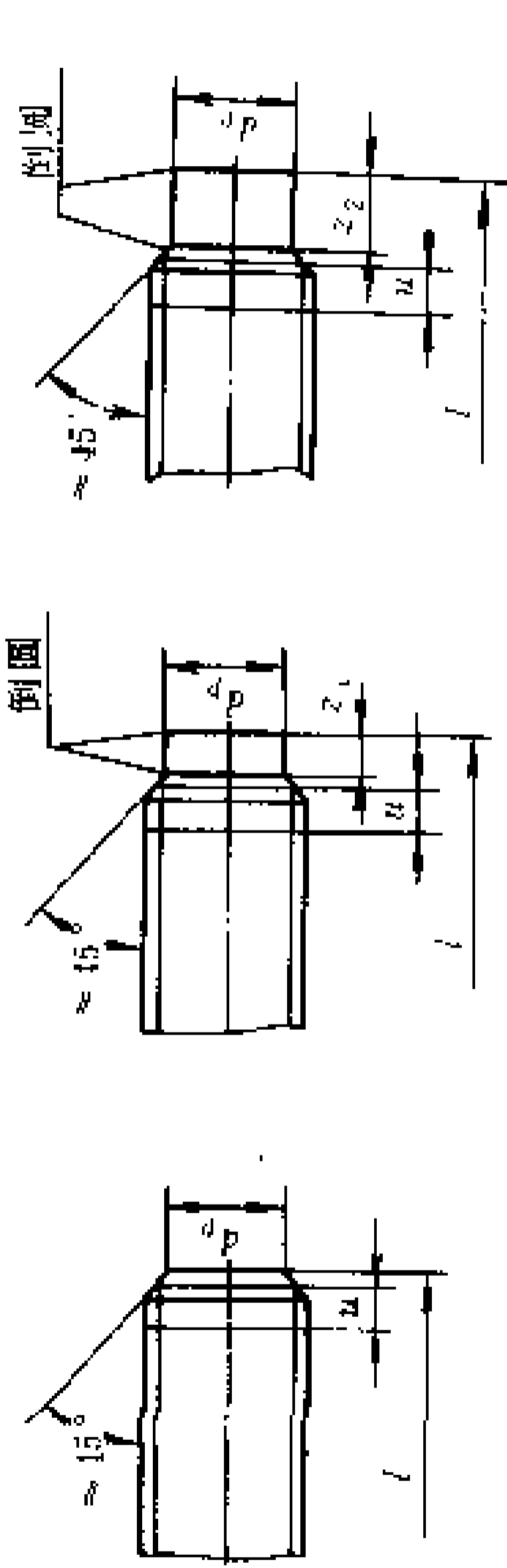
1 紧固件外螺纹零件的末端(GB2-1985)

(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



(2) 紧定螺钉的末端型式与尺寸

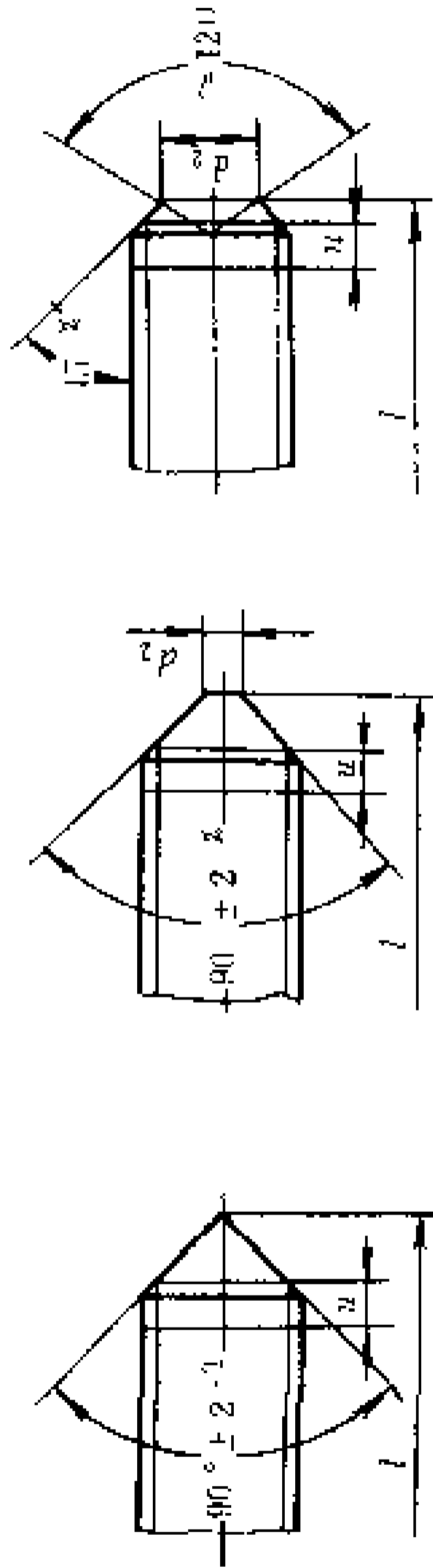
下图中对短螺钉为 $120^\circ \pm 2^\circ$, 按相应产品标准的规定。 45° 是指螺纹小径以下的末端部分。



c) 长圆端

b) 圆端

a) 平端

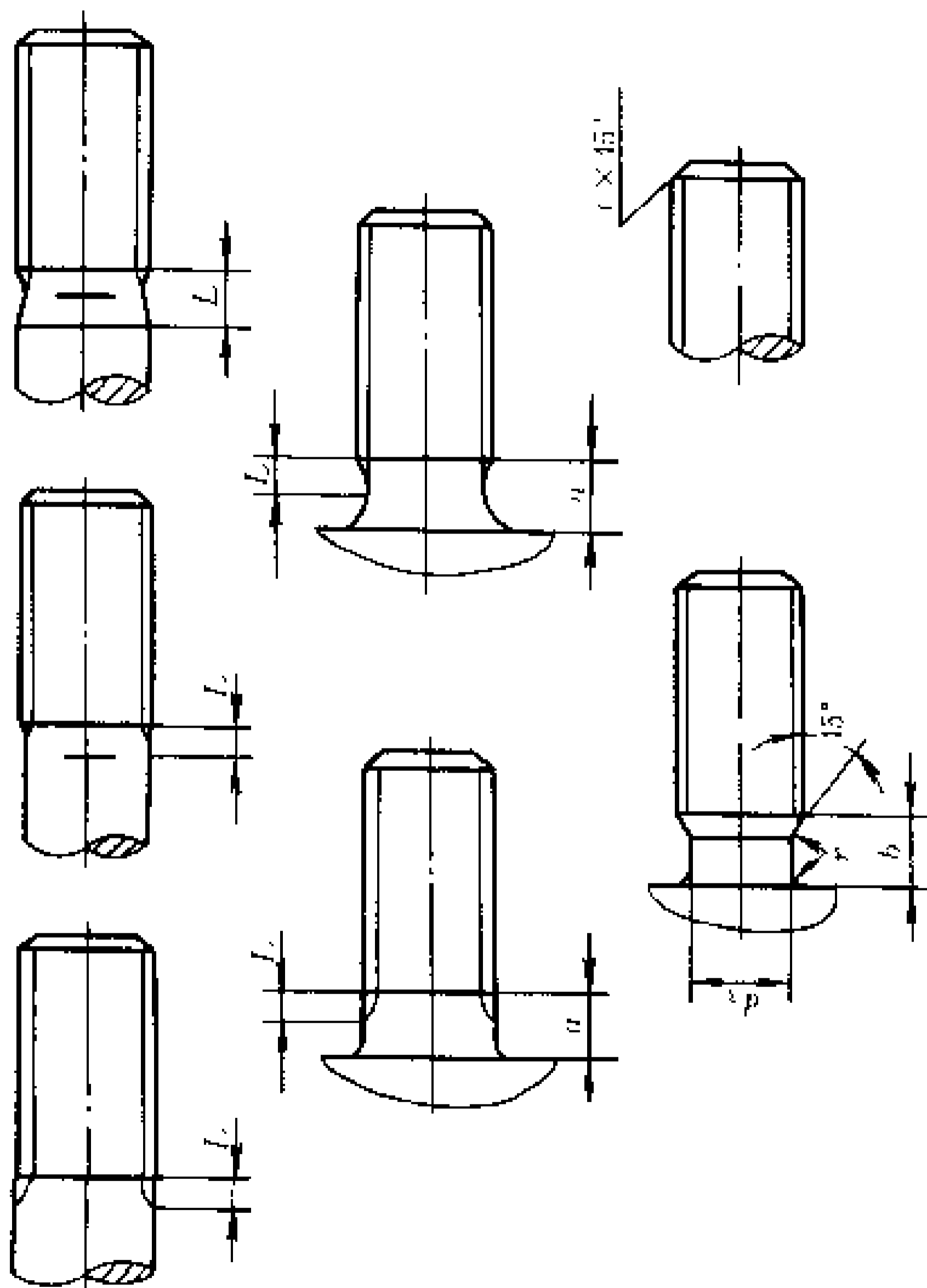


e) 圆端

d) 锥端

u (不完整螺纹长度) $\leq 2P$, z_1, z_2 按需要定。

2 普通螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角尺寸 (GB3—1979)



(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 | | $r \approx$ | |
| | | | | | | | 一般 | 窄的 | | |
| 0.2 | — | 0.5 | 0.25 | 0.6 | 0.8 | 0.4 | | | | 0.2 |
| 0.25 | 1; 1.2 | 0.6 | 0.3 | 0.75 | 1 | 0.5 | 0.75 | | | |
| 0.3 | 1.4 | 0.75 | 0.4 | 0.9 | 1.2 | 0.6 | 0.9 | | | 0.3 |
| 0.35 | 1.6; 1.8 | 0.9 | 0.45 | 1.05 | 1.4 | 0.7 | 1.05 | | | |
| 0.4 | 2 | 1 | 0.5 | 1.2 | 1.6 | 0.8 | 1.2 | | | 0.4 |
| 0.45 | 2.2; 2.5 | 1.1 | 0.6 | 1.35 | 1.8 | 0.9 | 1.35 | | 0.5P | |
| 0.5 | 3 | 1.25 | 0.7 | 1.5 | 2 | 1 | 1.5 | | | 0.5 |
| 0.6 | 3.5 | 1.5 | 0.75 | 1.8 | 2.4 | 1.2 | 1.8 | | | |
| 0.7 | 4 | 1.75 | 0.9 | 2.1 | 2.8 | 1.4 | 2.1 | 1 | | 0.6 |
| 0.75 | 4.5 | 1.9 | 1 | 2.25 | 3 | 1.5 | 2.25 | | | |
| 0.8 | 5 | 2 | 1 | 2.4 | 3.2 | 1.6 | 2.4 | | | 0.8 |

(续)

| 螺距 P | 粗牙螺 纹外径 d | 螺纹收尾 L (不大于) | | 肩距 u (不大于) | | | 退刀槽 | | | 倒角 C | |
|-----------|-------------------|-------------------|------|-----------------|----|-----|------|-----|------|---------|-------|
| | | 一般 | 短的 | 一般 | 长的 | 短的 | b | | r | | d_0 |
| | | | | | | | 一般 | 短的 | | | |
| 1 | 6; 7 | 2.3 | 1.25 | 3 | 4 | 2 | 3 | 1.5 | | $d-1.6$ | 1 |
| 1.25 | 9 | 3.2 | 1.6 | 4 | 5 | 2.5 | 3.75 | | | $d-2$ | 1.2 |
| 1.5 | 10 | 3.8 | 1.9 | 4.5 | 6 | 3 | 1.5 | 2.5 | | $d-2.3$ | 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 | 18; 20; 22 | 6.3 | 3.2 | 7.5 | 10 | 5 | 7.5 | | 0.5P | $d-3.6$ | 2.5 |
| 3 | 24; 27 | 7.5 | 3.8 | 9 | 12 | 6 | 9 | 4.5 | | $d-4.4$ | |
| 3.5 | 30; 33 | 9 | 4.5 | 10.5 | 14 | 7 | 10.5 | | | $d-5$ | 3 |
| 4 | 36; 39 | 10 | 5 | 12 | 16 | 8 | 12 | 5.5 | | $d-5.7$ | |
| 4.5 | 42; 45 | 11 | 5.5 | 13.5 | 15 | 9 | 13.5 | 6 | | $d-6.4$ | 4 |
| 5 | 48; 52 | 12.5 | 6.3 | 15 | 20 | 10 | 15 | 6.5 | | $d-7$ | |

(续)

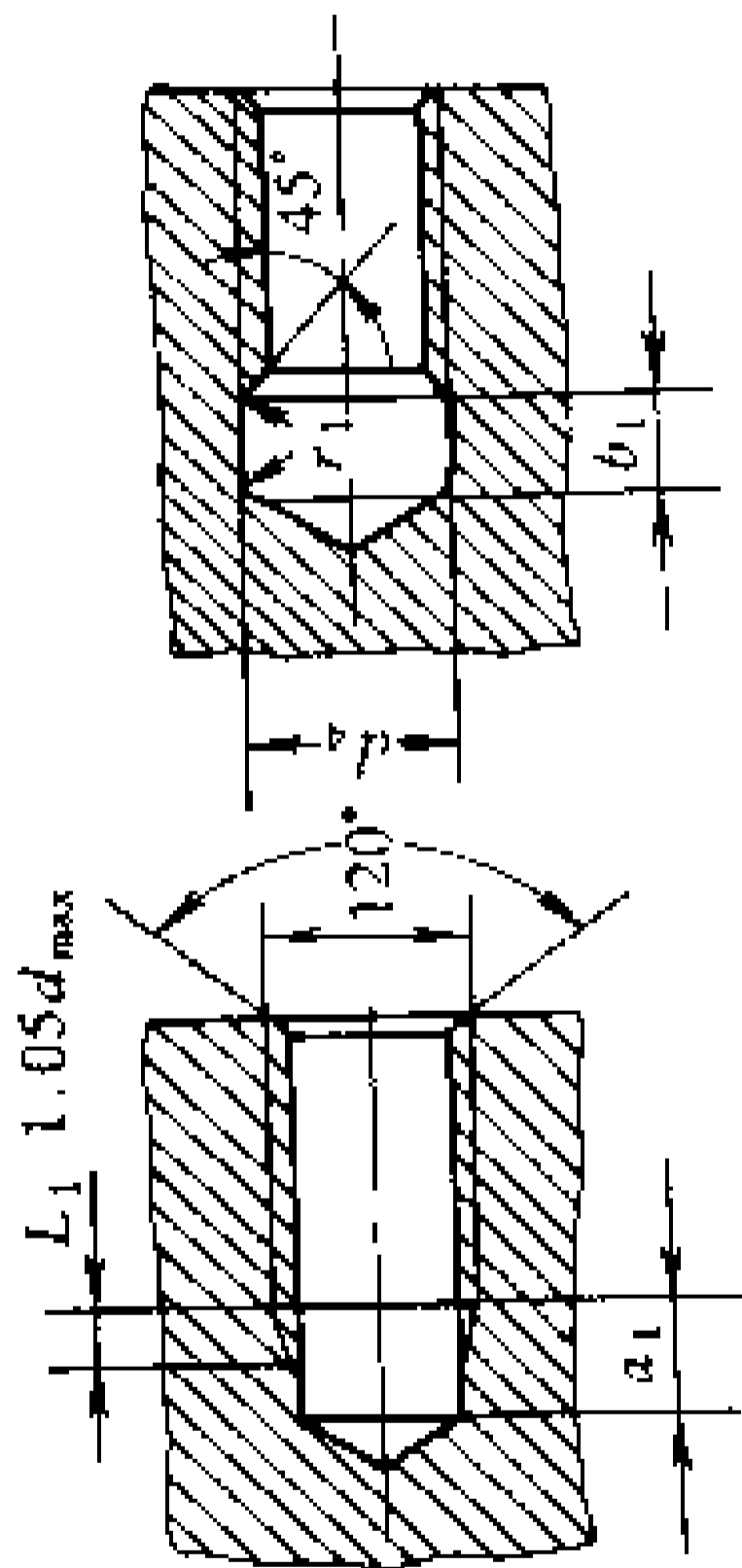
| 螺距 P | 粗牙螺 纹外径 d | 螺纹收尾 L (不大于) | | 肩距 a (不大于) | | 退刀槽 | | | 倒角 C | |
|-----------|-------------------|-------------------|-----|-----------------|----|-----|------|-----|---------|-----------|
| | | 一般 | 短的 | 一般 | 长的 | 短的 | b | | | d_1 |
| | | | | | | | 一般 | 窄的 | | |
| 5.5 | 56; 60 | 11 | 7 | 15.5 | 22 | 11 | 17.5 | 7.5 | $d-7.7$ | |
| 6 | 64; 68 | 15 | 7.5 | 18 | 24 | 12 | 18 | 8 | $d-8.3$ | \bar{c} |

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 普通内螺纹的螺纹收尾、肩距、退刀槽和倒角尺寸 (GB3-1979)



(mm)

| 螺距 P | 粗牙螺 纹外径 d | 螺纹收尾 L_1 (不大于) | | 肩距 a_1 (不小于) | | 退刀槽 | | d_1 |
|-----------|-------------------|---------------------|-----|-------------------|-----|-------|-------|-----------|
| | | 一般 | 长的 | 一般 | 长的 | b_1 | r_1 | |
| 0.2 | — | 0.4 | 0.6 | 1.2 | 1.6 | 一般 | 窄的 | \approx |
| 0.25 | 1, 1.2 | 0.5 | 0.8 | 1.5 | 2 | — | — | $0.5P$ |

(续)

| 螺距 P | 粗牙螺 纹外径 d | 螺纹收尾 L_1 (不大于) | | 肩距 a_1 (不小于) | | 退刀槽 | | d_1 |
|-----------|-------------------|---------------------|-----|-------------------|-----|-------|-----|---------|
| | | 一般 | 长的 | 一般 | 长的 | b_1 | | |
| | | | | | | 一般 | 窄的 | |
| 0.3 | 1.4 | 0.6 | 0.9 | 1.8 | 2.4 | 一般 | | |
| 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 | | | $0.5P$ |
| 0.6 | 3.5 | 1.2 | 1.8 | 3.2 | 4.8 | 2 | 1.5 | |
| 0.7 | 4 | 1.4 | 2.1 | 3.5 | 5.6 | | | $d+0.3$ |
| 0.75 | 4.5 | 1.5 | 2.3 | 3.8 | 6 | 3 | 2 | |

(续)

| 螺距 P | 粗牙螺 纹外径 d | 螺纹收尾 L_1 (不大于) | | 肩距 a_1 (不小于) | | 退刀槽 | | |
|-----------|-------------------|---------------------|-----|-------------------|-----|-------|-----|--------------------|
| | | 一般 | 长的 | 一般 | 长的 | b_1 | | r_1 \approx |
| | | | | | | 一般 | 窄的 | |
| 0.8 | 5 | 1.6 | 2.4 | 4 | 6.1 | 3 | 2 | $d+0.3$ |
| 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 | 4 | $0.5P$ $d+0.5$ |
| 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 | |

(续)

| 螺距 P | 粗牙螺 纹外径 d | 螺纹收尾 L_1 (不大于) | | 肩距 a_1 (不小于) | | 退刀槽 | | | d_4 |
|-----------|-------------------|---------------------|------|-------------------|----|-------|----|--------------------|------------------------|
| | | 一般 | 长的 | 一般 | 长的 | b_1 | | r_1 \approx | |
| | | | | | | 一般 | 窄的 | | |
| 3.5 | 30, 33 | 7 | 10.5 | 16 | 24 | 11 | 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 | | $0.5P$ $d \mid 0.5$ |
| 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。

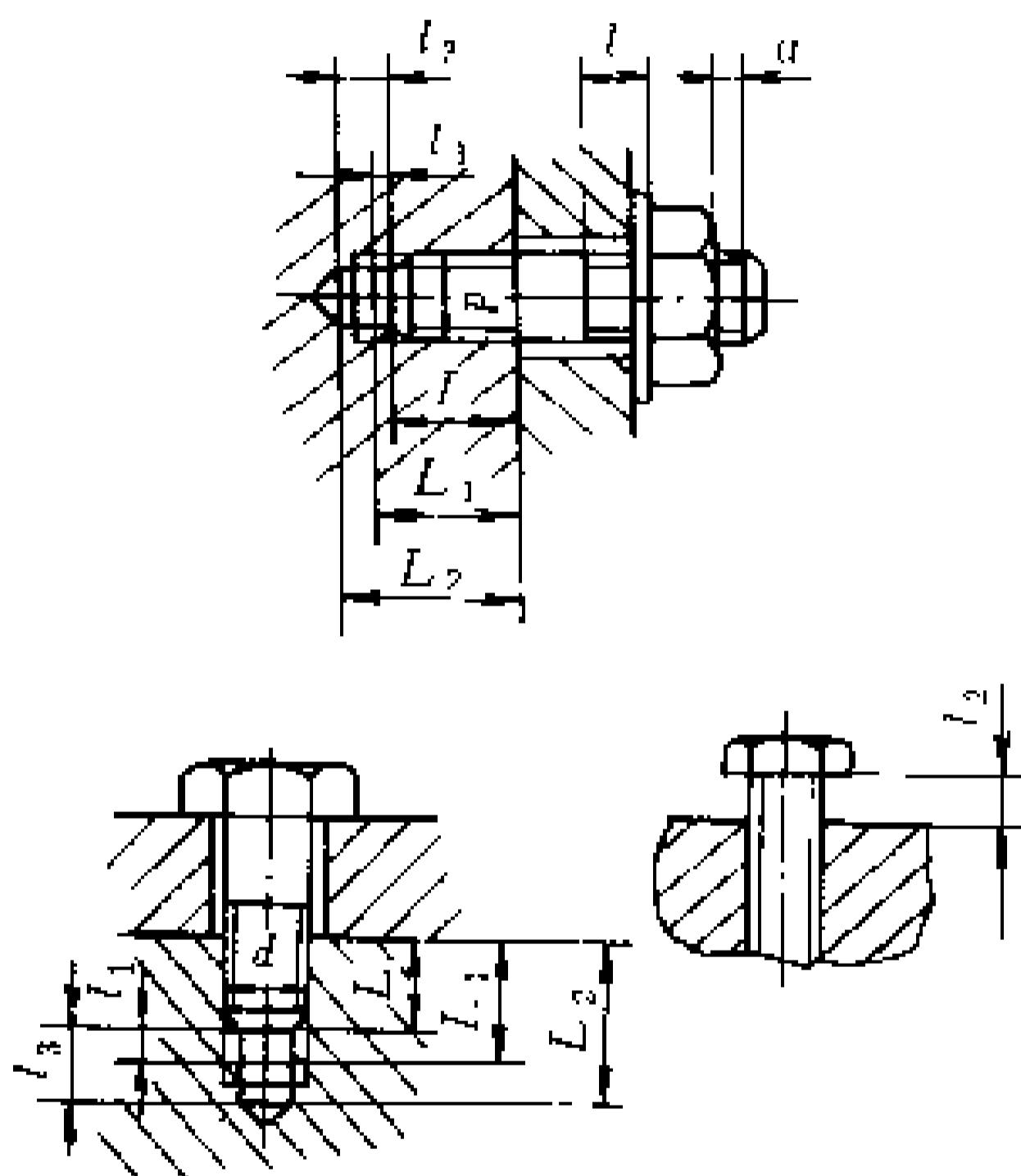
2. 肩距 a_1 是螺纹收尾 L_1 加螺纹空白的总长。

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

(JB/ZQ4217 1986)



(mm)

| 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 | |
| P | d | | l_1 | $l=l_2$ | l_3 | a |
| 0.5 | 3 | | 1 | 2 | 3 | 0.5~1.5 |
| | | 5 | | | | |

(续)

| 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 | |
| P | d | | l_1 | $l-l_2$ | l_3 | a |
| 0.7 | 4 | | 1.5 | 2.5 | 4 | 1~2 |
| 0.75 | | 6 | | | 5 | |
| 0.8 | 5 | | | | | |
| 1 | 6 | | 2 | 3.5 | 6 | 1.5~2.5 |
| | | 8 | | | | |
| | | 10 | | | | |
| | | 14 | | | | |
| | | 16 | | | | |
| | | 18 | | | | |
| 1.25 | 8 | 12 | 2.5 | 4 | 8 | |
| 1.5 | 10 | | 3 | 4.5 | 9 | 2~3 |
| | | 14 | | | | |
| | | 16 | | | | |
| | | 18 | | | | |
| | | 20 | | | | |
| | | 22 | | | | |
| | | 24 | | | | |
| | | 27 | | | | |
| | | 30 | | | | |
| | | 33 | | | | |
| 1.75 | 12 | | 3.5 | 5.5 | 11 | |

(续)

| 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 | |
| P | d | | l_1 | $l - l_2$ | l_1 | a |
| 2 | 14 | | 4 | 6 | 12 | 2.5~4 |
| | 16 | | | | | |
| | | 24 | | | | |
| | | 27 | | | | |
| | | 30 | | | | |
| | | 33 | | | | |
| | | 36 | | | | |
| | | 39 | | | | |
| | | 45 | | | | |
| | | 48 | | | | |
| | 52 | | | | | |
| 2.5 | 18 | | 5 | 7 | 15 | |
| | 20 | | | | | |
| | 22 | | | | | |
| 3 | 24 | | 6 | 8 | 18 | 3~5 |
| | 27 | | | | | |
| | | 36 | | | | |
| | | 39 | | | | |

(续)

| 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 | |
| P | d | | l_1 | $l=l_2$ | l_3 | a |
| 3 | | 42 | 6 | 8 | 18 | 3~5 |
| | | 45 | | | | |
| | | 48 | | | | |
| | | 56 | | | | |
| | | 60 | | | | |
| | | 64 | | | | |
| | | 72 | | | | |
| | | 76 | | | | |
| 3.5 | 30 | | 7 | 9 | 21 | |
| 4 | 36 | | 8 | 10 | 24 | 4~7 |
| | 56 | | | | | |
| | 60 | | | | | |
| | 64 | | | | | |
| | 68 | | | | | |
| | 72 | | | | | |
| 76 | | | | | | |
| 4.5 | 42 | | 9 | 11 | 27 | 6~10 |
| 5 | 48 | | 10 | 13 | 30 | |
| 5.5 | 56 | | 11 | 16 | 33 | |
| 6 | 64 | | 12 | 18 | 36 | |
| | 72 | | | | | |
| | 76 | | | | | |

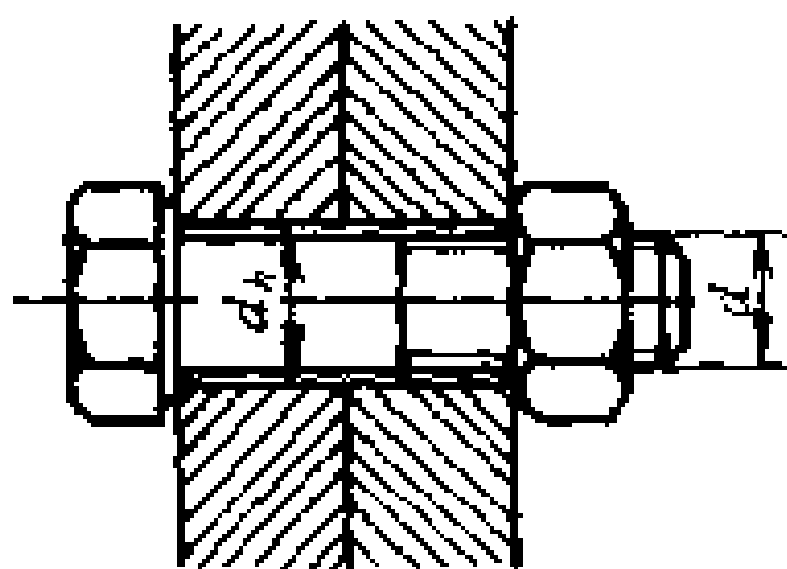
注：1. 拧入深度 L 由设计者决定。

2. 钻孔深度 $L_2 = L + l_3$ 。

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 (GB5277 - 1985)



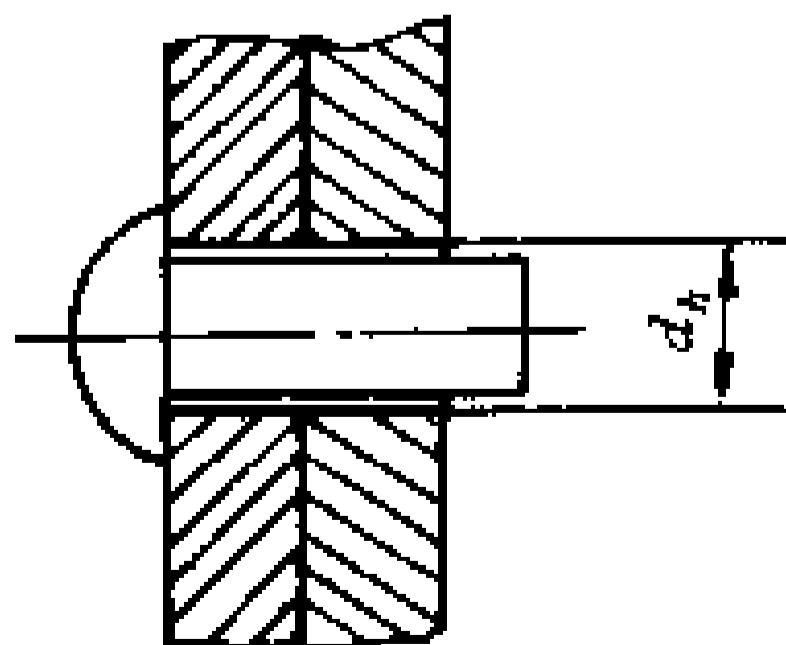
(mm)

| 螺纹规格 d | 通孔 d_h | | | 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 | M5 | 5.3 | 5.5 | 5.8 |
| M1.8 | 2 | 2.1 | 2.2 | M6 | 6.4 | 6.6 | 7 |
| M2 | 2.2 | 2.4 | 2.6 | M7 | 7.4 | 7.6 | 8 |
| M2.5 | 2.7 | 2.9 | 3.1 | M8 | 8.4 | 9 | 10 |
| M3 | 3.2 | 3.4 | 3.6 | M10 | 10.5 | 11 | 12 |
| M3.5 | 3.7 | 3.9 | 4.2 | M12 | 13 | 13.5 | 14.5 |
| M4 | 4.3 | 4.5 | 4.8 | M14 | 15 | 15.5 | 16.5 |
| M4.5 | 4.8 | 5 | 5.3 | M16 | 17 | 17.5 | 18.5 |

(续)

| 螺纹 规格 d | 通孔 d_h | | | 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 |
| M18 | 19 | 20 | 21 | M42 | 43 | 45 | 48 |
| M20 | 21 | 22 | 24 | M45 | 46 | 48 | 52 |
| M22 | 23 | 24 | 26 | M48 | 50 | 52 | 56 |
| M24 | 25 | 26 | 28 | M52 | 54 | 56 | 62 |
| M27 | 28 | 30 | 32 | M56 | 58 | 62 | 66 |
| M30 | 31 | 33 | 35 | M60 | 62 | 66 | 70 |
| M33 | 34 | 36 | 38 | M64 | 66 | 70 | 74 |
| M36 | 37 | 39 | 42 | M68 | 70 | 74 | 78 |
| M39 | 40 | 42 | 45 | M72 | 74 | 78 | 82 |

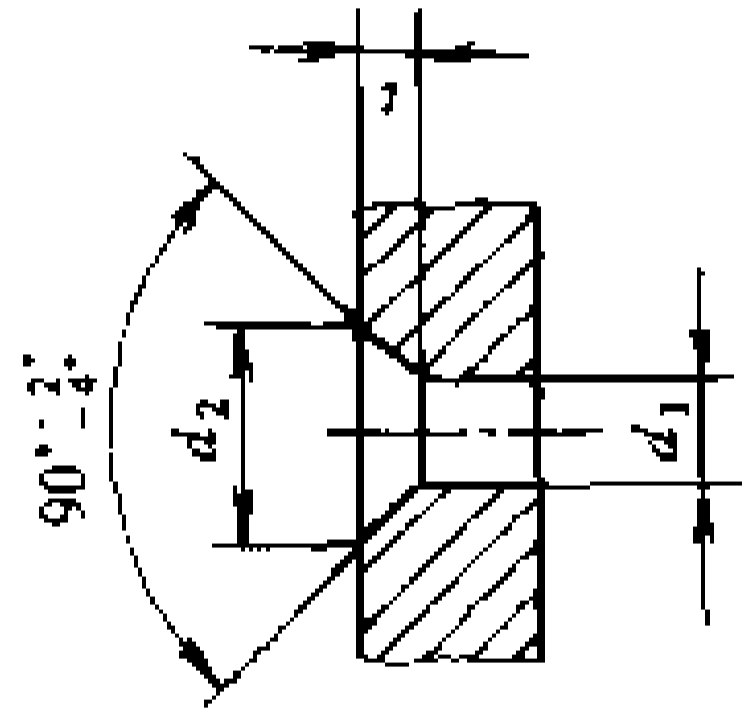
(2) 铆钉用通孔 (GB152.1 1988)



(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 | 5 | 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 |
| 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 | — | — | — | — | — | — | — | | | | |
| d_h 粗装配 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21.5 | 23.5 | 25.5 | 28.5 | 32 | 38 | | | | |

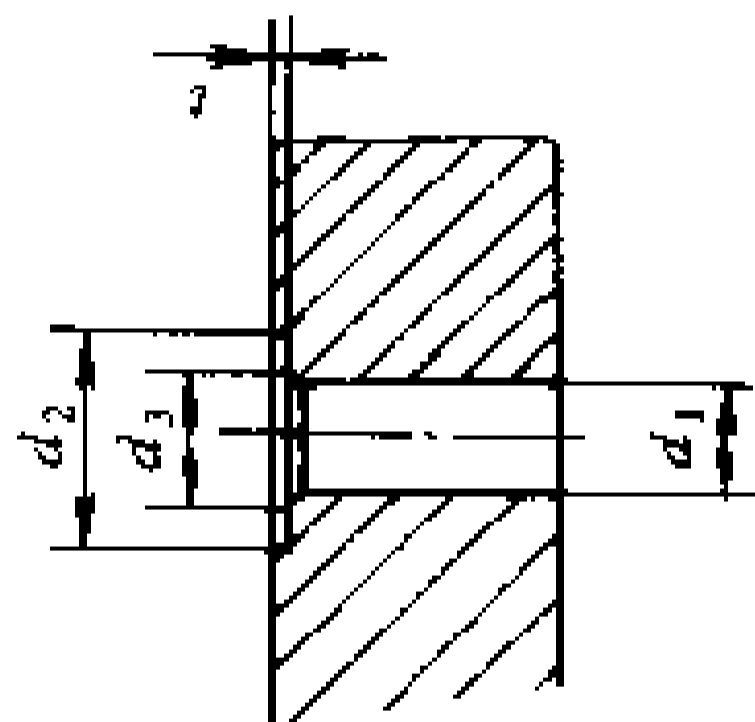
(3) 沉头紧固件用沉孔(GB152.2—1988)



(续)

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| d_2H13 | 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 |
| $i \approx$ | 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_1H13 | 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(GB152.3 1988)



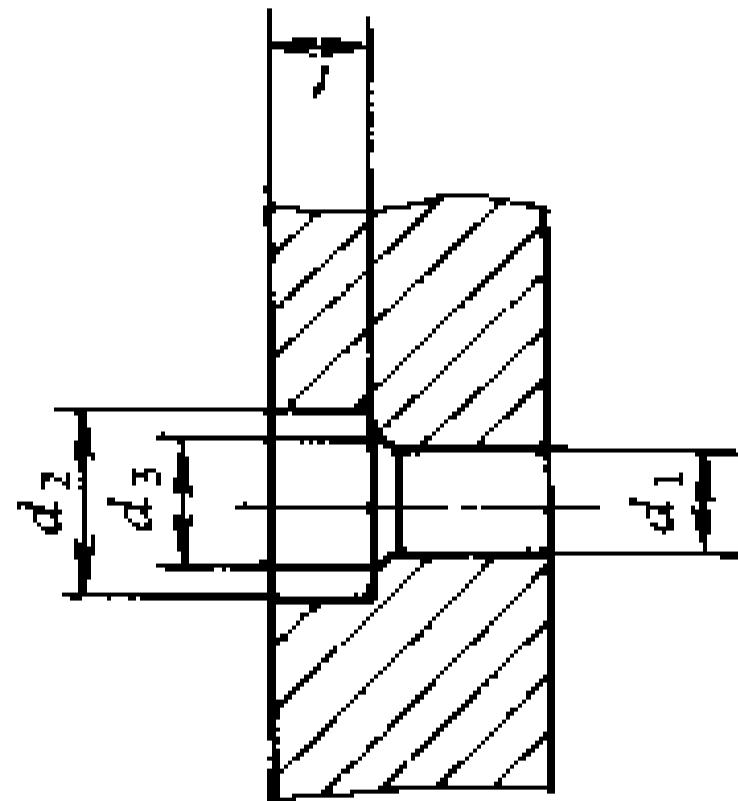
(1)内六角圆柱头螺钉用沉孔

| 螺纹规格 | M1.6 | M2 | M2.5 | M3 | M4 | M5 | M6 | M8 | M10 | M12 | M14 | M16 | M20 | M24 | M30 | M36 |
|-------|------|-----|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| d_2 | 3.5 | 4.3 | 5.0 | 5.0 | 8.0 | 10.0 | 11.0 | 15.0 | 18.0 | 20.0 | 21.0 | 25.0 | 33.0 | 47.0 | 48.0 | 57.0 |
| t | 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 | 24 | 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)内六角花形沉头螺钉及开槽圆柱头螺钉用沉孔

| 螺纹规格 | M4 | M6 | M8 | M10 | M12 | M16 | M20 |
|-----------|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| d_2 H13 | 8 | 11 | 15 | 18 | 20 | 21 | 35 |
| d H13 | 3.2 | 4.7 | 6.0 | 7.0 | 8.0 | 9.0 | 12.5 |
| d_3 | | | | | 16 | 20 | 24 |
| d_1 H13 | 4.5 | 6.6 | 9.0 | 11.0 | 13.5 | 15.5 | 22.0 |

(5) 六角头螺栓和六角螺母用沉孔 (GB152.4 1988)



(mm)

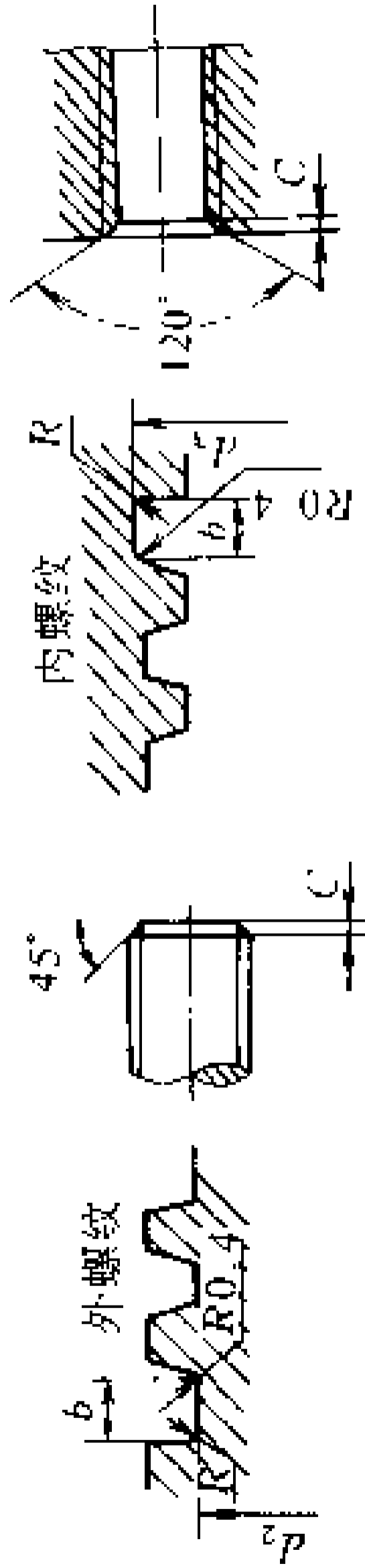
| 螺纹规格 | M1.6 | M2 | M2.5 | M3 | M4 | M5 | M6 | M8 | M10 | M12 | M14 | M16 | M18 | M20 |
|-----------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| d_2 M15 | 5 | 6 | 8 | 5 | 10 | 11 | 13 | 18 | 22 | 25 | 30 | 35 | 35 | 40 |
| d_3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 15 | 18 | 20 | 22 | 24 |
| d_1 M13 | 1.8 | 2.1 | 2.9 | 3.4 | 4.5 | 5.5 | 6.6 | 9.0 | 11.0 | 13.5 | 15.5 | 17.5 | 20.0 | 22.0 |

(续)

| 螺纹规格 | M22 | M24 | M27 | M30 | M33 | M36 | M39 | M42 | M45 | M48 | M52 | M56 | M60 | M64 |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| d_2H15 | 13 | 48 | 53 | 61 | 66 | 71 | 76 | 82 | 89 | 98 | 107 | 112 | 118 | 125 |
| d_3 | 26 | 28 | 33 | 36 | 39 | 42 | 45 | 48 | 51 | 56 | 60 | 68 | 72 | 76 |
| d_1H13 | 24 | 25 | 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 (JB/GQ0138-1980)



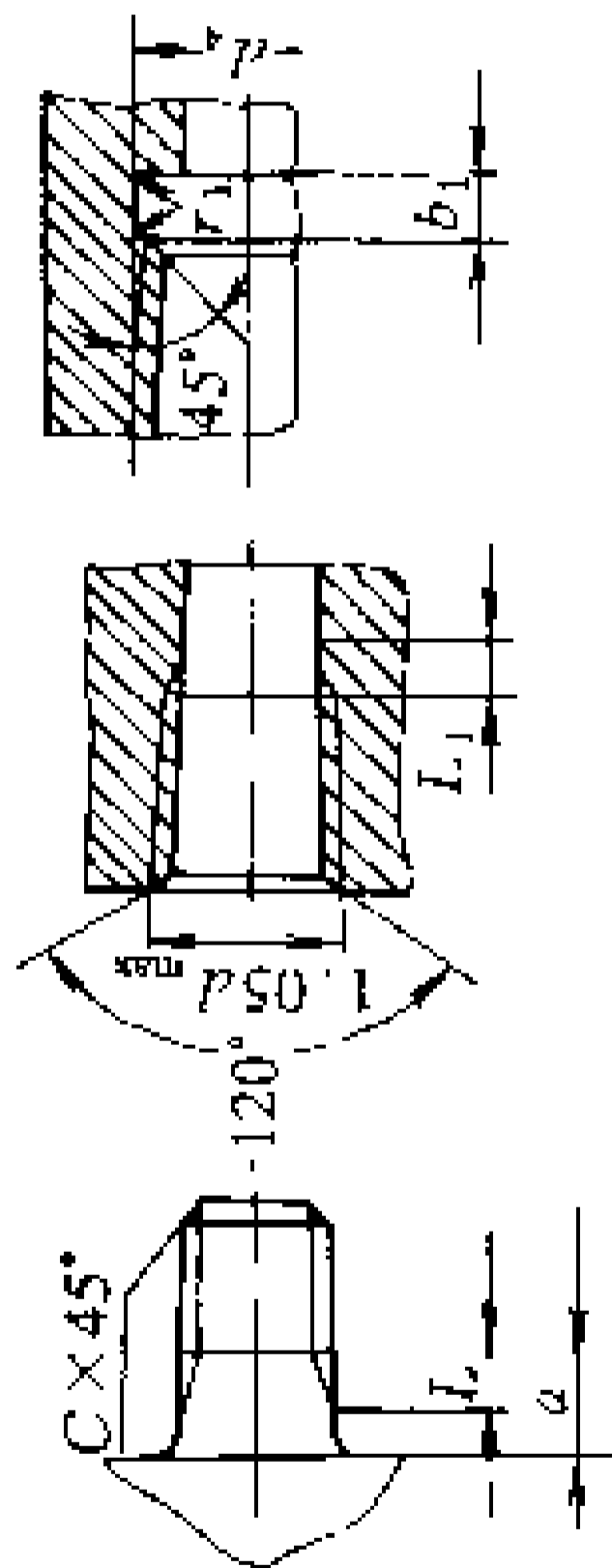
(mm)

| 螺距(或导程) P | b | d_2 | d_1 | R | C |
|-------------|------|----------|---------|-----|-----|
| 2 | 2.5 | $d-3$ | $d+1$ | 1 | 1.5 |
| 3 | 4 | $d-4$ | | | 2 |
| 4 | 5 | $d-5.1$ | $d+1.1$ | 1.5 | 2.5 |
| 5 | 6.5 | $d-6.6$ | $d+1.6$ | | 3 |
| 6 | 7.5 | $d-7.8$ | | 2 | 3.5 |
| 8 | 10 | $d-9.8$ | $d+1.8$ | 2.5 | 1.5 |
| 10 | 12.5 | $d-12$ | | 3 | 5.5 |
| 12 | 15 | $d-14$ | $d+2$ | | 6 |
| 16 | 20 | $d-19.2$ | $d+3.2$ | 1 | 3 |
| 20 | 21 | $d-23.5$ | | | 11 |
| 24 | 30 | $d-27.5$ | $d+3.5$ | 5 | 13 |
| 32 | 40 | $d-36$ | | 6 | 17 |
| 40 | 50 | $d-44$ | $d+4$ | | 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(GB3 1979)



(mm)

| 螺纹代号 | 螺距 P | 外 螺 纹 | | | 内 螺 纹 | | | |
|------|-----------|---------------|-----------|-----------|---------------|--------------|-------------|------------|
| | | 螺纹收尾 L_s | 肩距 a | 倒角 C | 螺纹收尾 L_1 | 退刀槽 b_1 | 刀槽 r_1 | 槽 d_4 |
| ZM6 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 3 | 0.5 | 5.5 |
| ZM8 | | | | | | | | 8.5 |
| ZM10 | | | | | | | | 10.5 |
| ZM14 | 1.5 | 3 | 1 | 1.5 | 4.5 | 1 | 1 | 14.5 |
| ZM18 | | | | | | | | 18.5 |
| ZM22 | | | | | | | | 22.5 |

(续)

| 螺纹代号 | 外 螺 纹 | | | | 内 螺 纹 | | | |
|------|------------|----------------|------------|------------|------------------|-------|-------|-------|
| | 螺 距 P | 螺 纹 收 尾 L | 肩 距 u | 倒 角 C | 螺 纹 收 尾 L_1 | 退 刀 槽 | | |
| | | | | | | b_1 | r_1 | d_1 |
| ZM27 | | | | | | | | 27.5 |
| ZM33 | | | | | | | | 33.5 |
| ZM42 | 2 | 4 | 6 | 1.5 | 5 | 5 | 1 | 42.5 |
| ZM48 | | | | | | | | 48.5 |
| ZM60 | | | | | | | | 60.5 |
| ZM76 | | | | | | | | 77.5 |
| ZM90 | 3 | 5 | 8 | | 9 | | 1.5 | 91.5 |

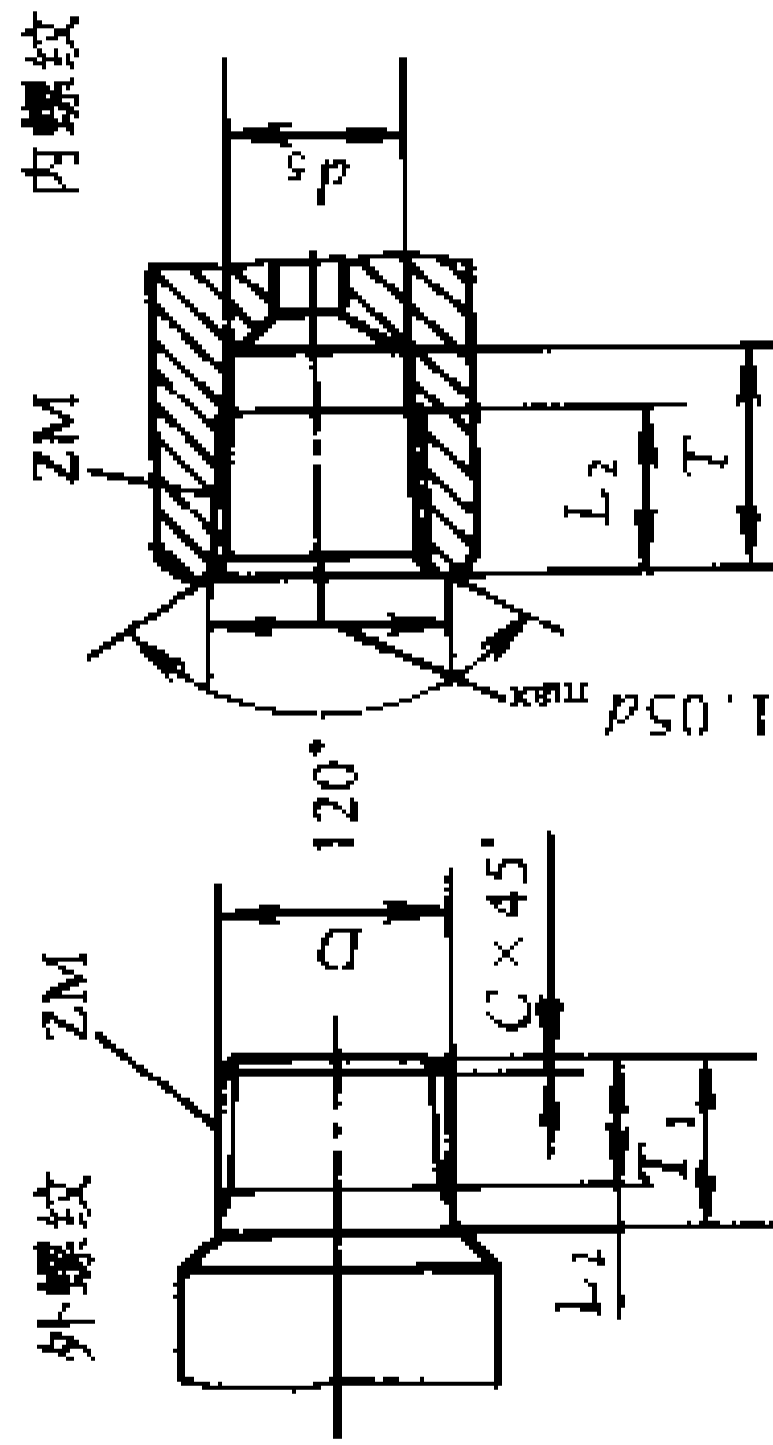
注：1. 外螺纹倒角和螺纹退刀槽过渡角一般按 45° ，也可按 60° 或 30° ，当按 60° 或 30° 倒角时，倒角深度约等于螺纹深度。

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(JB/GQ0134--1980)

03
08



(mm)

| 螺纹代号 | D | L ₂ | T ₁ | T | d _c | | C |
|------|-------|----------------|----------------|----|----------------|-----|---|
| | | | | | 1 | I | |
| ZM6 | 6.18 | | | | 4 | 4.5 | |
| ZM8 | 8.18 | 7.5 | 10.5 | 12 | 6 | 6.5 | 1 |
| ZM10 | 10.18 | | | | 8 | 8.5 | |

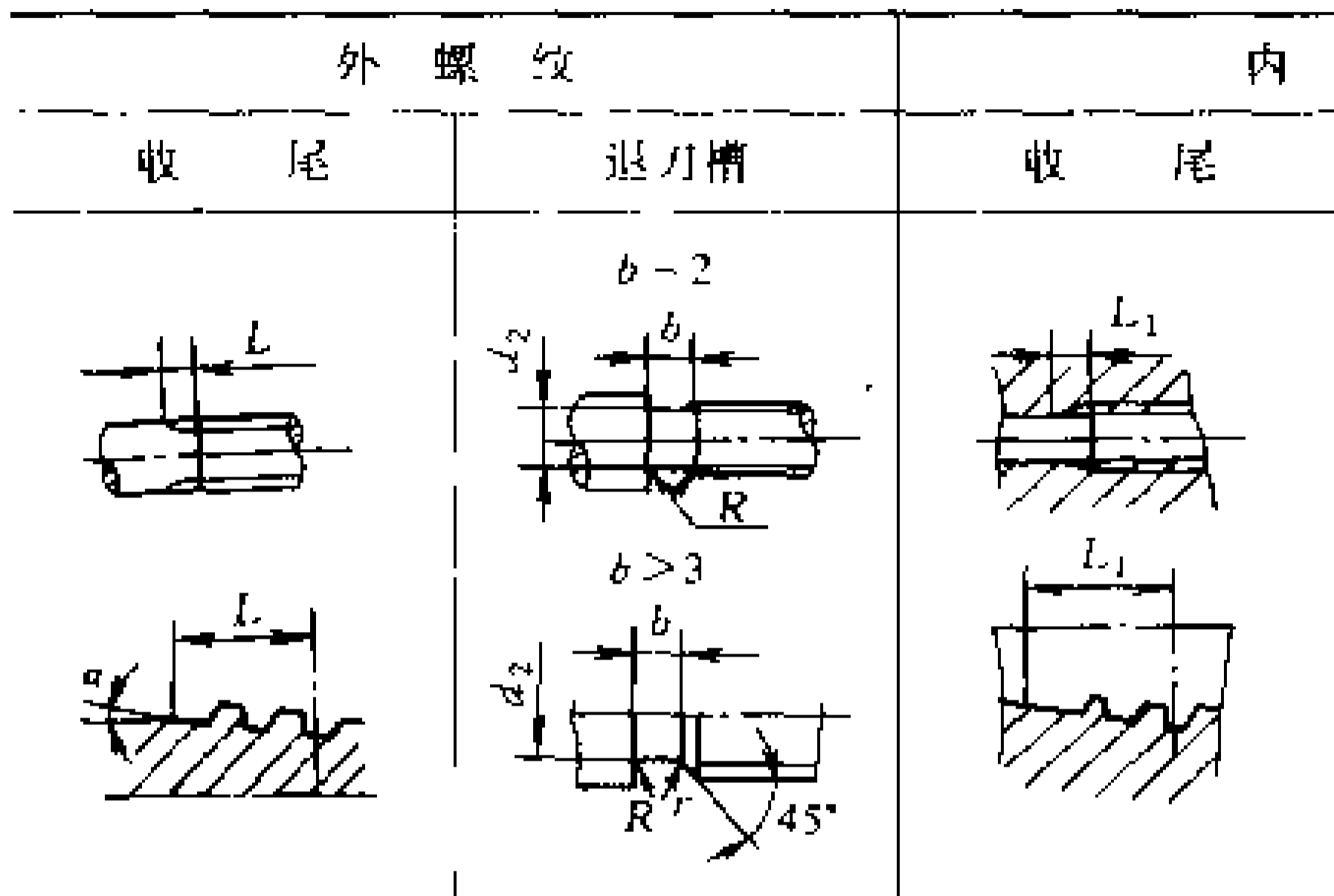
(续)

| 螺纹代号 | D | L ₂ | T ₁ | T | d ₃ | | C |
|------|-------|----------------|----------------|----|----------------|------|-----|
| | | | | | I | II | |
| ZM14 | 14.28 | | | | 11 | 11.8 | |
| ZM18 | 18.28 | 11.5 | 10 | 10 | 15 | 15.7 | |
| ZM22 | 22.28 | | | | 19 | 19.7 | |
| ZM27 | 27.37 | | | | 23 | 24 | 1.5 |
| ZM33 | 33.37 | 13 | 21 | 21 | 29 | 30 | |
| ZM42 | 42.37 | | | | 38 | 39 | |
| ZM48 | 48.37 | 16 | 22 | 24 | 44 | 45 | |
| ZM60 | 60.37 | 18 | 24 | 26 | 56 | 57 | |

注：I—铰锥孔前的底孔直径、用于高压接头；II—钻孔后攻丝用的底孔直径。d 基面上
螺纹外径。

8 圆柱管螺纹收尾

(JB/GQ01)

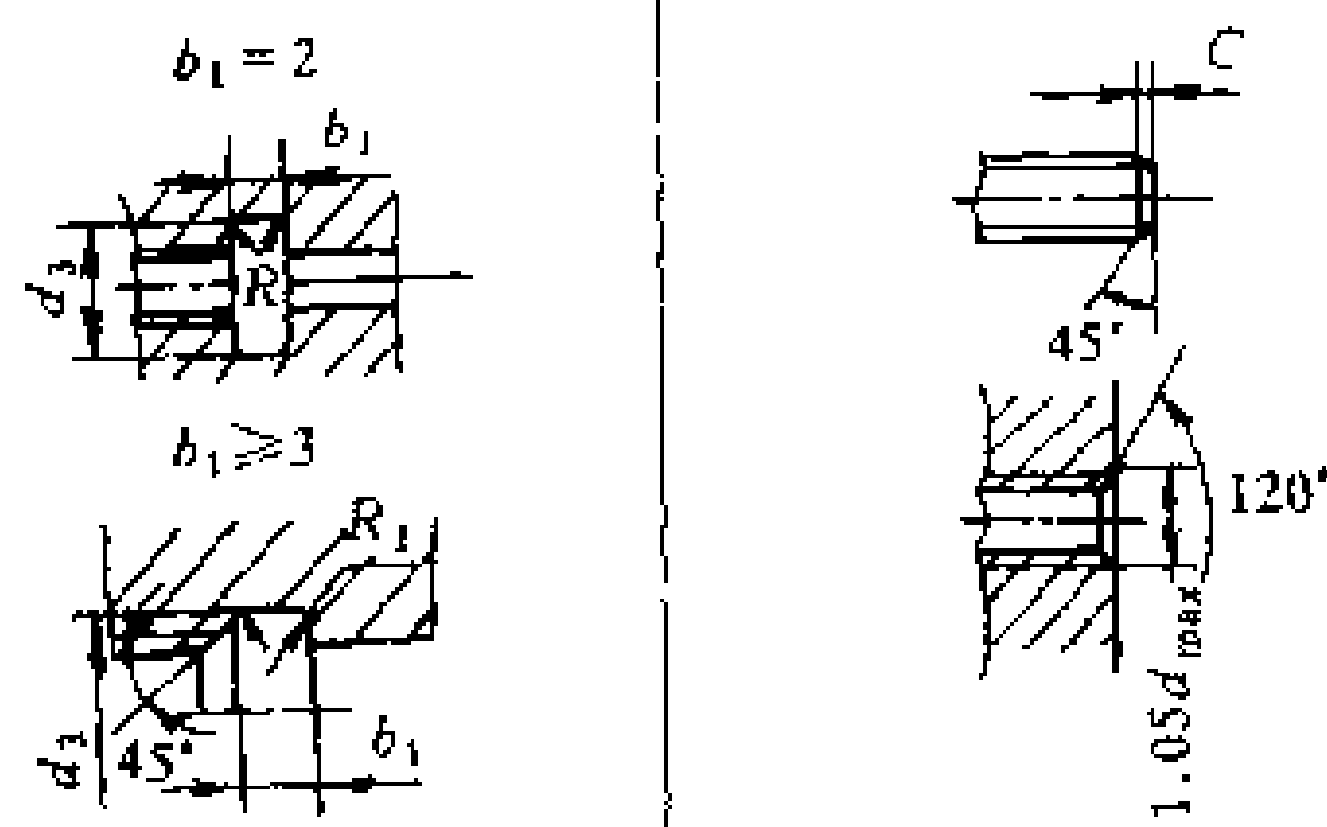


| 公称直径 d | 每英寸 牙数 n | 外 螺 纹 | | | | |
|----------|------------------|-------------------------------------|-----|-------|-----|-----|
| | | L 不大于 ($\alpha = 25^\circ$ 时) | b | d_2 | R | r |
| G1/8 | 28 | 1.5 | 2 | 8 | 0.5 | |
| G1/4 | 19 | 2 | 3 | 11 | 1 | 0.5 |
| G3/8 | | | | 14 | | |
| G1/2 | 14 | 2.5 | 4 | 18 | 1 | 0.5 |
| G5/8 | | | | 20 | | |
| G3/4 | | | | 23.5 | | |

退刀槽和倒角尺寸

29--1980)

(mm)

| 螺 纹 | 倒 角 |
|---|-----|
| 退 刀 槽 | |
|  <p>$b_1 = 2$</p> <p>$b_1 \geq 3$</p> <p>45°</p> <p>120°</p> <p>$1.05d$</p> | |

内 螺 纹

| L_1 不大于 | b_1 | d_1 | R_1 | r_1 | C |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 2 | 2 | 10 | 0.5 | — | 0.6 |
| 3 | 3 | 13.5 | 1 | 0.5 | 1 |
| | | 17 | | | |
| 4 | 4 | 21.5 | 1 | 0.5 | 1.5 |
| | | 23.5 | | | |
| | | 27 | | | |

| 公称直径 d | 每英寸 牙数 n | 外 螺 纹 | | | | |
|------------------|------------------|-------------------------------------|-----|-------|-----|-----|
| | | L 不大于 ($\alpha = 25^\circ$ 时) | b | d_2 | R | r |
| G1 | 11 | 3.5 | 5 | 29.5 | 1.5 | 0.5 |
| G1 $\frac{1}{4}$ | | | | 38 | | |
| G1 $\frac{1}{2}$ | | | | 41 | | |
| G1 $\frac{3}{4}$ | | | | 50 | | |
| G2 | | | | 50 | | |
| G2 $\frac{1}{4}$ | | | | 62 | | |
| G2 $\frac{1}{2}$ | | | | 71 | | |
| G2 $\frac{3}{4}$ | | | | 78 | | |
| G3 | | | | 81 | | |
| G3 $\frac{1}{2}$ | | | | 96 | | |
| G4 | | | | 109 | | |
| G5 | | | | 131.5 | | |
| G6 | | | | 160 | | |

- 注：1. 外螺纹的螺尾角 $\alpha = 25^\circ$ 的螺尾数值系列为基本的，内定。
2. 对辗制和铣制的螺尾角不予规定，而螺尾长度 L 不
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 (或 b_1)的退刀槽宽度两种形式可和不大干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

(续)

| 内 螺 纹 | | | | | C |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-----|
| L_1 不大于 | b_1 | d_2 | R_1 | r_1 | |
| 5 | 6 | 34 | 1.5 | | |
| | | 42.5 | | | |
| | | 48.5 | | | |
| | | 54.5 | | | |
| | | 60.5 | | | |
| 6 | 8 | 60.5 | 2 | 1 | 1.5 |
| | | 76 | | | |
| | | 82.5 | | | |
| 8 | 10 | 88.5 | 3 | | |
| | | 101 | | | |
| | | 114 | | | |
| | | 139.5 | | | |
| | | 165 | | | |

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超过表中对 $\alpha=25^\circ$ 时所规定的数值。

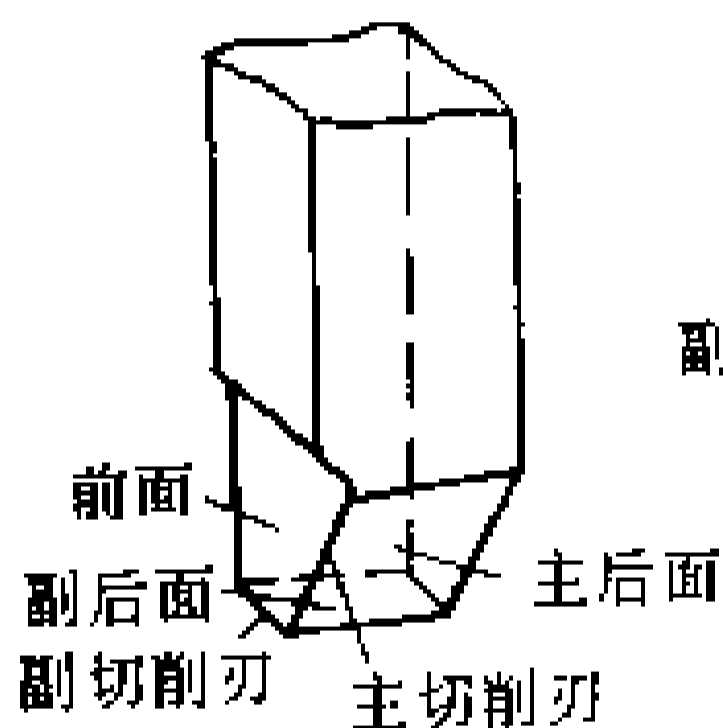
以采用本标准规定的其他退刀槽宽度,但不得小于1.2倍螺距槽直径 d_2 与 d_3 。

第六章 刀 具

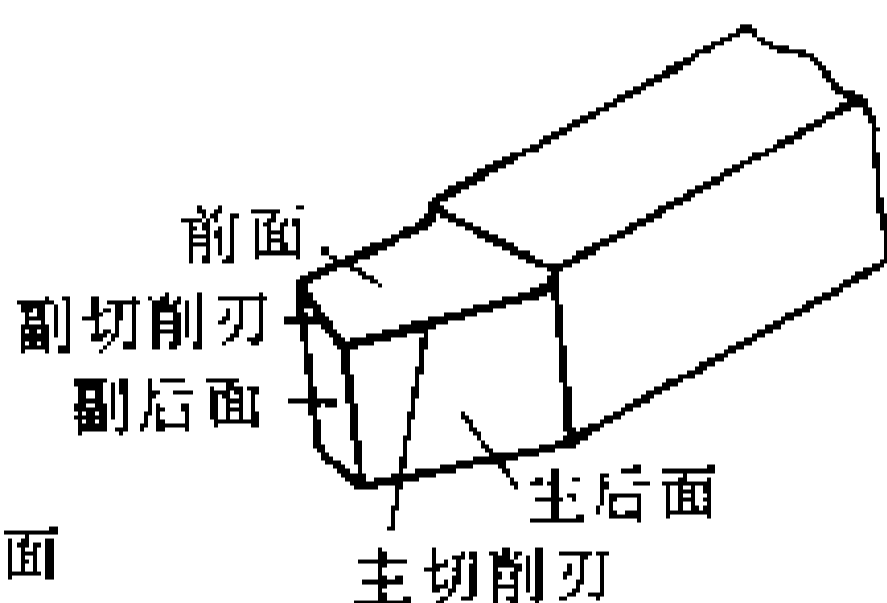
— 刀具基本知识

1 刀具切削部分的名称及定义

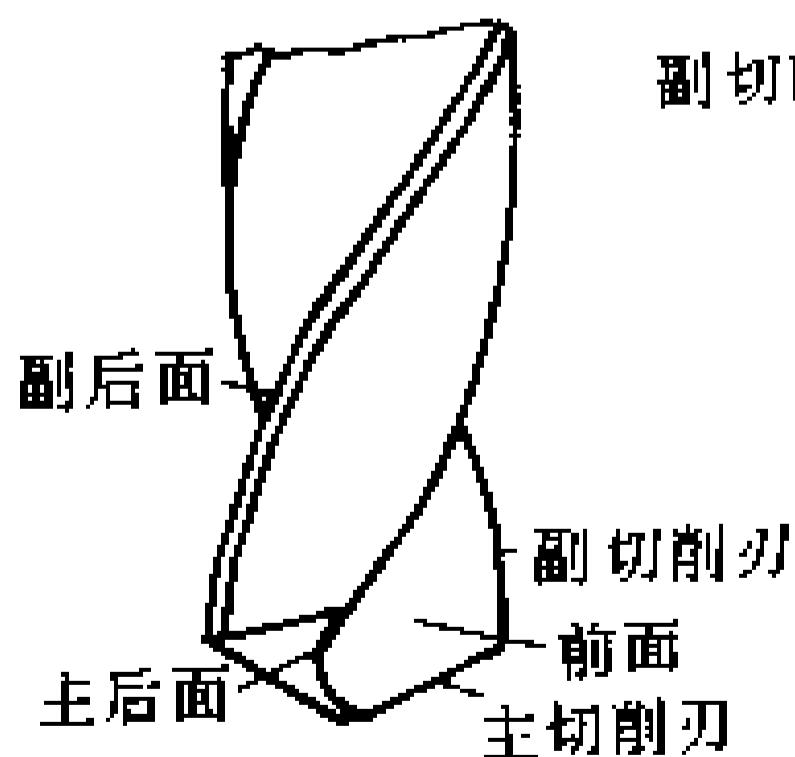
(1) 刀具部分切削刃和表面



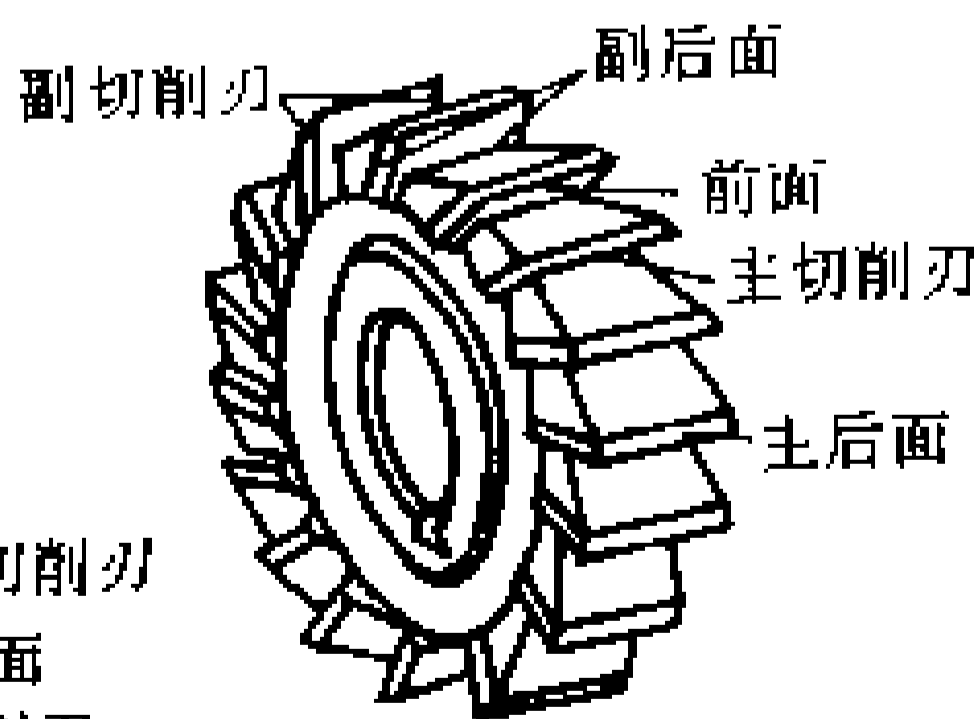
刨刀



车刀



钻头



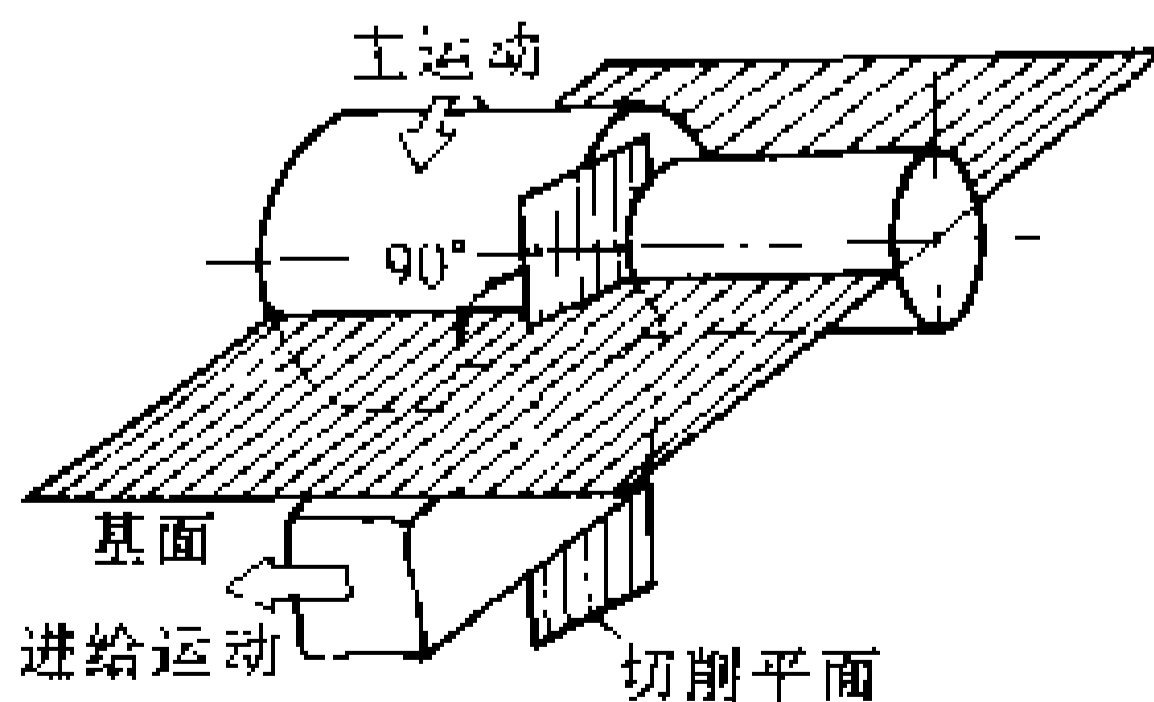
铰刀

(2) 刀具各部分名称及定义(GB/T12204 1990)

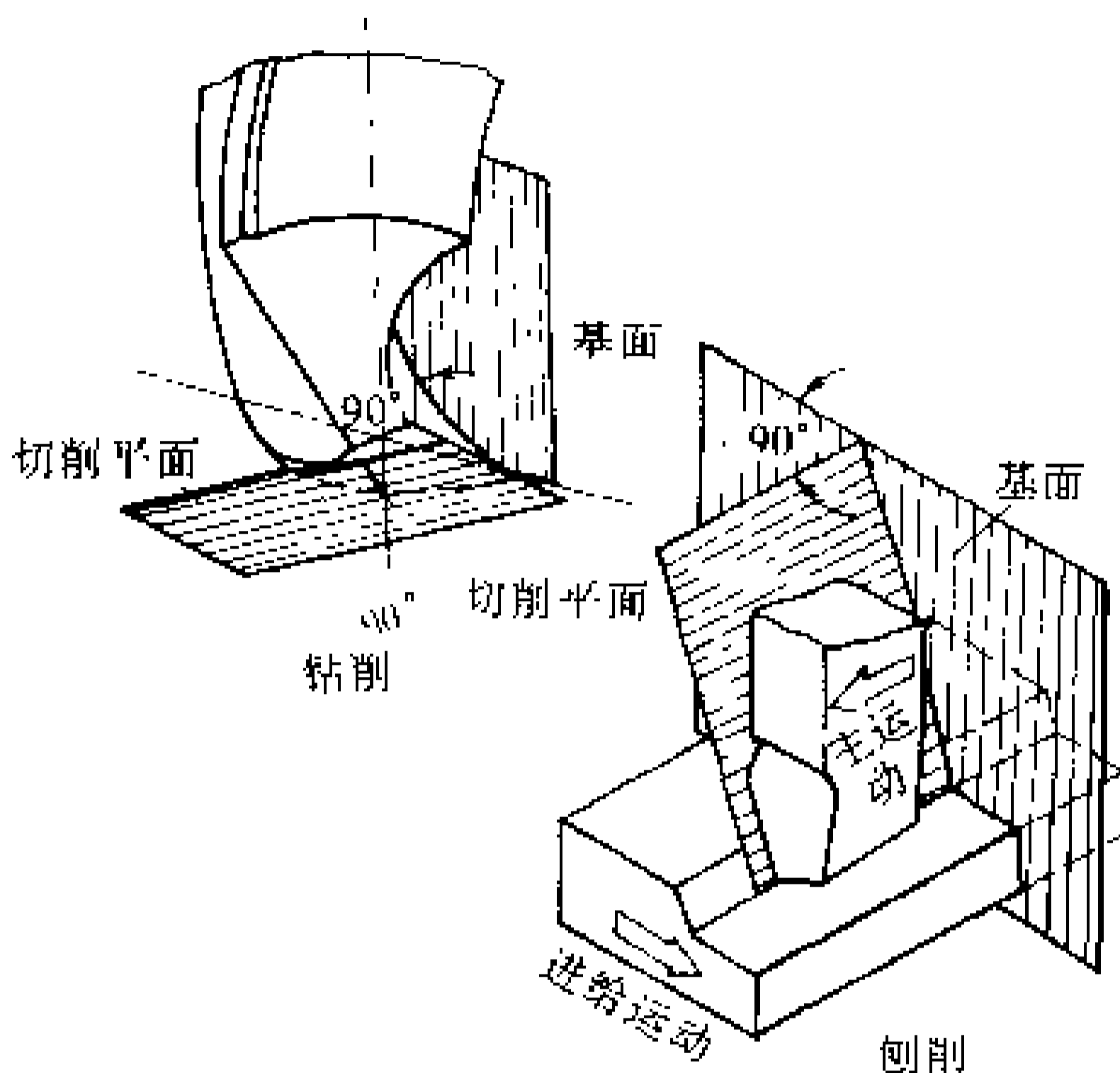
| 名称 | 定义 |
|------|--|
| 前面 | 刀具上切屑流过的表面 |
| 后面 | 与工件上切削中产生的表面相对的表面 |
| 主后面 | 刀具上同前面相交形成主切削刃的后面 |
| 副后面 | 刀具上同前面相交形成副切削刃的后面 |
| 主切削刃 | 起始于切削刃上主偏角为零的点, 并至少有一段切削刃拟用来在工件上切出过渡表面的那个整段切削刃(是前面和主后面的交线, 担负主要切削) |
| 副切削刃 | 切削刃上除主切削刃以外的刃, 亦起始于主偏角为零的点, 但它向背离主切削刃的方向延伸(是前面和副后面的交线, 也起切削作用。) |
| 切削刃 | 刀具前面上拟作切削用的刃 |

2 确定刀具角度的辅助平面

(1) 刀具角度三个互相垂直的平面



车削

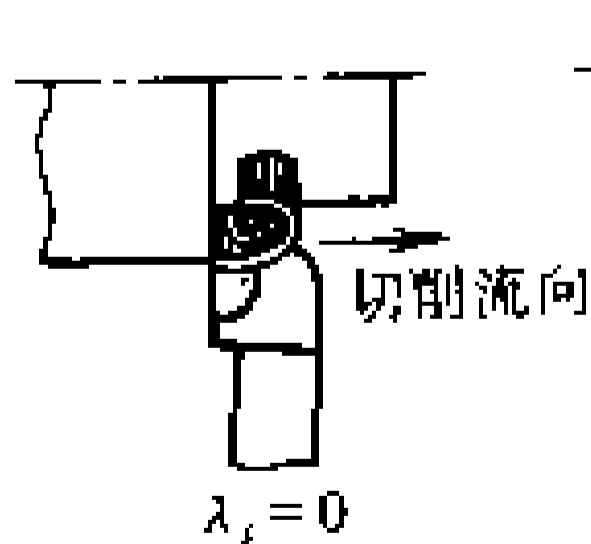
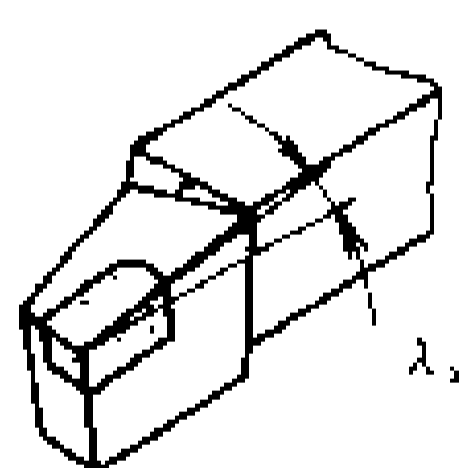
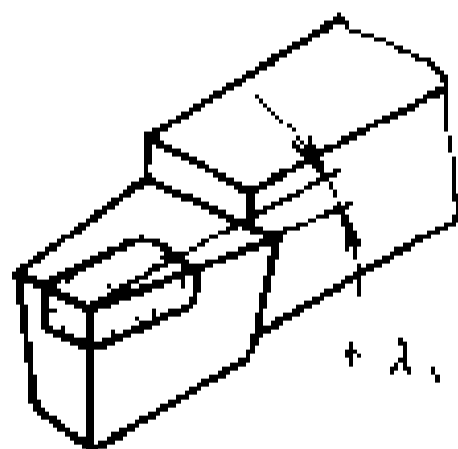
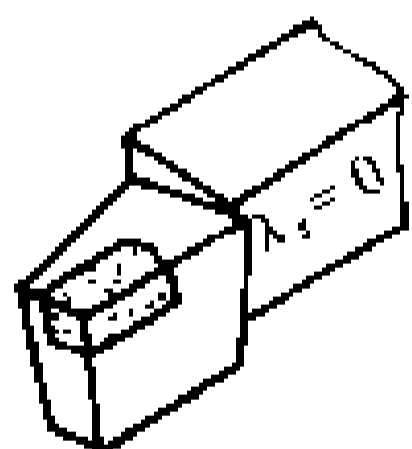
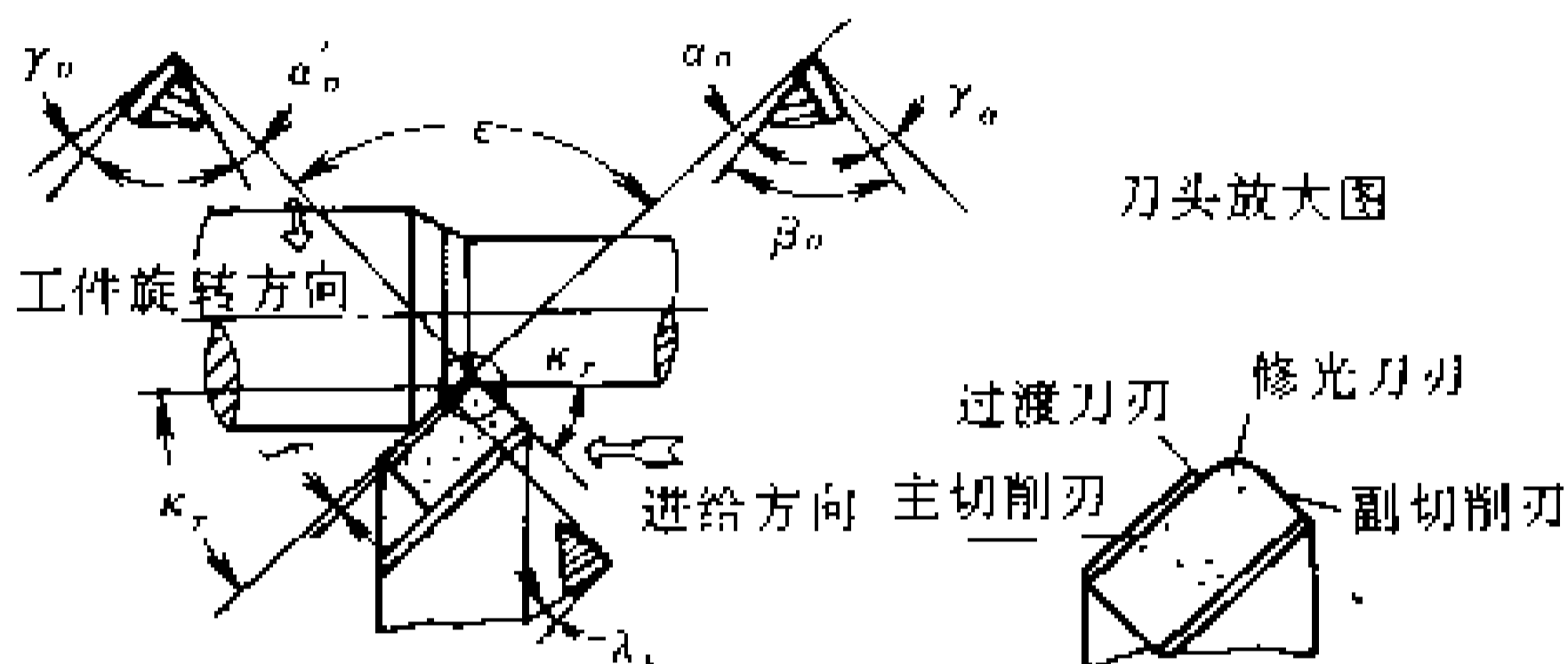


(2) 确定刀具角度三个辅助平面名称和定义

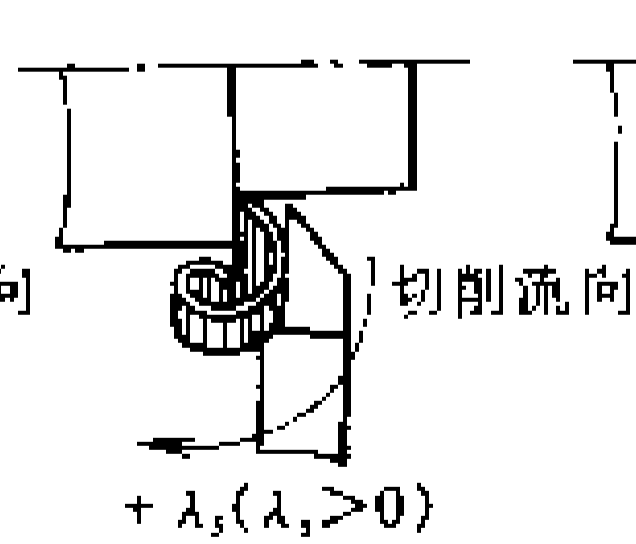
| 名称 | 定义 |
|------|---|
| 切削平面 | 通过切削刃选定点与切削刃相切并垂直于基面的平面 |
| 基面 | 过切削刃选定点的平面，它平行或垂直于刀具在制造刃磨及测量时适合于安装或定位的一个平面或轴线，一般说来其方位要垂直于假定的主运动方向 |
| 正交平面 | 通过切削刃选定点并同时垂直于基面和前面的平面 |

3 刀具切削部分的角度

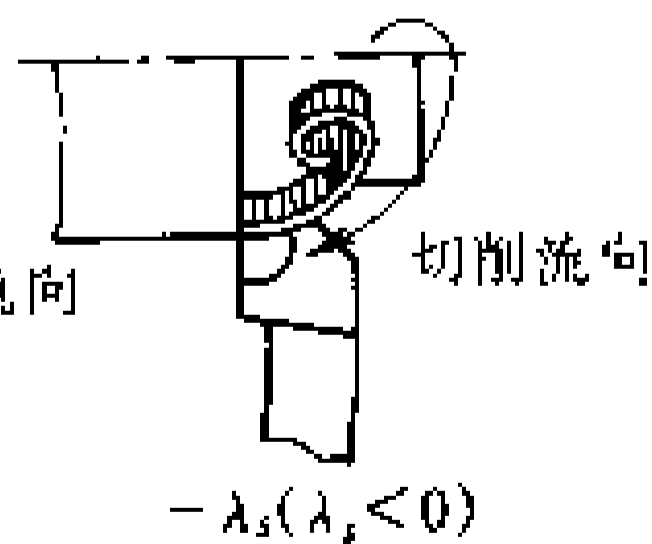
(1) 刀具主要标注的角度



刃倾角为 0°



刃倾角为正值



刃倾角为负值

(2) 刀具切削角度名称、代号及其所处的位置

| 名 称 | 代号 | 位 置 |
|-----|--------------|---|
| 前角 | γ_0 | 位于主刀刃上选定点的主剖面内，是前刀面与基面之间的夹角 |
| 后角 | α_0 | 与前角 γ_0 位于同一主剖面内，是主后刀面与切削平面之间的夹角 |
| 副前角 | γ'_0 | 位于副刀刃上选定点的副剖面内，是前刀面与基面之间的夹角 |
| 副后角 | α'_0 | 位于副剖面内，是副后刀面与副切削平面之间的夹角 |
| 主偏角 | κ_r | 位于基面上，是主刀刃的投影与背进给方向的夹角 |
| 副偏角 | κ'_r | 位于基面上，是副刀刃的投影与进给方向的夹角 |
| 刃倾角 | λ_s | 位于切削平面内，是主刀刃与基面的夹角。当刀尖在主刀刃上为最低点时， λ_s 为负值。反之，当刀尖在主刀刃上为最高点时， λ_s 为正值 |
| 楔角 | β_0 | 位于主刀刃选定点的主剖面内，是前刀面与后刀面的夹角， $\beta_0 = 90^\circ - (\alpha_0 + \gamma_0)$ |
| 刀尖角 | ϵ_r | 位于基面上，是主刀刃和副刀刃的投影之间的夹角， $\epsilon_r = 180^\circ - (\kappa_r + \kappa'_r)$ |
| 余偏角 | ψ_r | 位于基面上，是主刀刃的投影与进给方向垂线之间的夹角， $\psi_r = 90^\circ - \kappa_r$ |
| 切削角 | δ_0 | 位于主剖面上，是前刀面与切削平面之间的夹角 |

4 刀具角度的合理选择

(1) 刀具角度的选择

| 名称 | 作用 | 选用原则 |
|------------------|---|---|
| 前角 γ_0 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 加大前角, 刀具锐利, 减少切屑的变形 2. 加大前角可减少切削在前刀面的摩擦 3. 加大前角可抑制或消除积屑瘤, 降低径向切削分力 4. 减小前角可增强刀尖强度 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 加工硬度高、机械强度大及脆性材料时, 应取较小的前角 2. 加工硬度低、机械强度小及塑性材料时, 应取较大的前角 3. 粗加工应取较小的前角, 精加工应取较大的前角 4. 刀具材料坚韧性差时前角应取小些, 刀具材料坚韧性好时前角应大些 5. 机床、夹具、工件、刀具系统刚性差, 应取较大的前角 |
| 后角 α_0 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 减少刀具后刀面与工件切削表面和已加工表面间的摩擦 2. 当前角确定之后, 后角愈大, 刃口愈锋利, 但相应减小楔角影响刀具强度和散热面积 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 加工硬度高、机械强度大及脆性材料时, 应取较小的前角 2. 加工硬度低、机械强度小及塑性材料时, 应取较大的前角 3. 粗加工应取较小后角, 精加工应取较大后角 4. 采用负前角车刀, 后角应取大些 5. 工件与车刀的刚性差时应取较小的后角 |

(续)

| 名称 | 作用 | 选用原则 |
|-----------------|--|---|
| 主偏角 κ_r | <p>1. 在进给量 f 和切削深度 a_p 相同的情况下, 改变主偏角大小可以改变主刀刃参加切削工作的宽度 a_w 及切屑厚度 a</p> <p>2. 改变主偏角大小, 可以改变径向切削分力和轴向切削分力之间的比例, 以适应不同机床、工件、夹具的刚性</p> | <p>1. 工件材料硬应选取较小的主偏角</p> <p>2. 刚性差的工作(如细长轴)应增大主偏角, 减小径向切削分力</p> <p>3. 在机床、夹具、工件、刀具系统刚性较好的情况下, 主偏角应尽可能选小些</p> <p>4. 主偏角应根据工件形状选取, 台阶轴 $\kappa_r = 90^\circ$, 中间切入工件 $\kappa_r = -60^\circ$</p> |
| 副偏角 κ'_r | <p>1. 减少副刀刃与工件已加工表面之间的摩擦</p> <p>2. 改善工件表面粗糙度和刀具的散热面积, 提高刀具的耐用度</p> | <p>1. 机床夹具、工件、刀具系统刚性好, 可选较小的副偏角</p> <p>2. 精加工刀具应取较小的副偏角</p> <p>3. 加工细长轴工件时取较大的副偏角</p> <p>4. 加工中间切入的工件 $\kappa'_r = 60^\circ$</p> |
| 刀倾角 λ | <p>1. 可以控制切屑流出的方向(见 647 页)</p> <p>2. 增强刀刃的强度 λ 为负值时强度好, λ 为正值时强度差</p> <p>3. 使切削刀刃逐渐切入工件, 切削力均匀, 切削过程平稳</p> | <p>1. 精加工时刃倾角应取正值, 粗加工时刃倾角应取负值</p> <p>2. 断续切削时刃倾角应取负值</p> <p>3. 机床、夹具、工件、刀具系统刚性较好时刃倾角可加大负值, 反之增大刃倾角</p> |

(续)

| 名称 | 作用 | 选用原则 |
|------|--|--|
| 过渡刀刃 | 提高刀尖的强度, 改善散热条件 | 1. 圆弧过渡刀刃多用于车刀、刨刀等单刃刀具上, 高速钢车刀圆角半径 $r_c = (0.5 \sim 5) \text{mm}$, 硬质合金车刀圆角半径 $r_c = (0.5 \sim 2) \text{mm}$ 2. 直线形过渡刀刃多用于刀刃形状对称的切断刀和多刃刀具, 直线形过渡刀刃长度一般为 $(0.5 \sim 2) \text{mm}$ 3. 直线形过渡刀刃的偏角一般为主偏角的 $1/2$ |
| 修光刀刃 | 能减少车前后的残留面积, 降低工件表面粗糙度, 修光刀刃的长度一般为 $(1.2 \sim 1.5)l$ | 在机床、夹具、工件、刀具系统刚性较好的情况下, 采用修光刀刃才能取得好的效果 |

(2) 高速钢车刀前角及后角的参考值

| 工件材料 | | 前角 $\gamma_o / (^\circ)$ | 后角 $\alpha_o / (^\circ)$ |
|---|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 钢和铸钢 | $\sigma_b = 400 \sim 500 \text{MPa}$ | 20~25 | 8~12 |
| | $\sigma_b = 700 \sim 1000 \text{MPa}$ | 5~10 | 5~8 |
| 镍铬钢和铬钢 $\sigma_b = 700 \sim 800 \text{MPa}$ | | 5~15 | 5~7 |
| 灰铸铁 | 160~180HB | 12 | 6~8 |
| | 220~260HB | 6 | 6~8 |

(续)

| 工件材料 | | 前角 $\gamma_o/(\circ)$ | 后角 $\alpha_o/(\circ)$ |
|----------|-----------|-----------------------|-----------------------|
| 可锻铸铁 | 140~160HB | 15 | 6~8 |
| | 170~190HB | 12 | 6~8 |
| 铜、铝、巴氏合金 | | 25~30 | 8~12 |
| 中硬青铜及黄铜 | | 10 | 8 |
| 硬青铜 | | 5 | 6 |
| 钨 | | 20 | 15 |
| 铌 | | 20~25 | 12~15 |
| 铝合金 | | 30 | 10~12 |
| 镁合金 | | 25~35 | 10~15 |

(3) 硬质合金车刀前角及后角的参考值

| 工件材料 | | 前角 $\gamma_o/(\circ)$ | 后角 $\alpha_o/(\circ)$ |
|---|--|-----------------------|-----------------------|
| 结构钢、合金钢及铸钢 | $\sigma_b \leq 800\text{MPa}$ | 10~15 | 6~8 |
| | $\sigma_b = (800 \sim 1000)\text{MPa}$ | 5~10 | 6~8 |
| 高强度钢及表面有夹杂的铸钢, $\sigma_b > 1000\text{MPa}$ | | -5~-10 | 6~8 |
| 不锈钢 | | 15~30 | 8~10 |
| 耐热钢, $\sigma_b = (700 \sim 1000)\text{MPa}$ | | 10~12 | 8~10 |

(续)

| 工件材料 | 前角 $\gamma_0 / (^\circ)$ | 后角 $\alpha_0 / (^\circ)$ |
|--------------|--------------------------|--------------------------|
| 变形锻造高温合金 | 5~10 | 10~15 |
| 铸造高温合金 | 0~5 | 0~15 |
| 钛合金 | 5~15 | 10~15 |
| 淬火钢 40HRC 以上 | -5~-10 | 8~10 |
| 高锰钢 | -5~5 | 8~12 |
| 铬锰钢 | -2~-5 | 8~10 |
| 灰铸铁、青铜、脆性黄铜 | 5~15 | 6~8 |
| 韧性黄铜 | 15~25 | 8~12 |
| 紫铜 | 25~35 | 8~12 |
| 铝合金 | 20~30 | 8~12 |
| 纯铁 | 25~35 | 8~10 |
| 纯钨铸锭 | 5~15 | 8~12 |
| 纯钨铸锭及烧结钨棒 | 15~35 | 6 |

(4) 倒棱前角及倒棱宽度参考值

| 刀具材料 | 工件材料 | 倒棱前角 $\gamma_{c1} / (^\circ)$ | 倒棱宽度 b_{c1} / mm |
|------|---------|-------------------------------|---------------------------|
| 高速钢 | 结构钢 | 0~5 | $(0.8 \sim 1.0)f$ |
| 硬质合金 | 低碳钢、不锈钢 | -5~-10 | $\leq 0.5f$ |
| | 中碳钢、合金钢 | -10~-15 | $(0.3 \sim 0.8)f$ |
| | 灰铸铁 | -5~-10 | $\leq 0.5f$ |

(5) 合理主偏角和副偏角参考值

| | | | | | |
|-----------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|
| 加工情况 | 加工冷硬铸铁、高锰钢等高硬度、高强度材料，且工艺系统刚度好 | 工艺系统刚度较好，加工外圆及端面，能中间切入 | 工艺系统刚度较差，粗加工、强力切削 | 工艺系统刚度差，车台阶轴、细长轴、薄壁件 | 车断、车槽 |
| 主偏角 κ_r | $10^\circ \sim 30^\circ$ | 45° | $60^\circ \sim 75^\circ$ | $75^\circ \sim 93^\circ$ | $> 90^\circ$ |
| 副偏角 κ'_r | $10^\circ \sim 5^\circ$ | 45° | $15^\circ \sim 10^\circ$ | $10^\circ \sim 5^\circ$ | $1^\circ \sim 2^\circ$ |

(6) 车削时合理刃倾角参考值

| | | | | | |
|-----------|------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 适用范围 | 精车细长轴 | 精车有色金属 | 粗车一般钢和铸铁 | 粗车余量不均、淬硬钢等 | 冲击较大的断续车削 |
| λ | $0^\circ \sim 5^\circ$ | $5^\circ \sim 10^\circ$ | $0^\circ \sim -5^\circ$ | $-5^\circ \sim -10^\circ$ | $-5^\circ \sim 15^\circ$ |

二 刀具材料

刀具材料的种类很多，常用的有：碳素工具钢、合金工具钢、高速工具钢和硬质合金等。此外，还有陶瓷材料、人造金刚石、立方氮化硼等。

**I 碳素工具钢和高速工具钢的化学成分
(质量分数)及用途**

| 类别 | 牌 号 | 化学成分 % | 用 途 |
|-------|---------|---|--|
| 碳素工具钢 | T10A | 碳 0.95~1.04 锰 0.15~0.30 硅 0.15~0.30 硫 ≤0.02 磷 ≤0.03 | 适用于切削抗拉强度在833MPa以下的钢件、布氏硬度在229以下的铸铁件、以及青铜、有色金属件。切削速度不能高，耐热性低。做一般刀具用：如丝锥、铰刀、板牙、锯条、锉刀等 |
| | T12A | 碳 1.15~1.24 其余化学成分同T10A | |
| 高速工具钢 | W18Cr4V | 碳 0.70~0.80 铬 3.80~4.40 钨 17.5~19.0 钼 1.00~1.40 锰硅各 ≤0.40 钼 ≤0.30 硫磷各 ≤0.03 | 仅用于成型刀，切削抗拉强度大于833MPa的钢件和布氏硬度大于220的铸铁件：如丝锥、板牙、拉刀及各种刀具 |
| | W9Cr4V2 | 碳 0.85~0.95 钨 8.50~10.0 钼 2.00~2.60 其余化学成分同W18Cr4V | 一般刀具常用，加工不同牌号的钢、生铁、青铜、有色金属。中等切削速度，耐热性比碳钢高：如各种复杂刀具等 |

2 硬质合金

(1) 硬质合金化学成分(质量分数)及物理力学性能

| 类别 | 牌号 | 化学成分/% | | | 物理力学性能 | | |
|-------------------------------|------|--------|---------------|-----|--------------|-----------------------------|------------------|
| | | 碳化钨 | 钴 | 碳化钛 | 抗弯强度 /MPa | 密度 /(g/cm ³) | 硬度 HRA 不低于 |
| 钨 钴 类 | YG3X | 97 | 3 | - | 98 | 15.0~15.3 | 92 |
| | YA6 | | | | 137 | 14.4~15.0 | 92 |
| | YG6 | 94 | 6 | - | 137 | 14.6~15.0 | 89.5 |
| | YG6X | 94 | 6 | - | 132 | 14.6~15.0 | 91 |
| | YG3 | 92 | 8 | - | 147 | 14.4~14.8 | 89 |
| 钨 钴 钛 类 | YT5 | 85 | 10 | 5 | 127 | 12.5~13.2 | 89.5 |
| | YT14 | 78 | 8 | 14 | 107 | 11.2~12.7 | 90.5 |
| | YT15 | 79 | 6 | 15 | 113 | 11.0~11.7 | 91 |
| | YT30 | 66 | 4 | 30 | 88 | 9.35~9.7 | 92.8 |
| 钨 钛 钨 (钨) 钴 合金 | YW1 | 85 | 6 | 6 | 120 | 12.6~13.5 | 91.5 |
| | YW2 | 83 | 8 | 6 | 135 | 12.4~13.5 | 90.5 |
| | YW3 | 余量 | 8 | 14 | 140 | 12.7~13.5 | 92.0 |
| | YH1 | 89 | 4 | 1~2 | 180 | 12.1~14.2 | 93.0 |
| | YH2 | 88 | 4 | 3~4 | 170 | 13.9~14.1 | 93.3 |
| 碳化 钛 镍 钨 合金 | YN10 | 15 | Mo-10 | 62 | 110 | 6.30 | 92.0 |
| | | 8 | Ni-12 | | 95 | 5.9 | 93.2 |
| | YN05 | | Ni-7 Mo-14 | 71 | | | |

(2) 常用硬质合金牌号、和使用范围

| 牌 号 | 使用性能 | 使用范围 |
|------|--|---|
| YG3 | 在 YG 类合金中, 耐磨性仅次于 YG3X、YG6A, 能使用较高的切削速度, 但对冲击和振动比较敏感 | 适合铸铁、有色金属及其合金、非金属材料(橡胶、纤维、塑料、板岩、玻璃, 石墨电极等)连续精车及半精车 |
| YG3X | 属细晶粒合金, 是 YG 类合金中耐磨性最好的一种, 但冲击韧度较差 | 适合铸铁、有色金属及其合金的精车、精镗等, 亦适用于淬硬钢及钨、钼材料的精加工 |
| YG6 | 耐磨性较高, 但低于 YG6X、YG3X 及 YG3 | 适合铸铁、有色金属及其合金、非金属材料连续切削时的粗车、间断切削时的半精车、精车, 连续断面的半精铣与精铣 |
| YG6X | 属细晶粒合金, 其耐磨性较 YG6 高, 而使用强度接近 YG6 | 适合冷硬铸铁、合金铸铁、耐热钢的加工, 亦适于普通铸铁的精加工, 并可用于制造仪器仪表工业用的小型刀具和小模数滚刀 |

(续)

| 牌号 | 使用性能 | 使用范围 |
|---------------|--|--|
| YG8 | 使用强度较高, 抗冲击和抗振动性能较 YG6 好, 耐磨性和允许的切削速度较低 | 适合铸铁、有色金属及其合金、非金属材料的粗加工 |
| YG8C | 属粗晶粒合金, 使用强度较高, 接近于 YG11 | 适合重载切削下的车刀、刨刀等 |
| YG6A (YA6) | 属细晶粒合金, 耐磨性和使用强度与 YG6X 相似 | 适合硬铸铁、灰铸铁、球墨铸铁、有色金属及其合金、耐热合金钢的半精加工, 亦可用于高锰钢、淬硬钢及合金钢的半精加工和精加工 |
| YT5 | 在 YT 类合金中, 强度最高, 抗冲击和抗振动性能最好, 但耐磨性较差 | 适合碳钢及合金钢不连续面的粗车、粗刨、半精刨、粗铣、钻孔等 |
| YT14 | 使用强度高, 抗冲击和抗振动性能好, 但较 YT5 稍差, 耐磨性及允许的切削速度较 YT5 高 | 适合于碳钢和合金钢的粗车, 间断切削时的半精车和精车, 连续面的粗铣等 |

(续)

| 牌号 | 使用性能 | 使用范围 |
|------|--|--|
| YT15 | 耐磨性优于YT14, 但抗冲击性能较YT14差 | 适合碳钢与合金钢加工中连续切削时的粗车、半精车及精车, 间断切削时的断面精车, 连续面的半精铣与精铣等 |
| YT30 | 耐磨性及允许的切削速度较YT15高, 但使用强度及冲击韧性较差, 焊接及刃磨极易产生裂纹 | 适合碳钢及合金钢的精加工, 如小断面精车, 精镗、精扩等 |
| YW1 | 扩展了YT类合金的使用性能, 能承受一定的冲击负荷, 通用性较好 | 适合耐热钢、高锰钢、不锈钢等难加工材料的精加工, 也适合一般钢材和铸铁及有色金属的精加工 |
| YW2 | 耐磨性稍次于YW1合金, 但使用强度较高, 能承受较大的冲击负荷 | 适合耐热钢、高锰钢、不锈钢及高级合金钢等难加工钢材的精加工、半精加工, 也适合一般钢材和铸铁及有色金属的加工 |

(续)

| 牌号 | 使用性能 | 使用范围 |
|------|--|--|
| YN10 | 耐磨性和耐热性好, 硬度与 YT30 相当, 强度比 YT30 稍高, 焊接性能及刃磨性能较 YT30 为好 | 适合碳素钢、合金钢、不锈钢、工具钢及淬硬钢的连续面精加工, 对于较长件和表面粗糙度值要求小的工件, 加工效果尤佳 |
| YN05 | 硬度和耐热性是硬质合金中最高者, 耐磨性接近陶瓷, 但抗冲击和抗振动性能差 | 适合钢、淬硬钢、合金钢、铸钢和合金铸铁的高速精加工, 及工艺系统刚性特别好的细长件的精加工 |

三 刀具的结构形式

1 结构形式

(1) 整体式 刀头(切削部分)与刀体连接在一起, 一般采用高速工具钢制造。

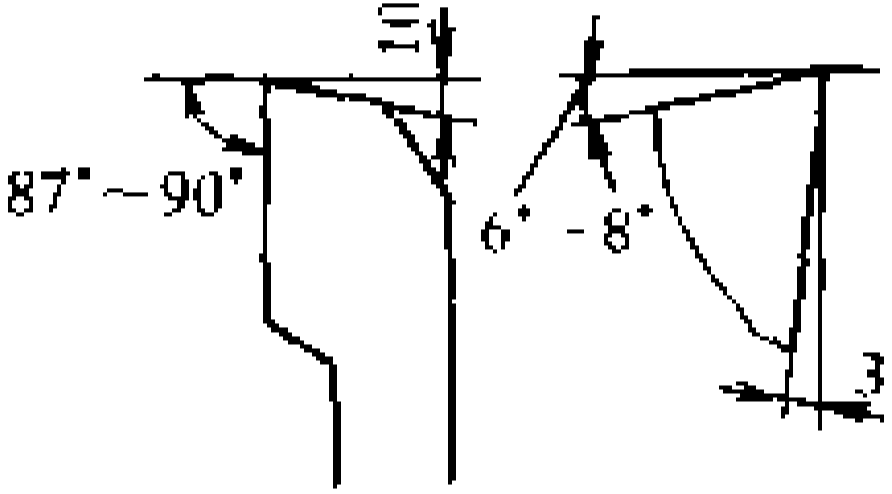
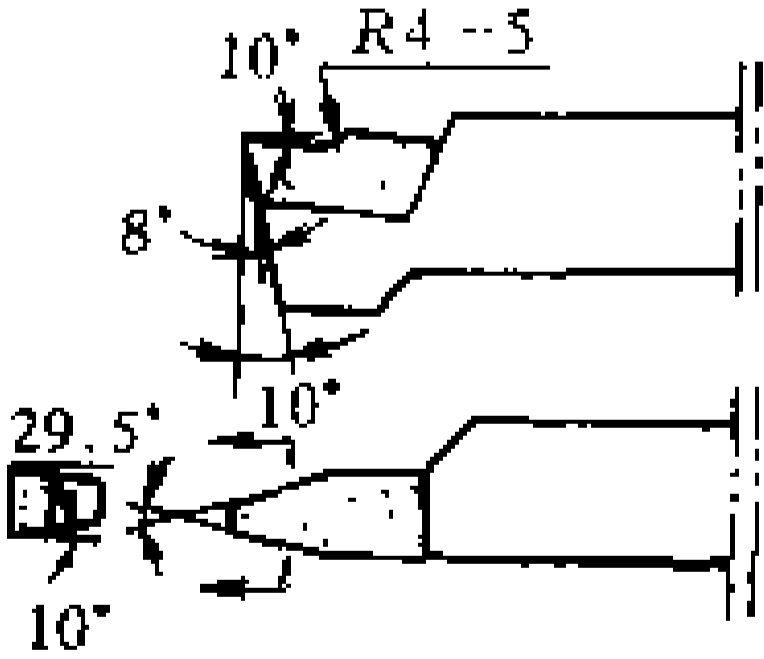
(2) 焊接式 刀头和刀体是用两种材料制造, 一般情况下刀头(切削部分)用硬质合金, 刀体用碳素结构钢制造。

(3) 焊接·机夹式 刀头和刀体是用两种材料制造, 焊接在一起, 然后再装夹在刀盘上或刀杆上(如铣刀盘, 大型镗刀等)。

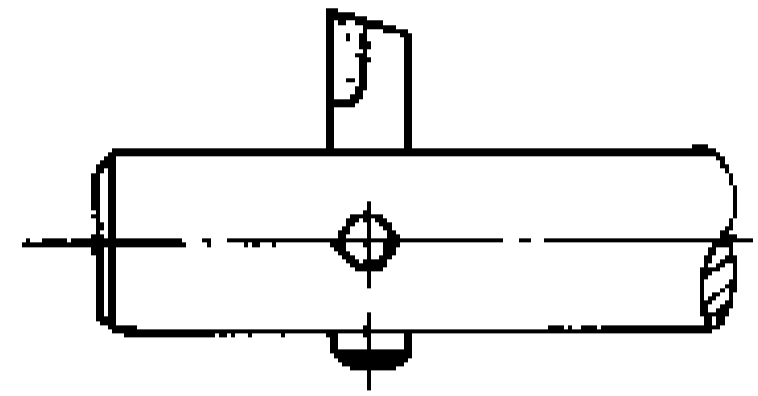
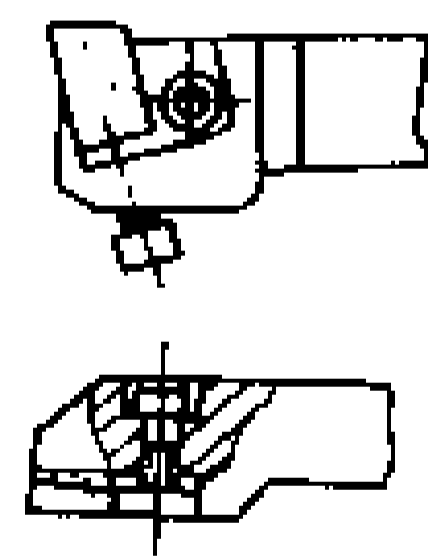
(4) 机夹式 刀头(切削部分)用硬质合金制造,刀杆用碳素结构钢制造,一般均采用螺钉和压板从上面夹紧刀头。

(5) 机夹可转位式 可转位刀由刀杆、刀片、刀垫和夹固元件组成,刀片各刃转位轮流使用,刀刃不重磨。

2 结构特点与应用范围

| 刀具结构 | 图 示 | 特点与应用范围 |
|------|--|---|
| 整体式 |  | <p>用一种钢材制成,工艺简单,广泛应用于车、铣、钻、铰、拉等各种成形刀具</p> |
| 焊接式 |  | <p>用两种材料制成,结构简单紧凑,制造方便,使用灵活,抗振性能好,并可根据需要进行刃磨。刀头用硬质合金可以得到充分利用,应用在车、铣、钻、铰、镗等刀具上</p> |

(续)

| 刀具结构 | 图 示 | 特点与应用范围 |
|-----------|--|---|
| 焊接 机夹式 |  | <p>用硬质合金刀头焊接在小刀杆上,然后将小刀杆(刀体)用机械夹固的办法固定在刀杆(镗杆)、刀盘(铣刀盘)上,特点是制造方便,节约材料,可固定在刀盘和刀杆上进行多刀切削。广泛应用于镗、铣刀具上。</p> |
| 机夹式 |  | <p>由于刀片与刀杆不经过焊接,因而既可避免因焊接引起的硬度下降,产生裂纹等缺陷,提高刀具的耐用度,而且刀杆可以多次重复使用,刀片的利用率也高。此外,压紧刀片所用的压板端部,可镶硬质合金,起断屑的作用。并且通过调整压板,可改变压板端至刀刃间的距离,以扩大断屑范围。广泛应用于车、铣、刨等刀具上。</p> |

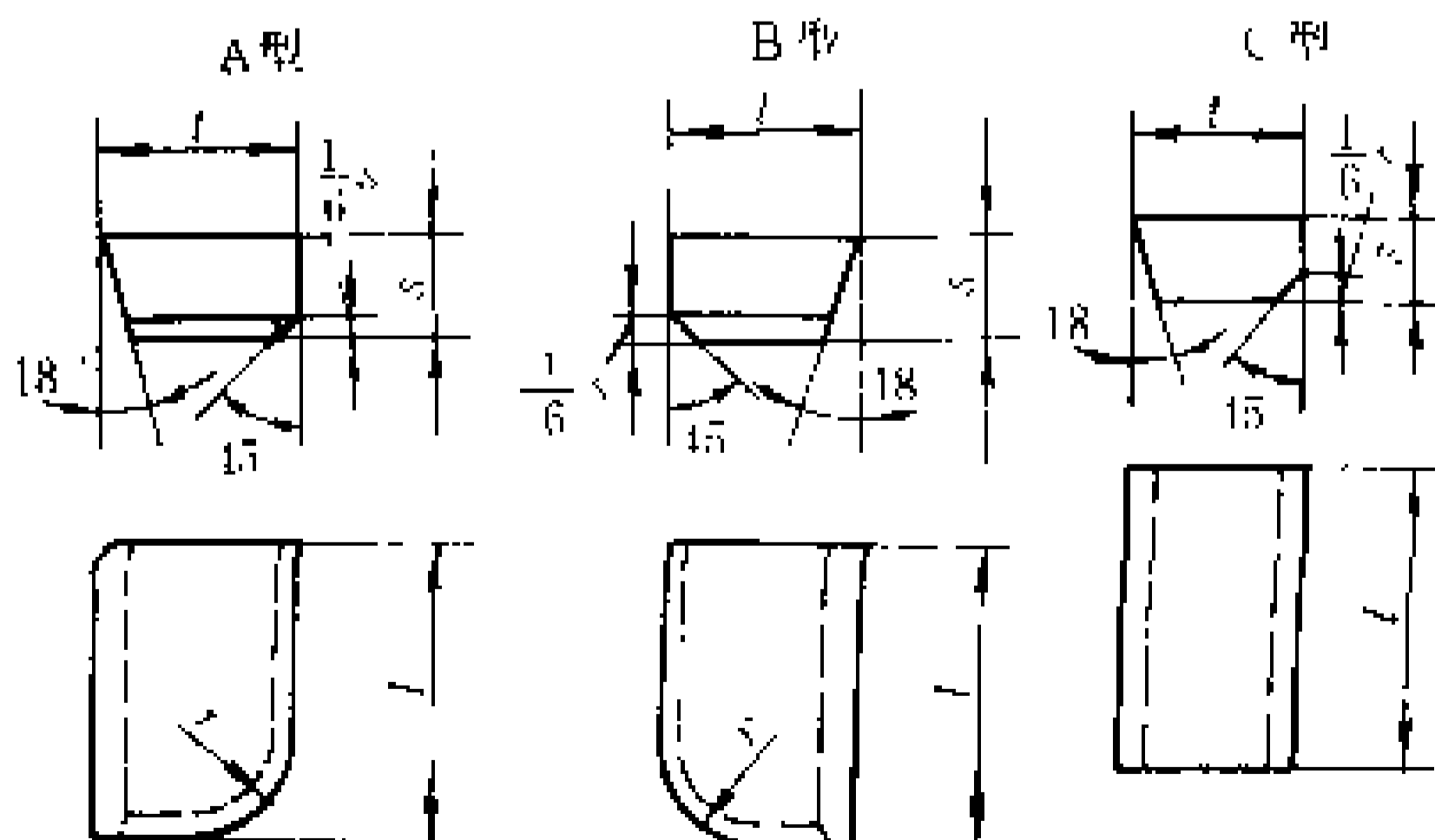
(续)

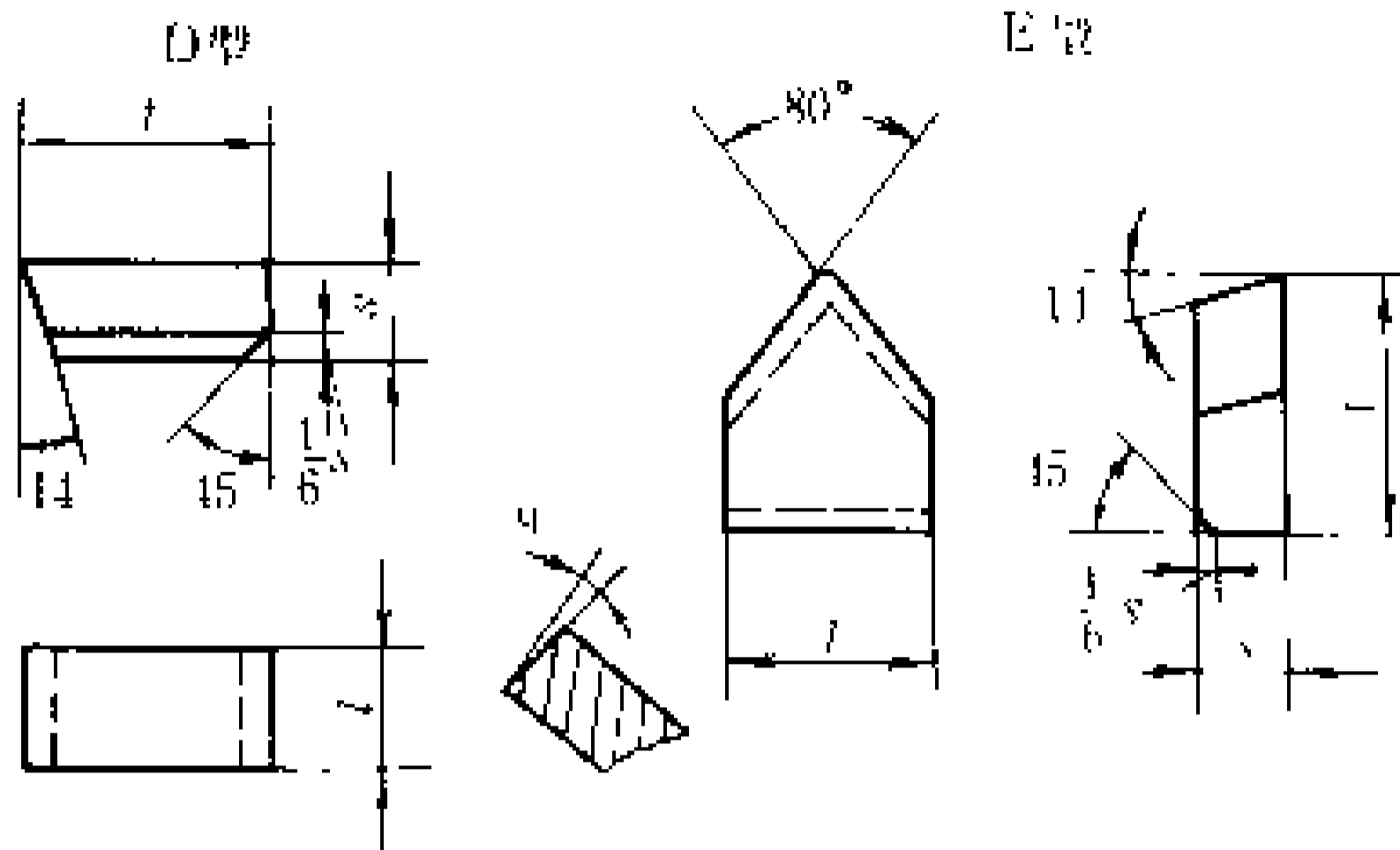
| 刀具结构 | 图 示 | 特点与应用范围 |
|------------|-----|---|
| 可转位 上压式 | | <p>可转位上压式由刀杆、刀片、刀垫和紧固元件组成。刀具结构的经济效果较好，不仅适用于车刀，其他刀具也使用。特点常用于夹紧不带孔的刀片，其优点是夹紧可靠，定位精度高。</p> |

四 硬质合金焊接刀片

I 常用焊接车刀刀片 (GB5241-1985)

(1) 刀片主要型号



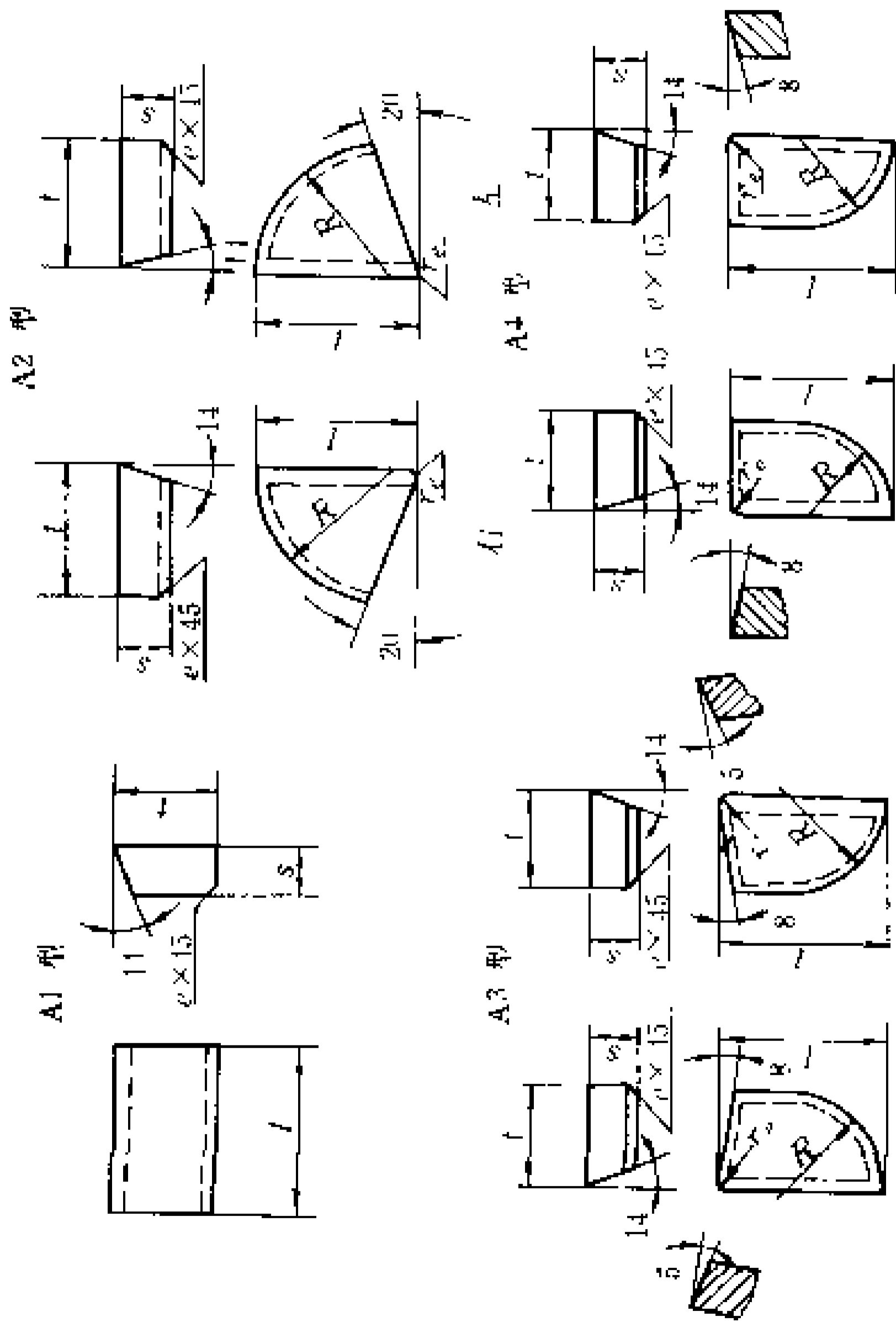


(2) 部分刀片基本尺寸和应用范围

| 刀片 型号 | 简图 | 主要尺寸 | | | 应用范围举例 |
|----------|----|------|-----|-----|------------------|
| | | t | t | s | |
| A10 | A型 | 10 | 6 | 4 | 直头、弯头外圆、宽刀刃 等 |
| A12 | | 12 | 8 | 5 | |
| A16 | | 16 | 10 | 6 | |
| B20 | B型 | 20 | 12 | 7 | |
| B25 | | 25 | 14 | 8 | |
| B32 | | 32 | 18 | 10 | |
| C20 | C型 | 20 | 12 | 7 | 浮动镗刀、三面刃铣刀 |
| C25 | | 25 | 14 | 8 | |
| C32 | | 32 | 18 | 10 | |
| D10 | D型 | 10.5 | 18 | 10 | 三面刃铣刀 |
| D12 | | 12.5 | 20 | 12 | |
| E20 | E型 | 20 | 25 | 8 | 螺纹车刀 |
| E25 | | 25 | 28 | 9 | |
| E32 | | 32 | 32 | 10 | |

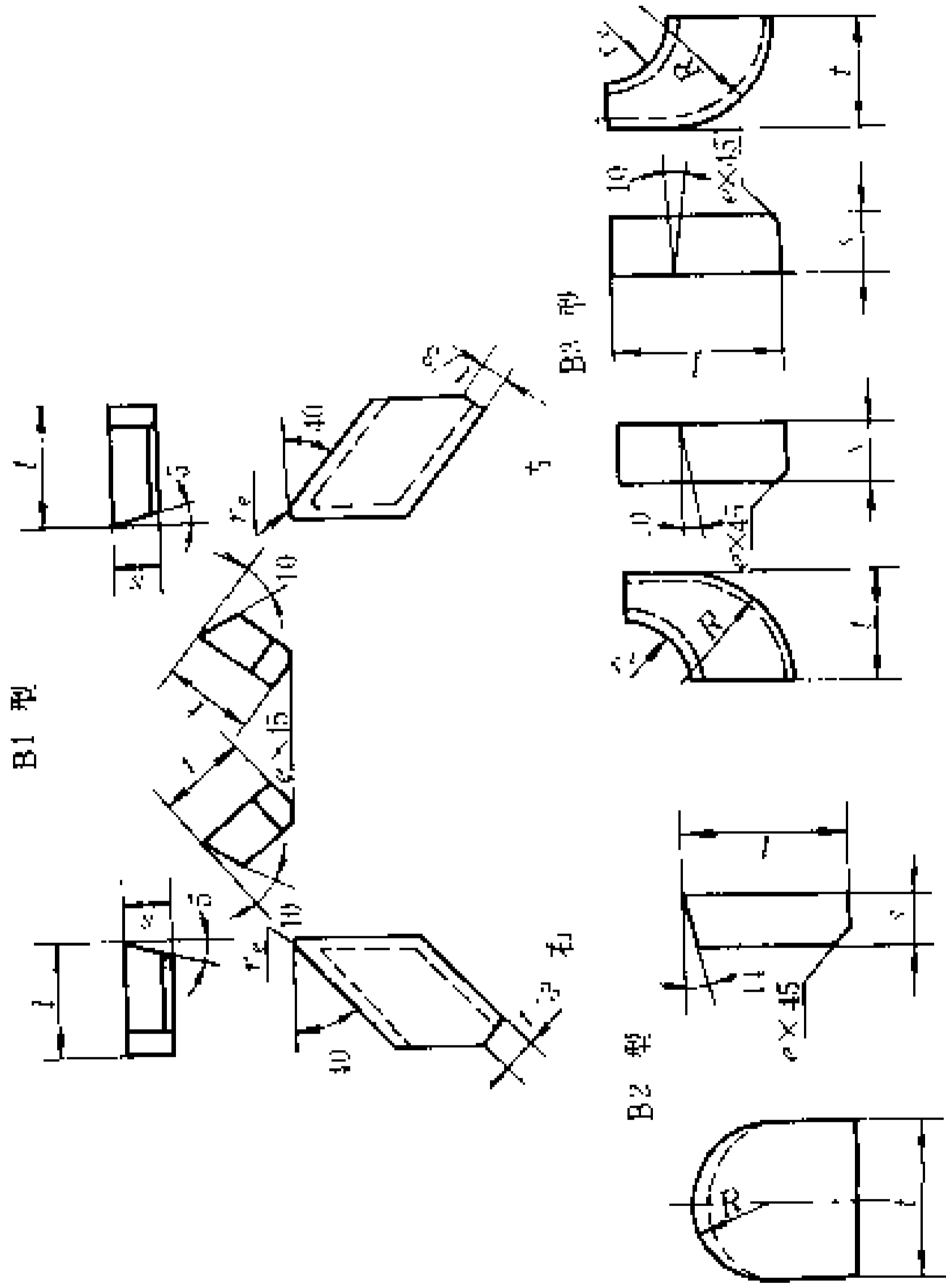
2 基本型硬质合金焊接刀片(GB5245—1985)

(1) 刀片主要型号

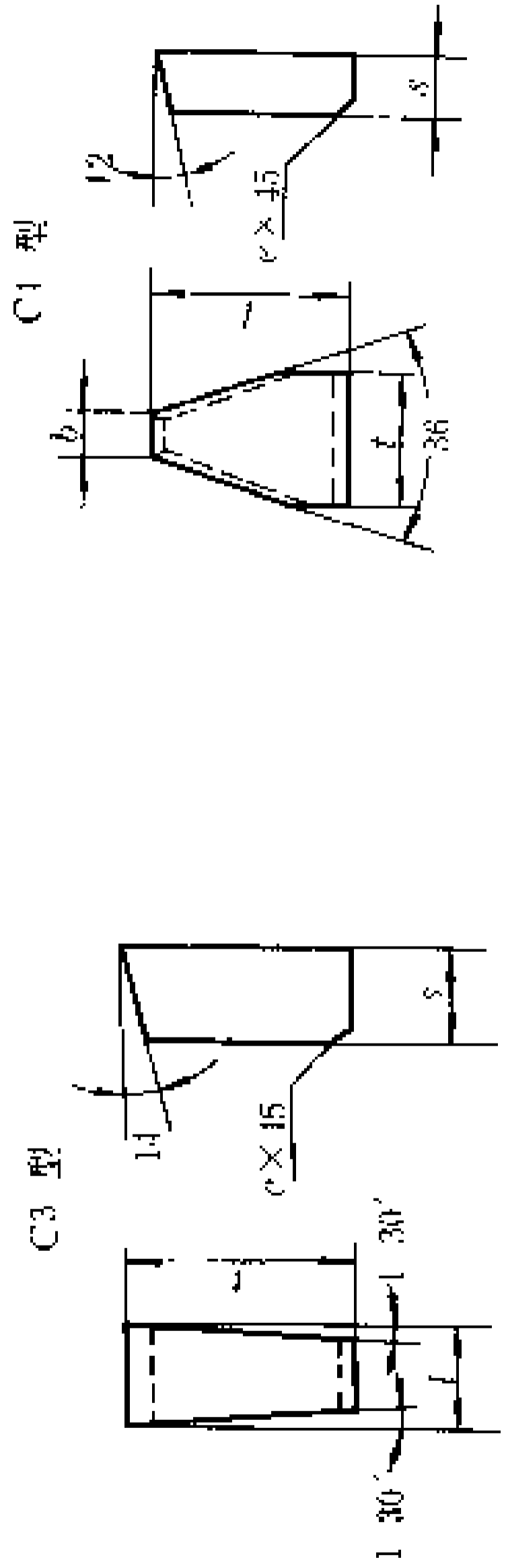
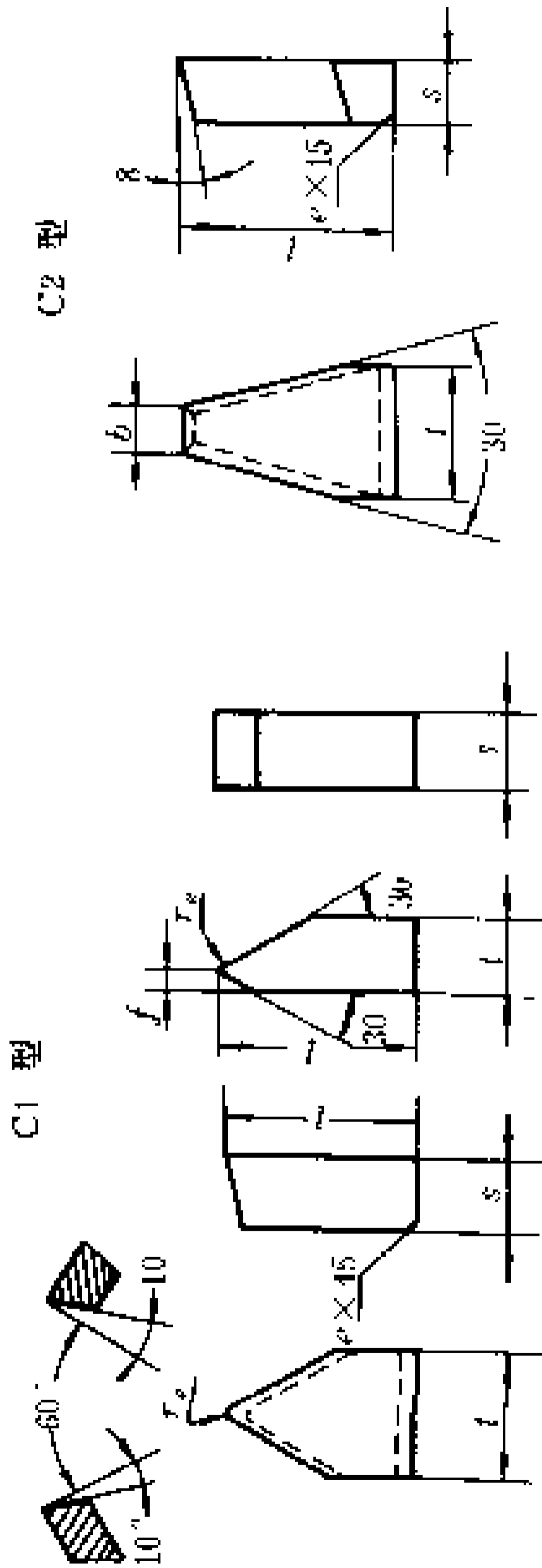


左 右 左 右 左 右

A 型硬质合金焊接刀片

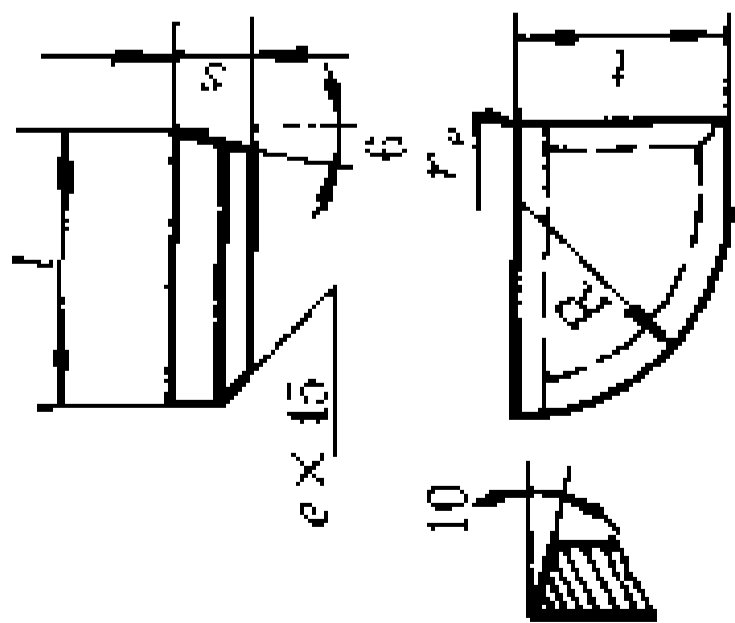


B型硬质合金焊接刀片

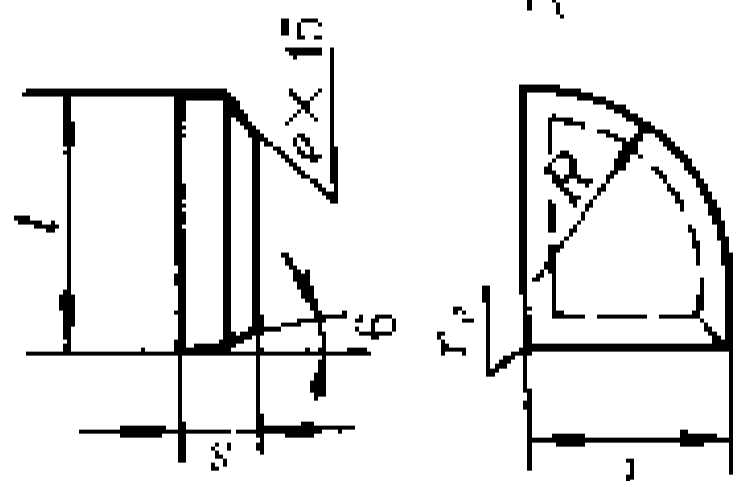


C 型硬质合金焊接刀片

D1 型

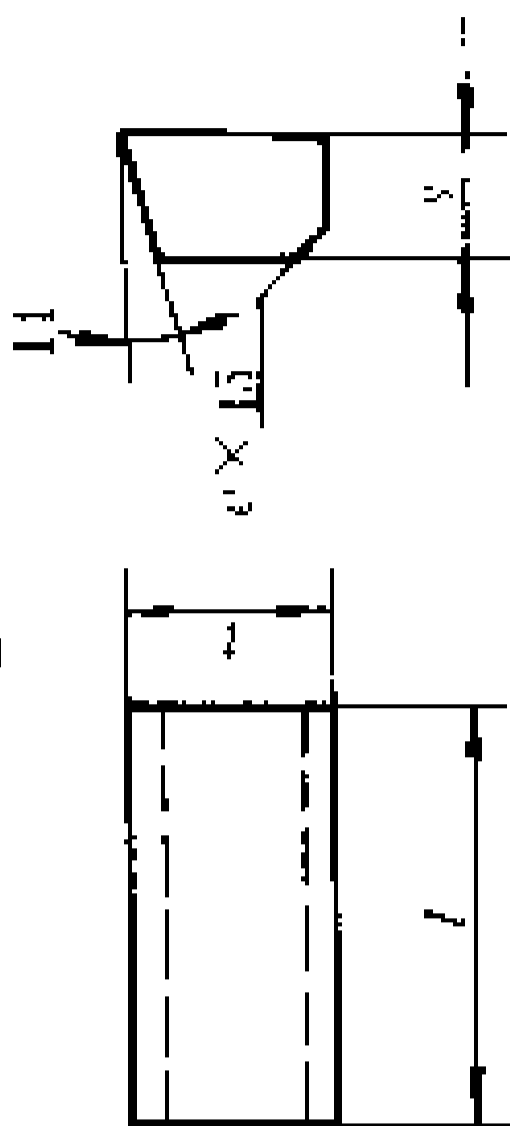


右



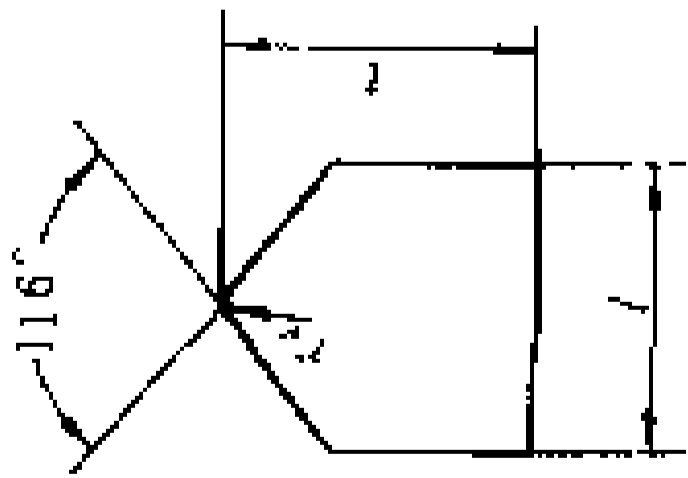
左

D2 型

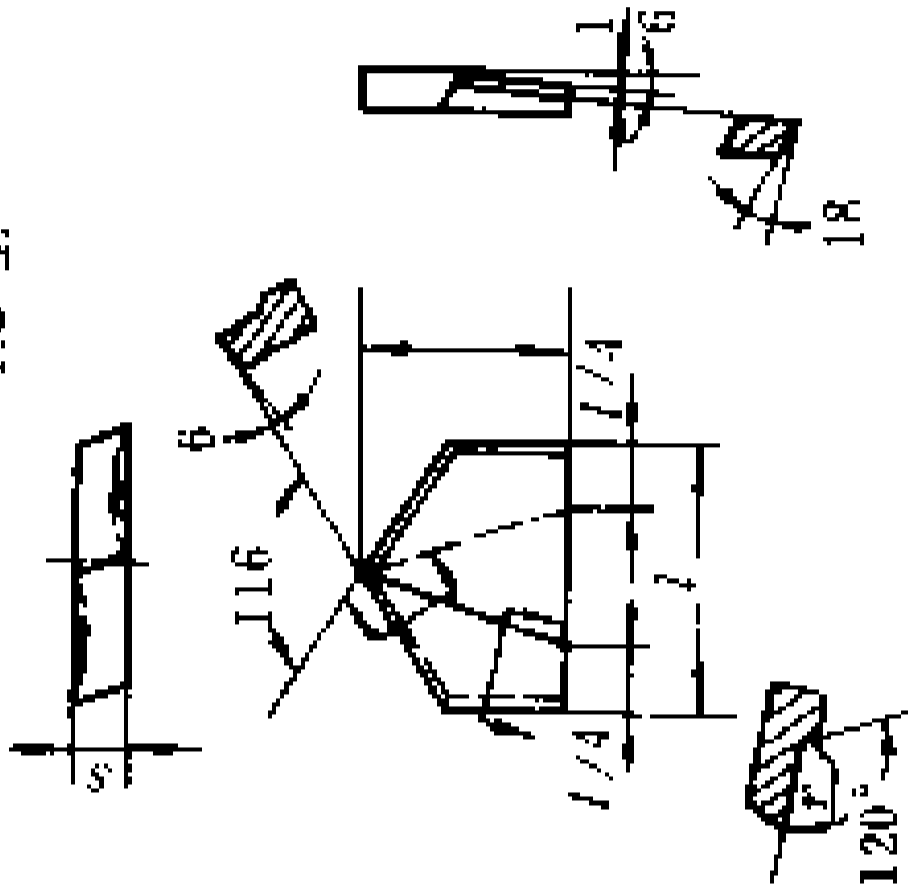


D 型硬质合金焊接刀片

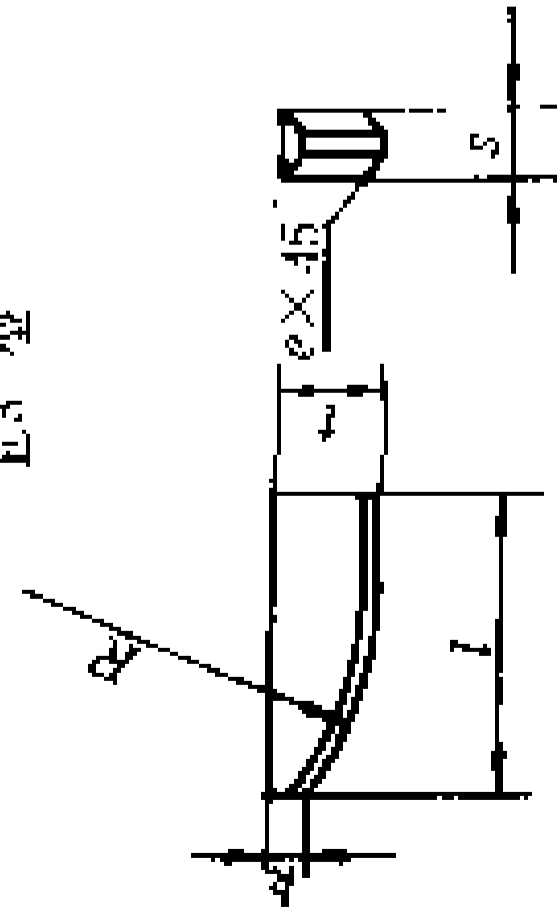
E1 型



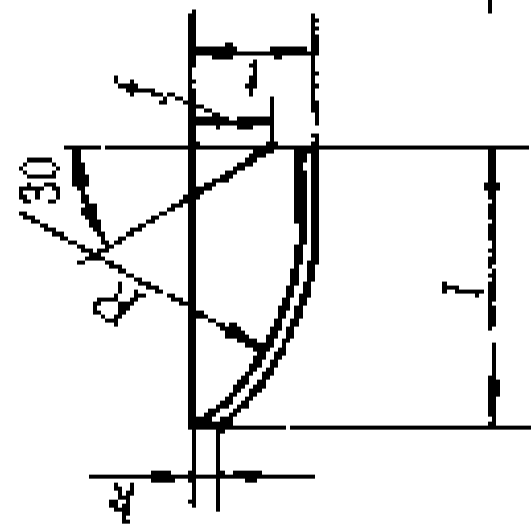
E2 型



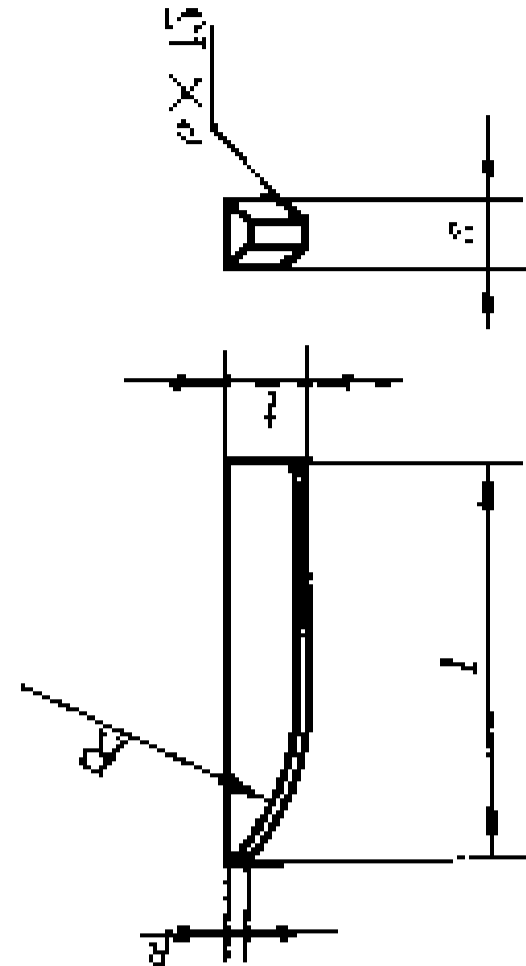
E3 型



E4 型



E5 型



E型硬质合金焊接刀片

(2) 部分刀片基本尺寸和应用范围

| 刀片 型号 | 简图 | 主要尺寸 | | | 应用范围举例 |
|----------|----|------|-----|-----|--------------------|
| | | l | r | s | |
| A118 | A1 | 18 | 12 | 7 | 制造镗刀和外圆车刀,切槽刀 |
| A212 | A2 | 12 | 10 | 1.5 | 制造镗刀和端面车刀 |
| A312 | A3 | 12 | 7 | 1 | 端面车刀和外圆车刀 |
| A412 | A4 | 12 | 8 | 4.5 | 外圆车刀、镗刀和端面车刀 |
| B120 | B1 | 20 | 14 | 5 | 成型车刀、燕尾槽刨刀和燕尾槽铣刀 |
| B210 | B2 | 10 | 10 | 3.5 | 凹圆弧成型车刀和轮缘车刀 |
| B315 | B3 | 15 | 10 | 5 | 凸圆弧成型车刀 |
| C116 | C1 | 16 | 6 | 4 | 螺纹车刀 |
| C218 | C2 | 18 | 10 | 5 | 精车和梯形螺纹车刀 |
| C308 | C3 | 8.5 | 20 | 7 | 切断刀和切槽刀 |
| C430 | C4 | 30 | 20 | 6 | 加工V型带轮切槽刀 |
| D120 | D1 | 20 | 16 | 4 | 制造面铣刀 |
| D218 | D2 | 18 | 5 | 3 | 制造三面刃铣刀、T型槽铣刀和浮动镗刀 |
| E110 | E1 | 10 | 9 | 2 | 麻花钻和直槽钻 |
| E218 | E2 | 18 | 16 | 3 | 麻花钻和直槽钻 |
| E320B | E3 | 20 | 9 | 2.5 | 立铣刀和键槽铣刀 |
| E418 | E4 | 18 | 5 | 2.5 | 扩孔钻 |
| E515 | E5 | 15 | 2.5 | 1.3 | 铰刀 |

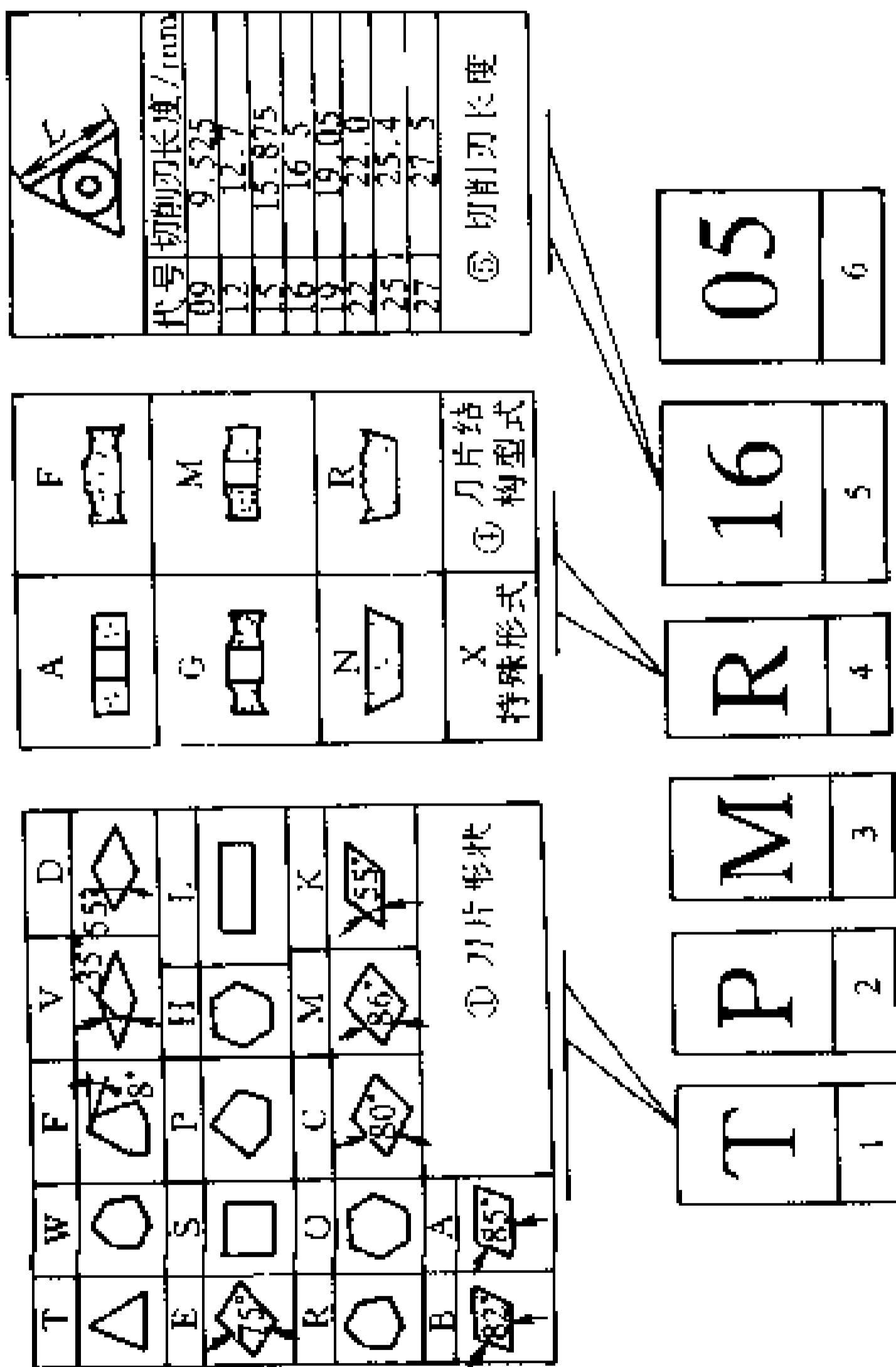
五 可转位硬质合金刀片

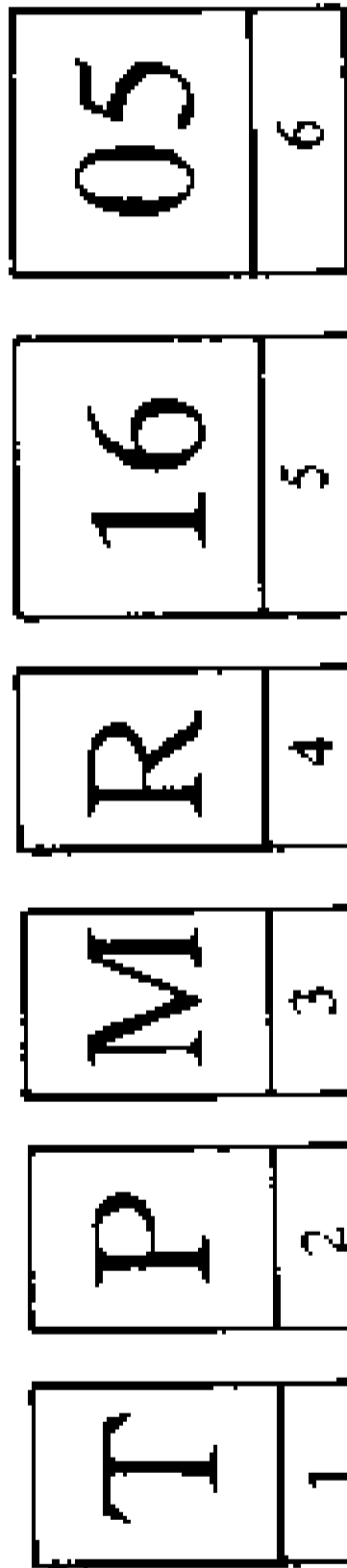
可转位刀片型号表示规则，国家标准(GB2076—87)已作了统一规定。该标准适用于硬质合金和陶瓷可转位刀片。标准规定：可转位刀片型号是按一定位置顺序排列的代表一定意义的一组字母和数字代号组成，共有10个代号。

1 可转位硬质合金刀片代号编号方法

| | | | | | |
|--------|------------------|--------------------------------|------------|------------------|------------------------|
| 代号编号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 特征 | 刀片形状 | 刀片法后角大小 | 精度等级 | 刀片结构型式 | 刀片长度(切削刃长度) |
| 刀片型号举例 | T (正三边形) | P ($\alpha_0 = 11^\circ$) | M (中等) | R (一面有断屑槽，无孔) | 16 (整数部分为16mm) |
| 代号编号 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 特征 | 刀片厚度 | 刀尖圆弧半径 | 切削刃形状 | 切削方向 | 断屑槽形状和宽度 |
| 刀片型号举例 | 05 (整数部分为5mm) | 12 (1.2mm) | S (倒圆刃) | N | V3 (封闭式V型断屑槽，槽宽3mm) |

2 可转位硬质合金刀片型号表示规则示意图

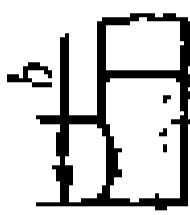


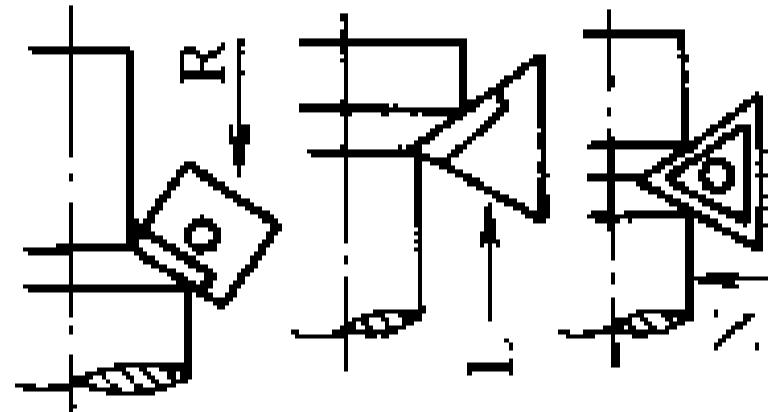


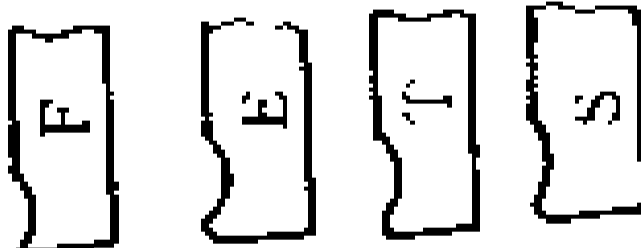
| | | |
|---------------------------------|---|---|
| A | B | C |
| | | |
| D | E | F |
| | | |
| G | N | P |
| | | |
| ② 刀片后角 其它刀片法向 后角需专门说 明 | | |

| 代号 | 公差 ± (毫米) | |
|--------|-----------|-------|
| | ms | S |
| A | 0.005 | 0.025 |
| E | 0.005 | 0.025 |
| C | 0.013 | 0.025 |
| H | 0.013 | 0.025 |
| F | 0.125 | 0.025 |
| G | 0.025 | 0.013 |
| J | 0.005 | 0.025 |
| K | 0.013 | 0.025 |
| L | 0.025 | 0.025 |
| M | 0.008 | 0.13 |
| U | 0.13 | 0.13 |
| | 0.38 | 0.08 |
| | | 0.25 |
| ③ 精度等级 | | |

| | |
|--------|---------|
| | 刀片厚度/mm |
| 02 | 2.38 |
| 03 | 3.18 |
| 04 | 4.76 |
| 05 | 5.16 |
| 06 | 6.35 |
| 07 | 7.93 |
| 09 | 9.25 |
| ⑥ 刀片厚度 | |

| | |
|---|---------|
|  | |
| 代号 | |
| 槽宽/mm | |
| 2 | 2.2~2.5 |
| 3 | 3.2~3.5 |
| 4 | 4.2~4.5 |
| 5 | 5.2~5.5 |
| | |
| | |
| ⑪ 断屑槽宽 | |

| | |
|--|--|
|  | |
| ⑨ 切削形式 | |

| | |
|--|--|
|  | |
| ⑧ 刀引形状 | |

| | |
|----|---|
| 10 | 7 |
|----|---|


| | |
|---|---|
| S | 8 |
|---|---|


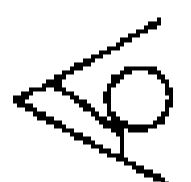
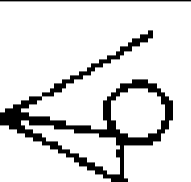


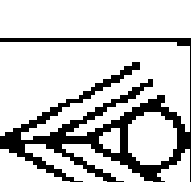
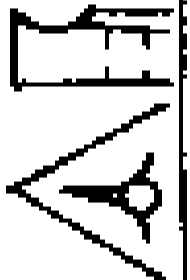
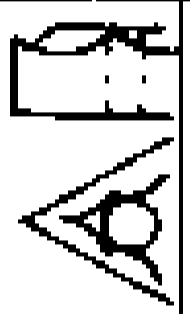
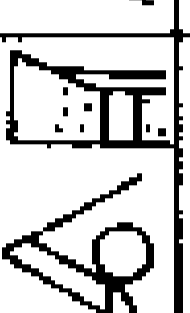
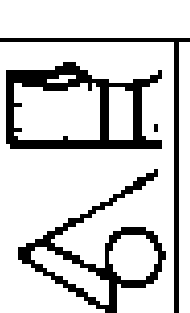
| | |
|---|---|
| N | 9 |
|---|---|

| | |
|---|----|
| V | 10 |
|---|----|

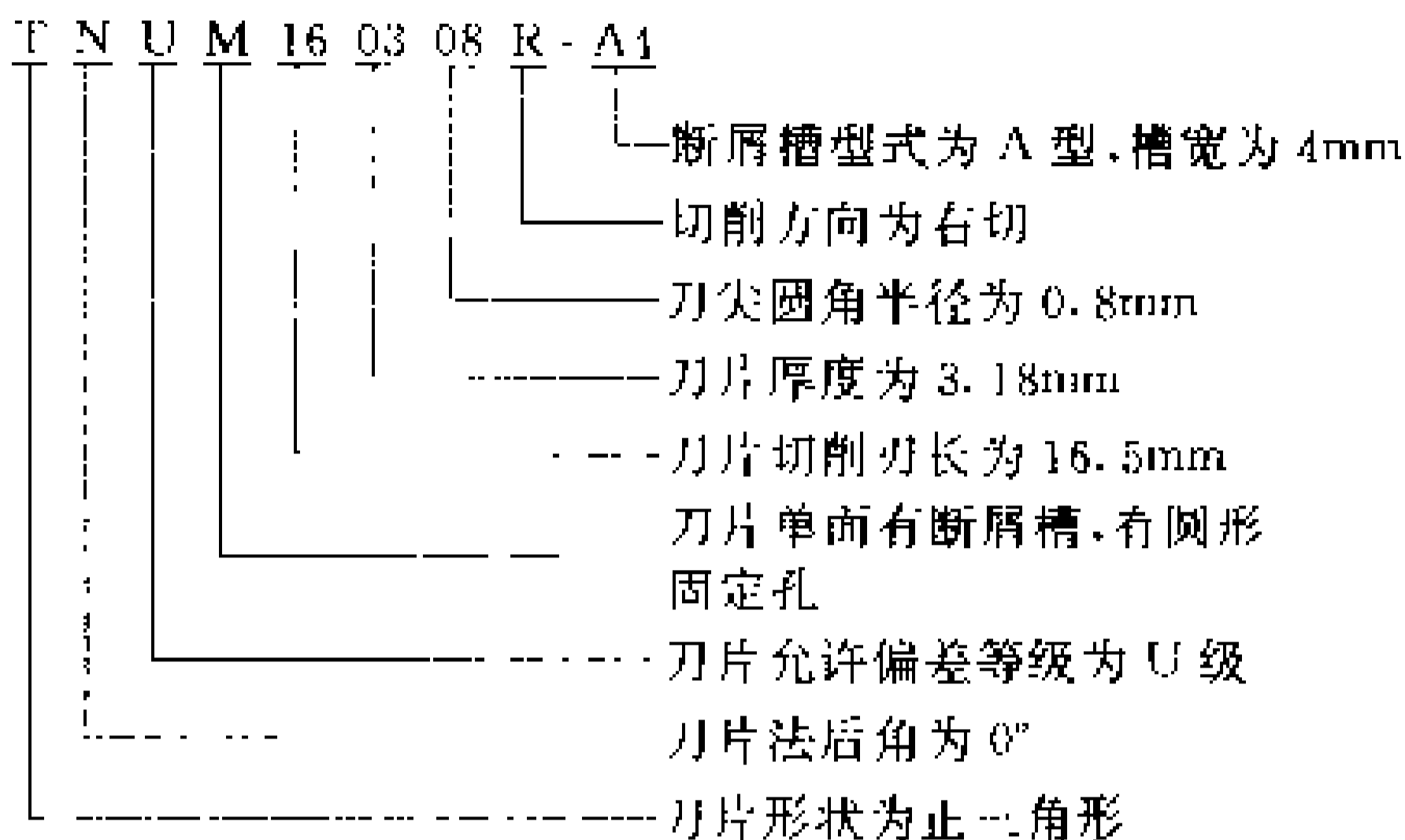
| | |
|---|----|
| 3 | 11 |
|---|----|

| | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|----|---|----|
| 10 | 7 | S | 8 | N | 9 | V | 10 | 3 | 11 |
|----|---|---|---|---|---|---|----|---|----|

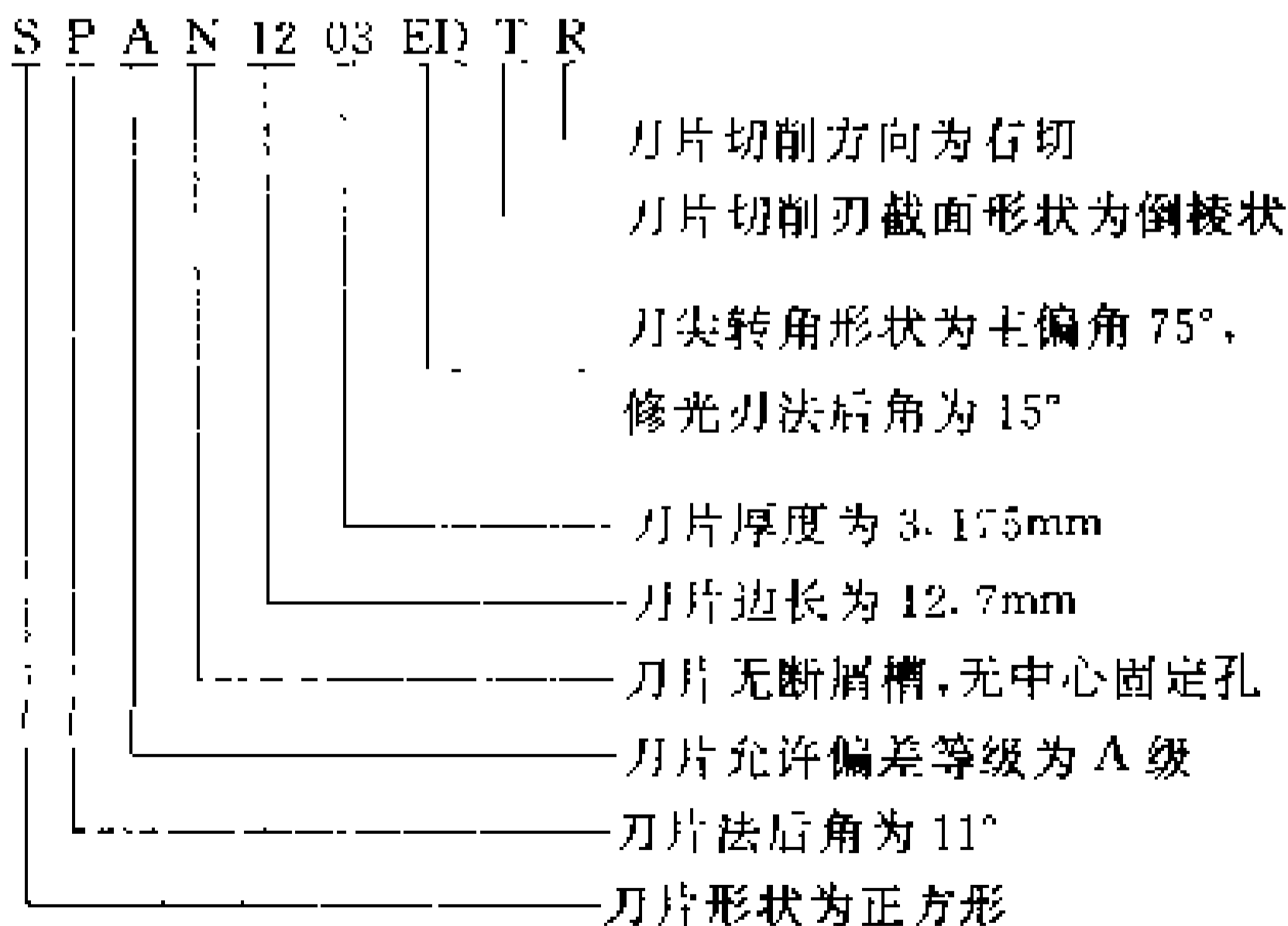
| | | |
|--|-----|---------|
|  | 代号 | 刀尖圆角/mm |
| | 00 | 圆形刀片 |
| | 00 | 锐刀尖 |
| | 02 | 0.2 |
| | 05 | 0.5 |
| | 08 | 0.8 |
| 12 | 1.2 | |
| 15 | 1.5 | |
| ⑦ 刀尖圆角半径 | | |

| | | | | | |
|---|---|--|---|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
| W | G | H | J | D | C |
|  |  |  |  | | |
| ⑩ 断屑槽形状和宽度 | | | | | |

3 车削用刀片型号表示方法(GB2076—87)



4 铣削用刀片型号表示方法(GB2081—87)

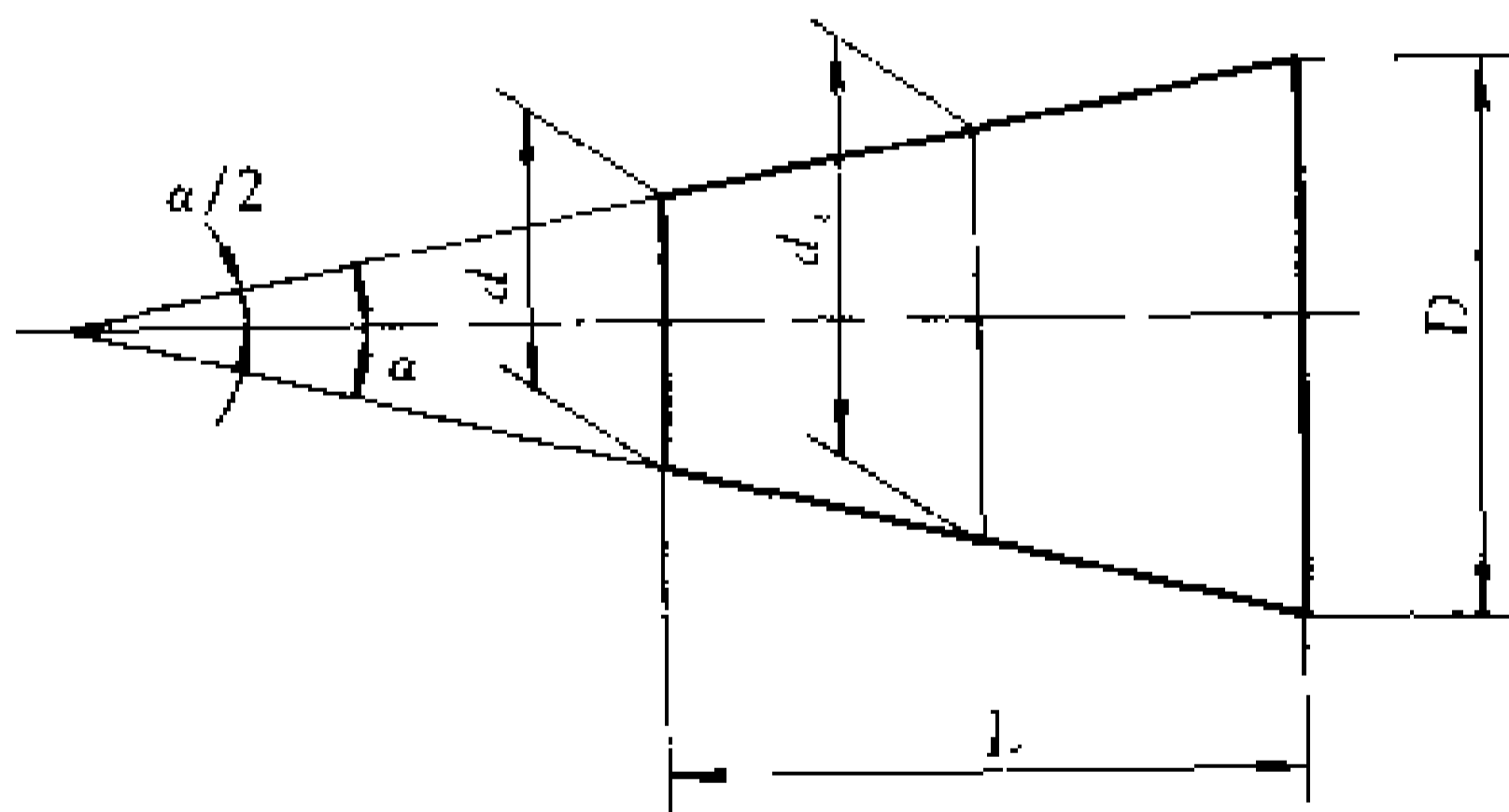


第七章 车工工作

车 锥 体

一 锥体各部分名称和计算

1 锥体各部分名称及代号



D —最大圆锥直径 d —最小圆锥直径

d_s 给定截面圆锥直径 l 圆锥长度

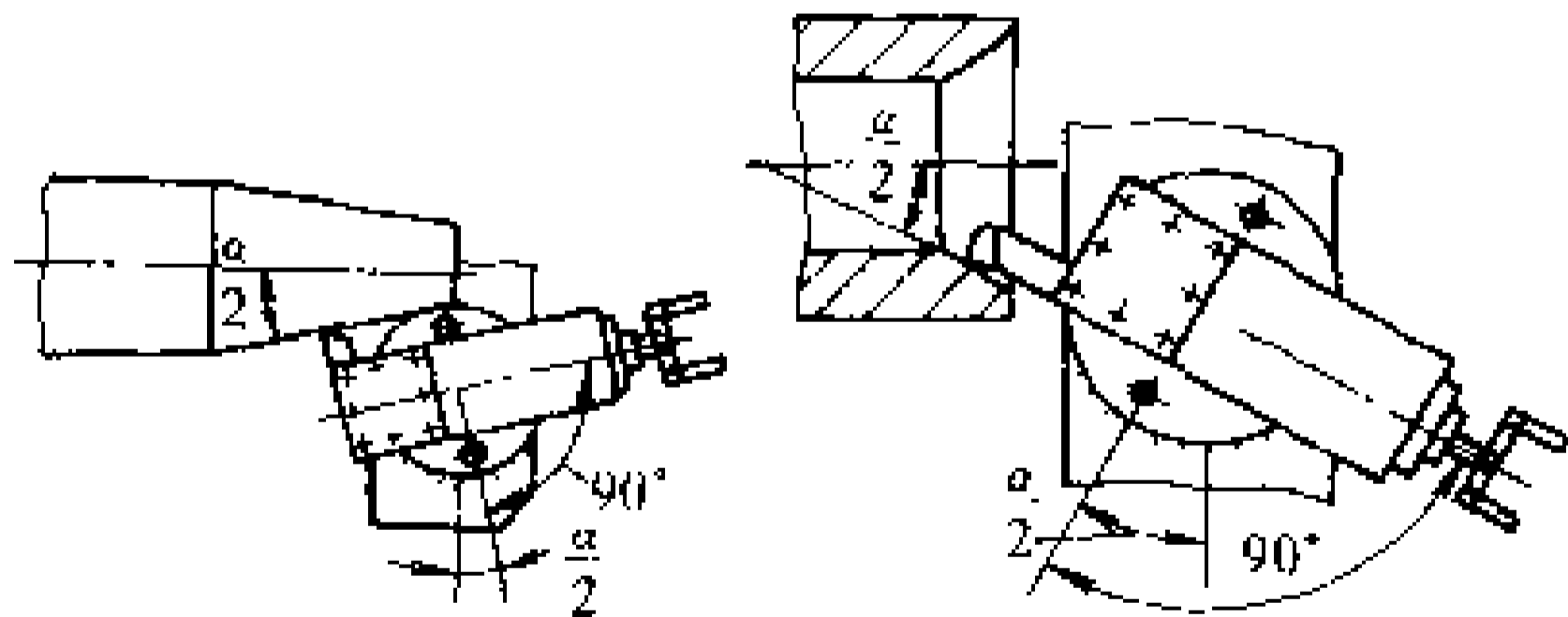
α —圆锥角 $\alpha/2$ —圆锥半角

2 锥体各部分尺寸的计算公式

| 尺寸名称 | 代号 | 计算公式 |
|--------|-----|--|
| 斜 度 | S | $S = \tan \frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2L} = \frac{C}{2}$ |
| 锥 度 | C | $C = \tan \alpha = \frac{D-d}{L}$ |
| 最大圆锥直径 | D | $D = d + L \tan \alpha = d + CL = d + 2LS$ |
| 最小圆锥直径 | d | $d = D - L \tan \alpha = D - CL = D - 2LS$ |

二 车锥体的方法

1 转动小刀架车锥体



车外圆锥

车内圆锥

圆锥长度较短和圆锥半角 $\frac{\alpha}{2}$ 较大时，可用转动小刀架的方法来车削（见上图）。车削时小刀架转动的角度 $\frac{\alpha}{2}$ ，可用下面公式进行计算。

| 已知条件 | 计算公式 | | |
|--|--|------|---|
| C (锥度) | $\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{C}{2}$ | 近似公式 | $\frac{\alpha}{2} (^{\circ}) = 28.7^{\circ} \times C$ |
| D (最大圆锥直径) d (最小圆锥直径) L (圆锥长度) | $\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2L}$ | | $\frac{\alpha}{2} (^{\circ}) = 28.7^{\circ} \times \frac{D-d}{L}$ |

上表中的近似计算公式只适用于 $\frac{\alpha}{2}$ 在 6° 以下, 否则误差较大。用本页表中的常数值代替 28.7° 误差可以小一些。近似公式可写成:

$$\frac{\alpha}{2} (\text{度}) = C \times \text{常数} = \frac{D-d}{L} \times \text{常数}$$

此近似公式可用于 $\frac{\alpha}{2}$ 在 $1^{\circ} \sim 13^{\circ}$ 之间。

| C 或 $\frac{D-d}{L}$ | 常 数 |
|-----------------------|-------|
| 0.00~0.20 | 28.6° |
| 0.20~0.29 | 28.5° |
| 0.29~0.36 | 28.4° |
| 0.36~0.40 | 28.3° |
| 0.40~0.45 | 28.2° |

[例 1] 要车一锥体, 已知锥度 $C=1:10$, 问小刀架应转多少度?

$$[\text{解}] \quad \tan \frac{\alpha}{2} = \frac{C}{2} = \frac{\frac{1}{10}}{2} = \frac{1}{20} = 0.05$$

查三角函数表 $\tan 2^{\circ}52' = 0.05007$, 所以 $\frac{\alpha}{2} \approx 2^{\circ}52'$,
即小刀架应转过 $2^{\circ}52'$ 。

用近似公式计算:

$$\frac{\alpha}{2} (^{\circ}) = C \times \text{常数} = \frac{1}{10} \times \text{常数}$$

查常数表 $C = \frac{1}{10} = 0.1$ 时, 常数 $= 28.6^{\circ}$

$$\text{所以 } \frac{\alpha}{2} (^{\circ}) = 0.1 \times 28.6^{\circ} = 2.86^{\circ} \approx 2^{\circ}52'$$

[例 2] 已知圆锥体的最大圆锥直径 $D = 24\text{mm}$, 最小圆锥直径 $d = 20\text{mm}$, 圆锥长度 $L = 32\text{mm}$, 求小刀架转动角度 $\frac{\alpha}{2}$ 。

$$[\text{解}] \quad \tan \frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2L} = \frac{24-20}{2 \times 32} = 0.0625$$

查三角函数表 $\tan 3^{\circ}34' = 0.06233$

$$\tan 3^{\circ}36' = 0.06291$$

取平均值 $\tan 3^{\circ}35' = 0.06262$

$$\text{所以 } \frac{\alpha}{2} \approx 3^{\circ}35'$$

用近似公式计算:

$$\frac{\alpha}{2} (^{\circ}) = \frac{D-d}{L} \times \text{常数}$$

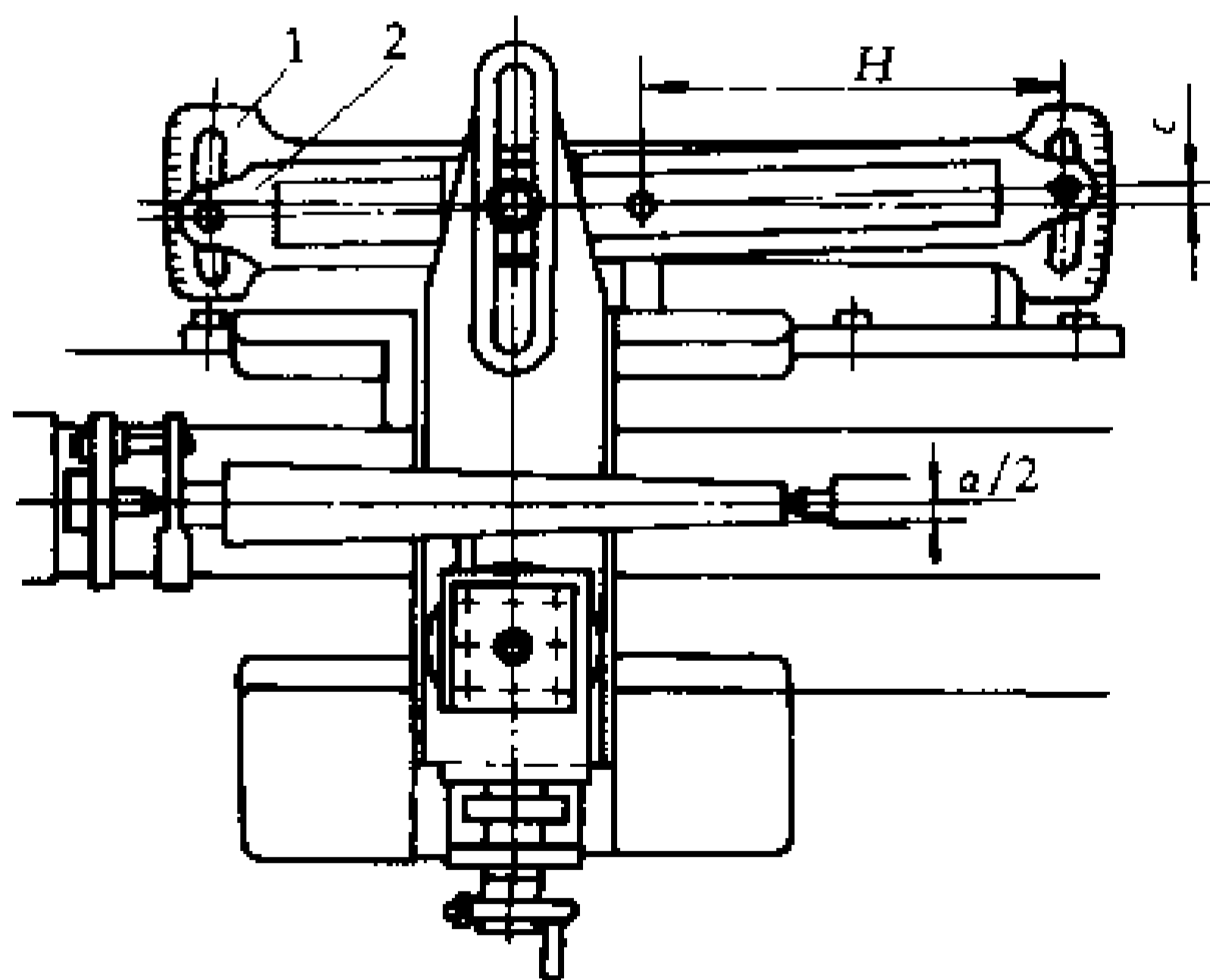
$$\frac{D-d}{L} = \frac{24-20}{32} = 0.125$$

查常数表，常数 = 28.6°，所以

$$\frac{\alpha}{2} = 28.6^\circ \times 0.125 = 3.575^\circ \approx 3^\circ 35'$$

2 用靠模板车锥体

圆锥精度高、角度小，尺寸相同和数量较多时，可用靠模板车削。



1 靠尺 2 靠板

图中 H ——靠模板转动中心到刻线处的距离，称为支距；

$\frac{\alpha}{2}$ ——靠模板旋转角度，它等于圆锥体的斜角，计算公式与小刀架转动角度相同；

c ——靠模板的偏移量，可用下面公式计算。

| 已知条件 | 计算公式 |
|---|--|
| D (最大圆锥直径) d (最小圆锥直径) L (圆锥长度) H (支距) c (靠模偏移量) | $c = H \times \frac{D-d}{2L} = \frac{H}{2} \times \frac{D-d}{L}$ |
| C (锥度) H (支距) | $c = \frac{H}{2} \times C$ |

【例 1】 已知圆锥体最大圆锥直径 $D=400\text{mm}$ ，最小圆锥直径 $d=350\text{mm}$ ，圆锥长度 $L=250\text{mm}$ ，靠模板的支距 $H=500\text{mm}$ ，求靠模板的偏移量 c 等于多少。

$$\text{【解】 } c = \frac{H}{2} \times \frac{D-d}{L} = \frac{500}{2} \times \frac{400-350}{250} = 50\text{mm}$$

【例 2】 圆锥体的尺寸同例 1，求靠模板的旋转角度

$$\frac{\alpha}{2} = ?$$

$$\text{【解】 } \tan \frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2L} = \frac{400-350}{2 \times 250} = 0.1$$

查三角函数表 $\tan 5^{\circ}42' = 0.09981$

$\tan 5^{\circ}44' = 0.10040$

取平均值 $\tan 5^{\circ}43' = 0.10011$

所以 $\frac{\alpha}{2} \approx 5^{\circ}43'$

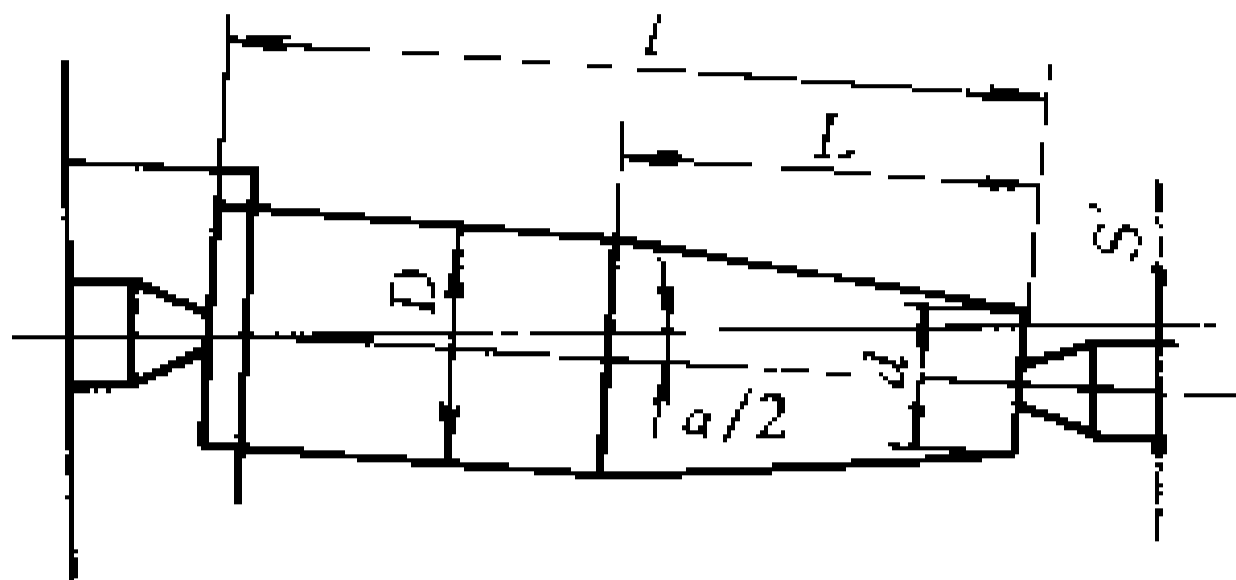
3 车标准锥度和常用锥度时小刀架 和靠模板转动角度表

| 锥体名称 | 锥度 | 小刀架和 靠模板转 动角度 (锥体斜角) | 锥体名称 | 小刀架和 靠模板转 动角度 (锥体斜角) |
|--------|-----------|-------------------------------|---------|-------------------------------|
| 莫 氏 | 0 | 1 : 19.212 | 1 : 200 | 0°08'36" |
| | 1 | 1 : 20.047 | 1 : 100 | 0°17'11" |
| | 2 | 1 : 20.020 | 1 : 50 | 0°34'23" |
| | 3 | 1 : 19.922 | 1 : 30 | 0°57'17" |
| | 4 | 1 : 19.254 | 1 : 20 | 1°25'56" |
| | 5 | 1 : 19.002 | 1 : 15 | 1°54'33" |
| | 6 | 1 : 19.180 | 1 : 12 | 2°23'09" |
| 30° | 1 : 1.866 | 15° | 1 : 10 | 2°51'45" |
| 45° | 1 : 1.207 | 22°30' | 1 : 8 | 3°34'35" |
| 60° | 1 : 0.866 | 30° | 1 : 7 | 4°05'08" |
| 75° | 1 : 0.652 | 37°30' | 1 : 5 | 5°42'38" |
| 90° | 1 : 0.5 | 45° | 1 : 3 | 9°27'44" |
| 120° | 1 : 0.289 | 60° | 7 : 24 | 8°17'46" |

4 用偏移尾座法车锥体

如果圆锥精度要求不高，锥体较长而锥度又较小时

可采用偏移尾座法车锥体。



根据计算出来的偏移量 S' ，利用尾座本身的刻度，把尾座上部分偏移后即可车削。偏移时也可采用百分表或其他方法来控制尺寸 S' 。

偏移量 S' 的计算公式：

(1) 当工件全长 l 不等于锥形部分长度 L 时；

$$S' = \frac{l}{2} \times \frac{D-d}{L}$$

$$S' = \frac{l}{2} C \text{ 或 } S' = lS$$

(2) 当工件全长 l 等于锥形部分长度 L 时；

$$S' = \frac{D-d}{2}$$

【例 1】已知一圆锥体 $D=80\text{mm}$ ； $d=75\text{mm}$ ； $L=100\text{mm}$ ； $l=120\text{mm}$ ，求尾座偏移量 S' 。

【解】

$$S' = \frac{l}{2} \times \frac{D-d}{L} = \frac{120}{2} \times \frac{80-75}{100} = 3\text{mm}$$

[例 2] 已知圆锥体 $D=30\text{mm}$, $C=1:20$, $L=60\text{mm}$, $l=80\text{mm}$. 求尾座偏移量 S' 。

[解]

$$S' = \frac{l}{2}C = \frac{80}{2} \times \frac{1}{20} = 2\text{mm}$$

车 螺 纹

一 车螺纹的刀尖宽度尺寸

1 车梯形螺纹的刀尖宽度尺寸(牙型角 = 30°)

计算公式: 刀尖宽度 = $0.366 \times \text{螺距} - 0.536 \times \text{间隙}^{\text{①}}$
(mm)

| 螺距 | 刀尖宽度 | 螺距 | 刀尖宽度 | 螺距 | 刀尖宽度 |
|----|-------|----|-------|----|--------|
| 2 | 0.598 | 6 | 1.926 | 16 | 5.320 |
| 3 | 0.961 | 8 | 2.660 | 20 | 6.781 |
| 4 | 1.330 | 10 | 3.392 | 24 | 8.218 |
| 5 | 1.562 | 12 | 4.124 | 32 | 11.176 |

2 车模数蜗杆的刀尖宽度尺寸(牙型角 = 40°)

计算公式: 刀尖宽度 = $0.843 \times \text{模数} - 0.728 \times \text{间隙}$
若取间隙 = $0.2 \times \text{模数}$, 则刀尖宽度 = $0.697 \times \text{模数}$
(具体数值见下表)。

① 间隙的数值可查梯形螺纹基本尺寸表。

(mm)

| 模 数 | 刀尖宽度 | 模 数 | 刀尖宽度 |
|-------|-------|------|--------|
| 1 | 0.697 | 8 | 5.576 |
| 1.5 | 1.046 | (9) | 6.273 |
| 2 | 1.394 | 10 | 6.970 |
| 2.5 | 1.743 | 12 | 8.364 |
| 3 | 2.091 | 14 | 9.758 |
| (3.5) | 2.440 | 16 | 11.152 |
| 4 | 2.788 | 18 | 12.546 |
| (4.5) | 3.137 | 20 | 13.940 |
| 5 | 3.485 | 25 | 17.425 |
| 6 | 4.182 | (30) | 20.910 |
| (7) | 4.879 | | |

注：括号内的尺寸尽量不采用。

3 车径节蜗杆的刀尖宽度尺寸(牙型角 = 29°)

$$\text{刀尖宽度 } W = \frac{25.4 \times 0.9723}{\text{径节}(P)}$$

[例] 加工直径等于 2 英寸、径节为 8 的 29°蜗杆，求刀尖宽度尺寸。

$$\begin{aligned} \text{[解]} \quad W &= \frac{25.4 \times 0.9723}{P} = \frac{25.4 \times 0.9723}{8} \\ &= 3.087\text{mm} \end{aligned}$$

即刀尖宽度是 3.087mm。

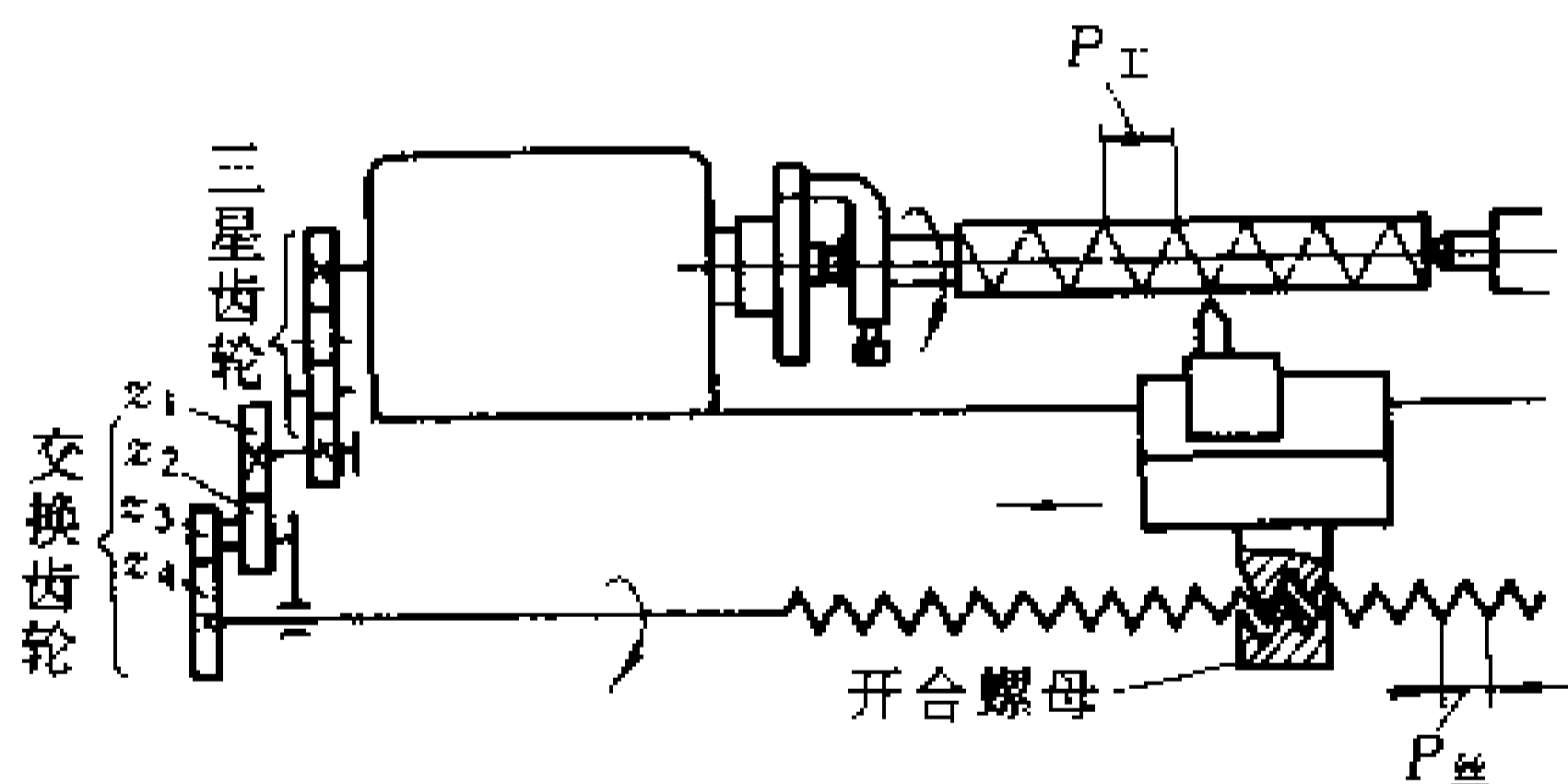
上述的刀尖宽度尺寸就是螺纹槽底的宽度。通常采用这个尺寸做样板，板据样板磨刀时，应使刀尖宽度尺寸

稍窄于样板。车削时，螺纹槽两边分两次车削，保证螺纹的表面粗糙度和槽底尺寸。

二 车螺纹时交换齿轮的计算

1 无进给箱车床交换齿轮的计算

在无进给箱的车床上车螺纹时，必须先计算出传动比（见下图），然后把选好的交换齿轮装在交换齿轮架上，才可以车削。图中 z_1 、 z_2 、 z_3 、 z_4 表示交换齿轮的齿数， P_T 表示工件螺距， $P_{\text{丝}}$ 表示丝杆螺距。



应该注意计算出来的各个交换齿轮的齿数一般应符合以下两条原则：

$$z_1 + z_2 - z_3 > 15$$

$$z_3 + z_4 - z_2 > 15$$

否则容易产生啮合不上的情况。

(1) 米制车床车米制螺纹

1) 交换齿轮计算公式

$$\frac{z_2}{z_1} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{\text{工件螺距}}{\text{丝杠螺距}}$$

[例 1] 车床丝杠螺距 6mm, 现在要车螺距为 3mm 的螺栓, 求交换齿轮齿数。

$$[\text{解}] \quad \frac{z_2}{z_1} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{\text{工件螺距}}{\text{丝杠螺距}} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} = \frac{20}{40}$$

$$\text{或:} \quad \frac{z_2}{z_1} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{1 \times 25}{2 \times 25} = \frac{25}{50}$$

$$\frac{z_2}{z_1} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{1 \times 40}{2 \times 40} = \frac{40}{80}$$

还有 $\frac{30}{60}$ 、 $\frac{35}{70}$ 、 $\frac{45}{90}$ 、 $\frac{50}{100}$ 、 $\frac{60}{120}$ ……都可以做交换齿轮。

因为计算所得传动比都等于 $\frac{1}{2}$, 只要在上面各组中任取一组就可以了。上列各组都只有 z_1 和 z_2 一对交换齿轮, 为了让丝杠与工件的旋转方向相同, 必须在 z_1 和 z_2 之间加一个中间轮 (俗称介轮)。

[例 2] 车床丝杠螺距 12mm, 需车螺距为 1mm 的螺纹, 试求交换齿轮齿数。

$$[\text{解}] \quad \frac{z_2}{z_1} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{\text{工件螺距}}{\text{丝杠螺距}} = \frac{1}{12} = \frac{20}{240}$$

因为交换齿轮的齿数没有 240 齿的, 所以就得把一个分式分解为两个分式:

$$\frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{1}{12} \cdot \frac{1}{2} \times \frac{1}{6} = \frac{50}{100} \times \frac{20}{120}$$

根据啮合条件进行验算：

$$50 - 100 = 20 - 130, 130 > 15$$

$$20 + 120 - 100 = 40, 40 > 15$$

符合啮合条件，所以可以选：

$$z_1 = 50, z_2 = 100, z_3 = 20, z_4 = 120.$$

2) 米制车床车米制螺纹交换齿轮表

(车床丝杠螺距 6mm)

| 工件螺距 /mm | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 | 工件螺距 /mm | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|
| 0.5 | 25 | 100 | 40 | 120 | 3.5 | 70 | | | 120 |
| 0.6 | 20 | 100 | 60 | 120 | 4 | 60 | | | 90 |
| 0.7 | 20 | 100 | 70 | 120 | 4.5 | 45 | | | 60 |
| 0.75 | 25 | 100 | 60 | 120 | 5 | 30 | | | 60 |
| 0.8 | 20 | 90 | 60 | 100 | 5.5 | 55 | | | 60 |
| 1 | 20 | | | 120 | 6 | 60 | | | 60 |
| 1.25 | 25 | | | 120 | 8 | 80 | | | 60 |
| 1.5 | 30 | | | 120 | 10 | 100 | | | 60 |
| 1.75 | 35 | | | 120 | 12 | 100 | | | 50 |
| 2 | 30 | | | 90 | 16 | 120 | | | 45 |
| 2.5 | 50 | | | 120 | 20 | 100 | | | 30 |
| 3 | 50 | | | 100 | 24 | 80 | | | 20 |

(2) 米制车床车英制螺纹

1) 交换齿轮计算公式

$$\frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{25.4^{\text{①}}}{\text{工件每英寸牙数}} \times \frac{1}{\text{丝杠螺距}}$$

$$= \frac{127}{5 \times \text{丝杠螺距} \times \text{工件每英寸牙数}}$$

[例] 车床丝杠螺距 6mm, 要车工件是每英寸 10 牙的螺纹, 试计算交换齿轮齿数。

[解]
$$\frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{127}{5 \times \text{丝杠螺距} \times \text{工件每英寸牙数}}$$

$$= \frac{127}{5 \times 6 \times 10} = \frac{127}{300}$$

$$= \frac{1}{3} \times \frac{127}{100}$$

$$= \frac{40}{120} \times \frac{127}{100}$$

根据啮合条件进行验算:

$$40 + 120 - 127 = 33, 33 > 15$$

$$127 + 100 - 120 = 107, 107 > 15$$

符合啮合条件, 所以可选:

$$z_1 = 40, z_2 = 120, z_3 = 127, z_4 = 100。$$

2) 米制车床车英制螺纹交换齿轮表

(车床丝杠螺距 6mm)

① $25.4 = \frac{127}{5}$ 。

| 工件每英寸牙数 | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 | 工件每英寸牙数 | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 |
|---------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|
| 24 | 127 | 120 | 20 | 120 | 8 | 30 | 120 | 127 | 60 |
| 20 | 127 | 100 | 20 | 120 | 7 | 60 | 105 | 127 | 120 |
| 18 | 127 | 90 | 20 | 120 | 6 | 127 | 30 | 20 | 120 |
| 16 | 127 | 80 | 20 | 120 | 5 | 127 | 60 | 40 | 100 |
| 14 | 127 | 70 | 20 | 120 | 4½ | 70 | 90 | 127 | 105 |
| 12 | 127 | 60 | 20 | 120 | 4 | 50 | 100 | 127 | 60 |
| 11 | 40 | 120 | 127 | 110 | 3½ | 60 | 90 | 127 | 70 |
| 10 | 40 | 120 | 127 | 100 | 3¼ | 80 | 120 | 127 | 65 |
| 9 | 40 | 120 | 127 | 90 | 3 | 40 | 120 | 127 | 30 |

(3) 英制车床车米制螺纹

1) 交换齿轮计算公式

$$\frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{\text{工件螺距}}{25.4} = \frac{\text{丝杠每英寸牙数}}{\text{工件螺距} \times \text{丝杠每英寸牙数} \times 5}$$

[例] 车床丝杠每英寸 6 牙，工件螺距是 5mm，试计算交换齿轮齿数。

$$\begin{aligned}
 \text{[解]} \quad \frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} &= \frac{\text{工件螺距} \times \text{丝杠每英寸牙数} \times 5}{127} \\
 &= \frac{5 \times 6 \times 5}{127} = \frac{150}{127} \\
 &= \frac{2 \times 75}{127} = \frac{80 \times 75}{40 \times 127} \\
 &= \frac{80}{40} \times \frac{75}{127}
 \end{aligned}$$

根据啮合条件进行验算：

$$80 - 40 - 75 = 45, 45 > 15$$

$$75 + 127 - 40 = 162, 162 > 15$$

符合啮合条件，所以可选：

$$z_1 = 80, z_2 = 40, z_3 = 75, z_4 = 127。$$

2) 英制车床车米制螺纹交换齿轮表

(车床丝杠 1 英寸 4 牙)

| 工件螺距 /mm | 用 127 牙的齿轮 | | | | 不用 127 牙的齿轮 | | | |
|-------------|------------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|
| | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 |
| 0.5 | 40 | 120 | 30 | 127 | | | | |
| 0.6 | 40 | 100 | 30 | 127 | 20 | 110 | 65 | 125 |
| 0.7 | 40 | 100 | 35 | 127 | 20 | 95 | 55 | 105 |
| 0.75 | 30 | 90 | 45 | 127 | 20 | 100 | 65 | 110 |
| 0.8 | 30 | 75 | 40 | 127 | 45 | 100 | 35 | 125 |
| 1 | 20 | | | 127 | 45 | 80 | 35 | 125 |

(续)

| 工件螺距 /mm | 用 127 牙的齿轮 | | | | 不用 127 牙的齿轮 | | | |
|-------------|------------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|
| | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 |
| 1.25 | 25 | | | 127 | 45 | 80 | 35 | 100 |
| 1.5 | 30 | | | 127 | 85 | 80 | 20 | 90 |
| 1.75 | 35 | | | 127 | 35 | 90 | 85 | 120 |
| 2 | 40 | | | 127 | 70 | 80 | 45 | 125 |
| 2.5 | 50 | | | 127 | 90 | 80 | 35 | 100 |
| 3 | 60 | | | 127 | 105 | 80 | 45 | 125 |
| 3.5 | 70 | | | 127 | 90 | 70 | 45 | 105 |
| 4 | 80 | | | 127 | 90 | 40 | 35 | 125 |
| 4.5 | 90 | | | 127 | 115 | 85 | 55 | 105 |
| 5 | 100 | | | 127 | 90 | 80 | 70 | 100 |
| 5.5 | 110 | | | 127 | 125 | 55 | 40 | 105 |
| 6 | 120 | | | 127 | 105 | 40 | 45 | 125 |
| 8 | 80 | 30 | 60 | 127 | 90 | 20 | 35 | 125 |
| 10 | 80 | 20 | 50 | 127 | 90 | 40 | 70 | 100 |
| 12 | 80 | 20 | 60 | 127 | 105 | 20 | 90 | 125 |
| 16 | 100 | 25 | 80 | 127 | 90 | 20 | 70 | 125 |
| 20 | 100 | 20 | 80 | 127 | 90 | 20 | 70 | 100 |
| 24 | 120 | 20 | 80 | 127 | 105 | 20 | 90 | 125 |

(4) 英制车床车英制螺纹

1) 交换齿轮计算公式

$$\frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{\frac{25.4}{\text{工件每英寸牙数}}}{\frac{25.4}{\text{丝杠每英寸牙数}}} = \frac{\text{丝杠每英寸牙数}}{\text{工件每英寸牙数}}$$

[例] 车床丝杠每英寸4牙, 工件每英寸6牙, 试计算交换齿轮齿数。

$$\begin{aligned} \text{[解]} \quad \frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} &= \frac{\text{丝杠每英寸牙数}}{\text{工件每英寸牙数}} = \frac{4}{6} = \frac{2 \times 2}{2 \times 3} \\ &= \frac{40}{40} \times \frac{60}{90} \end{aligned}$$

根据啮合条件进行验算:

$$40 + 40 - 60 = 20, 20 > 15$$

$$60 + 90 - 40 = 110, 110 > 15$$

符合啮合条件, 所以可选:

$$z_1 = 40, z_2 = 40, z_3 = 60, z_4 = 90。$$

2) 英制车床车英制螺纹交换齿轮表

(车床丝杠1英寸4牙)

| 工 件 每英寸 牙 数 | (主轴上的 配换齿轮) z_2 | (丝杠上的 配换齿轮) z_3 | 工 件 每英寸 牙 数 | (主轴上的 配换齿轮) z_1 | (丝杠上的 配换齿轮) z_4 |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|
| 24 | 20 | 120 | 18 | 20 | 90 |
| 20 | 20 | 100 | 16 | 20 | 80 |

(续)

| 工 件 每英寸 牙 数 | (主轴上的 配换齿轮) z_1 | (丝杠上的 配换齿轮) z_2 | 工 件 每英寸 牙 数 | (主轴上的 配换齿轮) z_1 | (丝杠上的 配换齿轮) z_2 |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|
| 14 | 20 | 70 | 6 | 60 | 90 |
| 12 | 30 | 90 | 5 | 80 | 100 |
| 11 | 40 | 110 | 4½ | 80 | 90 |
| 10 | 40 | 100 | 4 | 60 | 60 |
| 9 | 40 | 90 | 3½ | 80 | 70 |
| 8 | 50 | 100 | 3¼ | 80 | 65 |
| 7 | 60 | 105 | 3 | 60 | 45 |

(5) 用定数求各种丝杠的车床交换齿轮计算法
应用交换齿轮表时会遇到下面情况:

车床丝杠螺距不是 6mm 或不是每英寸 4 牙, 这时可将查出来的齿数乘上定数表中的定数。

1) 米制车床的定数

$$\text{定数} = \frac{6}{\text{丝杠螺距}}$$

| 丝杠 螺距 /mm | 3 | 4 | 8 | 10 | 12 | 24 |
|-----------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 定数 | $\frac{6}{3} = 2$ | $\frac{6}{4} = \frac{3}{2}$ | $\frac{6}{8} = \frac{3}{4}$ | $\frac{6}{10} = \frac{3}{5}$ | $\frac{6}{12} = \frac{1}{2}$ | $\frac{6}{24} = \frac{1}{4}$ |

[例 1] 车床丝杠螺距 12mm，需车工件螺距 0.75mm，求交换齿轮齿数。

[解] 从 689 页交换齿轮表中查出：

$$\frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{25}{100} \times \frac{60}{120}$$

把上面的一套齿轮乘上定数 $\frac{1}{2}$ ：

$$\frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{25}{100} \times \frac{60}{120} \times \frac{1}{2} = \frac{25}{100} \times \frac{30}{120}$$

根据啮合条件进行验算：

$$25 + 100 - 30 = 95, 95 > 15$$

$$30 + 120 - 100 = 50, 50 > 15$$

符合啮合条件，所以可选：

$$z_1 = 25, z_2 = 100, z_3 = 30, z_4 = 120.$$

[例 2] 车床丝杠螺距 8mm，要车工件是每英寸 5 牙，试求交换齿轮齿数。

[解] 从 691 页交换齿轮表中查出：

$$\frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{127}{60} \times \frac{40}{100}$$

将上面一套齿轮乘上定数 $\frac{3}{4}$ ：

$$\frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{127}{60} \times \frac{40}{100} \times \frac{3}{4} = \frac{127}{60} \times \frac{30}{100}$$

根据啮合条件进行验算：

$$127 + 60 - 30 = 157, 157 > 15$$

$$30 + 100 - 60 = 70, 70 > 15$$

符合啮合条件，所以可选：

$$z_1 = 127, z_2 = 60, z_3 = 30, z_4 = 100。$$

2) 英制车床的定数

$$\text{定数} = \frac{\text{车床丝杠每英寸牙数}}{4}$$

| | | | | | | |
|-----------------|---------------|-----------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|-------------------|
| 丝杠 每英寸 牙数 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 8 |
| 定数 | $\frac{1}{4}$ | $\frac{2}{4} = \frac{1}{2}$ | $\frac{3}{4}$ | $\frac{5}{4}$ | $\frac{6}{4} = \frac{3}{2}$ | $\frac{8}{4} = 2$ |

[例 1] 车床丝杠每英寸 5 牙，需车工件螺距是 0.75mm，求交换齿轮齿数。

[解] 从 692 页交换齿轮表中查出：

$$\frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{30}{90} \times \frac{45}{127}$$

把上面一套交换齿轮乘上定数 $\frac{5}{4}$ ：

$$\frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{30}{90} \times \frac{45}{127} \times \frac{5}{4} = \frac{30}{120} \times \frac{75}{127}$$

根据啮合条件进行验算：

$$30 + 120 - 75 = 75, 75 > 15$$

$$75 + 127 - 120 = 82, 82 > 15$$

符合啮合条件，所以可选：

$$z_1 = 30, z_2 = 120, z_3 = 75, z_4 = 127。$$

〔例 2〕 丝杠每英寸 6 牙，需车工件每英寸 8 牙，求交换齿轮齿数。

〔解〕 从 694 页交换齿轮表中查出：

$$\frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{50}{100}$$

将这套交换齿轮乘上定数 $\frac{3}{2}$ ：

$$\frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{50}{100} \times \frac{3}{2} = \frac{75}{100}$$

这套交换齿轮只有一对齿轮，即 $z_1 = 75, z_2 = 100$ 。还需加一个中间轮。

(6) 车蜗杆时的交换齿轮计算

1) 米制车床车模数蜗杆

$$\begin{aligned} \frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} &= \frac{\pi \times \text{模数}}{\text{丝杠螺距}} = \frac{\frac{22^{(1)}}{7} \times \text{模数}}{\text{丝杠螺距}} \\ &= \frac{22 \times \text{模数}}{7 \times \text{丝杠螺距}} \end{aligned}$$

〔例〕 车床丝杠螺距为 6mm，车模数为 2mm 的蜗

(1) $\pi \approx \frac{22}{7}$ 。

杆，求交换齿轮齿数。

$$\begin{aligned} \text{[解]} \quad \frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} &= \frac{22 \times \text{模数}}{7 \times \text{丝杠螺距}} = \frac{22 \times 2}{7 \times 6} \\ &= \frac{11 \times 4}{7 \times 6} = \frac{110}{70} \times \frac{80}{120} \end{aligned}$$

根据啮合条件验算：

$$110 - 70 - 80 = 100, 100 > 15$$

$$80 + 120 - 70 = 130, 130 > 15$$

符合啮合条件，所以可选：

$$z_1 = 110, z_2 = 70, z_3 = 80, z_4 = 120。$$

2) 米制车床车模数蜗杆交换齿轮表

(车床丝杠螺距 6mm)

| 模 数 <i>m</i> /mm | 主轴齿轮 | | 中间齿轮 | | 丝杠齿轮 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 | z_5 |
| 0.5 | 40 | 70 | 55 | 120 | |
| 0.75 | 55 | 35 | 30 | 120 | |
| 1 | 55 | 70 | 80 | 120 | |
| 1.25 | 50 | 60 | 55 | 70 | |
| 1.5 | 55 | — | — | 70 | |
| 1.75 | 110 | 70 | 35 | 60 | |
| 2 | 110 | 70 | 40 | 60 | |
| 2.25 | 110 | 70 | 45 | 60 | |
| 2.5 | 110 | 70 | 50 | 60 | |
| 3 | 110 | 35 | 60 | 120 | |

(续)

| 模 数 m /mm | 主轴齿轮 | 中间齿轮 | | 丝杠齿轮 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 |
| 3.5 | 110 | 35 | 70 | 120 |
| 4 | 110 | 35 | 80 | 120 |
| 4.5 | 110 | 35 | 90 | 120 |
| 5 | 110 | 35 | 100 | 120 |
| 5.5 | 110 | 35 | 55 | 60 |
| 6 | 55 | 35 | 60 | 30 |

3) 米制车床车径节蜗杆

$$\frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{\frac{\pi \times 25.4}{\text{径节}}}{\text{丝杠螺距}} = \frac{\pi \times 25.4}{\text{径节} \times \text{丝杠螺距}}$$

$$= \frac{\frac{22}{7} \times \frac{127}{5}}{\text{径节} \times \text{丝杠螺距}} = \frac{22 \times 127}{7 \times 5 \times \text{径节} \times \text{丝杠螺距}}$$

〔例〕 车床丝杠螺距为 6mm，车径节为 12 的蜗杆螺纹，求交换齿轮齿数。

$$\text{〔解〕 } \frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{22 \times 127}{7 \times 5 \times \text{径节} \times \text{丝杠螺距}}$$

$$= \frac{22 \times 127}{7 \times 5 \times 12 \times 6} = \frac{127 \times 11}{60 \times 21} = \frac{127}{60} \times \frac{55}{105}$$

根据啮合条件进行验算：

$$127 + 60 - 55 = 132, 132 > 15$$

$$55 + 105 - 60 = 100, 100 > 15$$

符合啮合条件，所以可选：

$$z_1 = 127, z_2 = 60, z_3 = 55, z_4 = 105。$$

4) 英制车床车模数蜗杆

$$\begin{aligned} \frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} &= \frac{\pi \times \text{模数}}{25.4} \\ &= \frac{\pi \times \text{模数} \times \text{丝杠每英寸牙数}}{25.4} \\ &= \frac{\frac{22}{7} \times \text{模数} \times \text{丝杠每英寸牙数}}{\frac{127}{5}} \\ &= \frac{22 \times 5 \times \text{模数} \times \text{丝杠每英寸牙数}}{7 \times 127} \end{aligned}$$

[例] 车床丝杠每英寸4牙，车模数为2.5的蜗杆，求交换齿轮齿数。

[解]

$$\begin{aligned} \frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} &= \frac{22 \times 5 \times \text{模数} \times \text{丝杠每英寸牙数}}{7 \times 127} \\ &= \frac{22 \times 5 \times 2.5 \times 4}{7 \times 127} = \frac{10 \times 110}{127 \times 7} = \frac{100}{127} \times \frac{110}{70} \end{aligned}$$

根据啮合条件进行验算：

$$100 + 127 - 110 = 117, 117 > 15$$

$$110 + 70 - 127 = 53, 53 > 15$$

符合啮合条件，所以可选：

$$z_1 = 100, z_2 = 127, z_3 = 110, z_4 = 70$$

5) 英制车床车模数蜗杆螺纹交换齿轮表

(车床丝杠 1 英寸 4 牙)

| 模 数 m /mm | 主 轴 齿 轮 z_1 | 中 间 齿 轮 | | 丝 杠 齿 轮 z_4 | 模 数 m /mm | 主 轴 齿 轮 z | 中 间 齿 轮 | | 丝 杠 齿 轮 z_1 |
|-------------------|---------------------|---------|-------|---------------------|-------------------|-------------------|---------|-------|---------------------|
| | | z_2 | z_3 | | | | z_2 | z_3 | |
| 0.5 | 40 | 70 | 55 | 127 | 3.5 | 110 | 35 | 70 | 127 |
| 0.7 | 40 | 50 | 55 | 127 | 3.75 | 110 | 35 | 75 | 127 |
| 1 | 80 | 70 | 55 | 127 | 4 | 110 | 35 | 80 | 127 |
| 1.25 | 100 | 70 | 55 | 127 | 4.25 | 110 | 35 | 85 | 127 |
| 1.5 | 110 | 70 | 60 | 127 | 4.5 | 110 | 35 | 90 | 127 |
| 1.75 | 60 | 30 | 55 | 127 | 4.75 | 110 | 35 | 95 | 127 |
| 2 | 110 | 70 | 80 | 127 | 5 | 110 | 35 | 100 | 127 |
| 2.25 | 110 | 70 | 90 | 127 | 5.25 | 110 | 25 | 75 | 127 |
| 2.5 | 110 | 70 | 100 | 127 | 5.5 | 110 | 35 | 110 | 127 |
| 2.75 | 110 | 35 | 55 | 127 | 5.75 | 120 | 35 | 110 | 127 |
| 3 | 120 | 35 | 55 | 127 | 6 | 120 | 35 | 110 | 127 |
| 3.25 | 110 | 35 | 65 | 127 | 6.25 | 120 | 30 | 110 | 127 |

6) 英制车床车径节蜗杆

$$\frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{\frac{\pi}{\text{径节}}}{1} = \frac{\pi \times \text{丝杠每英寸牙数}}{\text{径节}} = \frac{22 \times \text{丝杠每英寸牙数}}{7 \times \text{径节}}$$

〔例〕 车床丝杠每英寸4牙，车径节等于8的蜗杆，求交换齿轮齿数。

〔解〕

$$\begin{aligned} \frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} &= \frac{22 \times \text{丝杠每英寸牙数}}{7 \times \text{径节}} \\ &= \frac{22 \times 4}{7 \times 8} \\ &= \frac{110}{35} \times \frac{25}{50} \end{aligned}$$

根据啮合条件进行验算：

$$110 + 35 - 25 = 120, 120 > 15$$

$$25 + 50 - 35 = 40, 40 > 15$$

符合啮合条件，所以可选：

$$z_1 = 110, z_2 = 35, z_3 = 25, z_4 = 50.$$

7) 英制车床车径节蜗杆螺纹交换齿轮表

(车床丝杠1英寸4牙)

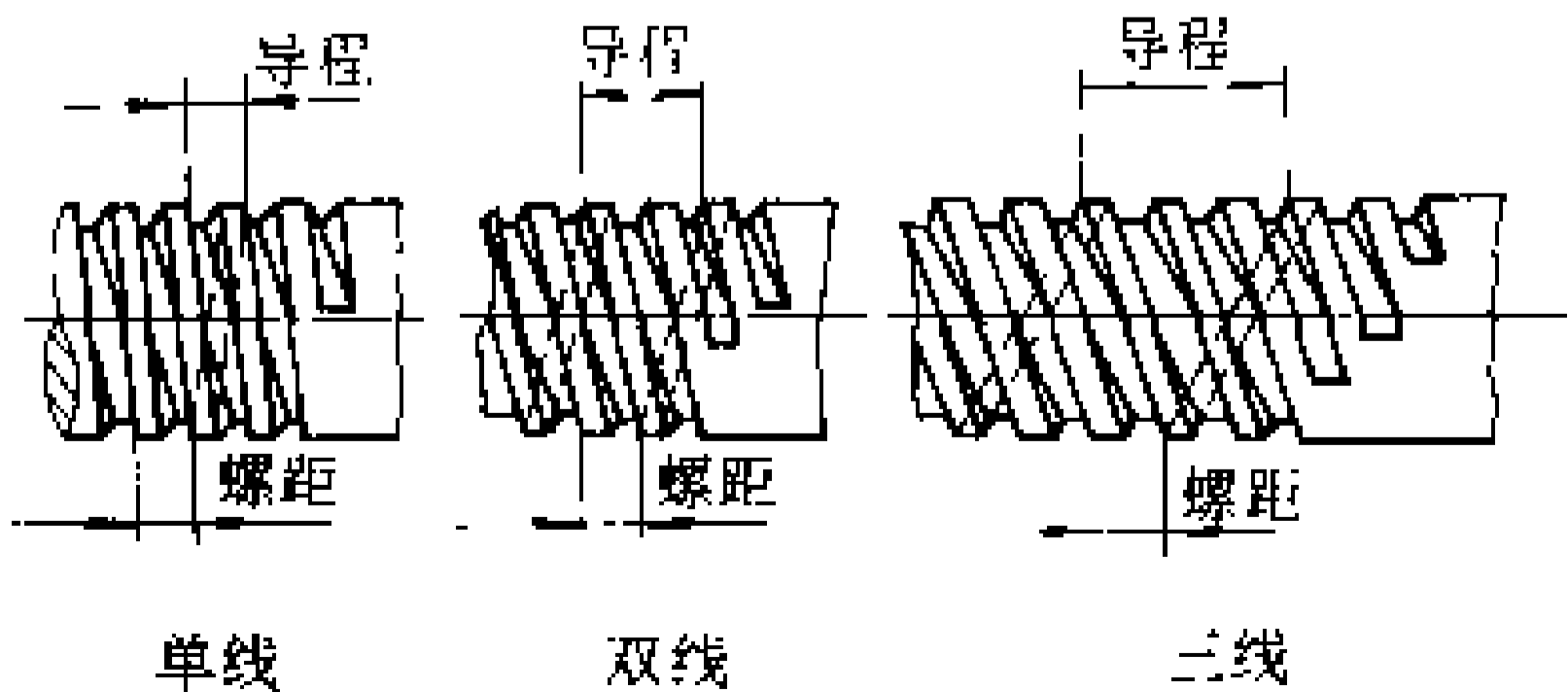
| 径节 P | 主轴 齿轮 | | 中间齿轮 | | 丝杠 齿轮 | 径节 P | 主轴 齿轮 | | 中间齿轮 | | 丝杠 齿轮 |
|-----------|----------|-------|-------|-------|----------|-----------|----------|-------|-------|-----|----------|
| | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 | z_1 | | z_2 | z_3 | z_4 | | |
| 42 | 55 | 70 | 40 | 105 | | 34 | 55 | 70 | 40 | 85 | |
| 40 | 55 | 70 | 40 | 100 | | 32 | 55 | 70 | 50 | 100 | |
| 38 | 55 | 70 | 40 | 95 | | 30 | 55 | 70 | 40 | 75 | |
| 36 | 55 | 70 | 40 | 90 | | 28 | 60 | 70 | 55 | 105 | |

(续)

| 径节 P | 主轴 齿轮 | | 中间齿轮 | | 丝杠 齿轮 | 径节 P | 主轴 齿轮 | | 中间齿轮 | | 丝杠 齿轮 |
|-----------|----------|-------|-------|-------|----------|----------------|----------|-------|-------|-------|----------|
| | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 | z_5 | | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 | z_5 |
| 26 | 60 | 65 | 55 | 105 | 105 | 10 | 55 | 70 | 80 | 50 | |
| 24 | 30 | 105 | 110 | 60 | 60 | 8 | 55 | - | - | 35 | |
| 22 | 60 | - | - | 105 | 105 | $7\frac{1}{2}$ | 80 | 35 | 55 | 75 | |
| 20 | 60 | 50 | 55 | 105 | 105 | 7 | 80 | 35 | 55 | 70 | |
| 18 | 60 | 45 | 55 | 105 | 105 | $6\frac{1}{2}$ | 80 | 35 | 55 | 65 | |
| 16 | 75 | 30 | 55 | 105 | 105 | 6 | 80 | 30 | 55 | 70 | |
| 14 | 60 | 105 | 110 | 70 | 70 | $5\frac{1}{2}$ | 80 | - | - | 35 | |
| 12 | 55 | 70 | 80 | 60 | 60 | | | | | | |

(7) 车多线螺纹及交换齿轮计算

圆柱体上只有一条螺旋槽的螺纹,叫做单线螺纹。凡有两条或两条以上螺旋槽的螺纹,就叫多线螺纹。



1) 导程计算

$$P_s = P_n$$

式中 P_s 螺纹导程(mm);

P 螺纹螺距(mm);

n 螺纹线数。

2) 交换齿轮计算

车多线螺纹时的传动比是按螺纹导程来计算的。为了减少计算导程(或者多线螺纹的每英寸牙数)的麻烦,只要在单线螺纹的公式后面乘上螺纹线数就行了。

例如米制车床车米制多线螺纹,计算公式为:

$$\frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{\text{工件螺距}}{\text{丝杠螺距}} \times \text{线数}$$

[例 1] 车床丝杠螺距 $P_s = 6\text{mm}$, 车削一工件螺距为 2.5mm 的双线螺纹, 求交换齿轮。

[解]

$$\frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{2.5}{6} \times 2 = \frac{5}{6} = \frac{50}{60}$$

[例 2] 车床丝杠每英寸 4 牙, 需车削工件是每英寸 10 牙的双线螺纹, 计算交换齿轮。

[解]

$$\frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{4}{10} \times 2 = \frac{4}{5} = \frac{40}{50}$$

3) 车多线螺纹的分线方法

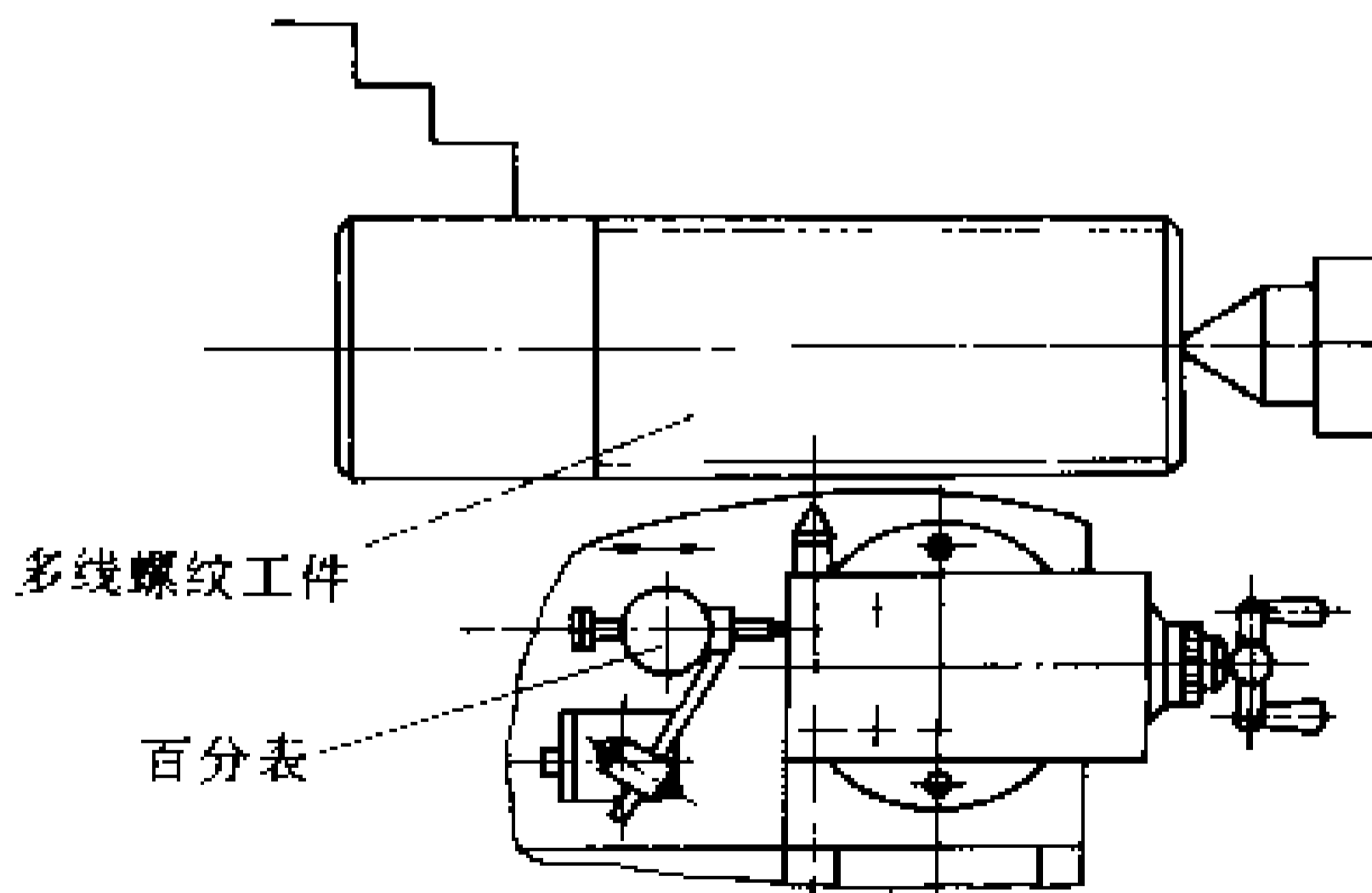
用小刀架的丝杠分线

这种方法属于轴向分线法。当车好一条螺旋线后，把车刀轴向移动一个螺距，就可车削第二条螺旋线。前移的距离可用千分表测出，也可以按小刀架摇过的格数来计算。

$$\begin{aligned} \text{小刀架摇把摇过的格数} &= \frac{\text{工件的螺距}}{\text{小刀架丝杠螺距}} \times \text{刻度盘一圈的格数} \\ &= \frac{\text{工件的螺距} \times \text{刻度盘一圈的格数}}{\text{小刀架丝杠螺距}} \end{aligned}$$

[例] 车床小刀架丝杠螺距为 5mm，小刀架刻度盘一圈 100 格，所车工件 Tr20×6/(P2)，问如何用小刀架丝杠分线？

[解] 摇把应转的格数： $\frac{2 \times 100}{5} = 40$



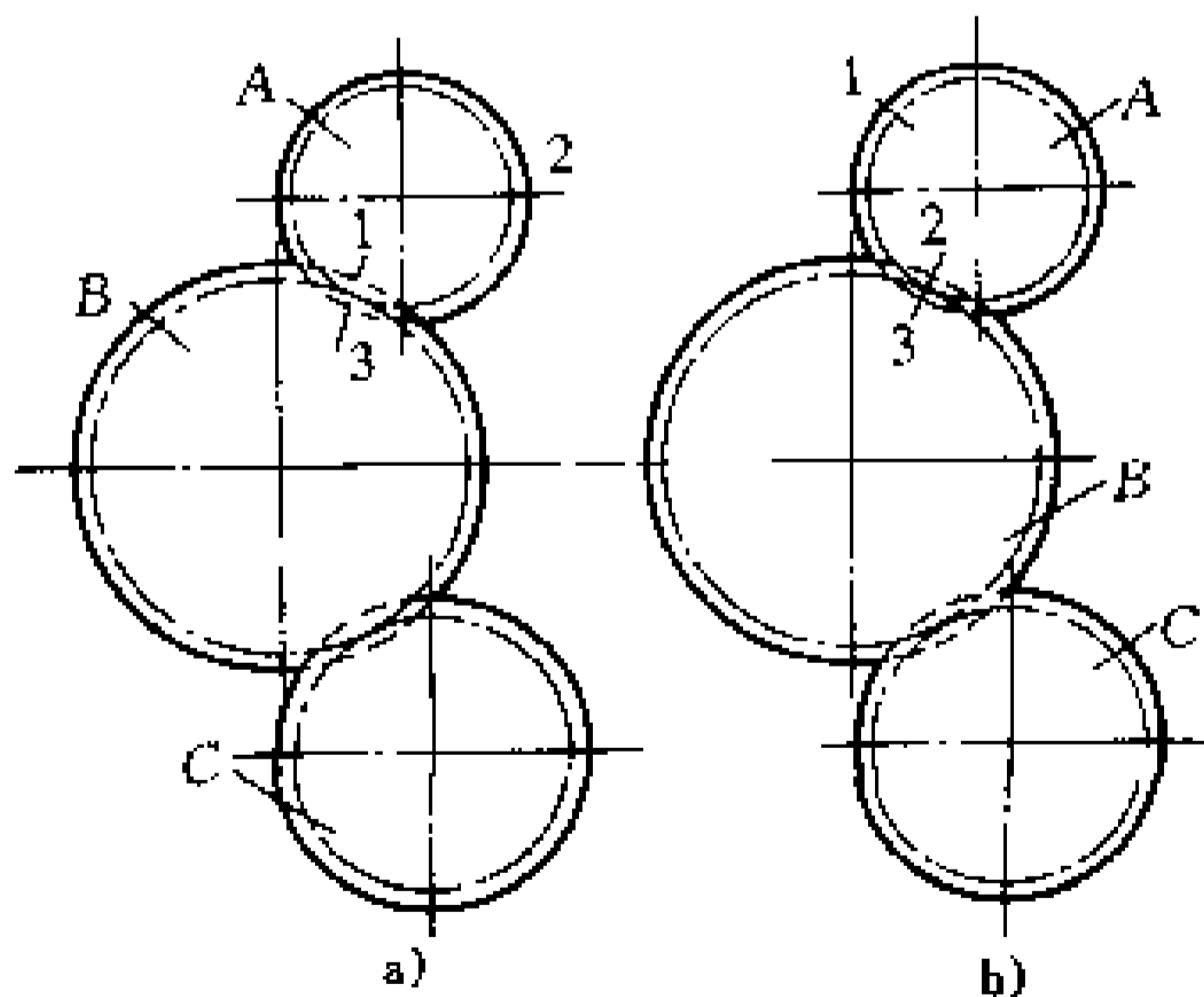
即车完每一线后，将小刀架摇把摇过 40 格，使小刀架往前移一个螺距(2mm)，就可车另一个头的螺纹。

用交换齿轮齿数分线

这种方法属于圆周分线法，即当车好第一条螺旋线以后，使工件跟车刀的传动链脱开，并把工件转过一定的齿数(双线螺纹转 $\frac{z_1}{2}$ ，三线螺纹转 $\frac{z_1}{3}$)后，再合上传动链就可以车另一个螺旋线。这样依次分线就可把螺旋线车好。

当交换齿轮中的主动轮齿数是螺纹线数的倍数时，就可以按下列步骤进行分线(见下图)：

当车好第一条螺旋线后，停车。



在主轴交换齿轮 z_1 (主动轮 A) 上用粉笔做好三等分 (或两等分),

然后将中间轮 B 与主轴齿轮 A 脱开, 用手转动卡盘。

使记号 2 的一个齿转到原来 1 的位置上。

这时再将中间轮 B 与主轴齿轮 A 啮合, 即可车第二条螺旋线。

第三条螺旋线的分线方法与第二条螺旋线的分线方法相同。

2 有进给箱车床交换齿轮的计算

在有进给箱的车床上车一般螺纹时, 只要按铭牌上的规定来变换齿轮和手柄位置就可以了。但有时会遇到要车的螺纹的螺距或每英寸牙数、模数或径节在铭牌上没有, 有些车床连车模数或径节螺纹的表格也没有。这时就必须重新计算交换齿轮。

(1) 车特殊螺距时的计算方法

螺距特殊是指螺距 (或每英寸牙数、模数等) 在铭牌上找不到, 可以用下列公式计算:

$$\text{车米制螺纹或模数蜗杆: } \frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{a}{a_1} \times i_{\text{进}};$$

$$\text{车英制螺纹或径节蜗杆: } \frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{b_1}{b} \times i_{\text{进}}。$$

(上面公式不论英制车床或米制车床都适用)

式中 a ——工件螺纹的螺距或模数;

a_1 在铭牌上任意选取的螺距或模数。如果 a 是螺距，那么 a_1 应该在铭牌螺距一栏中任意选取；如果 a 是模数，那么 a_1 应该在铭牌模数一栏中任意选取；

b 工件螺纹的每英寸牙数或径节；

b_1 在铭牌上任意选取的每英寸牙数或径节。如果 b 是每英寸牙数，那么 b_1 应在铭牌上每英寸牙数一行中任意选取；如果 b 是径节，那么 b_1 应在铭牌上径节一栏中任意选取；

$i_{原}$ 所选出来的 a_1 或 b_1 位置上原来的挂轮比，这个比值在铭牌上是注明的。

〔例 1〕 在 C620 - 1 型车床上，要车螺距 $P = 0.9\text{mm}$ 的螺纹，怎样计算挂轮齿数和变换手柄位置？

〔解〕 0.9mm 的螺距在铭牌上是没有的。可以在米制螺纹螺距一行中选 $a_1 = 0.8\text{mm}$ ，由铭牌查出 $i_{原} = \frac{22}{33} \times \frac{20}{25}$ ，手柄在 1 的位置。现在要车螺距 0.9mm 的螺纹，则

$$\text{传动比 } i = \frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{a}{a_1} i_{原}$$

$$\frac{0.9}{0.8} \times \frac{22}{33} \times \frac{20}{25} = \frac{40}{48} \times \frac{36}{50}$$

手柄仍放在 1 的位置。

〔例 2〕 在 C615 型车床上车每英寸 10 牙的英制螺纹，怎样计算交换齿轮和变换手柄位置？

[解] 每英寸 $10\frac{1}{2}$ 牙的螺距在铭牌上是没有的。可在英制螺纹每英寸牙数一栏中选取 $b_1 = 5.5$ ，查出

$$i_{原} = \frac{25}{31} \times \frac{21}{22}, \text{ 手柄在 3 的位置。}$$

现在要车每英寸牙数为 $10\frac{1}{2}$ 的螺纹，则

$$\begin{aligned} \text{传动比 } i &= \frac{b}{b_1} i_{原} = \frac{5.5}{10.5} \times \frac{25}{31} \times \frac{21}{22} \\ &= \frac{21}{42} \times \frac{25}{31} \end{aligned}$$

手柄放在 3 的位置上。

(2) 车床铭牌上只有米制螺距和每英寸牙数，要车模数或径节蜗杆时的计算方法

$$\text{车模数蜗杆: } \frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{\text{工件模数}}{\text{铭牌所选螺距}} \times \frac{22}{7} \times i_{原}$$

$$\begin{aligned} \text{车径节蜗杆: } \frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} &= \frac{\text{铭牌所选每英寸牙数}}{\text{工件径节}} \times \\ &\frac{22}{7} \times i_{原} \end{aligned}$$

应用以上公式应注意：如果要车模数蜗杆，应在铭牌米制螺距一行中选取；如果要车径节蜗杆，应在铭牌上英制螺纹（每英寸牙数）一行中选取。并尽可能使选出的数字与要车工件数字相同。

[例 1] 在一台带有进给箱的英制车床上车一个模数 $m=2.5$ 的蜗杆，怎样计算交换齿轮齿数和变换手柄位置？

[解] 在铭牌米制螺距一行中选取 2.5, 查出 $i_{原} = \frac{50}{127}$, 手柄 A 在 8 的位置上, 手柄 B 应放在 3 的位置上。

现在要车模数 2.5 的蜗杆, 则

$$\begin{aligned} \frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} &= \frac{\text{工件模数}}{\text{铭牌所选螺距}} \times \frac{22}{7} \times i_{原} \\ &= \frac{2.5}{2.5} \times \frac{22}{7} \times \frac{50}{127} = \frac{100}{35} \times \frac{55}{127} \end{aligned}$$

手柄 A 在 8 的位置上, 手柄 B 应放在 3 的位置上。

[例 2] 在一台有进给箱的米制车床上车一径节为 12 的蜗杆螺纹, 求交换齿轮齿数和手柄位置。

[解] 在铭牌英制螺纹一行中选取 12, 查出

$$i_{原} = \frac{50}{60} \times \frac{70}{80}$$

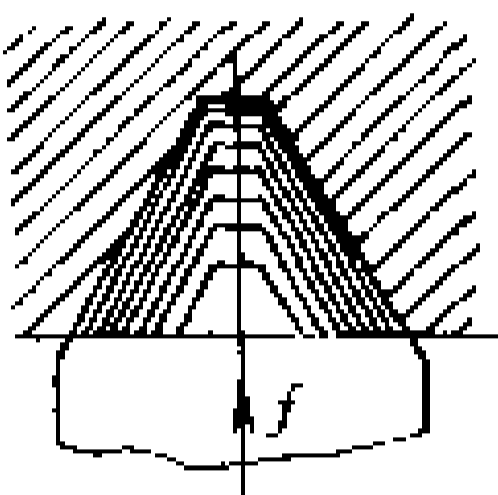
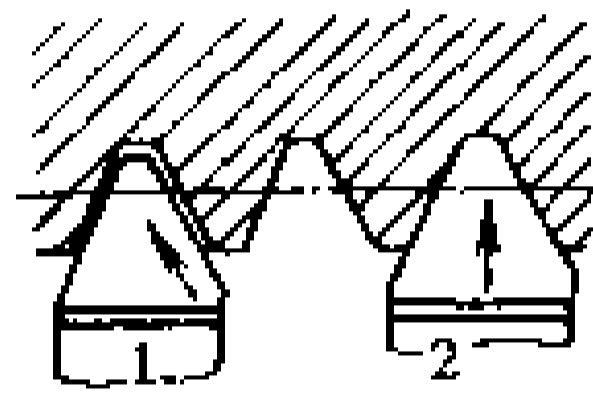
现在要车径节为 12 的蜗杆, 则

$$\begin{aligned} \frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} &= \frac{\text{铭牌所选每英寸牙数}}{\text{工件径节}} \times \frac{22}{7} \times i_{原} \\ &= \frac{12}{12} \times \frac{22}{7} \times \frac{50}{60} \times \frac{70}{80} = \frac{50}{30} \times \frac{55}{40} \end{aligned}$$

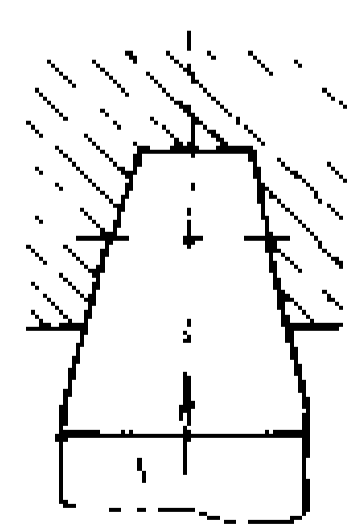
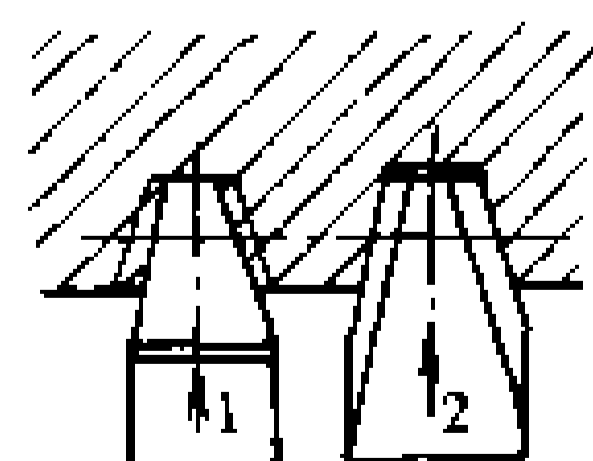
手柄应放在车每英寸 12 牙时所规定的位置。

三 螺纹车削方法

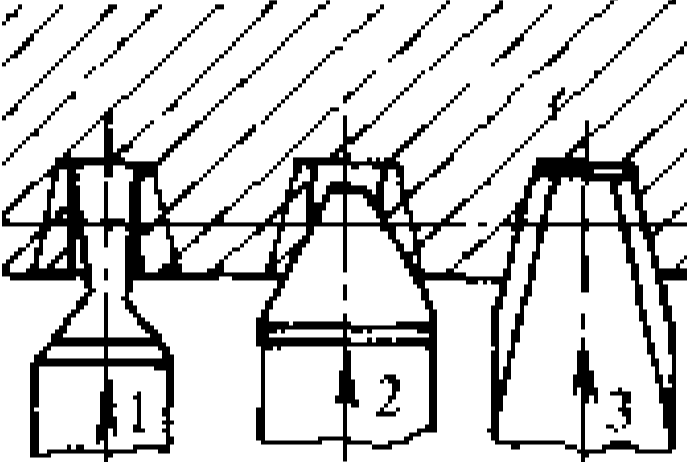
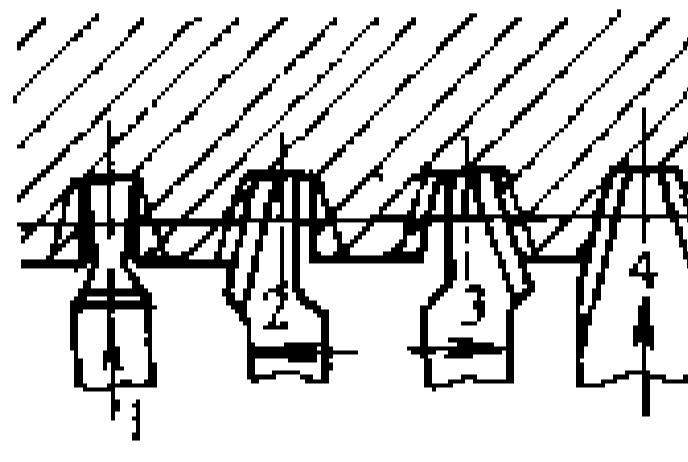
1 三角形螺纹车削方法

| 螺距 $P/$ mm | $P < 3$ | $P > 3$ |
|---------------|---|---|
| 车削方法 | <p>用一把硬质合金车刀，径向进刀车出螺纹</p>  | <p>首先用粗车刀斜向进刀粗车，后用精车刀径向进刀精车。若为精密螺纹，精车时应用轴向进刀分别精车牙形两侧</p>  |

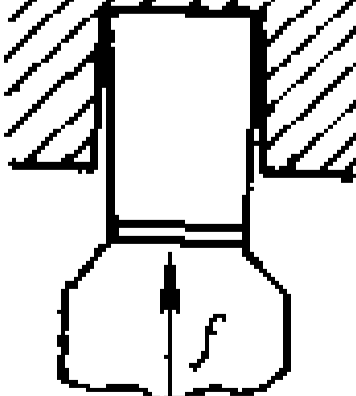
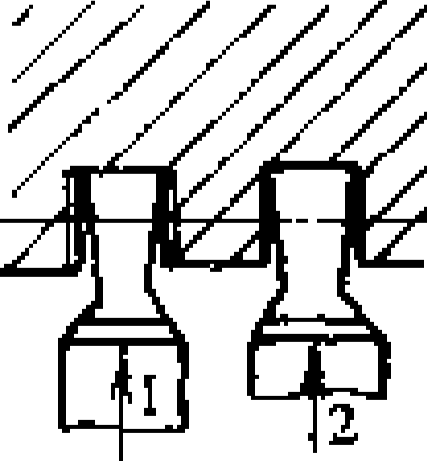
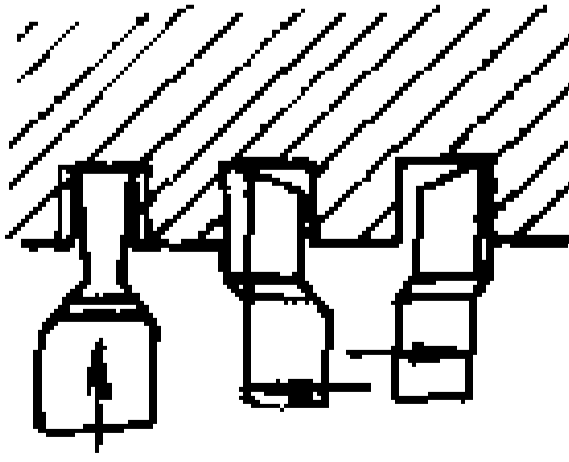
2 梯形螺纹车削方法

| 螺距 $P/$ mm | $P \leq 3$ | $P \leq 8$ |
|---------------|---|--|
| 车削方法 | <p>用一把车刀，径向进刀粗、精车成</p>  | <p>首先用比牙型角小 2° 的粗车刀径向进刀车至底径，而后用精车刀径向进刀精车</p>  |

(续)

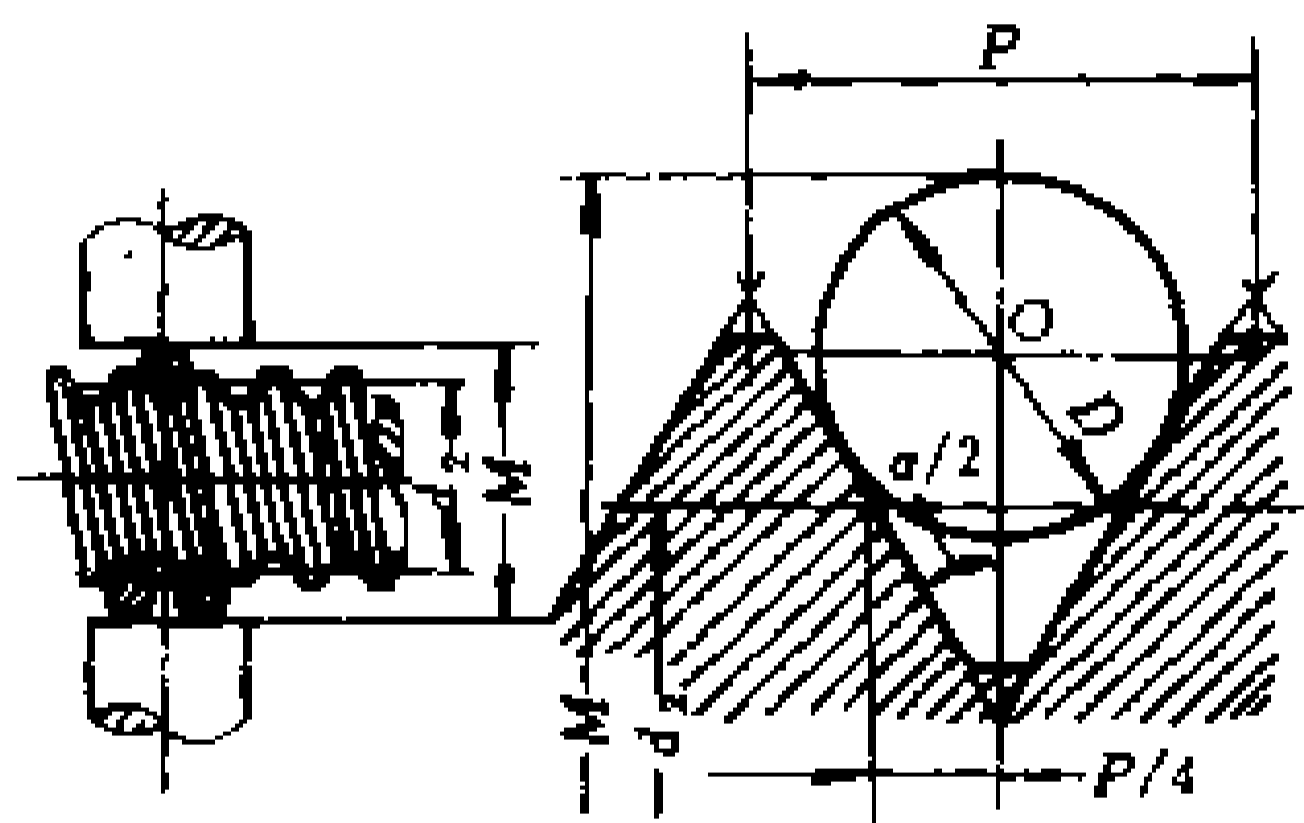
| 螺距 P , mm | $P = 10$ | $P = 16$ |
|----------------|---|---|
| 车削方法 | <p>首先用切槽车刀径向进刀车至底径，再用刃形角比牙型角小 2° 的粗车刀径向进刀粗车，最后用开有卷屑槽的精车刀径向进刀精车</p>  | <p>先用切刀径向进刀粗车至底径，再用左、右偏刀轴向进刀粗车两侧，最后用精车刀径向进刀精车</p>  |

3 矩形螺纹车削方法

| 螺距 P /mm | $P \leq 1$ | $P = 12$ | $P > 12$ |
|---------------|---|--|---|
| 车削方法 | <p>用一把车刀，径向进刀车成，精密螺纹用两把刀，径向进刀，粗、精车成</p>  | <p>分别用粗、精车刀径向进刀粗、精车</p>  | <p>先用切刀径向进刀车至底径，后用左、右精车偏刀分别精车牙形两侧(轴向进刀)</p>  |

四 螺纹三针测量法

用量针测量螺纹中径的方法，叫做三针测量法。测量时，在螺纹凹槽内放置具有同样直径 D 的三根量针，如下图所示，然后用千分尺来测量尺寸 M 的大小，以验证所加工的螺纹中径是否正确。



1 计算公式

螺纹中径的计算公式：

$$d_2 = M - D \left[1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right] + \frac{P}{2} \cot \frac{\alpha}{2}$$

式中 M 千分尺测得的数值 (mm)；

D — 量针直径 (mm)；

$\alpha/2$ — 牙形半角 ($^\circ$)；

P — 工件螺距或蜗杆齿距 (mm)。

量针直径 D 的计算公式:

$$D = \frac{P}{2 \cos \frac{\alpha}{2}}$$

如果已知螺纹牙型角, 也可用下列简化公式计算:

| 螺纹牙型角 α | 简化公式 |
|----------------|--------------|
| 60° | $D = 0.577P$ |
| 55° | $D = 0.564P$ |
| 30° | $D = 0.518P$ |
| 40° | $D = 0.533P$ |
| 29° | $D = 0.516P$ |

[例] 对 $M30 \times 1.5$ 的螺纹进行二针测量, 已知 $M = 30.323$, 求需用的量针直径 D 及螺纹中径 d_2 ?

[解]

因 $\alpha = 60^\circ$, 代入公式:

$$D = 0.577 \times 1.5 = 0.8655 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} d_2 &= 30.323 - 0.8655 \left(1 + \frac{1}{0.5} \right) + \frac{1.5}{2} \times 1.732 \\ &= 30.323 - 2.5965 + 1.299 \\ &= 29.026 \text{ mm} \end{aligned}$$

实际上螺纹的中径尺寸, 一般都可从螺纹标准中查

得或在加工图样上直接注明，所以只要将上面计算螺纹中径的公式移项变换一下，便可得出计算千分尺应测得的读数公式：

$$M = d_2 + D \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right) - \frac{P}{2} \cot \frac{\alpha}{2}$$

如果已知螺纹牙型角，也可用下列简化公式计算：

| 螺纹牙型角 α | 简化公式 |
|----------------|-----------------------------|
| 60° | $M = d_2 + 3D - 0.866P$ |
| 55° | $M = d_2 + 3.166D - 0.960P$ |
| 30° | $M = d_2 + 4.864D - 1.866P$ |
| 40° | $M = d_2 + 3.924D - 1.374P$ |
| 29° | $M = d_2 + 4.991D - 1.933P$ |

[例] 用三针测量法测量 $M8 \times 1$ 的螺纹，已知 $D = 0.577\text{mm}$ ， $d_2 = 7.35\text{mm}$ ，求千分尺应测得的读数值？

[解] 因 $\alpha = 60^\circ$ ，所以

$$M = 7.35 + 3 \times 0.577 - 0.866 \times 1 = 8.22\text{mm}$$

为了方便起见，现将几种三针测量螺纹中径的 M 值和量针直径 D 的计算结果列成表格，用时只要一查便知。

2 測量普通螺紋時的 M 值

(mm)

| 螺紋 公稱 直徑 d | 螺距 P | 量針 直徑 D | 十分尺 應測得 的讀數 M | 螺紋 公稱 直徑 d | 螺距 P | 量針 直徑 D | 十分尺 應測得 的讀數 M |
|-----------------------|-----------|-----------------|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------------|--------------------------|
| 1 | 0.2 | 0.118 | 1.051 | 3 | 0.5 | 0.291 | 3.115 |
| 1 | 0.25 | 0.142 | 1.047 | 3.5 | 0.35 | 0.201 | 3.573 |
| 1.2 | 0.2 | 0.118 | 1.251 | 4 | 0.5 | 0.291 | 4.115 |
| 1.2 | 0.25 | 0.142 | 1.217 | 4 | 0.7 | 0.102 | 4.145 |
| 1.4 | 0.2 | 0.118 | 1.451 | 5 | 0.5 | 0.291 | 5.115 |
| 1.4 | 0.3 | 0.170 | 1.455 | 5 | 0.8 | 0.461 | 5.171 |
| 1.7 | 0.2 | 0.118 | 1.751 | 6 | 0.75 | 0.433 | 6.162 |
| 1.7 | 0.35 | 0.201 | 1.773 | 6 | 1 | 0.572 | 6.200 |
| 2 | 0.25 | 0.142 | 2.047 | 8 | 0.5 | 0.291 | 8.115 |
| 2 | 0.4 | 0.232 | 2.090 | 8 | 1 | 0.572 | 8.200 |
| 2.3 | 0.25 | 0.142 | 2.347 | 8 | 1.25 | 0.724 | 8.278 |
| 2.3 | 0.4 | 0.232 | 2.390 | 9 | 0.35 | 0.201 | 9.073 |
| 2.6 | 0.35 | 0.201 | 2.673 | 9 | 0.5 | 0.291 | 9.115 |
| 2.6 | 0.45 | 0.260 | 2.698 | 10 | 0.35 | 0.204 | 10.073 |
| 3 | 0.35 | 0.201 | 3.073 | 10 | 0.5 | 0.291 | 10.115 |

(续)

| 螺纹 公称 直径 d | 螺距 P | 量针 直径 D | 千分尺 应测得 的读数 M | 螺纹 公称 直径 d | 螺距 P | 量针 直径 D | 千分尺 应测得 的读数 M |
|-----------------------|-----------|-----------------|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------------|--------------------------|
| 10 | 1 | 0.572 | 10.200 | 16 | 2 | 1.157 | 16.440 |
| 10 | 1.5 | 0.866 | 10.325 | 18 | 0.5 | 0.291 | 18.115 |
| 11 | 0.35 | 0.201 | 11.073 | 18 | 0.75 | 0.433 | 18.162 |
| 11 | 0.5 | 0.291 | 11.115 | 18 | 1.5 | 0.866 | 18.325 |
| 12 | 0.5 | 0.291 | 12.115 | 18 | 2.5 | 1.441 | 18.534 |
| 12 | 0.75 | 0.433 | 12.162 | 20 | 0.5 | 0.291 | 20.115 |
| 12 | 1.25 | 0.724 | 12.276 | 20 | 0.75 | 0.433 | 20.162 |
| 12 | 1.75 | 1.008 | 12.372 | 20 | 1.5 | 0.866 | 20.325 |
| 14 | 0.5 | 0.291 | 14.115 | 20 | 2.5 | 1.441 | 20.534 |
| 14 | 0.75 | 0.433 | 14.162 | 22 | 0.5 | 0.291 | 22.115 |
| 14 | 1.5 | 0.866 | 14.325 | 22 | 0.75 | 0.433 | 22.162 |
| 14 | 2 | 1.157 | 14.440 | 22 | 1.5 | 0.866 | 22.325 |
| 16 | 0.5 | 0.291 | 16.115 | 22 | 2.5 | 1.441 | 22.534 |
| 16 | 0.75 | 0.433 | 16.162 | 24 | 0.75 | 0.433 | 24.162 |
| 16 | 1.5 | 0.866 | 16.325 | 24 | 1 | 0.572 | 24.200 |

(续)

| 螺纹 公称 直径 d | 螺距 P | 量针 直径 D | 千分尺 应测得 的读数 M | 螺纹 公称 直径 d | 螺距 P | 量针 直径 D | 千分尺 应测得 的读数 M |
|-----------------------|-----------|-----------------|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------------|--------------------------|
| 24 | 1.5 | 0.866 | 24.325 | 33 | 1.5 | 0.866 | 33.325 |
| 24 | 2 | 1.157 | 24.440 | 33 | 2 | 1.157 | 33.440 |
| 24 | 3 | 1.732 | 24.649 | 36 | 1 | 0.572 | 36.200 |
| 27 | 0.75 | 0.433 | 27.162 | 36 | 1.5 | 0.866 | 36.325 |
| 27 | 1 | 0.572 | 27.200 | 36 | 2 | 1.157 | 36.440 |
| 27 | 1.5 | 0.866 | 27.325 | 36 | 3 | 1.732 | 36.649 |
| 27 | 2 | 1.157 | 27.440 | 36 | 4 | 2.311 | 36.871 |
| 27 | 3 | 1.732 | 27.649 | 39 | 1 | 0.572 | 39.200 |
| 30 | 0.75 | 0.433 | 30.162 | 39 | 1.5 | 0.866 | 39.325 |
| 30 | 1 | 0.572 | 30.200 | 39 | 2 | 1.157 | 39.440 |
| 30 | 1.5 | 0.866 | 30.325 | 39 | 3 | 1.732 | 39.649 |
| 30 | 2 | 1.157 | 30.440 | 42 | 0.75 | 0.433 | 42.162 |
| 30 | 3.5 | 2.020 | 30.756 | 42 | 1 | 0.572 | 42.200 |
| 33 | 0.75 | 0.433 | 33.162 | 42 | 1.5 | 0.866 | 42.325 |
| 33 | 1 | 0.572 | 33.200 | 42 | 2 | 1.157 | 42.440 |

(续)

| 螺纹 公称 直径 d | 螺距 P | 量针 直径 D | 千分尺 应测得 的读数 M | 螺纹 公称 直径 d | 螺距 P | 量针 直径 D | 千分尺 应测得 的读数 M |
|-----------------------|-----------|-----------------|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------------|--------------------------|
| 42 | 3 | 1.732 | 42.649 | 52 | 1.5 | 0.866 | 52.325 |
| 42 | 4.5 | 2.595 | 42.966 | 52 | 2 | 1.157 | 52.440 |
| 45 | 0.75 | 0.433 | 45.162 | 52 | 3 | 1.732 | 52.649 |
| 45 | 1 | 0.572 | 45.200 | 56 | 1 | 0.572 | 56.200 |
| 45 | 1.5 | 0.866 | 45.325 | 56 | 1.5 | 0.866 | 56.325 |
| 45 | 2 | 1.157 | 45.440 | 56 | 2 | 1.157 | 56.440 |
| 45 | 3 | 1.732 | 45.649 | 56 | 3 | 1.732 | 56.649 |
| 48 | 0.75 | 0.433 | 48.162 | 56 | 4 | 2.311 | 56.871 |
| 48 | 1 | 0.572 | 48.200 | 56 | 5.5 | 3.177 | 57.196 |
| 48 | 1.5 | 0.866 | 48.325 | 60 | 1 | 0.572 | 60.200 |
| 48 | 2 | 1.157 | 48.440 | 60 | 1.5 | 0.866 | 60.325 |
| 48 | 3 | 1.732 | 48.649 | 60 | 2 | 1.157 | 60.440 |
| 48 | 5 | 2.866 | 49.080 | 60 | 3 | 1.732 | 60.640 |
| 52 | 0.75 | 0.433 | 52.162 | 60 | 4 | 2.311 | 60.871 |
| 52 | 1 | 0.572 | 52.200 | 64 | 1 | 0.572 | 64.200 |

(续)

| 螺纹 公称 直径 d | 螺距 P | 量针 直径 D | 千分尺 应测得 的读数 M | 螺纹 公称 直径 d | 螺距 P | 量针 直径 D | 千分尺 应测得 的读数 M |
|-----------------------|-----------|-----------------|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------------|--------------------------|
| 64 | 1.5 | 0.866 | 64.325 | 72 | 6 | 3.468 | 73.311 |
| 64 | 2 | 1.157 | 64.440 | 76 | 1 | 0.572 | 76.200 |
| 64 | 3 | 1.732 | 64.649 | 76 | 1.5 | 0.866 | 76.325 |
| 64 | 4 | 2.311 | 64.871 | 76 | 2 | 1.157 | 76.440 |
| 64 | 6 | 3.468 | 65.311 | 76 | 3 | 1.732 | 76.649 |
| 68 | 1 | 0.572 | 68.200 | 76 | 4 | 2.311 | 76.871 |
| 68 | 1.5 | 0.866 | 68.325 | 76 | 6 | 3.468 | 77.311 |
| 68 | 2 | 1.157 | 68.440 | 80 | 1 | 0.572 | 80.200 |
| 68 | 3 | 1.732 | 68.649 | 80 | 1.5 | 0.866 | 80.325 |
| 68 | 4 | 2.311 | 68.871 | 80 | 2 | 1.157 | 80.440 |
| 72 | 1 | 0.572 | 72.200 | 80 | 3 | 1.732 | 80.649 |
| 72 | 1.5 | 0.866 | 72.325 | 80 | 4 | 2.311 | 80.871 |
| 72 | 2 | 1.157 | 72.440 | 80 | 6 | 3.468 | 81.311 |
| 72 | 3 | 1.732 | 72.649 | 85 | 1 | 0.572 | 85.200 |
| 72 | 4 | 2.311 | 72.871 | 85 | 1.5 | 0.866 | 85.325 |

(续)

| 螺纹 公称 直径 d | 螺距 P | 量针 直径 D | 千分尺 应测得 的读数 M | 螺纹 公称 直径 d | 螺距 P | 量针 直径 D | 千分尺 应测得 的读数 M |
|-----------------------|-----------|-----------------|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------------|--------------------------|
| 85 | 2 | 1.157 | 85.440 | 95 | 1 | 0.572 | 95.200 |
| 85 | 3 | 1.732 | 85.649 | 95 | 1.5 | 0.866 | 95.325 |
| 85 | 4 | 2.311 | 85.871 | 95 | 2 | 1.157 | 95.440 |
| 85 | 6 | 3.468 | 86.311 | 95 | 3 | 1.732 | 95.649 |
| 90 | 1 | 0.572 | 90.200 | 95 | 4 | 2.311 | 95.871 |
| 90 | 1.5 | 0.866 | 90.325 | 95 | 6 | 3.468 | 96.311 |
| 90 | 2 | 1.157 | 90.440 | 100 | 1 | 0.572 | 100.200 |
| 90 | 3 | 1.732 | 90.649 | 100 | 1.5 | 0.866 | 100.325 |
| 90 | 4 | 2.311 | 90.871 | 100 | 2 | 1.157 | 100.440 |
| 90 | 6 | 3.468 | 91.311 | 100 | 3 | 1.732 | 100.640 |

注：当螺距 $P=1\text{mm}$ 时，按计算的量针直径 $D=0.577\text{mm}$ ，
但实际使用的量针直径为 0.572mm ，下同。

3 测量梯形螺纹时的 M 值

(mm)

| 螺纹 公称 直径 d | 螺距 P | 量针 直径 D | 千分尺 应测得 的读数 M | 螺纹 公称 直径 d | 螺距 P | 量针 直径 D | 千分尺 应测得 的读数 M |
|-----------------------|-----------|-----------------|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------------|--------------------------|
| 10 | 2 | 1.047 | 10.361 | 26 | 2 | 1.047 | 26.361 |
| 10 | 3 | 1.553 | 10.456 | 26 | 5 | 2.595 | 26.792 |
| 12 | 2 | 1.047 | 12.361 | 26 | 8 | 4.141 | 27.214 |
| 12 | 3 | 1.553 | 12.456 | 28 | 2 | 1.047 | 28.361 |
| 14 | 2 | 1.047 | 14.361 | 28 | 5 | 2.595 | 28.792 |
| 14 | 3 | 1.553 | 14.456 | 28 | 8 | 4.141 | 29.214 |
| 16 | 2 | 1.047 | 16.361 | 30 | 3 | 1.553 | 30.456 |
| 16 | 4 | 2.071 | 16.609 | 30 | 6 | 3.106 | 30.912 |
| 18 | 2 | 1.047 | 18.361 | 30 | 10 | 5.180 | 31.535 |
| 18 | 4 | 2.071 | 18.609 | 32 | 3 | 1.553 | 32.456 |
| 20 | 2 | 1.047 | 20.361 | 32 | 6 | 3.106 | 32.912 |
| 20 | 4 | 2.071 | 20.609 | 32 | 10 | 5.180 | 33.535 |
| 22 | 2 | 1.047 | 22.361 | 36 | 3 | 1.553 | 36.456 |
| 22 | 5 | 2.595 | 22.792 | 36 | 6 | 3.106 | 36.912 |
| 24 | 2 | 1.047 | 24.361 | 36 | 10 | 5.180 | 37.535 |
| 24 | 5 | 2.595 | 24.792 | 40 | 3 | 1.553 | 40.456 |
| 24 | 8 | 4.141 | 25.214 | 40 | 6 | 3.106 | 40.912 |

(续)

| 螺纹 公称 直径 d | 螺距 P | 量针 直径 D | 千分尺 应测得 的读数 M | 螺纹 公称 直径 d | 螺距 P | 量针 直径 D | 千分尺 应测得 的读数 M |
|-----------------------|-----------|-----------------|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------------|--------------------------|
| 40 | 10 | 5.180 | 41.535 | 65 | 4 | 2.071 | 65.609 |
| 44 | 3 | 1.553 | 44.456 | 65 | 10 | 5.180 | 66.535 |
| 44 | 8 | 4.141 | 45.214 | 65 | 16 | 8.288 | 67.457 |
| 44 | 12 | 6.212 | 45.843 | 70 | 4 | 2.071 | 70.609 |
| 48 | 3 | 1.553 | 48.456 | 70 | 10 | 5.180 | 71.535 |
| 48 | 8 | 4.141 | 49.214 | 70 | 16 | 8.288 | 72.457 |
| 48 | 12 | 6.216 | 49.843 | 75 | 4 | 2.071 | 75.609 |
| 50 | 3 | 1.553 | 50.456 | 75 | 10 | 5.180 | 76.535 |
| 50 | 8 | 4.141 | 51.212 | 75 | 16 | 8.288 | 77.457 |
| 50 | 12 | 6.216 | 51.843 | 80 | 4 | 2.071 | 80.609 |
| 52 | 3 | 1.553 | 52.456 | 80 | 10 | 5.180 | 81.535 |
| 52 | 8 | 4.141 | 53.214 | 80 | 16 | 8.288 | 82.457 |
| 52 | 12 | 6.216 | 53.843 | 85 | 5 | 2.595 | 85.792 |
| 55 | 3 | 1.553 | 55.456 | 85 | 12 | 6.216 | 86.843 |
| 55 | 8 | 4.141 | 56.214 | 85 | 20 | 10.36 | 88.071 |
| 55 | 12 | 6.216 | 56.843 | 90 | 5 | 2.595 | 90.792 |
| 60 | 3 | 1.553 | 60.456 | 90 | 12 | 6.216 | 91.843 |
| 60 | 8 | 4.141 | 61.214 | 90 | 20 | 10.36 | 93.071 |
| 60 | 12 | 6.216 | 61.843 | 95 | 5 | 2.595 | 95.792 |

(续)

| 螺纹 公称 直径 d | 螺距 P | 量针 直径 D | 千分尺 应测得 的读数 M | 螺纹 公称 直径 d | 螺距 P | 量针 直径 D | 千分尺 应测得 的读数 M |
|-----------------------|-----------|-----------------|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------------|--------------------------|
| 95 | 12 | 6.216 | 96.843 | 100 | 12 | 6.216 | 101.843 |
| 95 | 20 | 10.36 | 98.071 | 100 | 20 | 10.36 | 103.071 |
| 100 | 5 | 2.595 | 100.792 | | | | |

注：当 P 等于 10mm 或大于 10mm 时，表中所列的量针直径是指最适宜的直径。

4 测量英制螺纹时的 M 值

| 螺纹公称直径 d/in | 每英寸 的牙数 | 量针直径 D/mm | 千分尺应测得的读数 M/mm |
|------------------|------------|----------------|---------------------|
| 3/16 | 24 | 0.572 | 4.880 |
| 1/4 | 20 | 0.724 | 6.609 |
| 5/16 | 18 | 0.796 | 8.194 |
| 3/8 | 16 | 0.866 | 9.730 |
| 1/2 | 12 | 1.157 | 12.974 |
| 5/8 | 11 | 1.302 | 16.301 |

(续)

| 螺纹公称直径 d/in | 每英寸 的牙数 | 量针直径 D/mm | 千分尺应测得的读数 M/mm |
|------------------|----------------|----------------|---------------------|
| $3/4$ | 10 | 1.441 | 19.546 |
| $7/8$ | 9 | 1.591 | 22.741 |
| 1 | 8 | 1.732 | 25.800 |
| $1\frac{1}{8}$ | 7 | 2.020 | 29.161 |
| $1\frac{1}{4}$ | 7 | 2.020 | 32.336 |
| $1\frac{1}{2}$ | 6 | 2.311 | 38.640 |
| $1\frac{3}{4}$ | 5 | 2.886 | 45.455 |
| 2 | $4\frac{1}{2}$ | 3.177 | 51.822 |
| $2\frac{1}{4}$ | 4 | 3.580 | 58.318 |
| $2\frac{1}{2}$ | 4 | 3.468 | 64.668 |
| $2\frac{3}{4}$ | $3\frac{1}{2}$ | 4.400 | 71.185 |
| 3 | $3\frac{1}{2}$ | 4.091 | 77.535 |
| $3\frac{1}{4}$ | $3\frac{1}{4}$ | 4.400 | 83.969 |
| $3\frac{1}{2}$ | $3\frac{1}{4}$ | 4.100 | 90.319 |
| $3\frac{3}{4}$ | 3 | 4.773 | 96.806 |
| 4 | 3 | 4.773 | 103.153 |

五 车螺纹常见问题、产生原因及解决方法

| 常见问题 | 产生原因 | 解决方法 |
|-----------------------|--|---|
| 螺纹 牙型角 超差 | 1) 车刀刀形角 刃磨不准确 2) 车刀安装不 正确 3) 车刀磨损严 重 | 1) 重新刃磨车刀 2) 车刀刀尖对准工件轴线, 刀尖两半角对称相等 3) 及时换刀,用耐磨材料制 造车刀,提高刃磨质量,降低 切削用量 |
| 螺距 超差 | 1) 机床调整手 柄扳错 2) 交换齿轮挂 错、或计算错误 | 逐项检查,改正错误 |
| 螺距 周期性 误差超 差 | 1) 机床主轴或 机床丝杠轴向窜动 太大 2) 交换齿轮间 隙不当 | 1) 调整机床主轴和丝杠消 除轴向窜动 2) 调整交换齿轮啮合间隙, 其值在 0.1~0.15mm 范围内 |

(续)

| 常见问题 | 产生原因 | 解决方法 |
|-----------------------|--|---|
| 螺距 周期性 误差超 差 | 3) 交换齿轮磨 损, 齿形有毛刺 4) 主轴, 丝杠或 挂轮轴轴颈径向跳 动太大 5) 中心孔圆度 超差, 孔深太浅或 与顶尖接触不良 6) 工件弯曲变 形 | 3) 妥善保管交换齿轮, 用前 检查、清洗、去毛刺 4) 按技术要求调主轴, 丝杠 和交换齿轮轴轴径跳动 5) 中心孔锥面和标准顶尖 接触而不少于 85%, 机床顶尖 不要太尖, 以免和中心孔底部 相碰; 两端中心孔要研磨, 使 其同轴 6) 合理安排工艺路线, 降低 切削用量, 充分冷却 |
| 螺距 积累误 差超差 | 1) 机床导轨对 工件轴线的平行度 超差, 或导轨的直 线度超差 2) 工件轴线对 机床丝杠轴线的平 行度超差 | 1) 调整尾座使工件轴线和 导轨平行, 或刮研机床导轨, 使 直线度合格 2) 调整丝杠和工件平行 |

(续)

| 常见问题 | 产生原因 | 解决方法 |
|--------------------|---|--|
| 螺距 积累误差 超差 | 3) 丝杠副磨损 超差 4) 环境温度变化太大 5) 切削热、摩擦热使工件伸长, 测量时缩短 6) 刀具磨损太严重 7) 顶尖顶力太大, 使工件变形 | 3) 更换新的丝杠副 4) 工作地要保持温度在规定的范围内变化 5) 合理选择切削用量和切削液, 切削时加大切削液流量和压力 6) 选用耐磨性强的刀具材料, 提高刃磨质量 7) 车削过程中经常调整尾座顶尖压力 |
| 螺纹 中径几何形状 超差 | 1) 中心孔质量低 2) 机床主轴圆柱度超差 3) 工件外圆圆柱度超差, 和跟刀架孔配合太松 | 1) 提高中心孔质量, 研或磨削中心孔, 保证圆度和接触精度, 两端中心孔要同轴 2) 修理主轴, 使其符合要求 3) 提高工件外圆精度, 减少配合间隙 |

(续)

| 常见问题 | 产生原因 | 解决方法 |
|--------------------------------|--|--|
| 螺纹 中径几 何形状 超差 | 4) 刀具磨损大 | 1) 提高刀具耐磨性,降低切削用量,充分冷却 |
| 螺纹 牙形表 面粗糙 度参数 值超差 | 1) 刀具刃口质量差 2) 精车时进给太小产生刮挤现象 3) 切削速度选择不当 4) 切削液的润滑性能不佳 5) 机床振动大 | 1) 降低各刃磨面的粗糙度参数值,减小刀刃钝圆半径,刀刃不得有毛刺、缺口 2) 使切屑厚度大于刀刃的圆角半径 3) 合理选择切削速度,避免积屑瘤的产生 4) 选用有极性添加剂的切削液,或采用动(植)物油极化处理,以提高油膜的抗压强度 5) 调整机床各部位间隙,采用弹性刀杆,硬质合金车刀刀尖适当装高,机床安在单独基础上,有防振沟 |

(续)

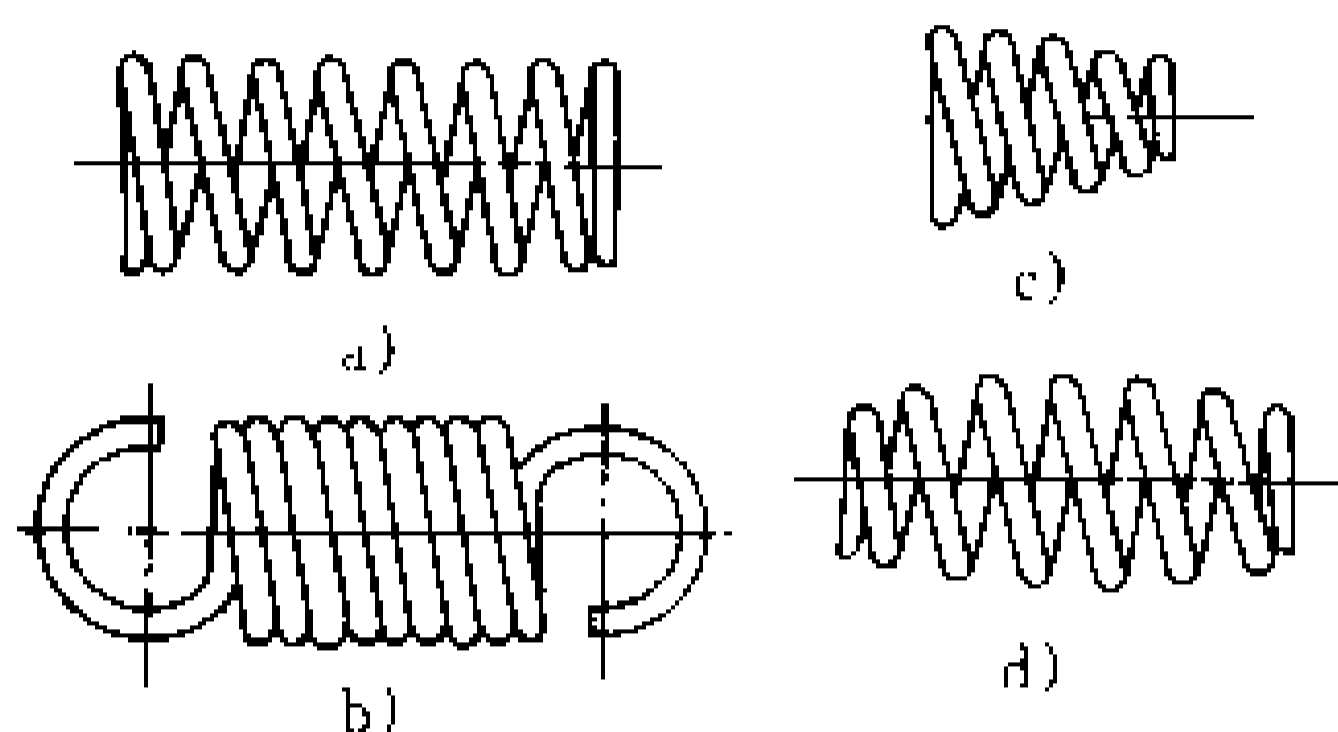
| 常见问题 | 产生原因 | 解决方法 |
|--------------------------------|--|--|
| 螺纹 牙形表 面粗糙 度参数 值超差 | 6) 刀具前、后角 太小 7) 工件切削性 能差 8) 切屑刮伤已 加工面 | 6) 适当增加前、后角 7) 车削前增加调质工序 8) 改为径向进刀 |
| 扎刀 和打刀 | 1) 刀杆刚性差 2) 车刀安装高 度不当 3) 进给量太大 4) 进刀方式不 当 | 1) 刀头伸出刀架的长度应 不大于 1.5 倍的刀杆高度，采 用弹性刀杆，内螺纹车刀刀杆 选较硬的材料，并淬火至 35~ 45HRC。 2) 车刀刀尖应对准工件轴 线，硬质合金车刀高速车螺纹 时，刀尖应略高于轴线，高速 钢车刀低速车螺纹时，刀尖应 略低于工件轴线 3) 降低进给量 4) 改径向进刀为斜向或轴 向进刀 |

(续)

| 常见问题 | 产生原因 | 解决方法 |
|------------------|--|---|
| 扎刀 和打刀 | 5) 机床各部间隙太大 6) 车刀前角太大, 径向切削分力将车刀推向切削面 7) 工件刚性差 | 5) 调整车床各部间隙, 特别是减少车床主轴和拖板间隙 6) 减小车刀前角 7) 采用跟刀架支持工件, 采用轴向进刀切削, 降低进给量 |
| 螺纹 乱扣 | 机床丝杠螺距值不是工件螺距值的整倍数时, 返回行程提起了开合螺母 | 当机床丝杠螺距不是工件螺距整倍数时, 返回行程打反车, 不得提起开合螺母 |
| 多线 螺纹有 大小牙 | 1) 分线不准 2) 中途改变了车刀径向或轴向位置 | 1) 提高分线精度 2) 每当车刀的径(轴)向位置改变, 必须将多线螺纹都车削一遍 |

六 冷 绕 弹 簧

1 卧式车床可绕制弹簧的种类



弹簧的种类

a) 压缩弹簧 b) 拉伸弹簧

c) 圆锥形弹簧 d) 橄榄形弹簧

2 绕制圆柱形螺旋弹簧用心轴直径的计算

1) 冷绕弹簧用心轴直径的经验公式

$$D_0 = \left[\left(1 - 0.0167 \times \frac{d + D_1}{d} \right) \pm 0.02 \right] \times D_1$$

式中 D_0 心轴直径(mm);

D_1 弹簧内径(mm);

d 钢丝直径(mm)。

如果用中级弹簧钢丝, 钢丝直径 $d < 1\text{mm}$ 时, 心轴系数取 -0.02mm ; $d \geq 2.5\text{mm}$ 时, 取 $+0.02\text{mm}$ 。

当用高级弹簧钢丝、钢丝直径 $d < 2\text{mm}$ 时, 心轴系数取 -0.02mm ; $d > 3.5\text{mm}$ 时, 取 $+0.02\text{mm}$ 。钢丝直径

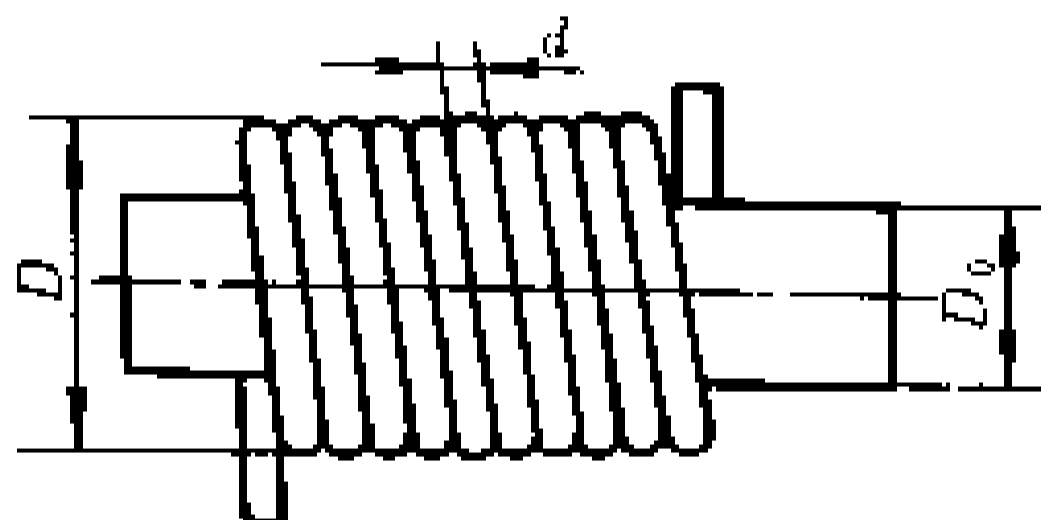
在上述范围外，此项系数可不考虑。

2) 冷绕弹簧用心轴直径的近似公式

$$D_0 = (0.75 \sim 0.8) D_1$$

如果弹簧以内径与其他零件相配，近似公式中的系数应选用较大值；如果弹簧以外径与其他零件相配，近似公式中的系数应选用较小值。弹簧心轴直径也可下表查得。

3 弹簧心轴直径 (mm)



| d | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 心轴 公差 |
|-----|---------------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|
| D | 心 轴 直 径 D_0 | | | | | | | | | | |
| 3 | 2.1 | | | | | | | | | | +0.1 |
| 4 | 3.1 | 2.5 | | | | | | | | | |
| 5 | 4.0 | 3.5 | 2.7 | 2.0 | | | | | | | |
| 6 | 5.0 | 4.5 | 3.6 | 2.9 | | | | | | | |
| 8 | | 6.4 | 5.5 | 4.8 | | | | | | | |
| 10 | | 8.4 | 7.4 | 6.7 | | | | | | | |
| 12 | | | 9.3 | 8.5 | 6.1 | 4.8 | | | | | |
| 14 | | | 11.1 | 10.4 | 8.0 | 6.6 | 5.2 | | | | |

(续)

| d | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 心轴 公差 |
|-----|---------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----------|
| D | 心 轴 直 径 D_0 | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | 14.3 | 11.9 | 10.4 | 9.0 | | | | |
| 20 | | | | 16.2 | 13.8 | 12.2 | 10.8 | | | | |
| 22 | | | | | 16.6 | 14.1 | 12.7 | 10.5 | | | |
| 32 | | | | | 25.5 | 24.0 | 22.5 | 20.2 | 17.2 | 16.1 | ± 0.2 |
| 40 | | | | | | | 30.3 | 28.3 | 26.1 | 24.0 | |
| 50 | | | | | | | | 37.9 | 35.8 | 33.5 | |
| 60 | | | | | | | | | 47.2 | 45.0 | 42.5 |

- 注：1. 在车床上热盘弹簧，心轴直径应等于弹簧内径。
 2. 冷绕弹簧用的心轴直径按小于弹簧内径选定，其差值按经验决定。2级和3级精度钢弹簧，可按本表的数据选用。
 3. 表中 D 弹簧外径， d —钢丝直径。

计算和查得的心轴直径是近似的。正式绕制弹簧前，最好先进行试验，即先绕2~3圈，让其扩大、然后测量内径是否符合要求，再根据测量结果修正心轴直径。如果心轴直径偏差不大，也可以利用调整对钢丝牵引力的方法，使弹簧的直径稍微增大或减小。

七 利用三爪自定心卡盘车偏心

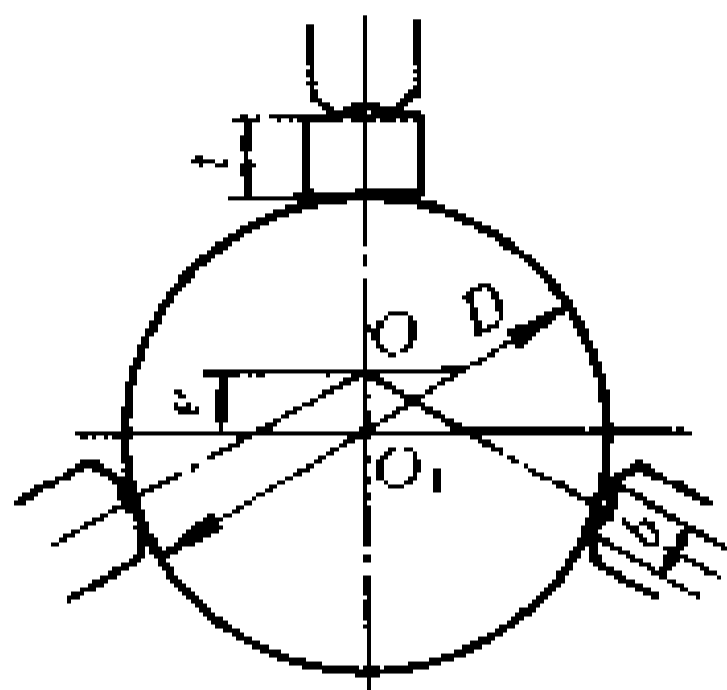
在三爪自定心卡盘上车偏心时，只要在任意一个卡

爪中垫一块适当厚度的垫片，就可把工件安装在需要的位置上。

垫片厚度可用下列公式计算：

$$t = 1.5e + 0.5 \left[\sqrt{D^2 - (\sqrt{3}e - b)^2} - D \right] \text{①}$$

式中 t ——垫片厚度(mm)；



D ——卡盘所夹部分直径(mm)；

e ——偏心距(mm)；

b ——卡爪卡嘴部分宽度(mm)。

当 $\sqrt{3}e$ 与卡嘴部分宽度 b 相近时，为了简化计算，可用下式计算：

$$t = 1.5e$$

〔例〕 已知 $D=70\text{mm}$ ， $b=6\text{mm}$ ，要车出偏心距 $e=$

① 未考虑卡嘴部分圆弧、卡盘传动系统间隙、工件变形等因素的影响。

8mm 的工件，问要在卡爪上垫多厚的垫片？

$$\begin{aligned}
 [\text{解}] \quad t &= 1.5e + 0.5 \left[\sqrt{D^2 - (\sqrt{3}e - b)^2} - D \right] \\
 &= 1.5 \times 8 + 0.5 \left[\sqrt{70^2 - (\sqrt{3} \times 8 - 6)^2} - 70 \right] \\
 &= 12 + 0.5 [69.56 - 70] \\
 &= 11.78(\text{mm})
 \end{aligned}$$

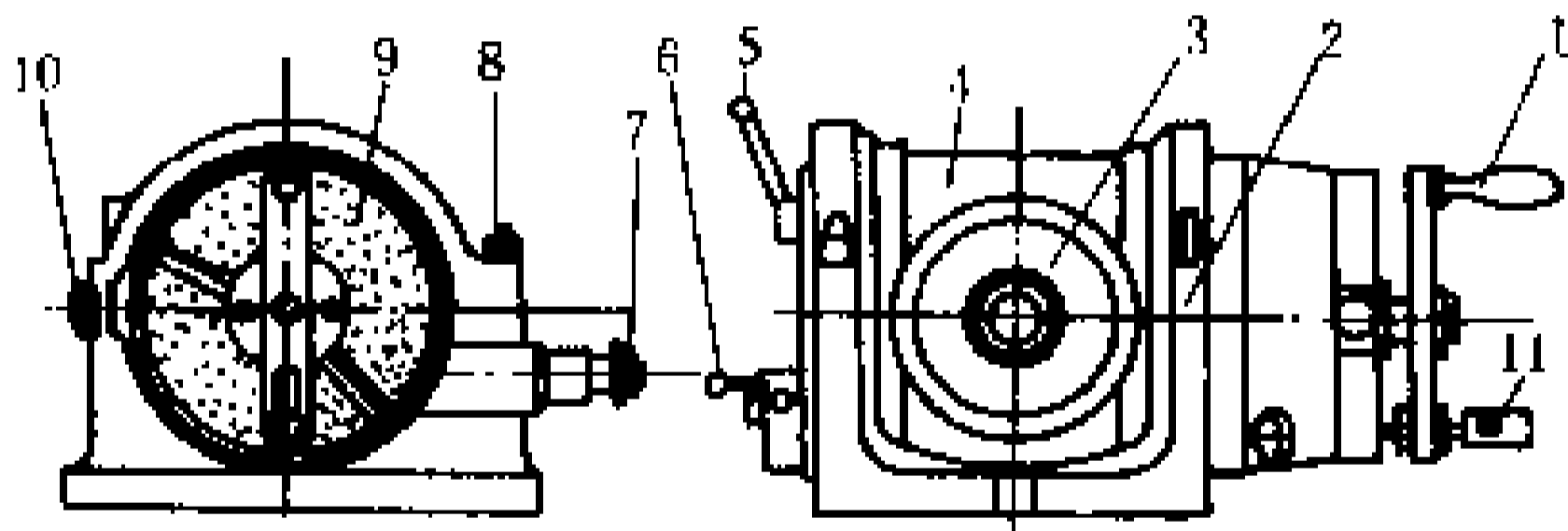
第八章 铣工工作

分度头

一 简介

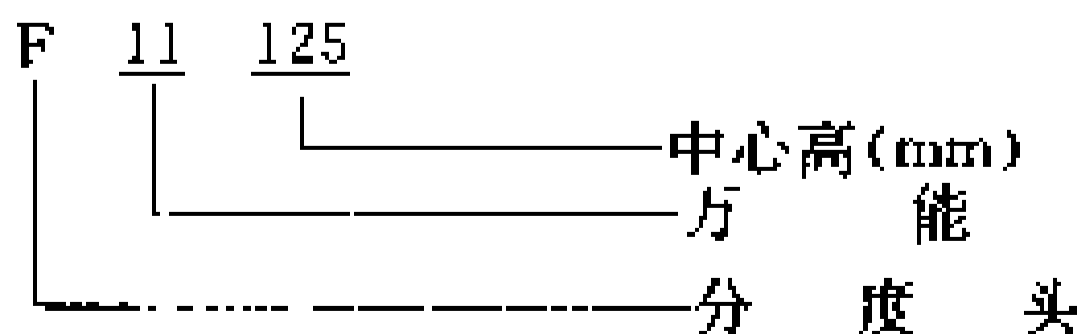
1 分度头结构型式及代号表示方法

(1) 分度头的结构



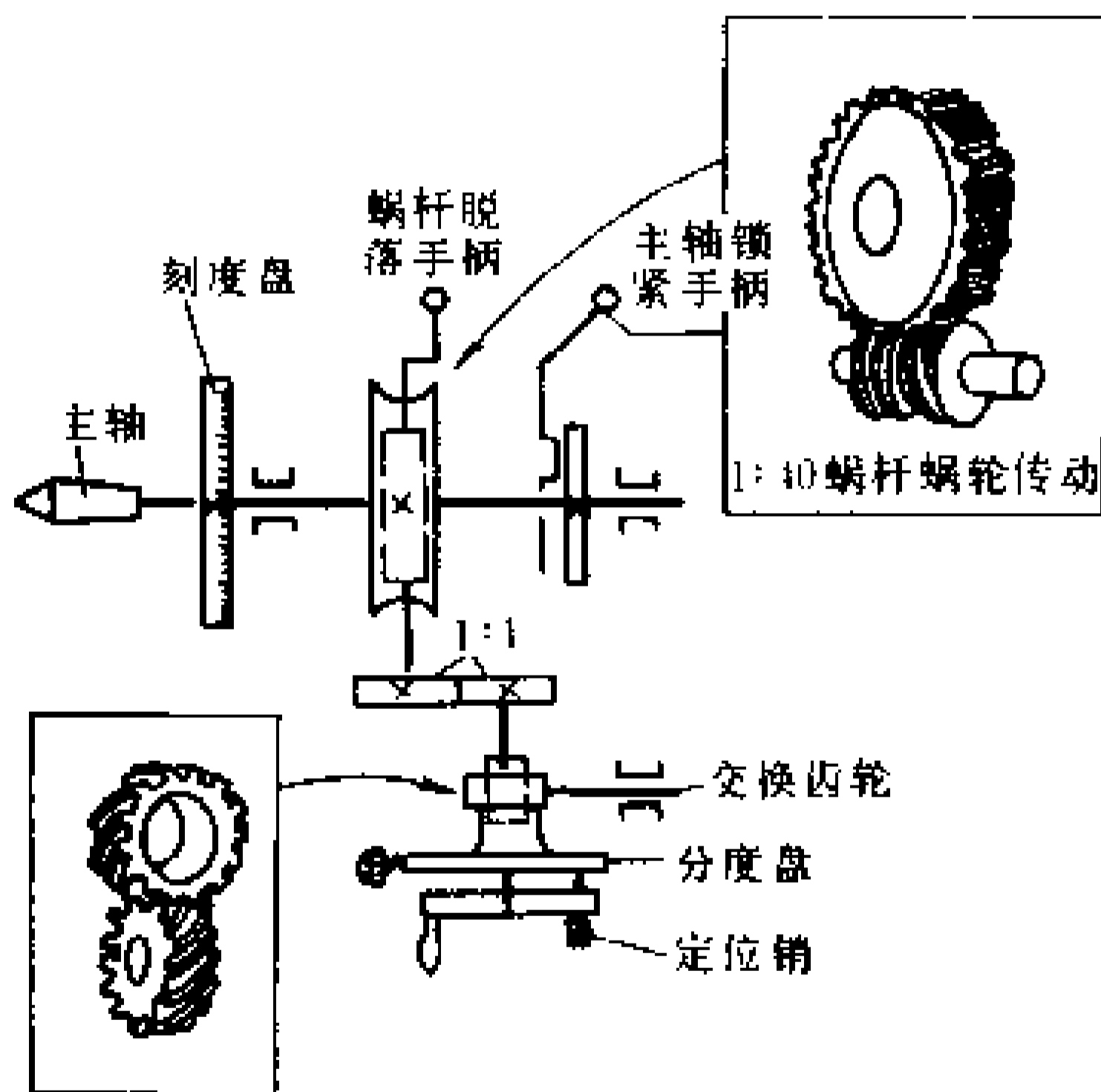
- 1-手柄 2-底座 3-主轴 4-回转体
 5-主轴刹紧手柄 6-蜗杆脱落手柄
 7-交换齿轮轴 8-螺母 9-分度盘
 10-分度盘锁紧手柄 11-定位销

(2) 代号表示方法:



2 分度头型号规格及其传动系统

(1) 分度头型号规格



常用的型号有 F11 100 型 (FW100)^①，中心高

① 括号内的型号为旧型号。

100mm; F11 125 型(FW125), 中心高 125mm; F11 160 型(FW160), 中心高 160mm 等几种。这三种分度头的传动原理都相同, 外形结构也基本相似。

(2) 分度头传动系统(见 739 页图)

(3) 分度头定数、分度盘孔数和交换齿轮齿数

| 分度头 型式 | 定 数 | 分度盘的孔数 | 交换齿数 |
|------------|--------|--|--|
| 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 | 25、25、30、 35、40、50、 55、60、70、 80、90、100 |
| 带两块 分度盘 | 40 | 第一块 正面: 24、25、28、30、34、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 | |

二 分度方法及计算

1 单式分度法

(1) 计算公式

$$n(\text{手柄的转数}) = \frac{40(\text{分度头定数})}{z(\text{工件等分数})} (r)$$

(2) 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 |
|------------|------------|------------|----------------|------------|------------|------------|----------------|
| 2 | 任意 | 20 | - | 18 | 54 | 2 | 12 |
| 3 | 24 | 13 | 8 | 19 | 38 | 2 | 4 |
| 4 | 任意 | 10 | - | 20 | 任意 | 2 | - |
| 5 | 任意 | 8 | --- | 21 | 42 | 1 | 38 |
| 6 | 24 | 6 | 16 | 22 | 66 | 1 | 54 |
| 7 | 28 | 5 | 20 | 23 | 16 | 1 | 34 |
| 8 | 任意 | 5 | --- | 24 | 24 | 1 | 16 |
| 9 | 54 | 4 | 24 | 25 | 25 | 1 | 15 |
| 10 | 任意 | 4 | --- | 26 | 39 | 1 | 21 |
| 11 | 66 | 3 | 42 | 27 | 54 | 1 | 26 |
| 12 | 24 | 3 | 8 | 28 | 42 | 1 | 18 |
| 13 | 39 | 3 | 3 | 29 | 58 | 1 | 22 |
| 14 | 28 | 2 | 24 | 30 | 24 | 1 | 8 |
| 15 | 24 | 2 | 16 | 31 | 62 | 1 | 18 |
| 16 | 24 | 2 | 12 | 32 | 28 | 1 | 7 |
| 17 | 34 | 2 | 12 | 33 | 66 | 1 | 14 |

(续)

| 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 |
|------------|------------|------------|----------------|------------|------------|------------|----------------|
| 34 | 34 | 1 | 6 | 55 | 66 | | 48 |
| 35 | 28 | 1 | 4 | 56 | 28 | — | 20 |
| 36 | 54 | 1 | 6 | 57 | 57 | -- | 40 |
| 37 | 37 | 1 | 3 | 58 | 58 | -- | 40 |
| 38 | 38 | 1 | 2 | 59 | 59 | | 40 |
| 39 | 39 | 1 | 1 | 60 | 42 | | 28 |
| 40 | 任意 | 1 | — | 62 | 62 | | 40 |
| 41 | 11 | — | 40 | 64 | 24 | -- | 15 |
| 42 | 42 | — | 40 | 65 | 39 | — | 24 |
| 43 | 43 | | 40 | 66 | 66 | - | 40 |
| 44 | 66 | | 60 | 68 | 34 | | 20 |
| 45 | 54 | | 48 | 70 | 28 | | 16 |
| 46 | 46 | | 40 | 72 | 54 | | 30 |
| 47 | 47 | — | 40 | 74 | 37 | | 20 |
| 48 | 24 | -- | 20 | 75 | 30 | | 16 |
| 49 | 49 | — | 40 | 76 | 38 | | 20 |
| 50 | 25 | | 20 | 78 | 39 | - | 20 |
| 51 | 51 | — | 40 | 80 | 34 | . | 17 |
| 52 | 39 | - | 30 | 82 | 41 | — | 20 |
| 53 | 53 | — | 40 | 84 | 42 | . | 20 |
| 54 | 54 | - | 40 | 85 | 34 | | 16 |

(续)

| 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 |
|------------|------------|------------|----------------|------------|------------|------------|----------------|
| 86 | 43 | — | 20 | 116 | 58 | — | 20 |
| 88 | 66 | — | 30 | 118 | 59 | — | 20 |
| 90 | 54 | — | 24 | 120 | 66 | — | 22 |
| 92 | 46 | — | 20 | 124 | 62 | — | 20 |
| 94 | 47 | — | 20 | 125 | 25 | — | 8 |
| 95 | 38 | — | 16 | 130 | 39 | — | 12 |
| 96 | 24 | — | 10 | 132 | 66 | — | 20 |
| 98 | 49 | — | 20 | 135 | 54 | — | 16 |
| 100 | 25 | — | 10 | 136 | 34 | — | 10 |
| 102 | 51 | — | 20 | 140 | 28 | — | 8 |
| 104 | 39 | — | 15 | 144 | 54 | — | 15 |
| 105 | 42 | — | 16 | 145 | 58 | — | 16 |
| 106 | 53 | — | 20 | 148 | 37 | — | 10 |
| 108 | 54 | — | 20 | 150 | 30 | — | 8 |
| 110 | 66 | — | 24 | 152 | 38 | — | 10 |
| 112 | 28 | — | 10 | 155 | 62 | — | 16 |
| 114 | 57 | — | 20 | 156 | 39 | — | 10 |
| 115 | 46 | — | 16 | 160 | 28 | — | 7 |

(续)

| 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 |
|------------|------------|------------|----------------|------------|------------|------------|----------------|
| 164 | 41 | — | 10 | 188 | 47 | — | 10 |
| 165 | 66 | — | 16 | 190 | 38 | — | 8 |
| 168 | 42 | — | 10 | 192 | 24 | — | 5 |
| 170 | 34 | — | 8 | 195 | 39 | — | 8 |
| 172 | 43 | — | 10 | 196 | 49 | — | 10 |
| 176 | 66 | — | 15 | 200 | 30 | — | 6 |
| 180 | 54 | — | 12 | 204 | 51 | — | 10 |
| 184 | 46 | — | 10 | 205 | 41 | — | 8 |
| 185 | 37 | — | 8 | 210 | 42 | — | 8 |

[例] 铣一直齿圆柱齿轮，齿数 $z=12$ ，求每次分度头手柄的转数？

[解] 用公式计算：

$$n = \frac{40}{Z} = \frac{40}{12} = 3 \frac{4}{12} = 3 \frac{8}{24}$$

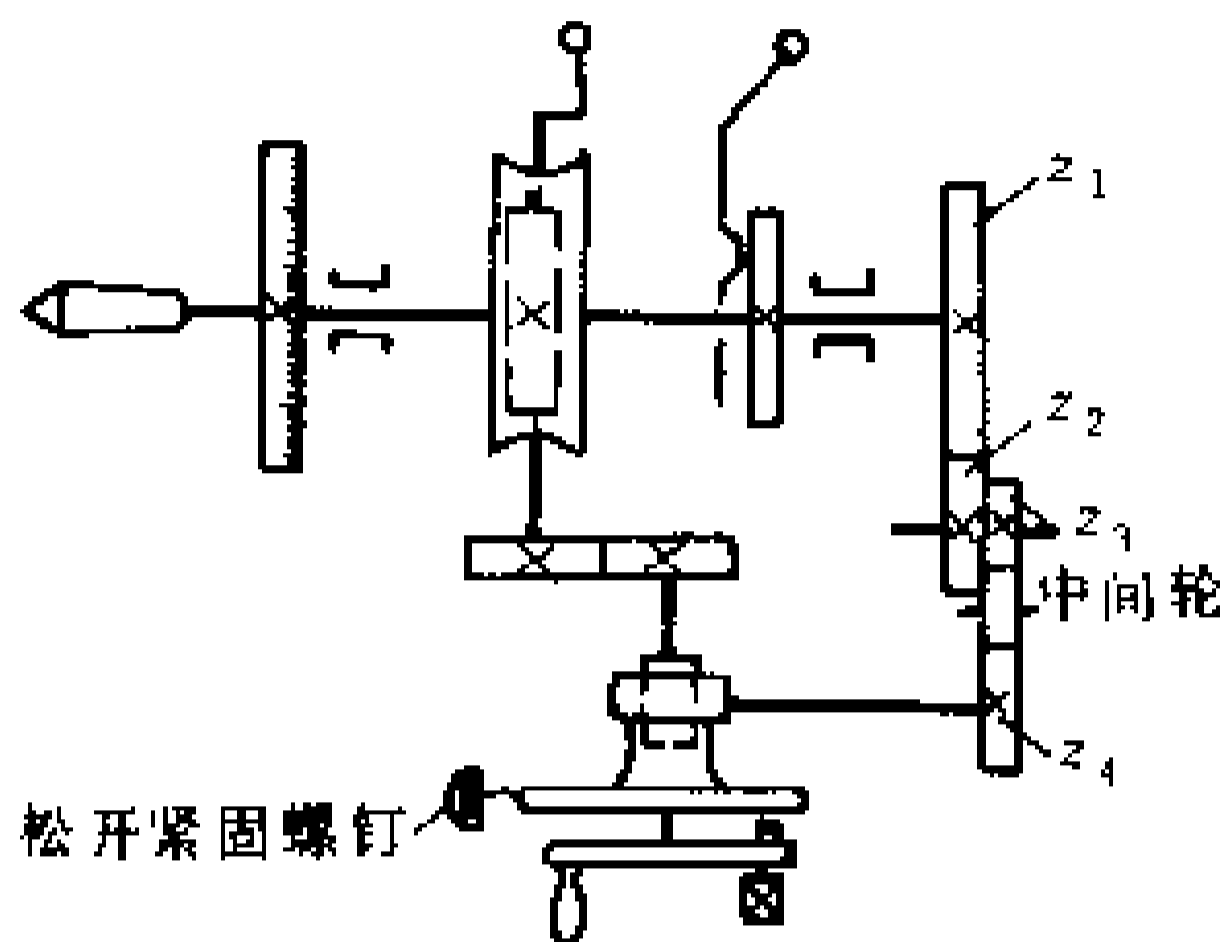
即：铣完一齿后，分度头手柄摇 3 转，再在 24 的孔圈上转过 8 个孔距。

查单式分度表：工件等分数 12，分度盘孔数 24，手柄回转数 3，转过的孔距数 8，和用公式计算的结果相同。

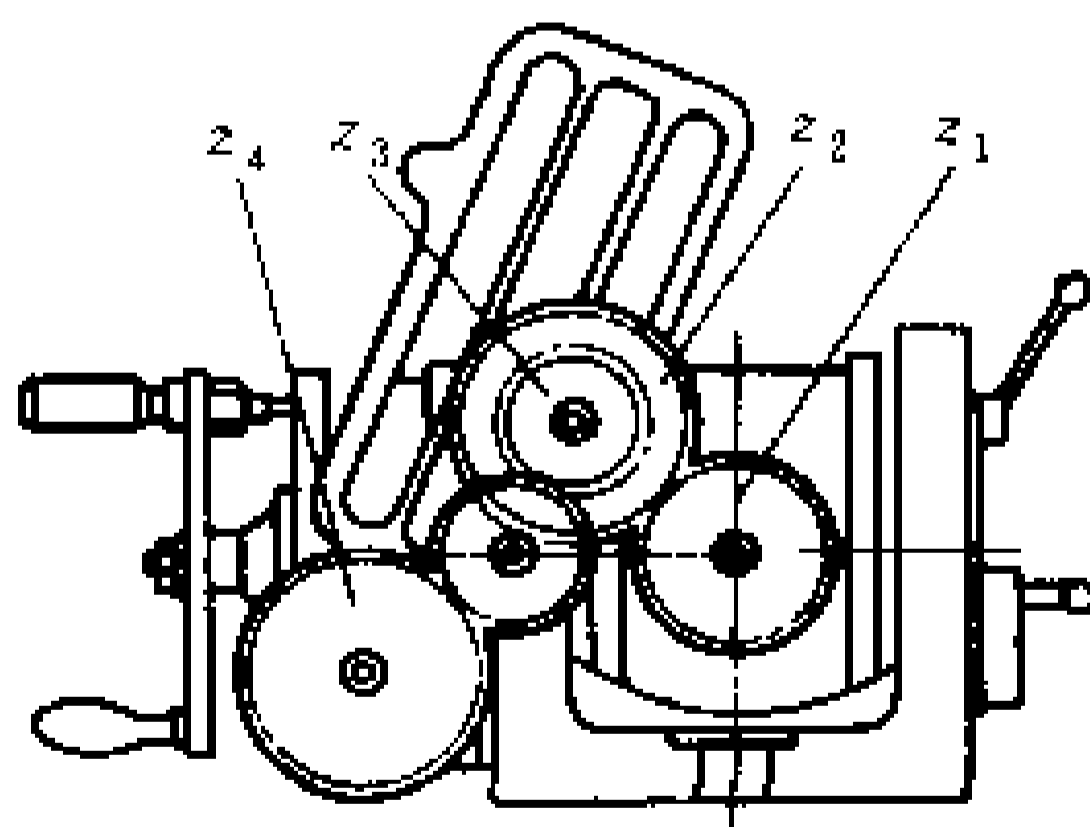
2 差动分度法

差动分度法，用于加工单式分度法无法分度的直齿轮和一般零件等。这种分度方法的特点，是用交换齿轮把

分度头主轴和侧轴联接起来进行分度，见下图。



a)



b)

差动分度交换齿轮装置

(1) 计算公式

每次分度头手柄的转数 $n = \frac{40}{z_1}$

$$\text{传动比 } i = \frac{40(z_1 - z)}{z_1}$$

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。

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) 分度头交换齿轮装置表

| 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 |

[例 1] 有一直齿圆柱齿轮，齿数 $z = 111$ ，求在铣削时分度头手柄转数 n 和传动比 i 等于多少？

[解] 假设选齿轮齿数 $z_1 = 120$

$$\begin{aligned} i &= \frac{40(z_1 - z)}{z_1} = \frac{40(120 - 111)}{120} = \frac{40 \times 9}{120} \\ &= \frac{4 \times 9}{3 \times 4} = \frac{40 \times 90}{30 \times 40} = \frac{80 \times 90}{60 \times 40} \end{aligned}$$

$$n = \frac{40}{z_1} = \frac{40}{120} = \frac{1}{3} = \frac{22}{66}$$

即采用两对交换齿轮：80、90 是主动轮，60、40 是被动轮。假设齿轮齿数 z_1 大于齿轮实际齿数 z ，因此手柄和分度盘的回转方向相同，所以两对交换齿轮不加中间轮。每铣一齿，分度头手柄在 66 孔圈的圆周上转过 22 个孔距数。

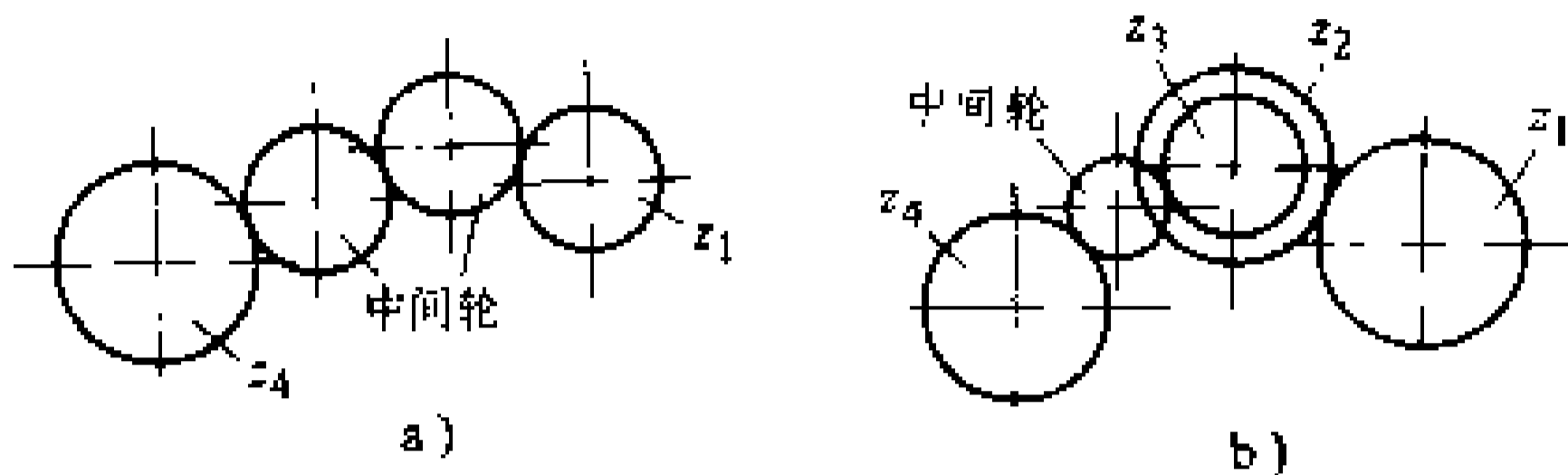
〔例 2〕 设直齿圆柱齿轮齿数 $z=107$ ，求在铣削时分度头手柄的转数 n 和传动比 i 等于多少？

〔解〕 假设选齿轮齿数 $z_1=100$

$$\begin{aligned} i &= \frac{40(z_1 - z)}{z_1} = \frac{40(100 - 107)}{100} = \frac{40 \times (-7)}{100} \\ &= -\frac{280}{100} = -\frac{28}{10} = -\frac{14}{5} = -\frac{2 \times 7}{1 \times 5} \\ &= -\frac{20 \times 70}{10 \times 50} = -\frac{80 \times 70}{40 \times 50} \\ n &= \frac{40}{z_1} = \frac{40}{100} \\ &= \frac{2}{5} = \frac{12}{30} \end{aligned}$$

即采用两对交换齿轮：80、70 是主动轮，40、50 是被动轮。假设齿轮齿数 z_1 小于齿轮实际齿数 z ，因此手柄和分度盘的回转方向相反，所以两对交换齿轮就加一个中间轮。每铣一齿，分度头的手柄在 30 孔圈的圆周上转过 12 个孔距数。

(3) 差动分度表(分度头定数 40)



| I. 件假 | 定分度盘 | 转过的 | 配换齿轮 | | | | 分度头交换 齿轮型式 | |
|-------|------|-----|------|-----|----|-----|---------------|-------|
| | | | 等分数 | 等分数 | 孔数 | 孔距数 | | z_1 |
| 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 | 10 | 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 | 40 | | | 30 | a |
| 97 | 96 | 24 | 10 | 25 | | | 60 | a |

(续)

| L 件 等分数 | 假定 等分数 | 分度盘 孔 数 | 转过的 孔距数 | 配换齿轮 | | | | 分度头交换 齿轮型式 |
|------------|-----------|------------|------------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| | | | | z_3 | z_2 | z_4 | z_1 | |
| 99 | 96 | 24 | 10 | 50 | | | 10 | a |
| 101 | 100 | 30 | 12 | 40 | | | 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 | 40 | | | 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 |

(续)

| 工 件 等分数 | 假 定 等分数 | 分度盘 孔 数 | 转过的 孔距数 | 配换齿轮 | | | | 分度头交换 齿轮型式 |
|------------|------------|------------|------------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| | | | | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 | |
| 134 | 132 | 66 | 20 | 50 | 55 | 40 | 60 | b |
| 137 | 132 | 66 | 20 | 100 | 55 | 25 | 30 | b |
| 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 | 10 | | | 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 |

(续)

| 工 件 等分数 | 假 定 等分数 | 分度盘 孔 数 | 转过的 孔距数 | 配换齿轮 | | | | 分度头交换 齿轮型式 |
|------------|------------|------------|------------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| | | | | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 | |
| 163 | 160 | 28 | 7 | 30 | | | 40 | a |
| 166 | 160 | 28 | 7 | 60 | | | 10 | 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 |

(续)

| 工 件 等分数 | 假 定 等分数 | 分度盘 孔 数 | 转过的 孔距数 | 配换齿轮 | | | | 分度头交换 齿轮型式 |
|------------|------------|------------|------------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| | | | | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 | |
| 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 |

[例] 铣直齿圆柱齿轮，齿数 $z=91$ ，求分度头手柄转数 n 和传动比 i 。

[解] 查差动分度表，工件等分数=91，分度盘的孔数=54，转过的孔距数=24，即在54孔圈的圆周上转过24个孔距数。交换齿轮为 $\frac{40}{90}$ ，加工时需加两个中间轮。

3 近似分度法

近似分度法，用于加工单式分度法无法分度的斜齿轮或直齿锥齿轮。这种分度方法有一定的误差，使用前应进行验算。

(1) 分度方法

[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：

$$\frac{40}{93} \times 59 = \frac{2360}{93} = 25.37634$$

因为所得的是小数，没法摇手柄，这时可将 25.37634 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：

$$25.37634 \times 8 \approx 203.01075$$

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，就可以把工件的全部齿铣完。

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(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 | 0.00145 |
| 63 | 62 | $6 \frac{61}{62}$ | 11 | 0.00125 |
| 67 | 66 | $2 \frac{65}{66}$ | 5 | 0.00117 |
| 69 | 59 | $2 \frac{53}{59}$ | 5 | 0.00132 |
| 71 | 53 | $3 \frac{30}{53}$ | 7 | 0.00145 |
| 73 | 66 | $3 \frac{19}{66}$ | 6 | 0.00117 |
| 77 | 53 | $7 \frac{42}{53}$ | 15 | 0.00145 |
| 79 | 59 | $4 \frac{3}{59}$ | 8 | 0.00132 |
| 81 | 58 | $6 \frac{53}{58}$ | 14 | 0.00134 |
| 83 | 51 | $9 \frac{8}{51}$ | 19 | 0.00150 |
| 87 | 62 | $\frac{57}{62}$ | 2 | 0.00125 |
| 89 | 66 | $1 \frac{23}{66}$ | 3 | 0.00117 |

(续)

| 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 |
|------------|-------------|--------------------|------------|-----------------------------------|
| 91 | 62 | $1 \frac{47}{62}$ | 4 | 0.00125 |
| 93 | 59 | $3 \frac{26}{59}$ | 8 | 0.00132 |
| 97 | 53 | $2 \frac{47}{53}$ | 7 | 0.00146 |
| 99 | 62 | $8 \frac{5}{62}$ | 20 | 0.00125 |
| 101 | 62 | $3 \frac{35}{62}$ | 9 | 0.00125 |
| 103 | 62 | $5 \frac{2}{62}$ | 13 | 0.00125 |
| 107 | 59 | $6 \frac{43}{59}$ | 18 | 0.00132 |
| 109 | 62 | $1 \frac{29}{62}$ | 4 | 0.00125 |
| 111 | 53 | $3 \frac{32}{53}$ | 10 | 0.00146 |
| 113 | 66 | $3 \frac{59}{66}$ | 11 | 0.00117 |
| 117 | 49 | $1 \frac{18}{49}$ | 4 | 0.00159 |
| 119 | 59 | $1 \frac{57}{59}$ | 6 | 0.00132 |
| 121 | 62 | $\frac{41}{62}$ | 2 | 0.00125 |
| 122 | 66 | $8 \frac{13}{66}$ | 25 | 0.00234 |

(续)

| 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 |
|------------|-------------|--------------------|------------|-----------------------------------|
| 123 | 59 | $5 \frac{12}{59}$ | 16 | 0.00132 |
| 126 | 58 | $5 \frac{23}{58}$ | 17 | 0.00269 |
| 127 | 59 | $3 \frac{46}{59}$ | 12 | 0.00132 |
| 129 | 59 | $5 \frac{16}{59}$ | 17 | 0.00132 |
| 131 | 51 | $2 \frac{7}{51}$ | 7 | 0.00153 |
| 133 | 66 | $6 \frac{1}{66}$ | 20 | 0.00117 |
| 134 | 51 | $2 \frac{35}{51}$ | 9 | 0.00316 |
| 137 | 57 | $4 \frac{5}{57}$ | 14 | 0.00137 |
| 138 | 53 | $3 \frac{10}{53}$ | 11 | 0.00295 |
| 139 | 62 | $5 \frac{29}{62}$ | 19 | 0.00125 |
| 141 | 58 | $3 \frac{7}{58}$ | 11 | 0.00134 |
| 142 | 59 | $5 \frac{54}{59}$ | 21 | 0.00265 |
| 143 | 54 | $5 \frac{17}{54}$ | 19 | 0.00144 |
| 146 | 58 | $2 \frac{27}{58}$ | 9 | 0.00269 |

(续)

| 等分数 z | 孔圈孔数 N | 分度手柄 转 数 n | 跳齿数 M | $f=1\text{mm}$ 时 齿距累积误差 /mm |
|------------|-------------|--------------------|------------|-----------------------------------|
| 147 | 58 | $6 \frac{15}{58}$ | 23 | 0.00134 |
| 149 | 58 | $1 \frac{51}{58}$ | 7 | 0.00134 |
| 151 | 58 | $2 \frac{53}{58}$ | 11 | 0.00134 |
| 153 | 53 | $1 \frac{44}{53}$ | 7 | 0.00146 |
| 154 | 62 | $7 \frac{33}{62}$ | 9 | 0.00250 |
| 157 | 58 | $2 \frac{17}{58}$ | 9 | 0.00134 |
| 158 | 62 | $5 \frac{51}{62}$ | 23 | 0.00250 |
| 159 | 58 | $5 \frac{31}{58}$ | 22 | 0.00134 |

4 角度分度法

(1) 计算公式

工件角度以“度”为单位时:

$$n = \frac{\theta^\circ}{9^\circ}$$

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：

$$n = \frac{\theta''}{9 \times 60 \times 60''} = \frac{\theta''}{32400''}$$

式中 n ——分度头手柄转数；

θ ——工件等分的角度。

【例 1】 在一轴上铣两个键槽，其夹角为 77° ，应如何分度？

【解】 把 77° 代入以“度”为单位的公式中，

$$n = \frac{77^\circ}{9^\circ} = 8 \frac{5}{9} = 8 \frac{30}{54}$$

即分度头手柄转 8 圈后再在 54 孔圈上转过 30 孔距。

【例 2】 若一轴上两槽间的夹角为 $7^\circ 21' 30''$ ，应如何分度？

【解】 首先把 $7^\circ 21' 30''$ 化成“秒”。

$$7^\circ 21' 30'' = 26490''$$

把 $26490''$ 代入以“秒”为单位的公式中，得：

$$n = \frac{\theta''}{32400''} = \frac{26490''}{32400''} = 0.8176 \approx \frac{54}{66}$$

(2) 角度分度表(分度头定数为 40)

| 分度头 主轴转角 | | | 分度盘孔数 | 转过的孔距数 | 折合手柄转数 | 分度头 主轴转角 | | | 分度盘孔数 | 转过的孔距数 | 折合手柄转数 |
|-------------|----|---|-------|--------|--------|-------------|----|---|-------|--------|--------|
| 度 | 分 | 秒 | | | | 度 | 分 | 秒 | | | |
| 0 | 10 | 0 | 54 | 1 | 0.0185 | 3 | 40 | 0 | 54 | 22 | 0.4074 |
| 0 | 20 | 0 | 54 | 2 | 0.0370 | 3 | 50 | 0 | 54 | 23 | 0.4259 |
| 0 | 30 | 0 | 54 | 3 | 0.0556 | 4 | 0 | 0 | 54 | 24 | 0.4444 |
| 0 | 40 | 0 | 54 | 4 | 0.0741 | 4 | 10 | 0 | 54 | 25 | 0.4630 |
| 0 | 50 | 0 | 54 | 5 | 0.0926 | 4 | 20 | 0 | 54 | 26 | 0.4814 |
| 1 | 0 | 0 | 54 | 6 | 0.1111 | 4 | 30 | 0 | 66 | 33 | 0.5000 |
| 1 | 10 | 0 | 54 | 7 | 0.1296 | 4 | 40 | 0 | 54 | 28 | 0.5200 |
| 1 | 20 | 0 | 54 | 8 | 0.1481 | 4 | 50 | 0 | 54 | 29 | 0.5370 |
| 1 | 30 | 0 | 30 | 5 | 0.1667 | 5 | 0 | 0 | 54 | 30 | 0.5556 |
| 1 | 40 | 0 | 54 | 10 | 0.1852 | 5 | 10 | 0 | 54 | 31 | 0.5741 |
| 1 | 50 | 0 | 54 | 11 | 0.2037 | 5 | 20 | 0 | 54 | 32 | 0.5926 |
| 2 | 0 | 0 | 54 | 12 | 0.2222 | 5 | 30 | 0 | 54 | 33 | 0.6111 |
| 2 | 10 | 0 | 54 | 13 | 0.2407 | 5 | 40 | 0 | 54 | 34 | 0.6296 |
| 2 | 20 | 0 | 54 | 14 | 0.2593 | 5 | 50 | 0 | 54 | 35 | 0.6481 |
| 2 | 30 | 0 | 54 | 15 | 0.2778 | 6 | 0 | 0 | 30 | 20 | 0.6667 |
| 2 | 40 | 0 | 54 | 16 | 0.2963 | 6 | 10 | 0 | 54 | 37 | 0.6852 |
| 2 | 50 | 0 | 54 | 17 | 0.3148 | 6 | 20 | 0 | 54 | 38 | 0.7037 |
| 3 | 0 | 0 | 30 | 10 | 0.3333 | 6 | 30 | 0 | 54 | 39 | 0.7222 |
| 3 | 10 | 0 | 54 | 19 | 0.3519 | 6 | 40 | 0 | 54 | 40 | 0.7407 |
| 3 | 20 | 0 | 54 | 20 | 0.3704 | 6 | 50 | 0 | 54 | 41 | 0.7593 |
| 3 | 30 | 0 | 54 | 21 | 0.3889 | 7 | 0 | 0 | 54 | 42 | 0.7778 |

(续)

| 分度头 主轴转角 | | | 分度盘孔数 | 转过的孔距数 | 折合手柄转数 | 分度头 主轴转角 | | | 分度盘孔数 | 转过的孔距数 | 折合手柄转数 |
|-------------|----|---|-------|--------|--------|-------------|----|---|-------|--------|--------|
| 度 | 分 | 秒 | | | | 度 | 分 | 秒 | | | |
| 7 | 10 | 0 | 54 | 43 | 0.7963 | 8 | 10 | 0 | 54 | 49 | 0.9074 |
| 7 | 20 | 0 | 54 | 44 | 0.8148 | 8 | 20 | 0 | 54 | 50 | 0.9259 |
| 7 | 30 | 0 | 30 | 25 | 0.8333 | 8 | 30 | 0 | 54 | 51 | 0.9444 |
| 7 | 40 | 0 | 54 | 46 | 0.8519 | 8 | 40 | 0 | 54 | 52 | 0.9630 |
| 7 | 50 | 0 | 54 | 47 | 0.8704 | 8 | 50 | 0 | 54 | 53 | 0.9815 |
| 8 | 0 | 0 | 54 | 48 | 0.8889 | 9 | 0 | 0 | | | 1.0000 |

铣四方和六方

1 铣四方

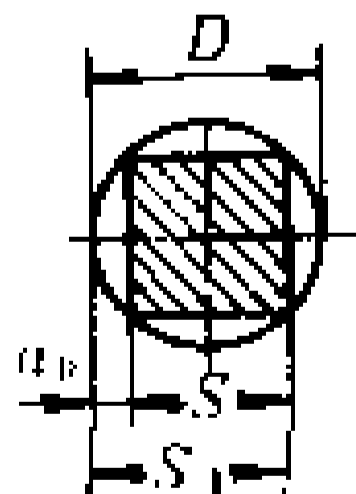
(1) 计算公式:

$$S = 0.707D$$

$$\alpha_p = 0.147D = \frac{D - S}{2}$$

$$S_1 = 0.854D$$

$$D = 1.414S$$



(2) 尺寸表

(mm)

| 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_p | 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_p |
|-------------------|-----------------|----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------------|-------------------|
| 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 | 78.49 | 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

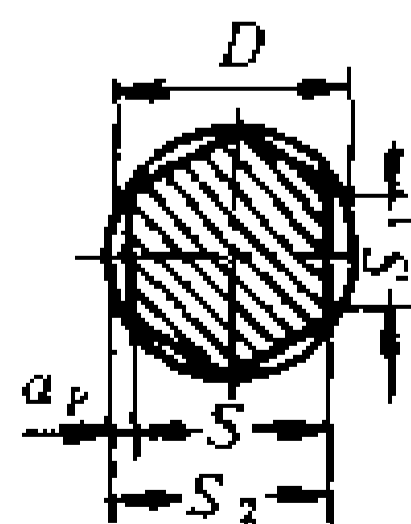
(1) 计算公式:

$$S = 0.866D$$

$$a_p = 0.067D = \frac{D - S}{2}$$

$$S_2 = 0.933D$$

$$D = 1.155S$$



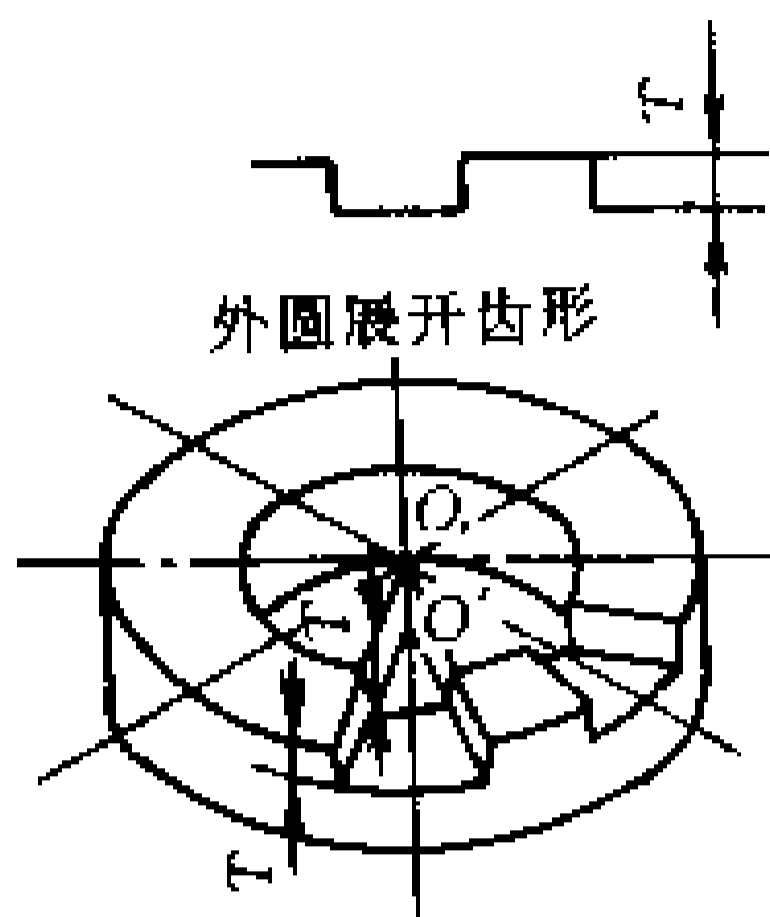
$$S_2 = 0.5D$$

(2) 尺寸表

| 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_f | 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_f |
|-------------------|-----------------|----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------------|-------------------|
| 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 | 7.51 | 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 |

铣 离 合 器

齿式离合器(也叫做牙嵌式离合器)按其齿形可分矩形齿、梯形齿、等边尖齿和锯齿形尖齿,如图所示。这些齿形都可以在卧式铣床或立式铣床上进行加工。



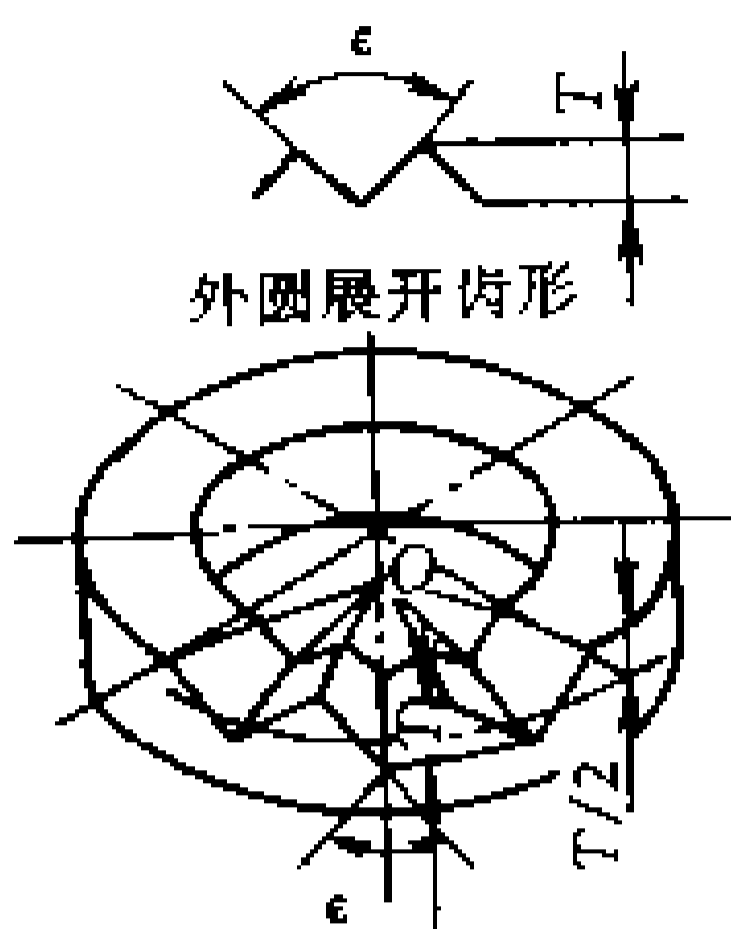
外圆展开齿形

矩形齿



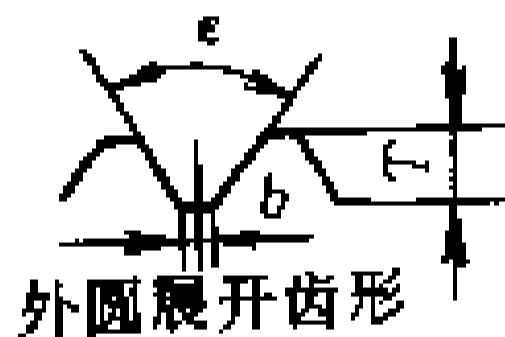
外圆展开齿形

锯齿形齿



外圆展开齿形

尖齿



外圆展开齿形

梯形齿

— 铣矩形齿离合器

这种离合器可分奇数齿和偶数齿两种。刀具选择相同，其铣削方法略有区别。

1 奇数齿离合器的铣削

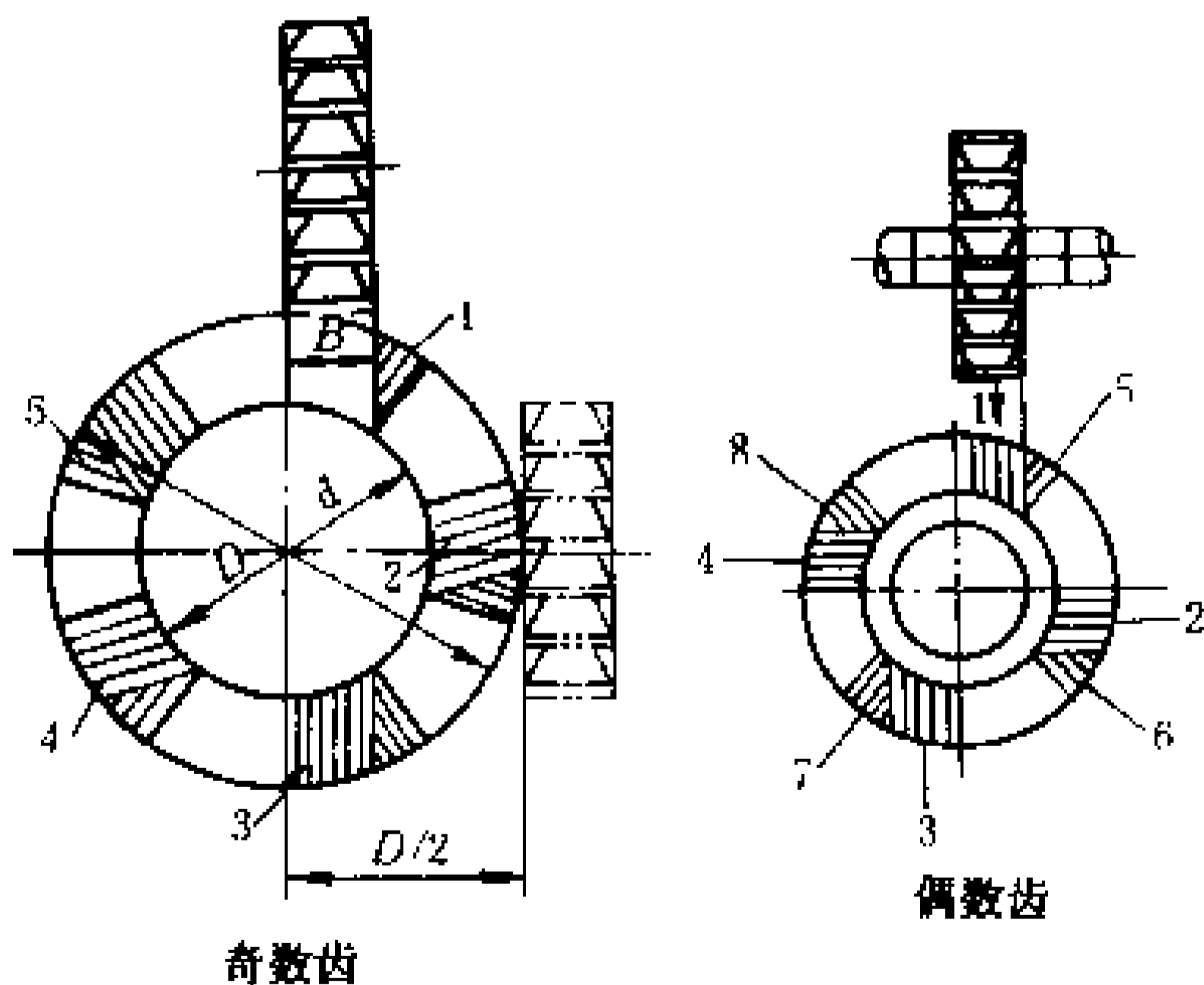
1) 计算铣刀最大宽度:

$$B = \frac{d}{2} \sin \frac{180^\circ}{z}$$

式中 d ——离合器孔径(mm);

z ——离合器齿数(mm)。

2) 将铣刀一侧对准工件中心(如下图)即可进行铣削。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,这样依次铣削即可。



2 偶数齿离合器的铣削

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。

2) 铣偶数齿离合器时, 每次只能铣一个槽的一侧, 而不能通过整个端面。

3) 当各齿的同一侧铣完后, 铣另一侧时, 需要重新对刀, 其方法是摇动分度头手柄, 使工件转过一个齿槽角 (即分度头手柄转过 $\frac{2\theta}{z}$), 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的距离, 使齿的另一侧对准铣刀的另一侧, 这样依次进行铣削即可。

二 梯形齿、尖齿和锯齿形齿的铣削

1 铣梯形齿离合器

1) 铣梯形齿离合器可选用成形铣刀。

2) 对刀方法见下图, 且与尖齿对刀法相同。对刀时, 应使铣刀刀尖通过工件轴心。

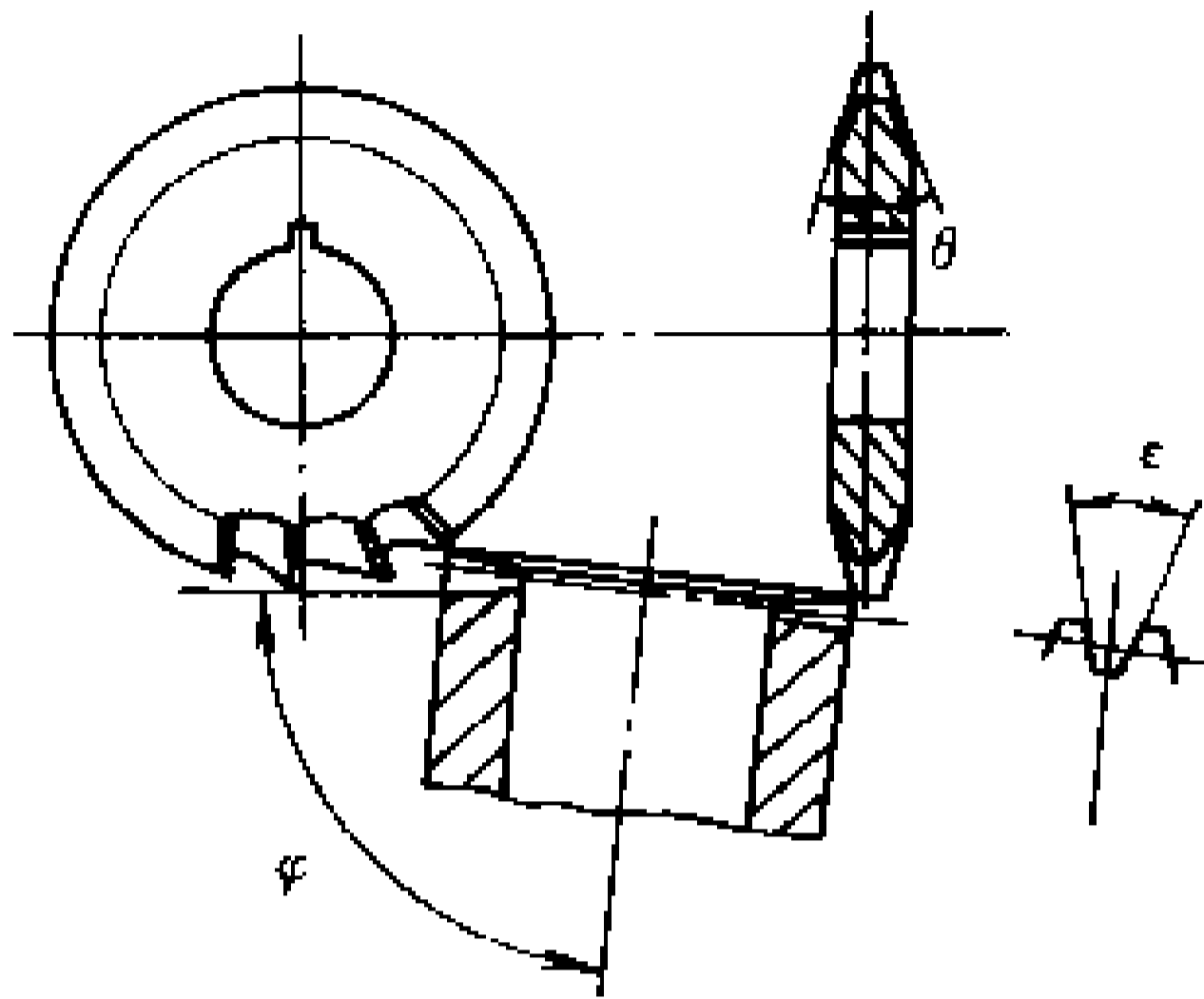
3) 计算分度头扳角 φ :

$$\cos\varphi = \tan \frac{90^\circ}{z} \cot \frac{\theta}{2}$$

式中 θ — 铣刀廓形角;

z — 离合器齿数。

4) 铣梯形齿和尖齿离合器分度头倾斜角 φ 值, 查下表:



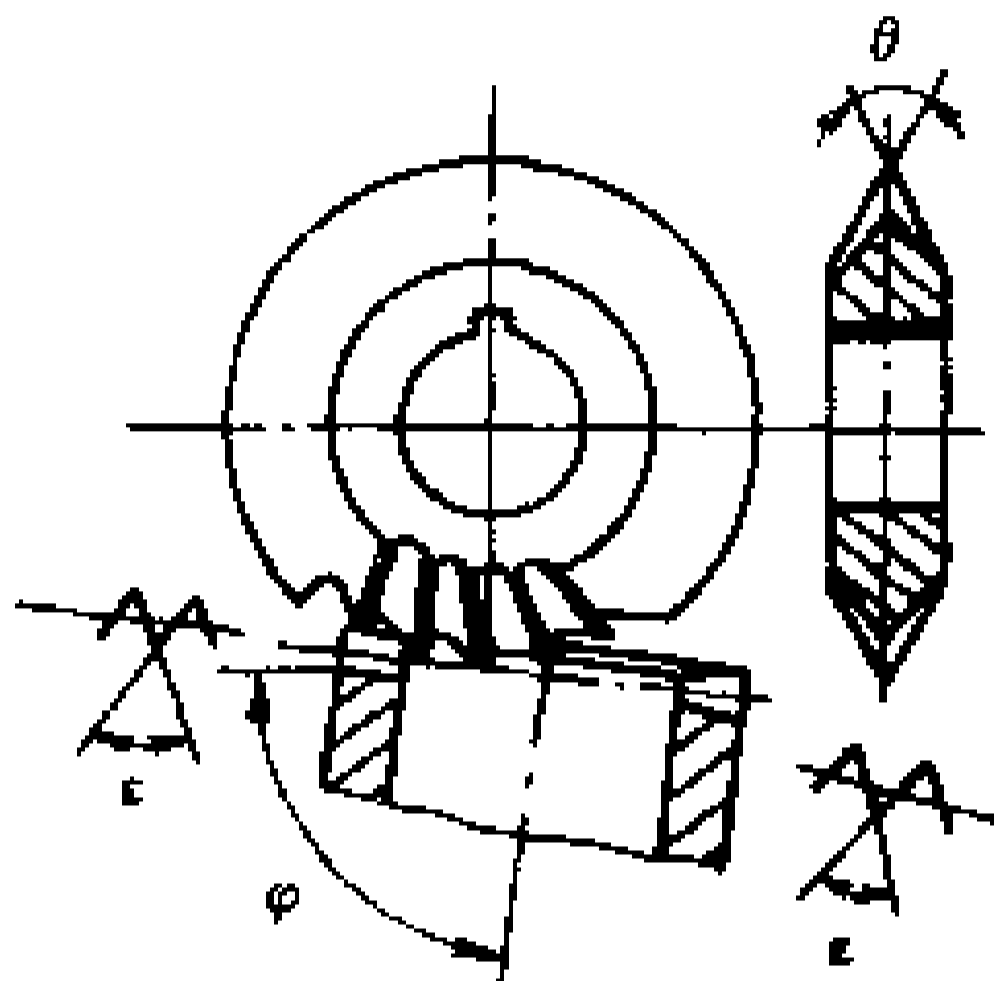
| 离合器 齿数 | 双角铣刀角度 θ | | 离合器 齿数 | 双角铣刀角度 θ | |
|-----------|-----------------|--------|-----------|-----------------|--------|
| | 60° | 90° | | 60° | 90° |
| 8 | 69°51' | 78°30' | 18 | 81°17' | 84°59' |
| 9 | 72°13' | 79°51' | 19 | 81°45' | 85°15' |
| 10 | 74°05' | 80°53' | 20 | 82°10' | 85°29' |
| 11 | 75°35' | 81°53' | 21 | 82°34' | 85°42' |
| 12 | 76°50' | 82°26' | 22 | 82°53' | 85°54' |
| 13 | 77°52' | 83°02' | 23 | 83°12' | 86°05' |
| 14 | 78°45' | 83°32' | 24 | 83°29' | 86°15' |
| 15 | 79°31' | 83°58' | 25 | 83°45' | 86°24' |
| 16 | 80°11' | 84°21' | 26 | 84°01' | 86°32' |
| 17 | 80°46' | 84°41' | 27 | 84°13' | 86°39' |

(续)

| 离合器 齿数 | 双角铣刀角度 θ | | 离合器 齿数 | 双角铣刀角度 θ | |
|-----------|-----------------|--------|-----------|-----------------|--------|
| | 60° | 90° | | 60° | 90° |
| 28 | 84°25' | 86°46' | 45 | 86°32' | 88°00' |
| 29 | 84°37' | 86°53' | 46 | 86°37' | 88°03' |
| 30 | 84°47' | 86°59' | 47 | 86°41' | 88°05' |
| 31 | 84°57' | 87°05' | 48 | 86°45' | 88°08' |
| 32 | 85°06' | 87°11' | 49 | 86°49' | 88°10' |
| 33 | 85°16' | 87°16' | 50 | 86°53' | 88°12' |
| 34 | 85°25' | 87°21' | 51 | 86°56' | 88°14' |
| 35 | 85°32' | 87°26' | 52 | 87°00' | 88°16' |
| 36 | 85°40' | 87°30' | 53 | 87°03' | 88°18' |
| 37 | 85°47' | 87°34' | 54 | 87°07' | 88°20' |
| 38 | 85°54' | 87°38' | 55 | 87°10' | 88°22' |
| 39 | 86°00' | 87°42' | 56 | 87°14' | 88°24' |
| 40 | 86°06' | 87°45' | 57 | 87°16' | 88°25' |
| 41 | 86°12' | 87°48' | 58 | 87°19' | 88°27' |
| 42 | 86°17' | 87°51' | 59 | 87°24' | 88°30' |
| 43 | 86°22' | 87°54' | 60 | 87°24' | 88°30' |
| 44 | 86°27' | 87°57' | | | |

2 铣尖齿离合器

1) 选用对称双角铣刀, 其廓形角 θ 与离合器齿形角 ϵ 相等, 见下图。



2) 对刀时, 应使双角铣刀刀尖通过工件轴心。

3) 计算分度头扳角及分度头倾斜角 φ 与铣梯形齿离合器相同。

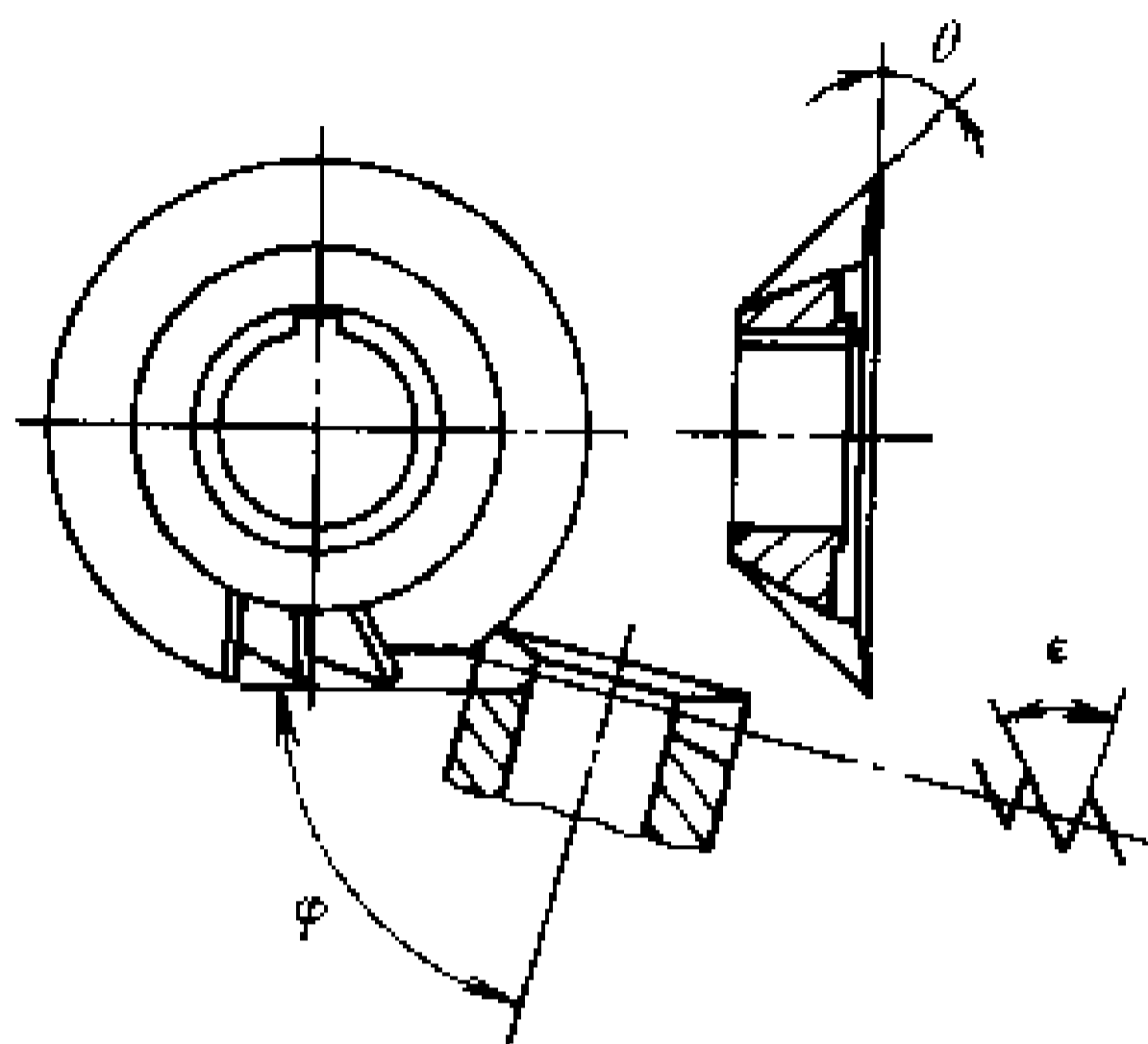
3 铣锯齿形离合器

1) 选用单角度铣刀, 其廓形角 θ 与离合器齿形角 ϵ 相等, 见下图。

2) 对刀时, 应使单角度铣刀的端面侧刃通过工件轴心。

3) 计算分度头扳角 φ :

$$\cos\varphi = \tan \frac{180^\circ}{z} \cot\theta$$



式中 θ ——单角铣刀廓形角；

z ——离合器齿数。

4) 铣锯齿形离合器时,分度头倾斜角 φ 值,见下表:

| 离合器 齿数 | 单角铣刀角度 θ | | | | | |
|-----------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 60° | 65° | 70° | 75° | 80° | 85° |
| 5 | $65^\circ 12'$ | $70^\circ 12'$ | $74^\circ 40'$ | $78^\circ 47'$ | $82^\circ 12'$ | $86^\circ 21'$ |
| 6 | $70^\circ 32'$ | $74^\circ 23'$ | $77^\circ 52'$ | $81^\circ 06'$ | $84^\circ 09'$ | $87^\circ 06'$ |
| 7 | $73^\circ 50'$ | $77^\circ 02'$ | $79^\circ 54'$ | $82^\circ 35'$ | $85^\circ 10'$ | $87^\circ 35'$ |
| 8 | $76^\circ 10'$ | $78^\circ 52'$ | $81^\circ 20'$ | $83^\circ 38'$ | $85^\circ 48'$ | $87^\circ 55'$ |
| 9 | $77^\circ 52'$ | $80^\circ 14'$ | $82^\circ 23'$ | $84^\circ 24'$ | $86^\circ 19'$ | $88^\circ 11'$ |
| 10 | $79^\circ 12'$ | $81^\circ 17'$ | $83^\circ 13'$ | $85^\circ 00'$ | $86^\circ 43'$ | $88^\circ 22'$ |
| 11 | $80^\circ 14'$ | $82^\circ 08'$ | $83^\circ 54'$ | $85^\circ 29'$ | $87^\circ 04'$ | $88^\circ 32'$ |

(续)

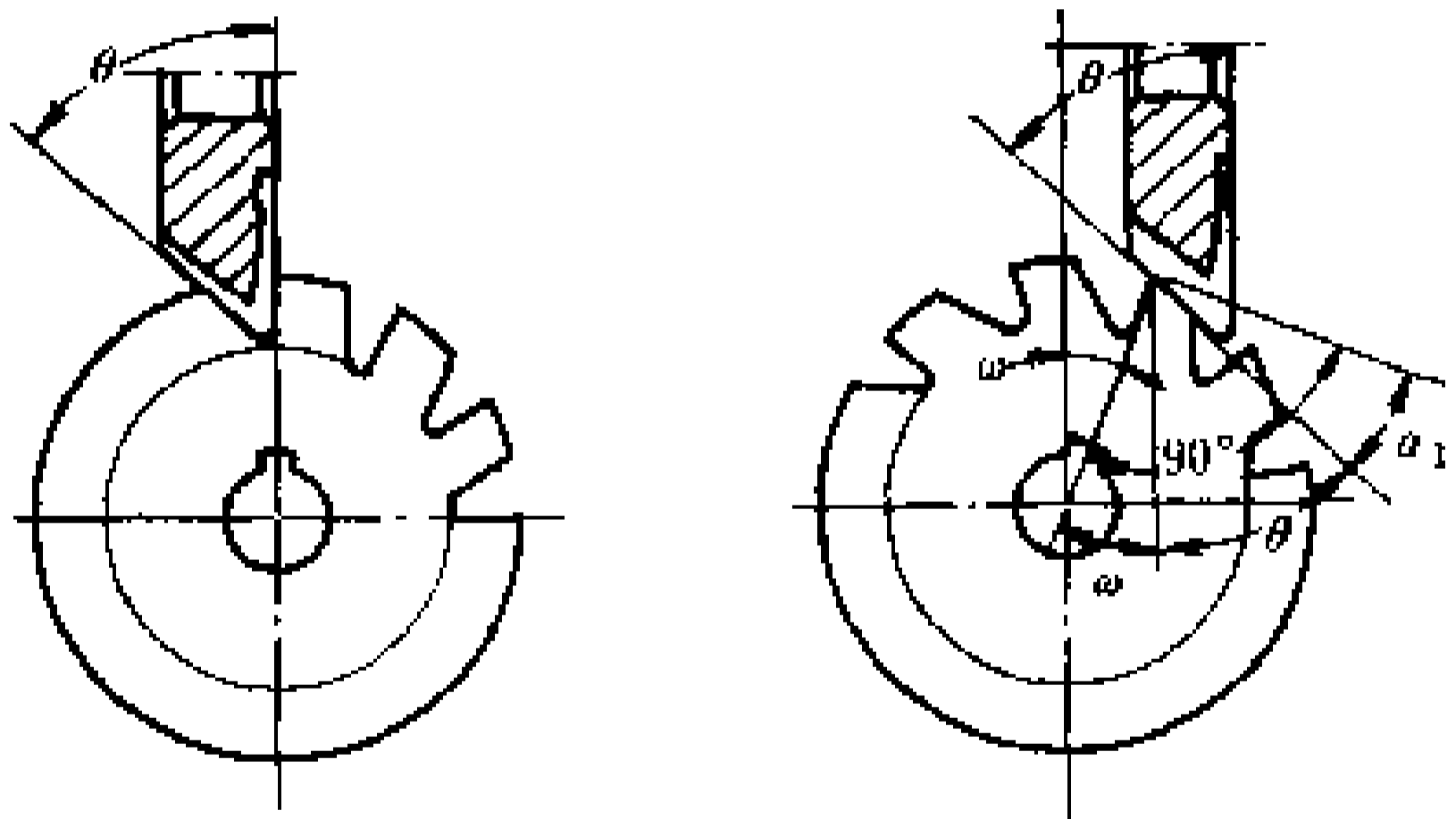
| 离合器 齿数 | 单角铣刀角度 θ | | | | | |
|-----------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 60° | 65° | 70° | 75° | 80° | 85° |
| 12 | 81°06' | 82°49' | 84°24' | 85°53' | 87°18' | 88°39' |
| 13 | 81°49' | 83°24' | 84°51' | 86°13' | 87°30' | 88°46' |
| 14 | 82°26' | 83°54' | 85°12' | 86°30' | 87°42' | 88°51' |
| 15 | 82°57' | 84°19' | 85°34' | 86°44' | 87°51' | 88°56' |
| 16 | 83°24' | 84°41' | 85°51' | 86°57' | 87°59' | 89°00' |
| 17 | 83°48' | 85°00' | 86°06' | 87°08' | 88°07' | 89°04' |
| 18 | 84°09' | 85°17' | 86°19' | 87°17' | 88°13' | 89°07' |
| 19 | 84°30' | 85°32' | 86°31' | 87°26' | 88°19' | 89°10' |
| 20 | 84°46' | 85°46' | 86°42' | 87°34' | 88°24' | 89°12' |
| 21 | 85°01' | 85°58' | 86°51' | 87°41' | 88°29' | 89°15' |
| 22 | 85°13' | 86°09' | 87°00' | 87°48' | 88°33' | 89°17' |
| 23 | 85°27' | 86°20' | 87°08' | 87°53' | 88°37' | 89°19' |
| 24 | 85°38' | 86°29' | 87°15' | 87°59' | 88°40' | 89°20' |
| 25 | 85°49' | 86°37' | 87°22' | 88°04' | 88°43' | 89°22' |
| 26 | 85°59' | 86°45' | 87°28' | 88°08' | 88°46' | 89°24' |
| 27 | 86°08' | 86°53' | 87°34' | 88°12' | 88°50' | 89°25' |
| 28 | 86°16' | 86°59' | 87°39' | 88°16' | 88°52' | 89°26' |
| 29 | 86°24' | 87°06' | 87°44' | 88°20' | 88°54' | 89°27' |
| 30 | 86°31' | 87°11' | 87°48' | 88°23' | 88°56' | 89°28' |
| 31 | 86°39' | 87°18' | 87°53' | 88°25' | 88°59' | 89°29' |

刀具开齿计算

一 对前角 $\gamma_0 = 0^\circ$ 的铣刀开齿

1 用单角铣刀开齿方法

(1) 齿槽加工 如下左图将铣刀的端面刀刃对准工件中心, 然后切至所要求齿槽深度, 依次将全部齿槽铣出即可。注意工作铣刀的角度必须与齿槽角 θ 相等。



(2) 齿背加工 齿槽加工后, 可直接用单角铣刀加工齿背。但必须将工件转过一个角度 ω (见右上图)。

$$\omega = 90^\circ - \theta - \alpha_1$$

式中 ω ——分度头主轴的回转角($^\circ$);

θ ——工件的齿槽角($^\circ$);

α_1 ——工件的齿背角($^\circ$)。

然后可按下式计算出分度头手柄转数 n ,

$$n = \frac{\omega}{9^\circ} = \frac{90^\circ - \theta - \alpha_1}{9^\circ}$$

α_1 —— 工件的齿背角($^\circ$)。

2 用双角铣刀开齿方法

(1) 齿槽加工 可以用双角铣刀加工, 但必须使工作铣刀相对工件中心偏移一个距离 S (见左下图)。

$$S = (R - h) \sin \theta_1$$

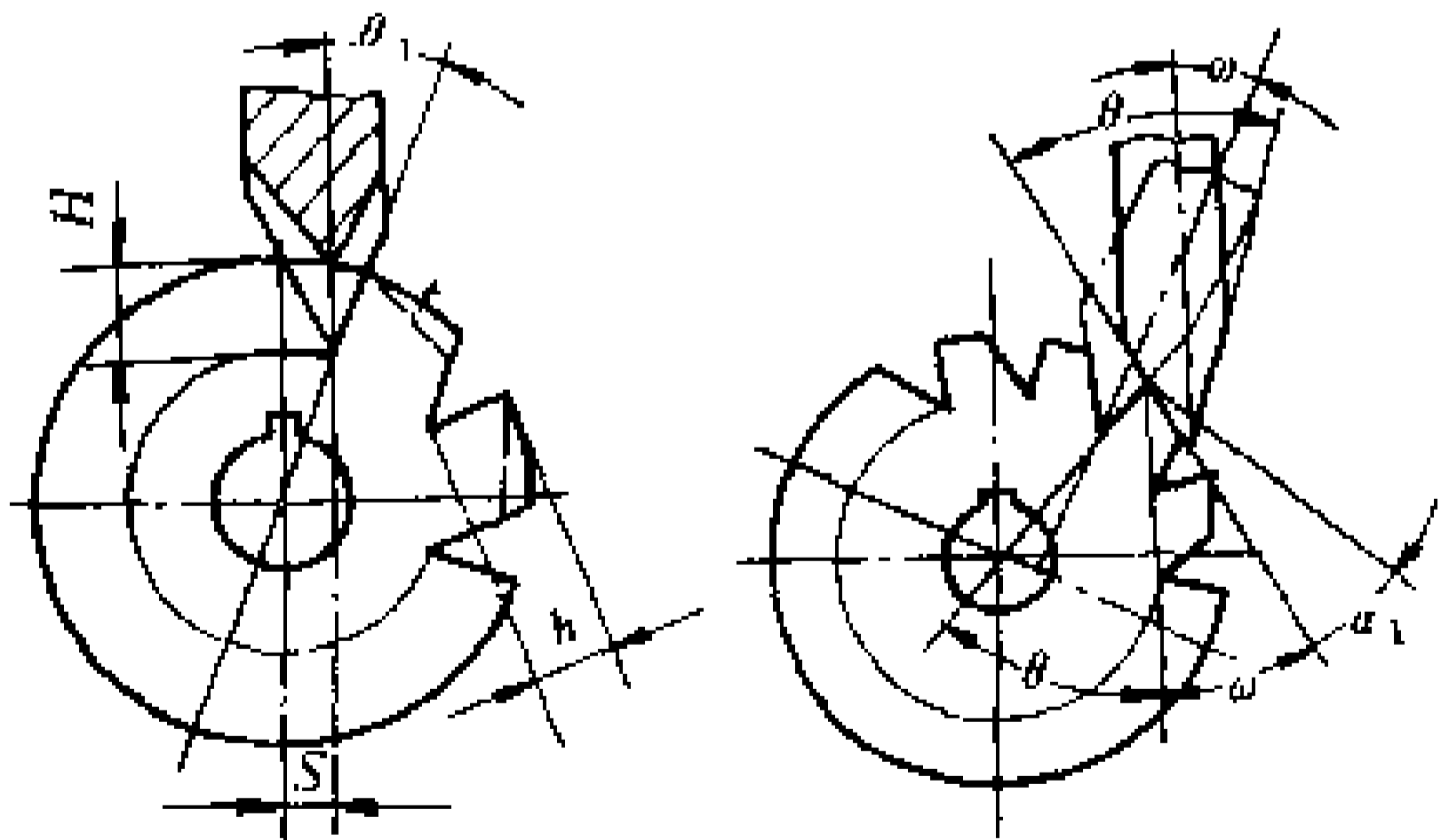
偏移后还应计算出升高量 H 。

$$H = R - (R - h) \cos \theta_1$$

式中 R —— 工件半径(mm);

h —— 工件齿槽深度(mm);

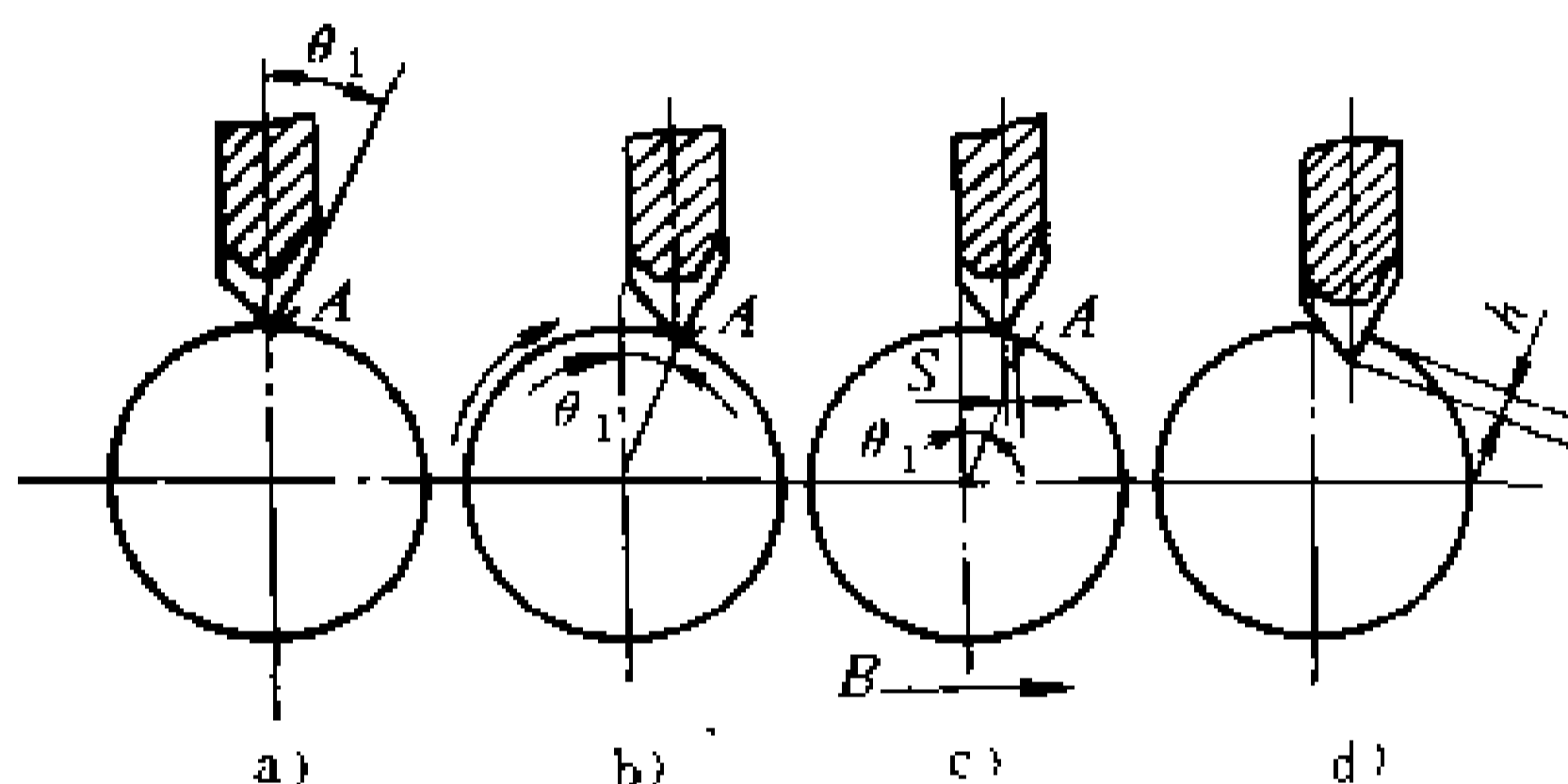
θ_1 —— 双角铣刀的小角度($^\circ$)。



(2) 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 $\gamma_n = 0^\circ$ 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)。

用双角铣刀铣前角等于零度齿槽时，也可采用下面简易对刀方法。



加工时，刀尖与工件中心线对正后，先铣出浅印 A (如图 a)，然后将工件转过一个工作铣刀小角度 θ_1 ，并且使刀尖仍然对正浅印 A (如图 b)，再降低工作台，使工件按图中箭头 B 的方向离开刀尖一个距离 S (如图 c) 移动距离 S 用下式计算：

$$S = h \sin \theta_1$$

式中 θ_1 ——工件转过角度($^\circ$)；

h ——工件齿槽深度(mm)。

工作台横向移动后，接着升高工作台进行铣削，当铣刀刀齿铣到浅印 A 后(如图 d)切削深度就达到尺寸了。

二 对前角 $\gamma_o > 0^\circ$ 的铣刀开齿

1 用单角铣刀开齿方法

(1) 齿槽加工 (下图 a) 为保证前角 γ_o 的大小, 工件铣刀在进给时应与工件中心偏移一个距离 S 。

$$S = R \sin \gamma_o$$

计算升高量 H :

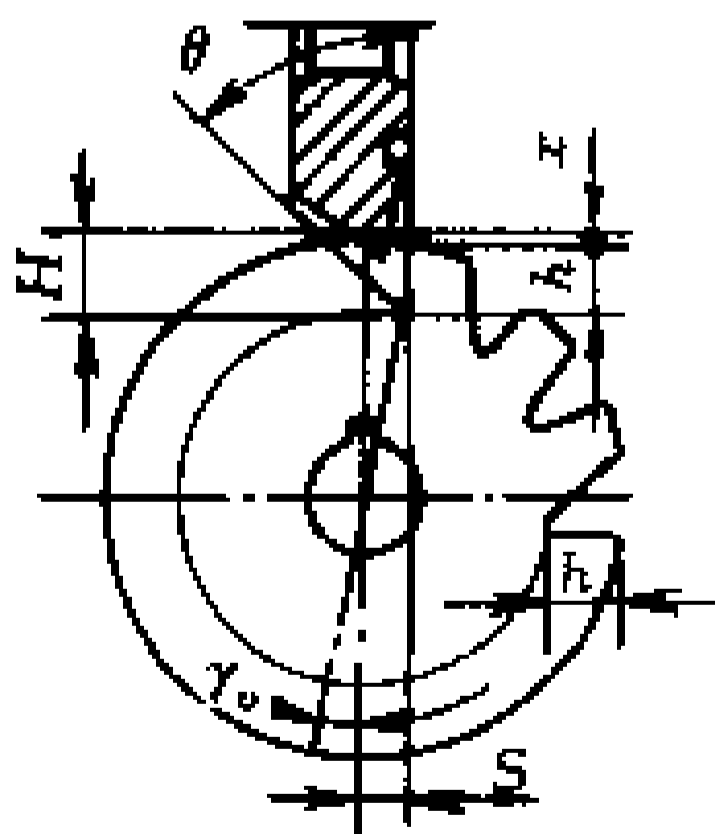
$$H = R(1 - \cos \gamma_o) + h$$

式中 R ——工件半径(mm);

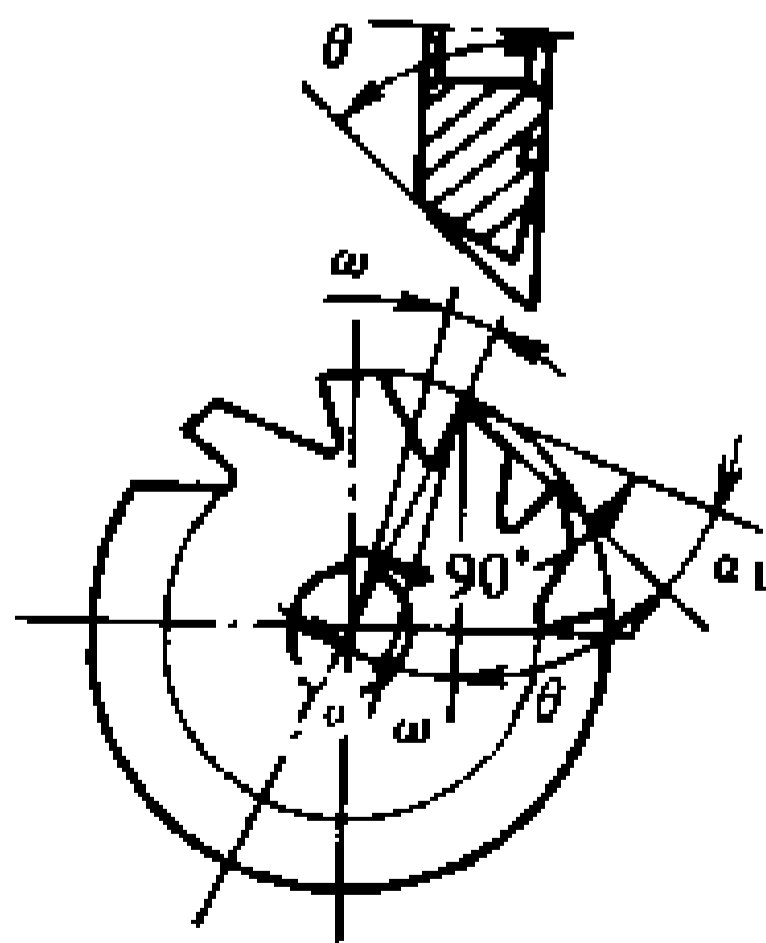
γ_o ——工件前角($^\circ$);

h ——工件齿槽深度(mm)。

(2) 齿背加工(见下图 b) 齿槽加工后, 可直接用单角铣刀加工齿背, 但必须将工件转过一个角度 ω 。



a)

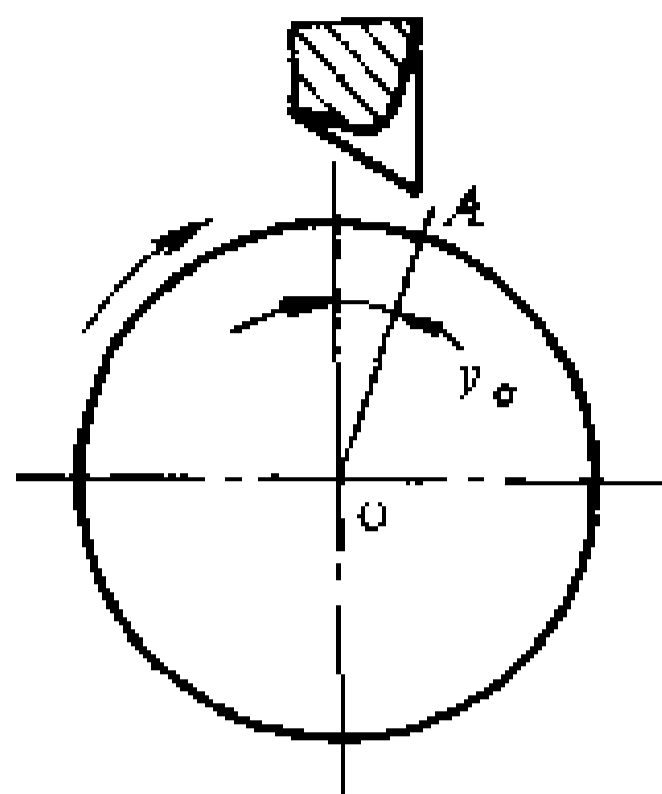


b)

$$\omega = 90^\circ - \theta - \alpha_1 - \gamma_o$$

然后再换算成分度头手柄转数 n 。

(3) 用单角铣刀铣削前角大于零度齿槽的简易对刀方法: 见下图, 先使单角铣刀端面



刀刃对准工件中心, 并铣出浅印 A 。然后, 将工件按图中所示箭头方向转动一个 γ_o 角 (刀坯前角), 再重新使铣刀刀尖和浅印 A 对准, 工作台升高一个齿槽深度 h 后, 就可正式铣削。

2 用双角铣刀开齿方法

(1) 齿槽加工 计算铣刀偏移距离 S (见下页图 a)

$$S = R \sin(\theta_1 + \gamma_o) - h \sin \theta_1$$

计算升高量 H 。

$$H = R[1 - \cos(\theta_1 + \gamma_o)] + h \cos \theta_1$$

式中 R ——工件半径(mm);

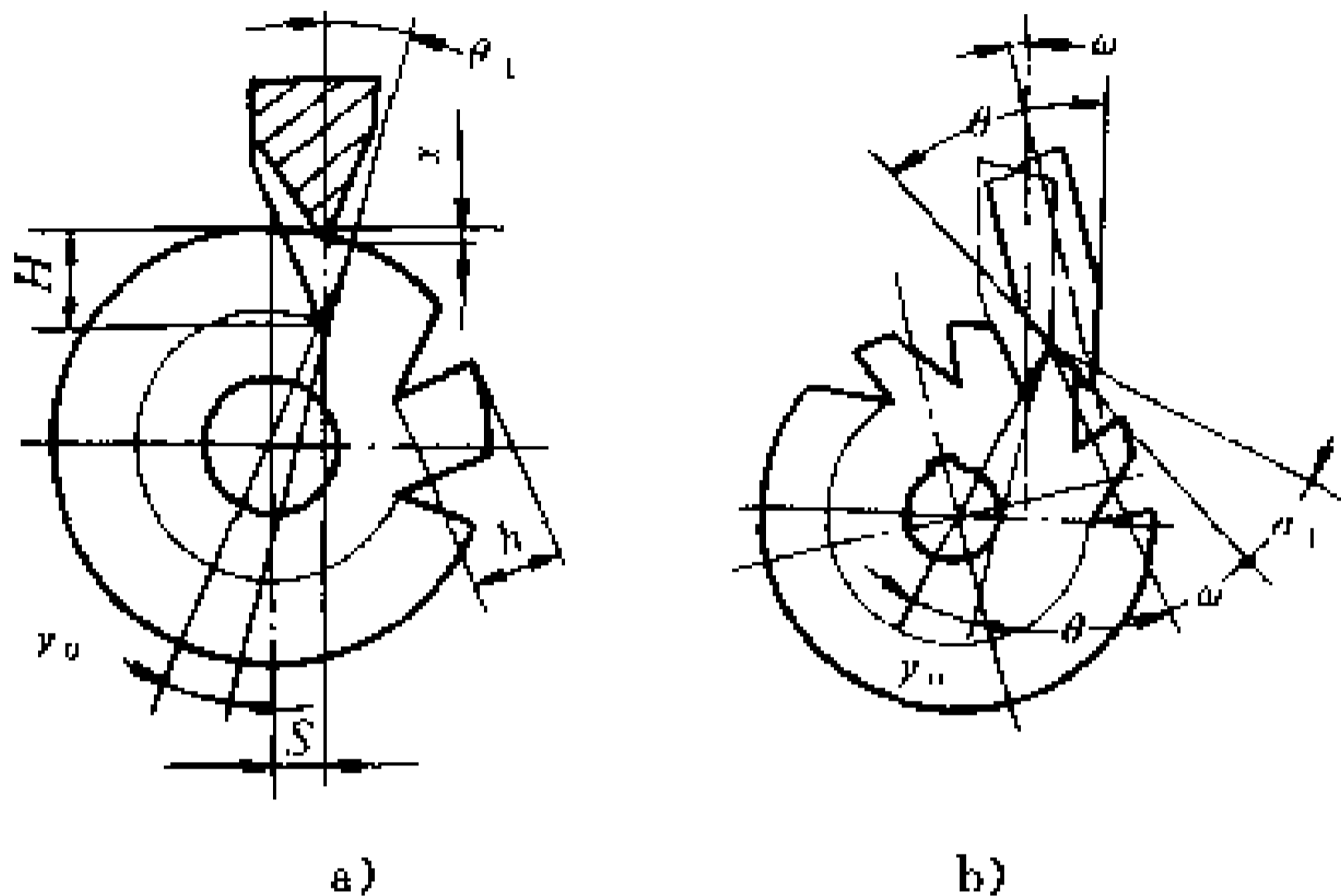
γ_o ——工件前角($^\circ$);

θ_1 ——双角铣刀的小角度($^\circ$);

h ——工件齿槽深(mm)。

(2) 齿背加工 见图 b, ω 的计算和分度方法与用单角铣刀加工 $\gamma_o > 0^\circ$ 的齿背时相同。

用双角铣刀铣削前角大于零度的刀坯时, 也可采用简易对刀的方法。这种方法与用双角铣刀铣削前角等于



零度的刀坯时，基本相似。现举例说明加工方法。

[例] 已知一刀坯 $D=100$, $h=12$, $\gamma_0=5^\circ$, 用双角铣刀 $\theta=55^\circ$, $\theta_1=15^\circ$, 进行加工。试述所有各部调整及铣削过程。

[解] 加工方法和步骤：

1. 工件安装校正后，将铣刀刀尖对正工件的中心。
2. 使工件靠近铣刀，并铣出一条刀印。
3. 旋转分度头手柄，使工件朝工作铣刀的小角度方向转动一个角度，其大小为铣刀小角角度加上工件的前角：

$$\theta_1 + \gamma_0 = 15^\circ + 5^\circ = 20^\circ$$

手柄应转数 n ：

$$n = \frac{20^\circ}{9^\circ} = 2 \frac{2}{9} = 2 \frac{12}{54}$$

4. 移动工作台, 使工作铣刀的刀尖重新对准刚才铣出的浅印。然后降低工作台, 使工件上的浅印反向离开刀尖一个距离 S 。

$$\begin{aligned} S &= h \sin \theta_1 = 12 \times \sin 15^\circ \\ &= 12 \times 0.259 = 3.1 \text{ mm} \end{aligned}$$

5. 升高铣削, 待铣刀铣到浅印处, 齿深即合适。

6. 然后将工件退回原来位置, 进行分度。依次铣出各齿。

三 圆柱螺旋齿铣刀刀坯的铣削

1 刀具的选择

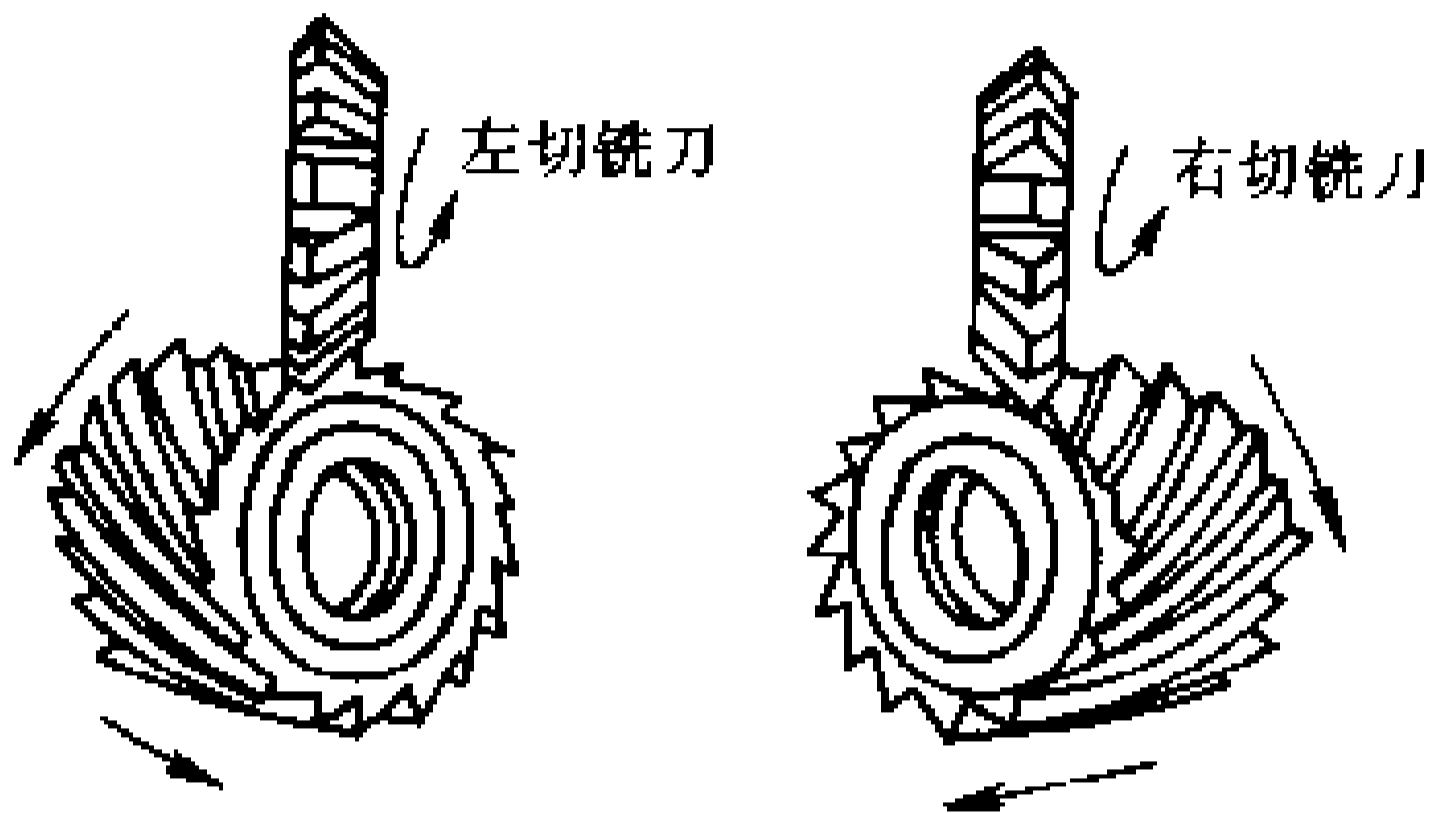
加工螺旋齿应该用双角铣刀。双角铣刀的角度和旋向应根据工件的齿槽角决定(见下页图)。如果工件的旋向为“右旋”时, 应选用“左切”双角铣刀; 如果工件的旋向为“左旋”时, 应选用“右切”双角铣刀。

如果没有合适的刀具, 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, 一般工作台角度应多扳 3° 左右来弥补可能发生“内切”现象。

2 工作台转角度的确定

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。

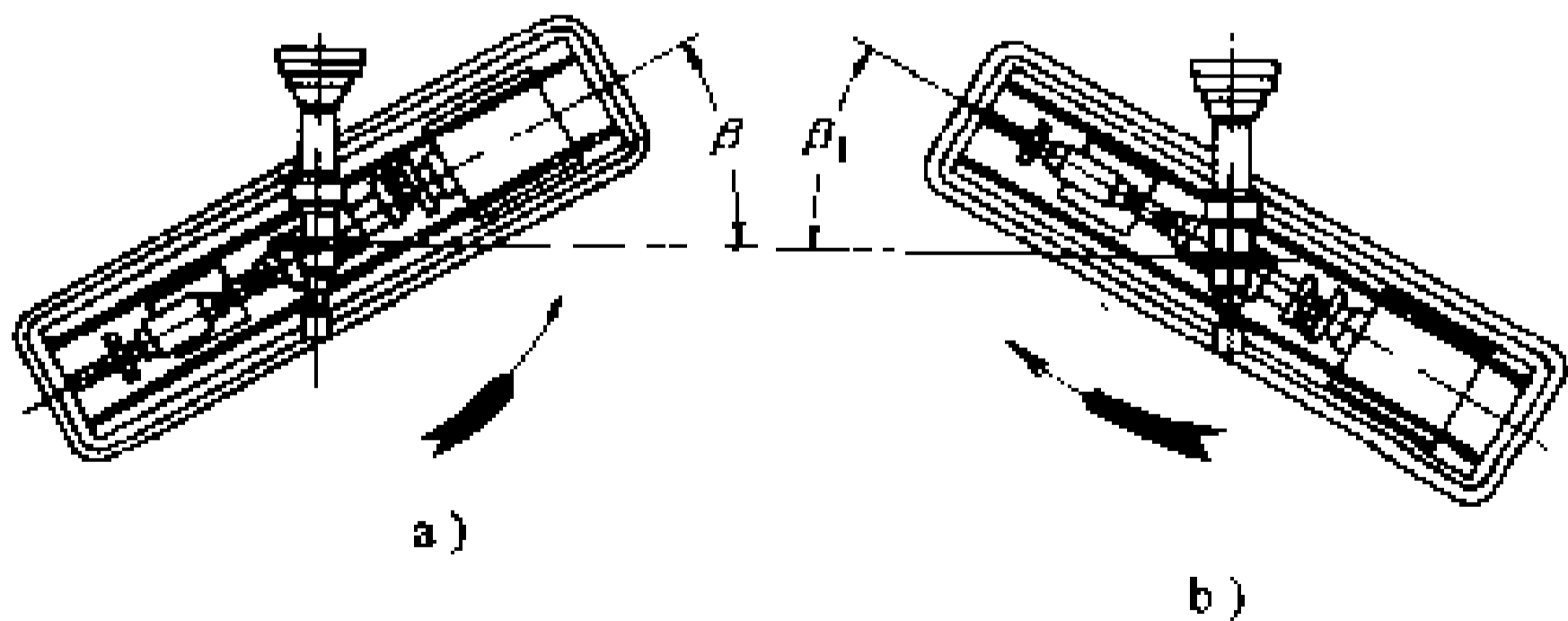
当工件螺旋角 $\beta < 20^\circ$ 时, 工作台扳转角度等于工件



右旋开齿

左旋开齿

的螺旋角 β 。当工件螺旋角 $\beta > 20^\circ$ 时为了避免工作铣刀发生“内切”，工作台实际转动角度 β_1 应小于工件螺旋角 β (见下图)。



$$\tan \beta_1 = (\tan \beta \cos(\theta_1 + \gamma_{on}))$$

式中 β ——工件螺旋角($^\circ$);

β_1 ——工作台实际转角($^\circ$);

θ_1 ——工作铣刀的小角度($^\circ$);

γ_{on} ——工件的法向前角($^\circ$)。

3 传动比的计算

$$\text{传动比 } i = \frac{40p}{p_h} = \frac{40p}{\pi D \cot \beta}$$

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)。

[例] 要铣削一螺旋槽 $\beta = 26^\circ$, $D = 110\text{mm}$, 计算传动比 i 。

$$\begin{aligned} \text{[解]} \quad i &= \frac{40p}{\pi D \cot \beta} = \frac{40 \times 6}{3.14 \times 110 \times \cot 26^\circ} \\ &= \frac{240}{708.07} = 0.339 \end{aligned}$$

查交换齿轮表(第 881 页) $0.34028 = \frac{70 \times 35}{80 \times 90}$ 即采用

两套交换齿轮, 主动轮 70、35, 被动轮 80、90。

4 偏移量 S 和升高量 H 的计算

(1) 计算公式

$$S = \frac{R}{\cos^2 \beta} \sin(\theta_1 + \gamma_{on}) - h \sin \theta_1$$

$$H = R[1 - \cos(\theta_1 + \gamma_{on})] + h \cos \theta_1$$

式中 R ——工件半径(mm)；

γ_{on} ——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)。

(2) 铣螺旋齿的偏移量 S 值也可由 r 表直接查得。

[例] 已知，加工一圆柱右旋铣刀， $D=80\text{mm}$ ， $\beta=30^\circ$ ， $z=16$ ， $h=6\text{mm}$ ， $\gamma_{on}=15^\circ$ ，齿槽角 $\theta=65^\circ$ ，求加工中的一般调整。

[解] (1) 采用“左切”双角铣刀，齿形角 $\theta=65^\circ$ (其中小角角度 $\theta_1=15^\circ$)

(2) 工作台应转角度 β_1

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \beta_1 &= \operatorname{tg} \beta \cos(\theta_1 + \gamma_{on}) \\ &= \operatorname{tg} 30^\circ \cos(15^\circ + 15^\circ) = 0.5 \end{aligned}$$

$$\therefore \beta_1 = 26^\circ 34'$$

即，工作台逆时针转动 $26^\circ 34'$ 。

$$\begin{aligned} (3) \text{ 传动比 } i &= \frac{40p}{\pi D \operatorname{ctg} \beta} = \frac{40 \times 6}{3.14 \times 80 \times \operatorname{ctg} 30^\circ} \\ &= \frac{240}{435.58} = 0.591 \end{aligned}$$

查交换齿轮表(第 881 页) $0.55682 = \frac{70 \times 35}{55 \times 80}$ 即，两套交换齿轮，主动轮 70、35；被动轮 55、80。

$$(4) \text{ 偏移量 } S = \frac{R}{\cos^2 \beta} \sin(\theta_1 + \gamma_{on}) - h \sin \theta。$$

铁螺旋齿的偏移量 S 值

| 螺旋角 β | 前 角 γ_{on} | | |
|-------------|-------------------|--------------|--------------|
| | 5° | 10° | 12° |
| 10° | 0.176D—0.26h | 0.218D—0.26h | 0.234D—0.26h |
| 15° | 0.183D—0.26h | 0.226D—0.26h | 0.244D—0.26h |
| 20° | 0.191D—0.26h | 0.238D—0.26h | 0.257D—0.26h |
| 25° | 0.208D—0.26h | 0.257D—0.26h | 0.276D—0.26h |
| 30° | 0.228D—0.26h | 0.282D—0.26h | 0.303D—0.26h |
| 35° | 0.255D—0.26h | 0.305D—0.26h | 0.338D—0.26h |
| 40° | 0.290D—0.26h | 0.355D—0.26h | 0.387D—0.26h |
| 45° | 0.342D—0.26h | 0.423D—0.26h | 0.454D—0.26h |
| | | | 15° |
| | | | 0.258D—0.26h |
| | | | 0.268D—0.26h |
| | | | 0.283D—0.26h |
| | | | 0.304D—0.26h |
| | | | 0.330D—0.26h |
| | | | 0.373D—0.26h |
| | | | 0.426D—0.26h |
| | | | 0.500D—0.26h |

注：1. 表中数据是根据工作铣刀小角度 θ_1 计算的，如果条件改变应按公式计算；

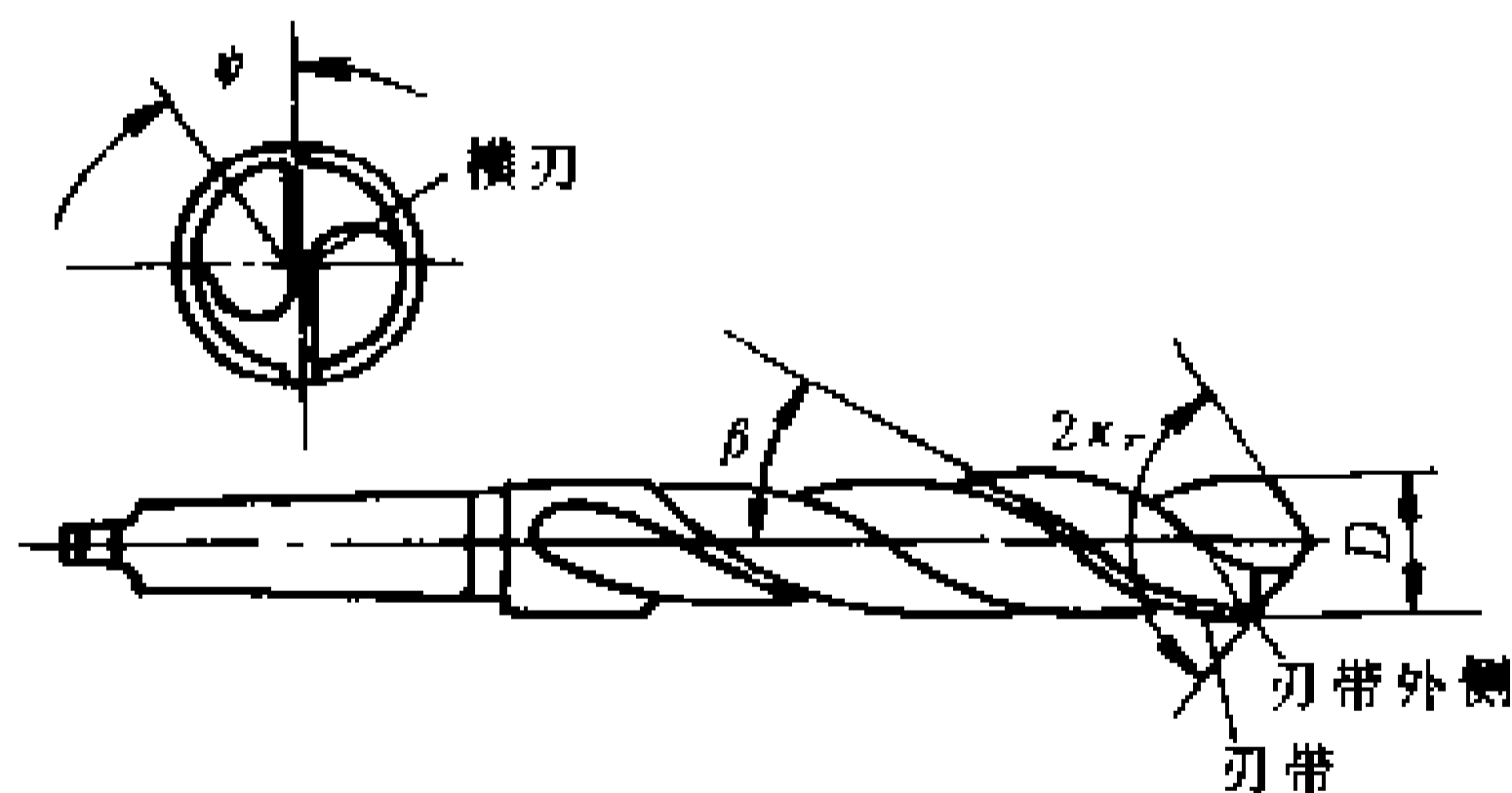
2. 表中及公式中均未考虑工作铣刀刀尖半径 r ，如需要考虑，可从 S 值中减去“ $0.7r$ ”即可。

$$\begin{aligned}
 &= \frac{R}{\cos^2 30^\circ} \sin(15^\circ + 15^\circ) - 6 \sin 15^\circ \\
 &= 25 \text{mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (5) \text{ 升高量 } H &= R [1 - \cos(\theta_1 + \gamma_{\text{os}})] + h \cos \theta_1 \\
 &= 40 [1 - \cos(15^\circ + 15^\circ)] + 6 \times \cos 15^\circ \\
 &= 11.155 \text{mm}
 \end{aligned}$$

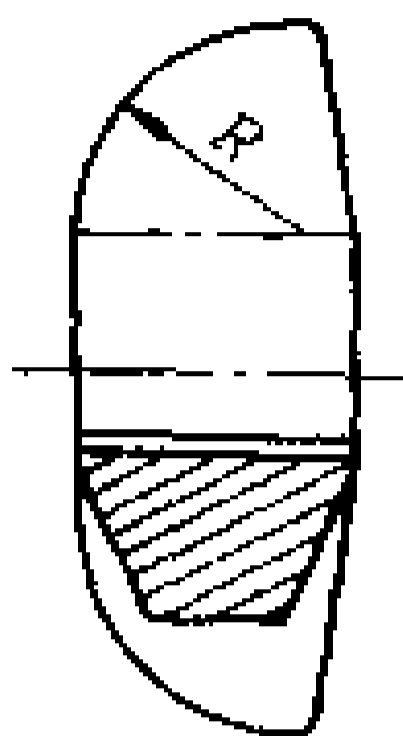
四 麻花钻的铣削

常用的麻花钻头，有两条螺旋形的沟槽，其螺旋角为 β 见下图。



铣削钻头螺旋槽及齿背所用的铣刀是一组特形铣刀，其刀齿的几何形状根据钻头的直径来决定见下图。如果选择得不正确，就不能保证加工出来的钻头钻槽截形。

铣削时，工作台转角大小，转动方向与进给运动规律都和铣螺旋齿圆柱铣刀相同。但对刀时一般采用试铣的方法。



五 端面齿的铣削

1 刀具的选择

采用单角铣刀，其截形角应与被加工工件齿槽角相同。

2 分度头倾斜角 φ 的计算公式

三面刃铣刀、单角铣刀等，都具有端面齿。为保证刀齿全长上刃口棱边的宽度相等，在开齿时应把分度头主轴倾斜一个角度 φ 。

$$\cos\varphi = \tan \frac{360^\circ}{z} \cdot \cot\theta$$

式中 z ——刀坯齿数；

θ ——工作铣刀截形角。

3 偏移量 S 的计算

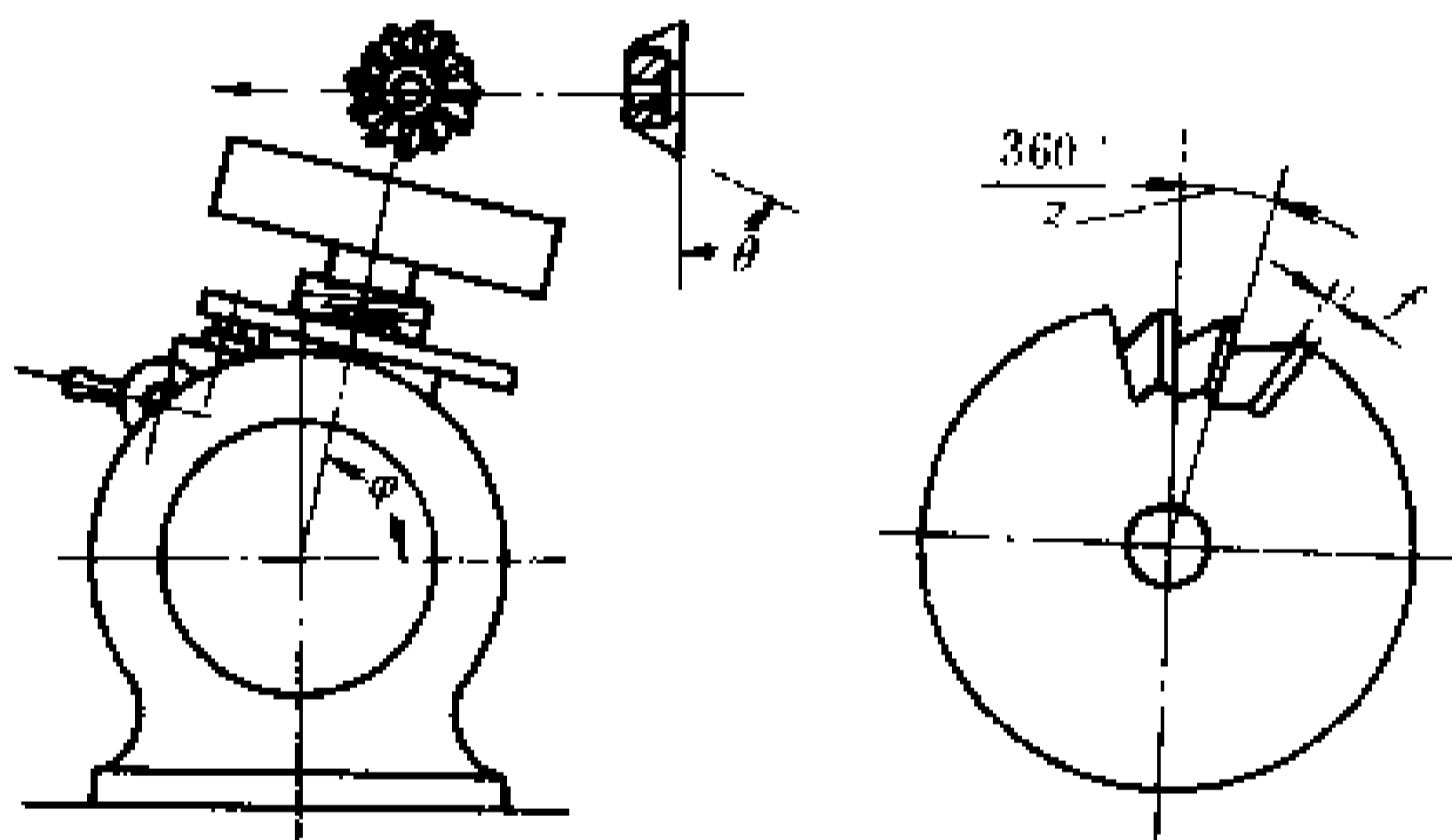
当被加工工件前角等于零度时，单角工作铣刀的端面刀刃对准工件中心就可以进行铣削。

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 。

$$S = R \sin \gamma_{\text{os}}$$

式中 R ——工件半径；

γ_{os} ——工件刀齿端面前角。



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。铣端面齿分度头扳转角 φ 值见下表：

| 工作铣刀 截形角 θ | 刀 坯 齿 数 z | | | | | |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
| 80° | $79^\circ 51'$ | $82^\circ 38'$ | $84^\circ 09'$ | $85^\circ 08'$ | $85^\circ 49'$ | $86^\circ 19'$ |
| 75° | $74^\circ 27'$ | $78^\circ 59'$ | $81^\circ 06'$ | $82^\circ 35'$ | $83^\circ 38'$ | $84^\circ 24'$ |
| 70° | $68^\circ 39'$ | $74^\circ 40'$ | $77^\circ 52'$ | $79^\circ 54'$ | $81^\circ 20'$ | $82^\circ 27'$ |
| 65° | $62^\circ 12'$ | $70^\circ 12'$ | $74^\circ 23'$ | $77^\circ 01'$ | $78^\circ 52'$ | $80^\circ 14'$ |

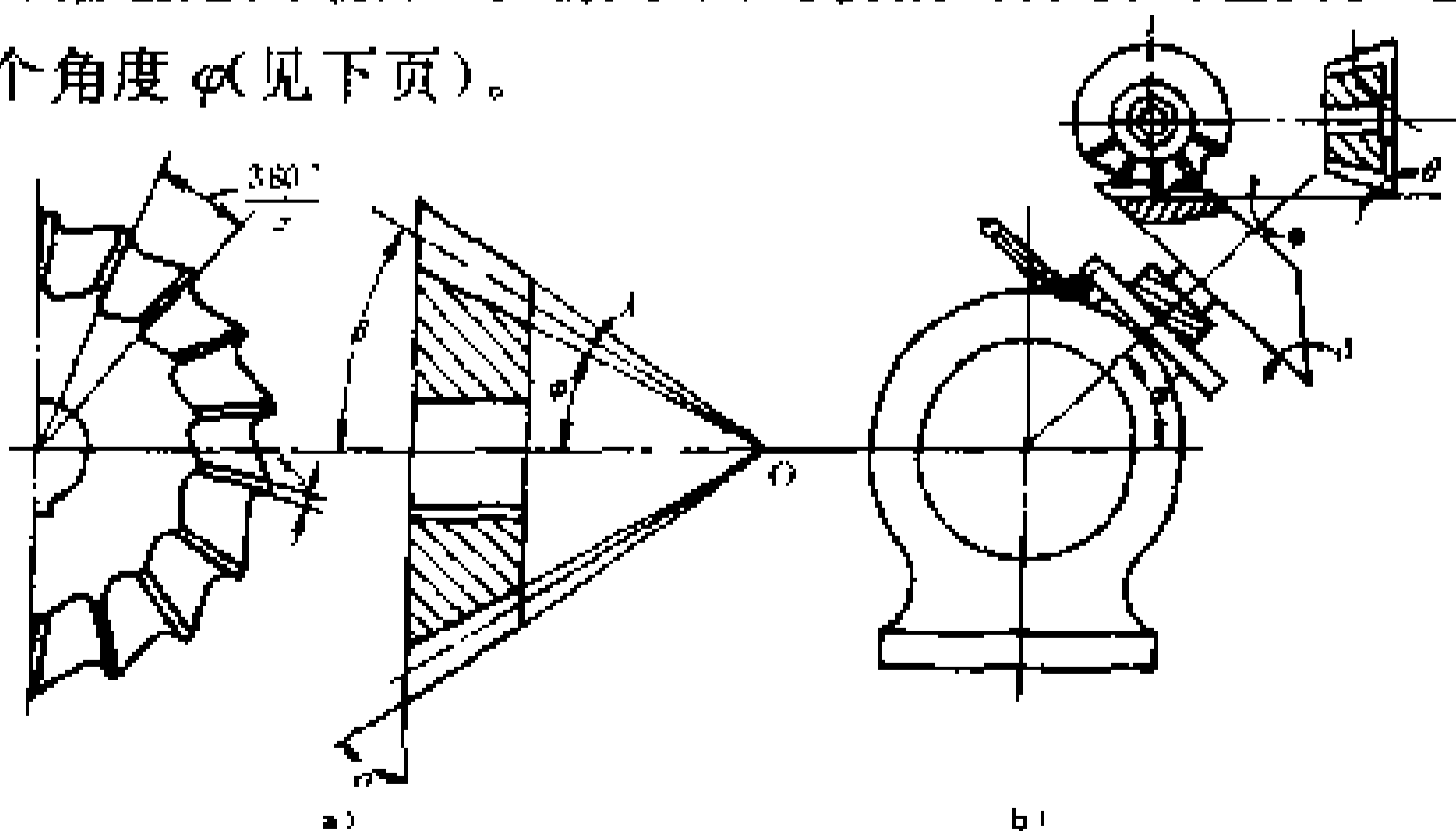
(续)

| 工作铣刀 截形角 θ | 刀 坯 齿 数 z | | | | |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 |
| 80° | $86^\circ 43'$ | $87^\circ 02'$ | $87^\circ 18'$ | $87^\circ 30'$ | $87^\circ 42'$ |
| 75° | $85^\circ 00'$ | $85^\circ 30'$ | $85^\circ 53'$ | $86^\circ 13'$ | $86^\circ 30'$ |
| 70° | $83^\circ 12'$ | $83^\circ 52'$ | $84^\circ 24'$ | $84^\circ 51'$ | $85^\circ 14'$ |
| 65° | $81^\circ 17'$ | $82^\circ 08'$ | $82^\circ 49'$ | $83^\circ 24'$ | $83^\circ 53'$ |

六 锥面齿的铣削

锥面的开齿基本上与端面上开齿有很多相同的地方,如工作铣刀选用单角铣刀,其截形角 θ 应等于刀坯的齿槽角,横向偏移量 S 的计算方法等均一样。

锥面刀齿也要求刀齿在全长上棱边宽度一致,所以齿槽应是大端深,小端浅,因此铣削时分度头也要扳起一个角度 φ (见下页)。



$$\varphi = \beta - \lambda$$

$$\tan \beta = \cos \frac{360^\circ}{z} \cot \delta$$

$$\sin \lambda = \tan \frac{360^\circ}{z} \cot \theta \sin \beta$$

式中 β ——工件刀齿齿高中线与工件中心线间夹角(°)；

λ ——工件刀齿中线与齿槽底线间夹角(°)；

z ——工件刀齿数；

δ ——工件锥面与大端端面的夹角(°)；

θ ——工作铣刀角度(°)。

实际生产中，开单角铣刀锥面齿时分度头扳转角 φ 值可从下表查得。铣削背吃刀量 a_p 也可用试切法来确定，主要应保证锥面上刀刃棱边宽度所规定的数值。

七 铰刀的开齿

一般铰刀有圆柱铰刀和圆锥铰刀两种，见下图。圆柱铰刀的开齿方法与在圆盘形刀坯上开直齿时相同。

圆锥铰刀又有等分齿和不等分齿之分，不等分齿是常见的，故需分度，为了保证全部刀齿的刀刃宽度一致，在加工中各齿的吃刀量不应该全一致，中心角大的刀齿

开单角铣刀锥面齿时分度头扳转角 ϕ 值

δ 角为 45°

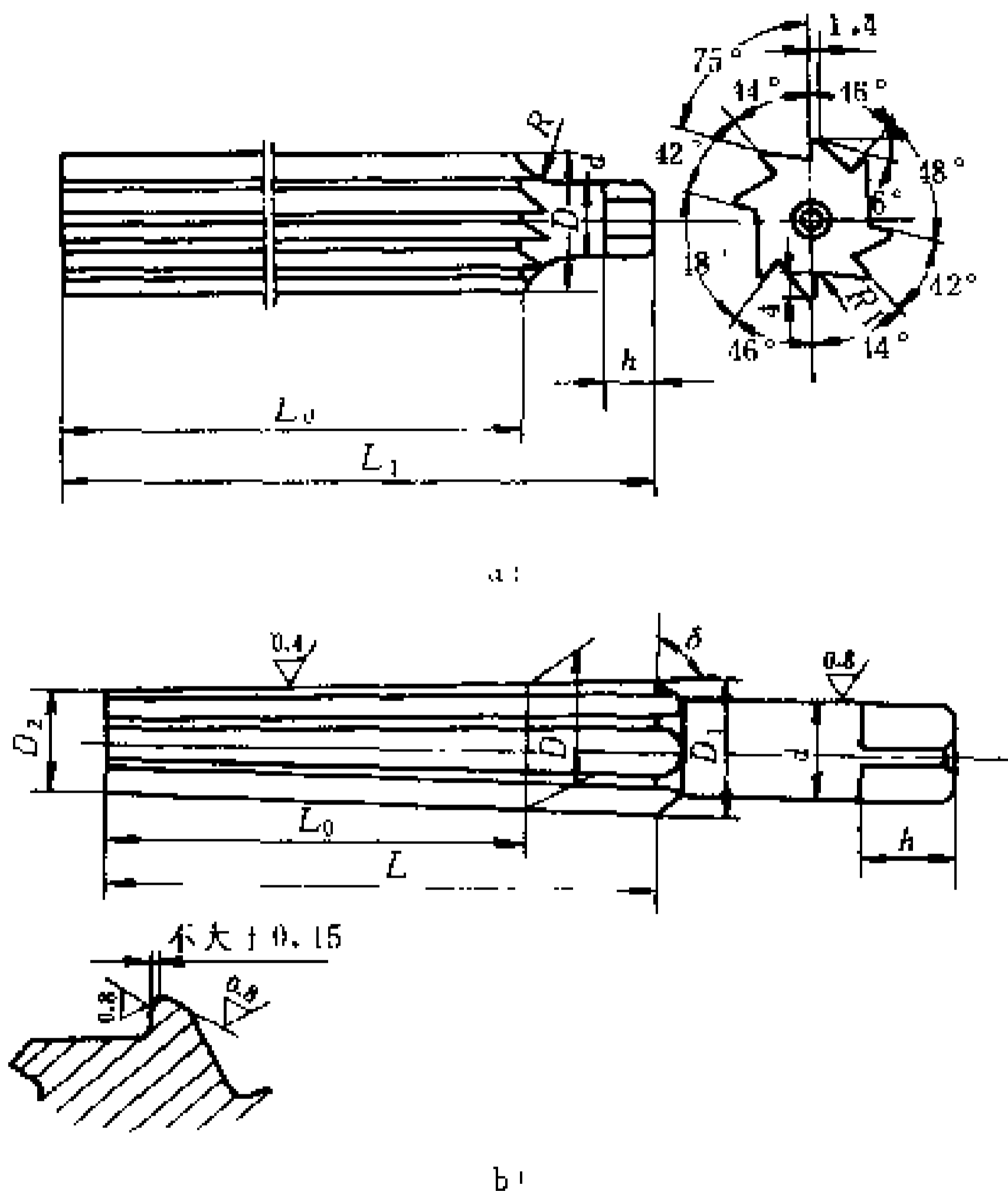
| 齿数 z | 开齿用角度铣刀的角度 | | | | | | | | | |
|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
| | 90° | 85° | 80° | 75° | 70° | 65° | 60° | 55° | 50° | |
| 12 | $40^\circ 54'$ | $39^\circ 00'$ | $37^\circ 04'$ | $35^\circ 05'$ | $33^\circ 00'$ | $30^\circ 46'$ | $28^\circ 18'$ | $25^\circ 33'$ | $20^\circ 24'$ | |
| 14 | $42^\circ 01'$ | $40^\circ 24'$ | $38^\circ 46'$ | $37^\circ 04'$ | $35^\circ 17'$ | $33^\circ 23'$ | $31^\circ 18'$ | $28^\circ 58'$ | $26^\circ 19'$ | |
| 16 | $42^\circ 41'$ | $41^\circ 19'$ | $39^\circ 54'$ | $38^\circ 25'$ | $36^\circ 52'$ | $35^\circ 18'$ | $33^\circ 24'$ | $31^\circ 23'$ | $29^\circ 05'$ | |
| 18 | $43^\circ 13'$ | $41^\circ 58'$ | $40^\circ 42'$ | $39^\circ 23'$ | $38^\circ 01'$ | $36^\circ 33'$ | $34^\circ 57'$ | $33^\circ 10'$ | $31^\circ 09'$ | |
| 20 | $43^\circ 34'$ | $42^\circ 27'$ | $41^\circ 18'$ | $40^\circ 08'$ | $38^\circ 53'$ | $37^\circ 35'$ | $36^\circ 09'$ | $34^\circ 33'$ | $32^\circ 44'$ | |
| 22 | $43^\circ 49'$ | $42^\circ 18'$ | $41^\circ 46'$ | $40^\circ 42'$ | $39^\circ 34'$ | $38^\circ 23'$ | $37^\circ 04'$ | $35^\circ 38'$ | $33^\circ 59'$ | |
| 24 | $44^\circ 00'$ | $43^\circ 04'$ | $42^\circ 07'$ | $41^\circ 09'$ | $40^\circ 07'$ | $39^\circ 02'$ | $37^\circ 50'$ | $36^\circ 30'$ | $35^\circ 01'$ | |
| 26 | $44^\circ 09'$ | $43^\circ 17'$ | $42^\circ 25'$ | $41^\circ 31'$ | $40^\circ 34'$ | $39^\circ 34'$ | $38^\circ 28'$ | $37^\circ 14'$ | $35^\circ 52'$ | |
| 28 | $44^\circ 16'$ | $43^\circ 28'$ | $42^\circ 40'$ | $41^\circ 49'$ | $40^\circ 57'$ | $39^\circ 55'$ | $39^\circ 00'$ | $37^\circ 52'$ | $36^\circ 36'$ | |
| 30 | $44^\circ 22'$ | $43^\circ 37'$ | $42^\circ 52'$ | $42^\circ 05'$ | $41^\circ 16'$ | $40^\circ 24'$ | $39^\circ 27'$ | $38^\circ 34'$ | $37^\circ 12'$ | |
| 32 | $44^\circ 27'$ | $43^\circ 45'$ | $43^\circ 03'$ | $42^\circ 19'$ | $41^\circ 29'$ | $40^\circ 44'$ | $39^\circ 51'$ | $38^\circ 51'$ | $37^\circ 44'$ | |

δ 角为 60°

开齿用角度铣刀的角度

| 齿数 z | 90° | 85° | 80° | 75° | 70° | 65° | 60° | 55° | 50° |
|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 12 | $26^\circ 34'$ | $25^\circ 16'$ | $23^\circ 57'$ | $22^\circ 36'$ | $21^\circ 11'$ | $20^\circ 39'$ | $18^\circ 00'$ | $16^\circ 09'$ | $14^\circ 03'$ |
| 14 | $27^\circ 29'$ | $26^\circ 22'$ | $25^\circ 14'$ | $24^\circ 04'$ | $22^\circ 50'$ | $21^\circ 32'$ | $20^\circ 06'$ | $18^\circ 22'$ | $16^\circ 44'$ |
| 16 | $28^\circ 04'$ | $27^\circ 05'$ | $26^\circ 06'$ | $25^\circ 04'$ | $24^\circ 00'$ | $22^\circ 51'$ | $21^\circ 36'$ | $20^\circ 13'$ | $18^\circ 39'$ |
| 18 | $28^\circ 29'$ | $27^\circ 37'$ | $26^\circ 44'$ | $25^\circ 49'$ | $24^\circ 52'$ | $23^\circ 50'$ | $22^\circ 44'$ | $21^\circ 30'$ | $20^\circ 06'$ |
| 20 | $28^\circ 46'$ | $27^\circ 59'$ | $27^\circ 11'$ | $26^\circ 22'$ | $25^\circ 30'$ | $24^\circ 35'$ | $23^\circ 35'$ | $22^\circ 29'$ | $21^\circ 14'$ |
| 22 | $28^\circ 59'$ | $28^\circ 16'$ | $27^\circ 33'$ | $26^\circ 48'$ | $26^\circ 01'$ | $25^\circ 11'$ | $24^\circ 16'$ | $23^\circ 16'$ | $22^\circ 07'$ |
| 24 | $29^\circ 09'$ | $28^\circ 30'$ | $27^\circ 50'$ | $27^\circ 09'$ | $26^\circ 26'$ | $25^\circ 40'$ | $24^\circ 50'$ | $23^\circ 54'$ | $22^\circ 52'$ |
| 26 | $29^\circ 16'$ | $28^\circ 40'$ | $28^\circ 03'$ | $27^\circ 25'$ | $26^\circ 45'$ | $26^\circ 03'$ | $25^\circ 17'$ | $24^\circ 26'$ | $23^\circ 28'$ |
| 28 | $29^\circ 22'$ | $28^\circ 48'$ | $28^\circ 14'$ | $27^\circ 39'$ | $27^\circ 02'$ | $26^\circ 23'$ | $25^\circ 42'$ | $24^\circ 52'$ | $23^\circ 59'$ |
| 30 | $29^\circ 27'$ | $28^\circ 56'$ | $28^\circ 24'$ | $27^\circ 51'$ | $27^\circ 16'$ | $26^\circ 39'$ | $26^\circ 00'$ | $25^\circ 15'$ | $24^\circ 25'$ |
| 32 | $29^\circ 31'$ | $29^\circ 02'$ | $28^\circ 32'$ | $28^\circ 01'$ | $27^\circ 28'$ | $26^\circ 54'$ | $26^\circ 16'$ | $25^\circ 35'$ | $24^\circ 48'$ |

铣得深些，中心角小的刀齿铣得浅些。



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：

铣刀刀齿的不等分度表

(分度头定数 40, 铣 6~16 齿铣刀时, 取用 49 孔分度盘)

| 铣刀齿数 | 第一个角度 | 转孔数 | 第二个角度 | 转孔数 | 第三个角度 | 转孔数 | 第四个角度 | 转孔数 | 第五个角度 | 转孔数 | 第六个角度 | 转孔数 | 第七个角度 | 转孔数 | 第八个角度 | 转孔数 | |
|------|--------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|--------|-----|-----------|-----|----|
| 6 | 58°2' | 6 | 22°59'53" | 6 | 32°62'5" | 6 | 44 | | | | | | | | | | |
| 8 | 42° | 4 | 32°44' | 4 | 44°46' | 5 | 56°48' | 5 | 16 | | | | | | | | |
| 10 | 33° | 3 | 34°34'30" | 3 | 41°36' | 4 | — | 4 | 8°37'30" | 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 | — | 3 | 28° | 35 | |
| 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°24'45" | 2 | 35 |

$$\tan\delta = \frac{D_1 - D_2}{2L}$$

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)。

求出 δ 角后,可代入铰锥面齿的有关公式中,求出分度头的扳转角 φ 即可加工。

铰刀刀齿的不等分分度可查下表:

铰 圆 球

采用铰削法加工圆球,可以在铰床上进行,也可以在车床上进行,其原理是一样的,即:一个旋转的刀具沿着一个旋转的物体运动,两轴线相交,但又不重合,那么刀尖在物体上形成的轨迹则为一球面。下面介绍在万能铰床上铰圆球。

铰削时,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。

1 铰 整 球

(1) 第一次铰削

求对刀直径 D_c 一般应控制在 $L > D_c > \sqrt{2} R$ 的范围内

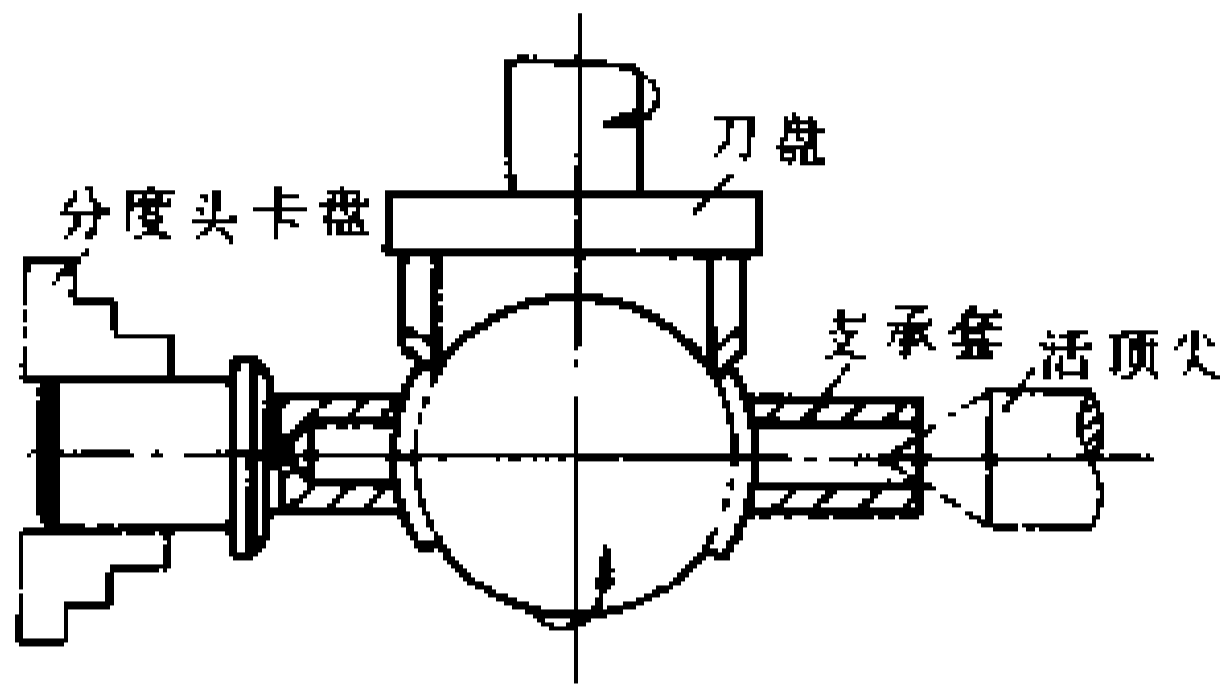
$$\begin{aligned} L &= \sqrt{D^2 - d^2} \\ &= 2\sqrt{R^2 - r^2} \end{aligned}$$

式中 L 两支承套间距离(mm);

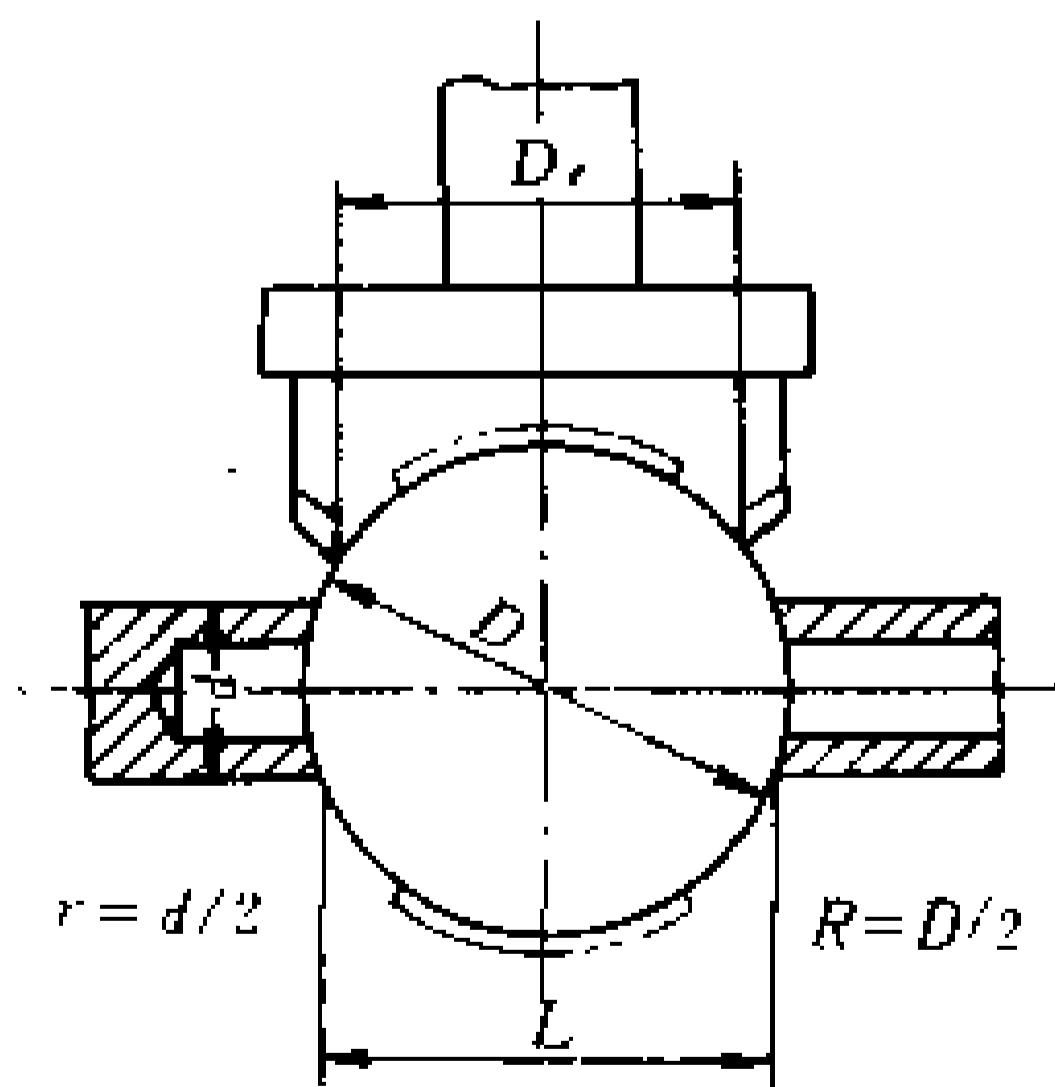
D 、 R ——工件的直径和半径(mm);

d 、 r ——支承套的直径和半径(mm)。

(2) 第二次铣削(按前者水平转 90°)



第一次铣削



第二次铣削

2 铣带柄圆球

(1) 求分度头应扳角度 α ：

$$\tan \alpha = \frac{BC}{AC} = \frac{\frac{d}{2}}{L_1} = \frac{d}{2L_1}$$

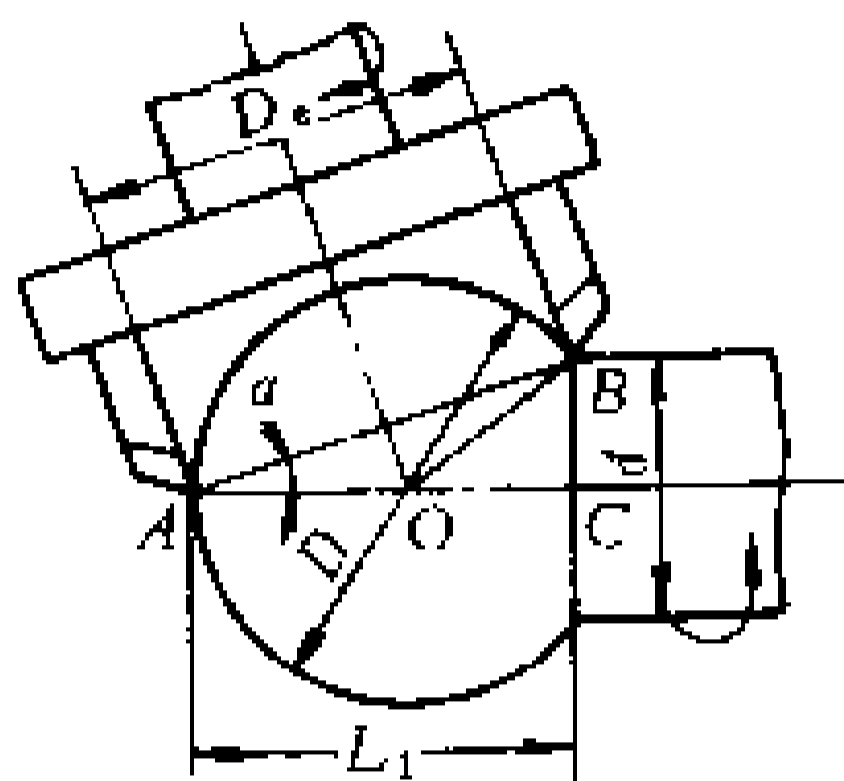
$$L_1 = \frac{D + \sqrt{D^2 - d^2}}{2}$$

(2) 求对刀直径 D_r ：

$$D_r = \sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 + L_1^2}$$

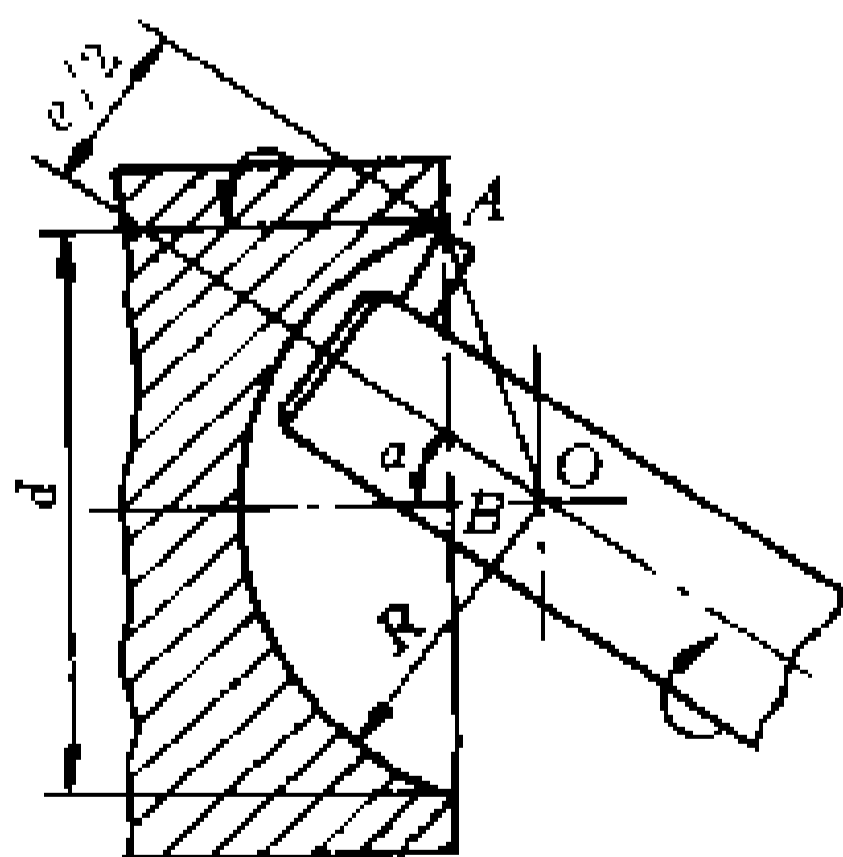
$$\text{或 } \frac{D_r}{2} = OA \cos \alpha = R \cos \alpha$$

$$\text{所以 } D_r = 2R \cos \alpha = D \cos \alpha$$



3 铣内球面

(1) 求分度头应扳角度 α ：



$$\angle AOB = 2\alpha$$

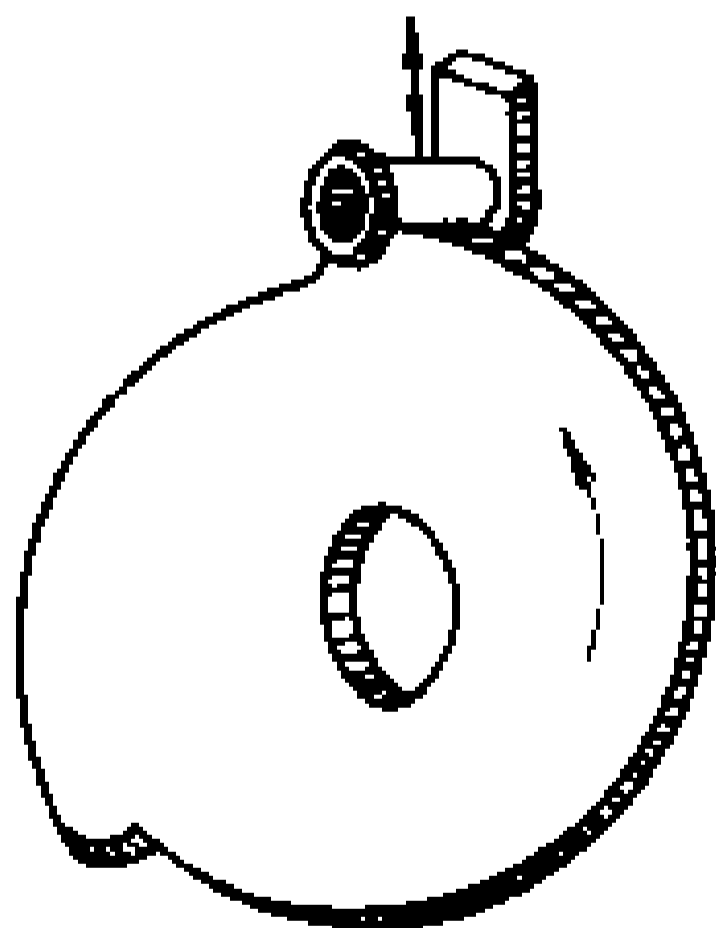
$$\sin 2\alpha = \frac{AB}{AO} = \frac{\frac{d}{2}}{R} = \frac{d}{2R} = \frac{d}{D}$$

(2) 求对刀半径 $\frac{D_r}{2}$:

$$\frac{D_r}{2} = R \sin \alpha$$

铣 凸 轮

凸轮有等速凸轮, 以及其他运动的凸轮。在铣床上常加工的是等速运动的凸轮。



圆盘凸轮机构

a)



圆柱凸轮机构

b)

等速凸轮就是当凸轮周边上某一点转过相等的角度时, 便在半径方向上移动相等的距离。等速凸轮的曲线是

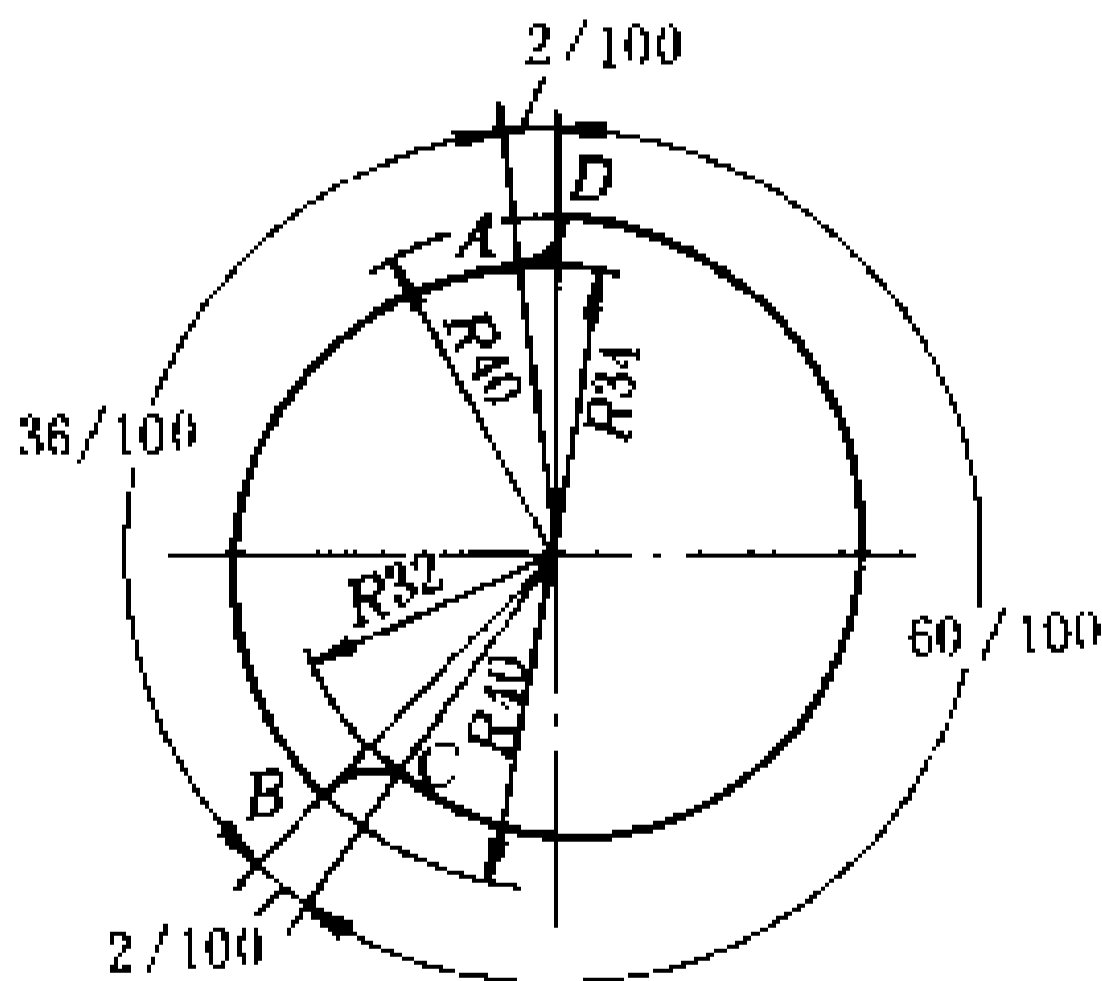
阿基米德螺旋线。

等速圆盘凸轮机构(见上页图 a)的工作曲线在圆周面上; 等速圆柱凸轮机构, 它的工作曲线在圆柱面上(见上页图 b), 它们的工作原理是相同的。

一 凸轮传动的三要素

1 升高量 H

凸轮工作曲线最高点半径和最低点半径之差, 即为升高量, 如图所示。



工作曲线 AB 的升高量:

$$H = 40 - 34 = 6\text{mm}$$

工作曲线 CD 的升高量:

$$H = 40 - 32 = 8\text{mm}$$

2 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，

$$h = \frac{H}{\theta}$$

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，

$$h = \frac{H}{A}$$

A ——工作曲线在圆周上所占的百分格数。

3 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

$$P_h = 360^\circ h = 360^\circ \times \frac{H}{\theta} = \frac{360^\circ H}{\theta}$$

凸轮圆周按 100 格等分时，导程 P_h 应为

$$P_h = 100h = 100 \times \frac{H}{A} = \frac{100H}{A}$$

[例] 如图 已知工作曲线 $AB=36$ 格，升高量为 6mm，求导程 P_h

[解] 将各数值代入公式

$$P_h = \frac{100 \times H}{A} = \frac{100 \times 6}{36} \approx 16.667 \text{mm}$$

二 铣削等速圆盘凸轮

铣削凸轮时应注意：所用立铣刀直径应与凸轮推杆上的小滚轮直径相同，否则会使铣削出来的凸轮曲线不正确，影响曲线升高率的精度。加工时分度头交换齿轮轴与工作台丝杠之间用交换齿轮连接起来，传动比计算公式为：

$$i = \frac{40P_{\text{丝}}}{P_h}$$

式中 40——分度头定数；

$P_{\text{丝}}$ ——工作台丝杠螺距；

P_h ——凸轮导程。

[例] 有一凸轮的 $H = 40\text{mm}$ ， $\theta = 180^\circ$ ，在工作台丝杠螺距为 6mm 的铣床上铣削，求导程 P_h 和传动比 i 。

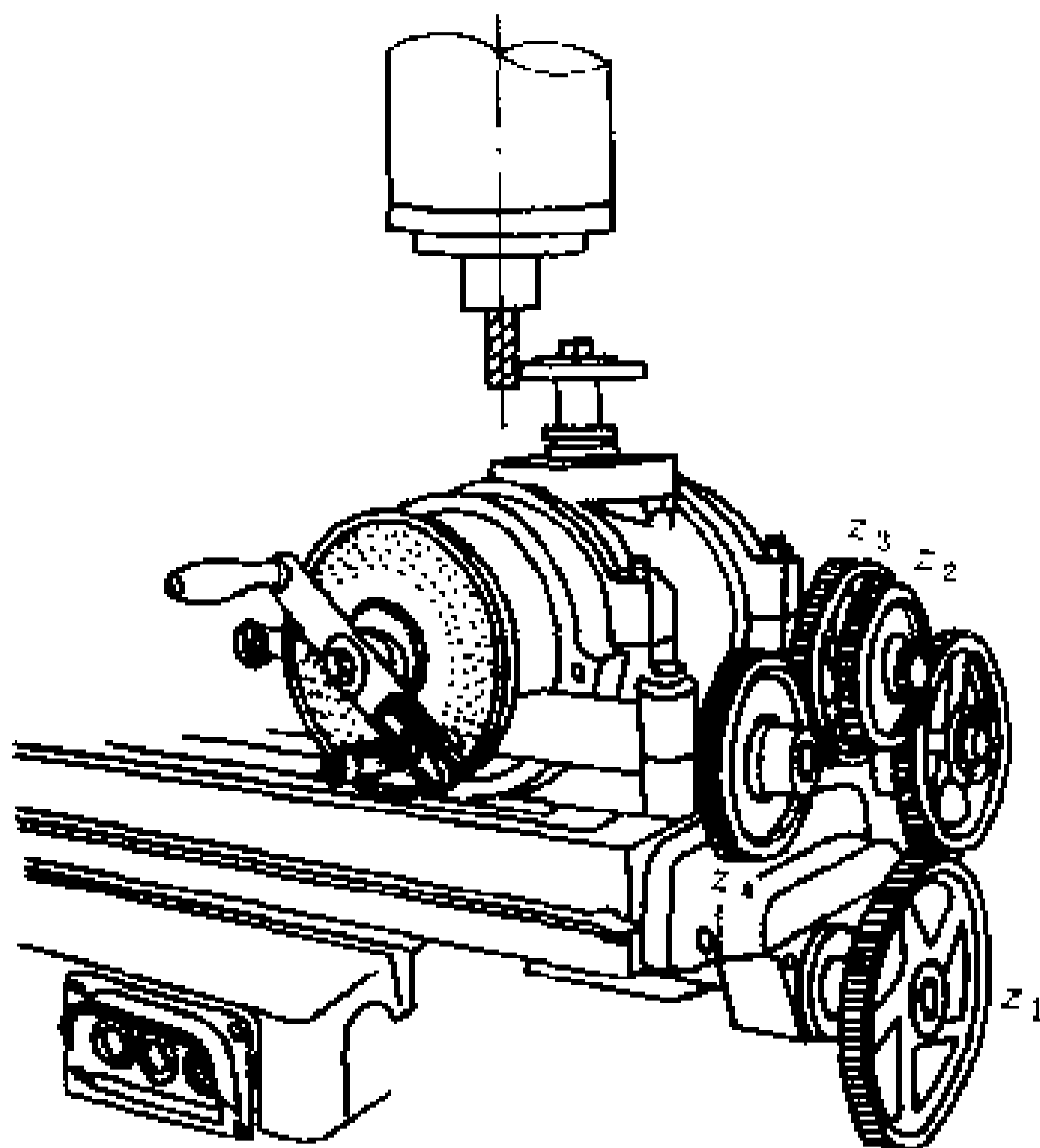
$$\text{[解]} \quad P_h = \frac{360^\circ \times 40}{180^\circ} = 2 \times 40 = 80(\text{mm})$$

$$\begin{aligned} i &= \frac{40P_{\text{丝}}}{P_h} = \frac{40 \times 6}{80} = \frac{40 \times 6}{40 \times 2} \\ &= \frac{80 \times 6}{40 \times 4} = \frac{80 \times 90}{40 \times 60} \end{aligned}$$

1 垂直铣削法

在凸轮上如果仅有一条工作曲线，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时，可采用垂直铣削法。

分度头主轴与工作台成直角。

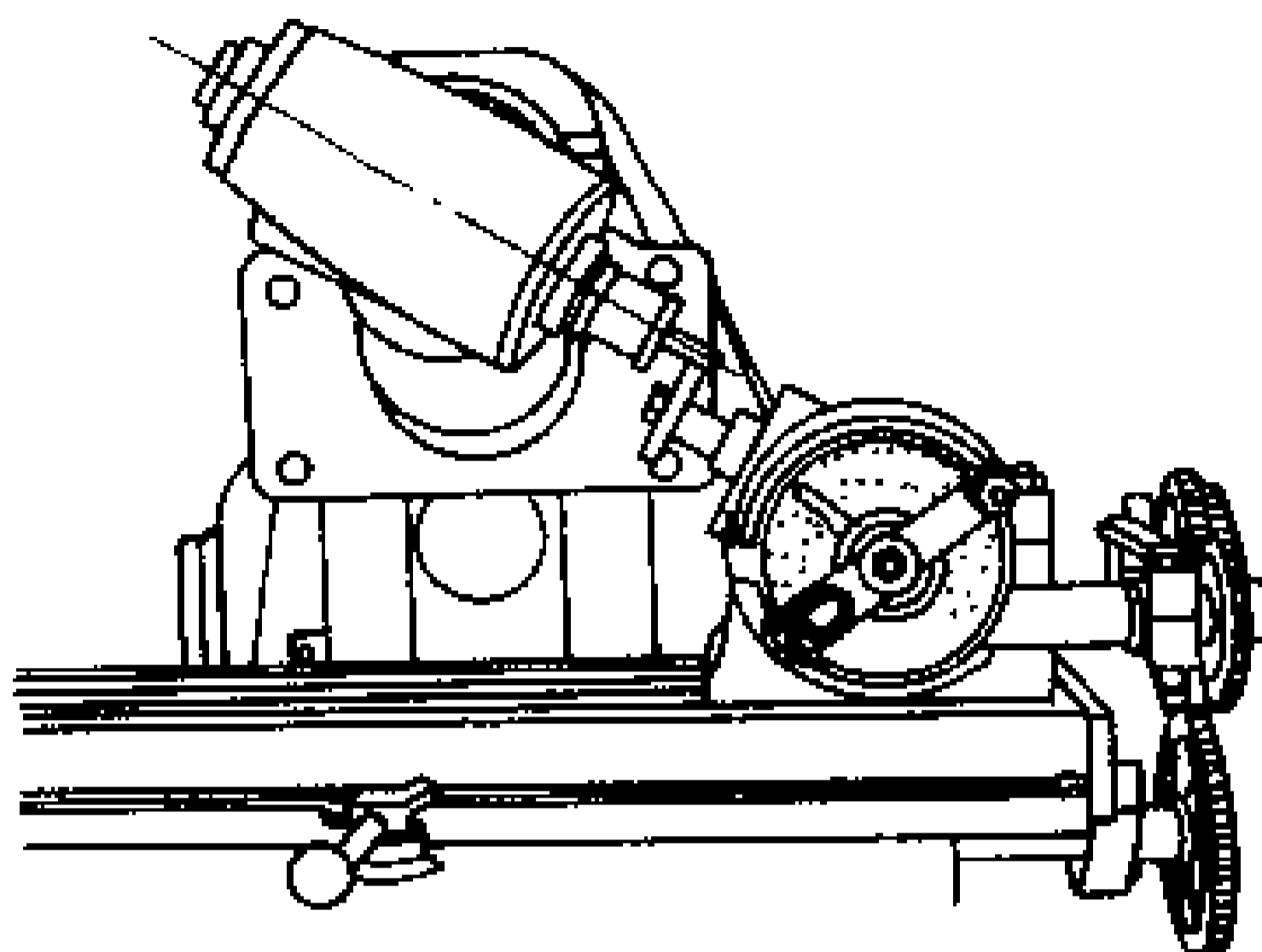


垂直铣削法

2 扳角度铣削法

如果凸轮上有几条工作曲线，各条曲线的导程不相等，或者凸轮导程是大质数或零星小数，选配齿轮困难，这时可采用扳角度铣削法。分度头主轴与工作台成一 α 角(见下页图)。

扳角度铣削时的计算方法可以分下列几步进行：



板角度铣削法

- 1) 计算凸轮的导程 P_k 。
- 2) 选择 P_h' (P_h' 可以由自己决定, 但 P_h' 应大于 P_k 并能分解因子)。

- 3) 计算分度头转动角度 α :

$$\sin \alpha = \frac{P_k}{P_h'}$$

- 4) 计算传动比 (按选择的 P_h' 计算):

$$i = \frac{40P_{\text{分}}}{P_h'}$$

- 5) 计算立铣刀的转动角度 β :

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

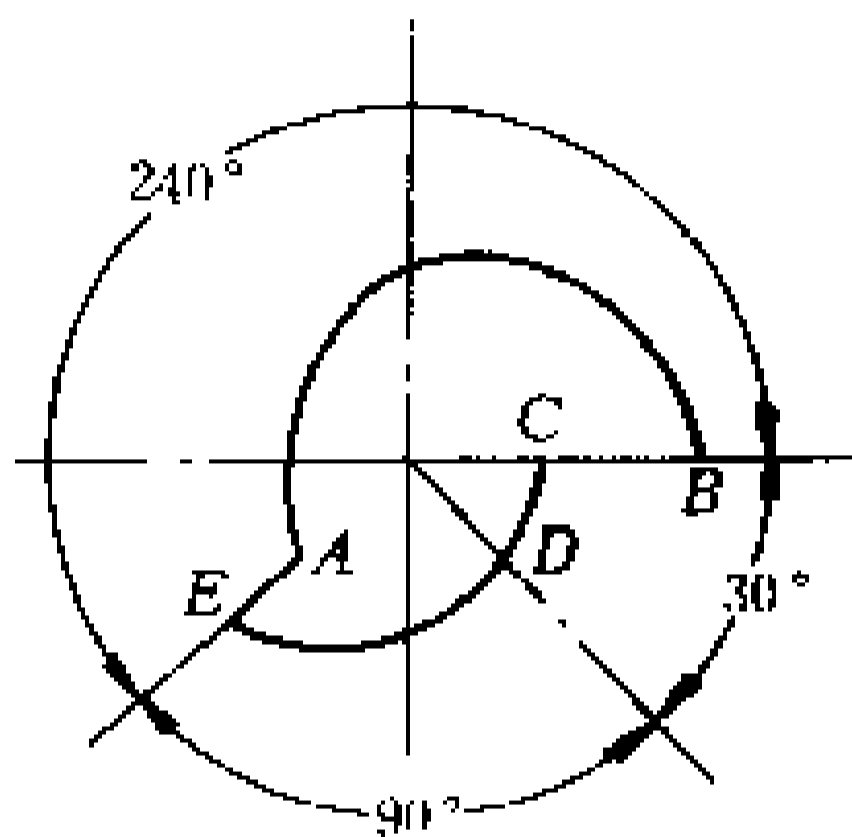
- 6) 铣刀长度计算:

$$l = a + H \sin \alpha + 10(\text{mm})$$

式中 α 凸轮厚度 (mm);

10——多留出的切削刃长度 (mm)。

[例] 铣削下图所示的凸轮, 工作曲线 $H_{AB}=22.5$ (mm), $H_{DE}=9.6$ (mm), CD 为同心圆弧, $\alpha=15^\circ$ 。工作台丝杠 $P_{丝}=6$, 计算各部调整尺寸。



[解]

1) 计算工件导程:

工作曲线 AB 所对的圆心角 $\theta=240^\circ$

$$\therefore P_{h(AB)} = \frac{360^\circ H}{\theta} = \frac{360^\circ \times 22.5}{240^\circ} = 33.75 \text{ mm}$$

工作曲线 DE 所对的圆心角 $\theta=90^\circ$

$$\therefore P_{h(DE)} = \frac{360^\circ H}{\theta} = \frac{360^\circ \times 9.6}{90^\circ} = 38.4 \text{ mm}$$

2) 选择 P_h' ; $P_h' = 40$ ($P_h' > P_h$)。

3) 计算分度头扳转角度 α :

$$\sin \alpha = \frac{P_{h(AB)}}{P_h'} = \frac{33.75}{40} = 0.8437$$

\therefore

$$\alpha = 57^\circ 32'$$

$$\sin\alpha = \frac{P_{h(DA)}}{P_h'} = \frac{38.4}{40} = 0.96$$

$$\therefore \alpha = 73^\circ 45'$$

4) 计算立铣头扳转角度 β ：

AB 工作曲线应为

$$\begin{aligned} \beta &= 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 57^\circ 32' \\ &= 32^\circ 28' \end{aligned}$$

DE 工作曲线应为

$$\begin{aligned} \beta &= 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 73^\circ 45' \\ &= 16^\circ 15' \end{aligned}$$

5) 计算传动比 i (按选择的 P_h' 计算)：

$$i = \frac{40P_{\pi}}{P_h'} = \frac{240}{40} = \frac{100 \times 90}{25 \times 60}$$

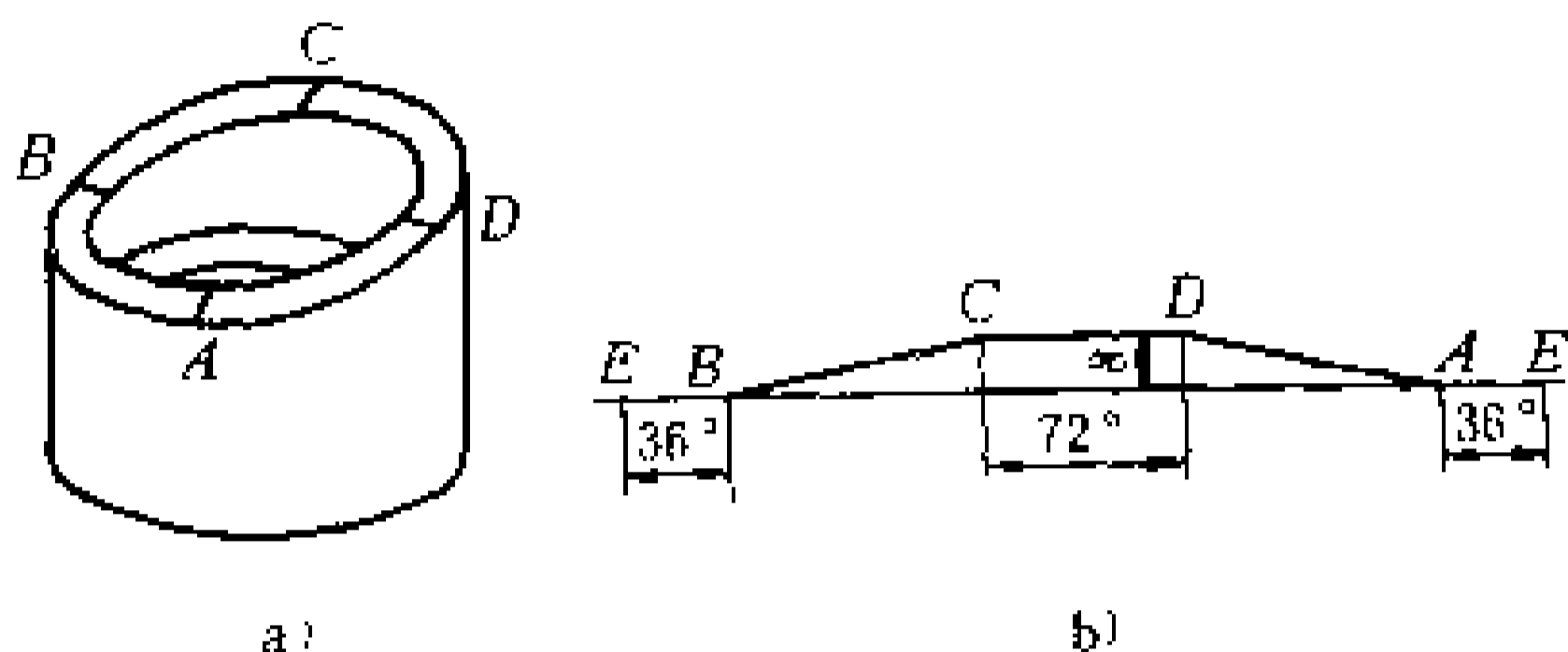
6) 铣刀长度的计算：

$$\begin{aligned} l &= a + H \cot\alpha + 10 \\ &= 15 + 22.5 \times \cot 57^\circ 32' + 10 \\ &= 15 + 22.5 \times 0.8437 + 10 \\ &= 44 \text{mm} \end{aligned}$$

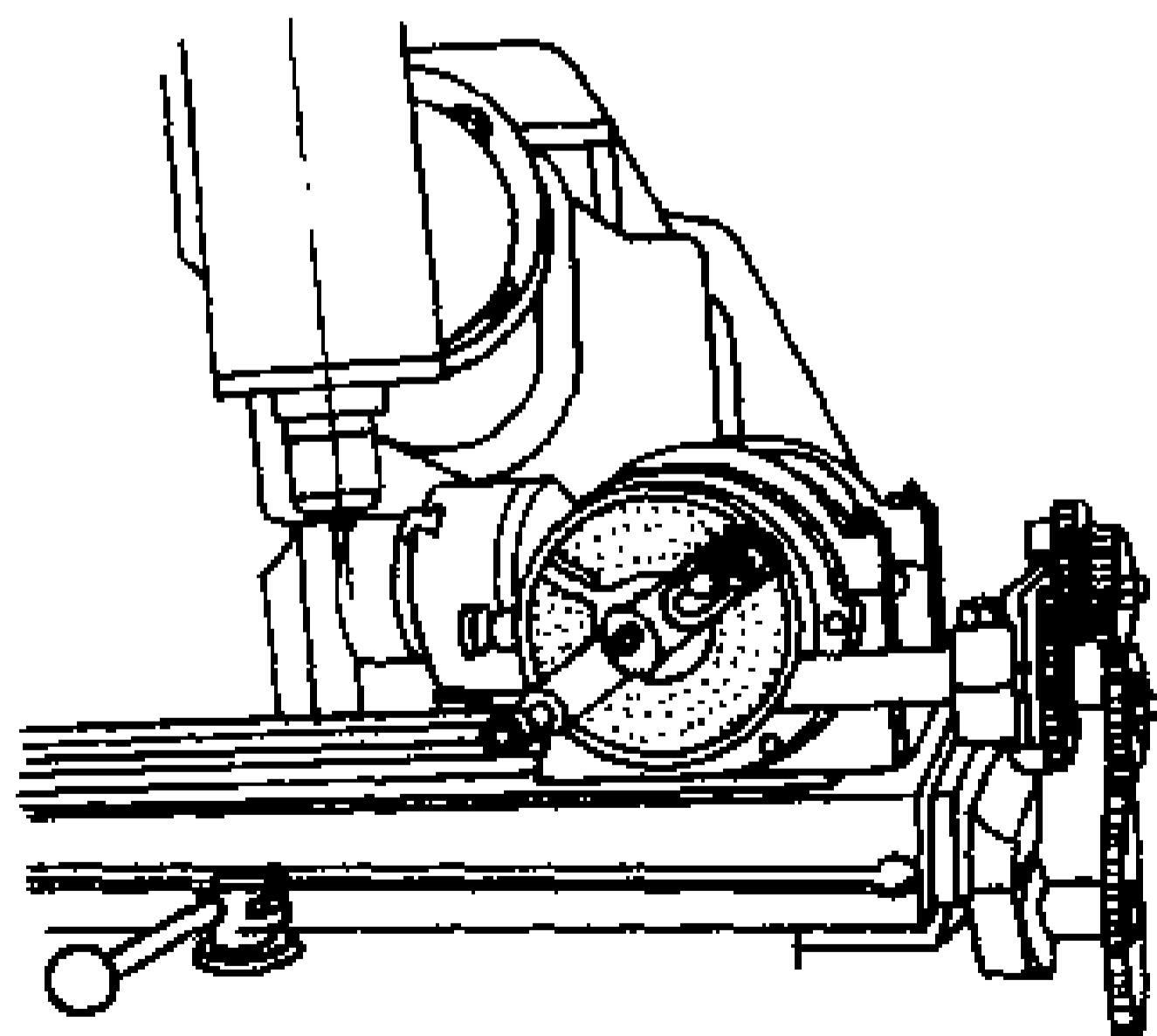
三 铣削等速圆柱凸轮

在铣床上铣削等速圆柱凸轮的原理与铣削等速圆盘凸轮相同，只是分度头主轴位置不同，铣圆柱凸轮时，分度头主轴平行于工作台。铣削时的调整计算方法与用垂直铣削法铣等速圆盘凸轮相同。

下图所示圆柱凸轮 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, 就可完成左、右旋工作曲线。



下图是在立铣床上铣削等速圆柱凸轮的情况。



四 铣削等速凸轮传动比简易计算方法

铣削等速凸轮传动比的计算方法是

$$i = \frac{40P_{\text{齿}}}{P_{\text{升}}} \quad (P_{\text{齿}} = 6\text{mm})$$

$$P_{\text{升}} = \frac{360^\circ \times H}{\theta}$$

把 $P_{\text{升}}$ 值代入上式:

$$i = \frac{40P_{\text{齿}}}{P_{\text{升}}} = \frac{40P_{\text{齿}}}{\frac{360^\circ \times H}{\theta}} = \frac{40 \times 6}{1} \cdot \frac{360^\circ \times H}{\theta}$$

$$= \frac{240}{1} \times \frac{\theta}{360^\circ \times H} = \frac{6 \times \theta}{9^\circ \times H}$$

即
$$i = \frac{P_{\text{齿}} \times \theta}{9^\circ \times H}$$

这种方法在使用中,可直接将凸轮的工作曲线所占角度及凸轮的升高量,代入公式中计算,直接得出传动比。

铣直齿圆柱齿轮

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 |
| 铣模数 刀铣刀 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 号径节 数铣刀 | 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

| 铣刀号数 | 所铣齿数 | 铣刀号数 | 所铣齿数 |
|------|-------|------|--------|
| 1 | 12 | 5 | 26~29 |
| 1½ | 13 | 5½ | 30~34 |
| 2 | 14 | 6 | 35~41 |
| 2½ | 15~16 | 6½ | 42~54 |
| 3 | 17~18 | 7 | 55~79 |
| 3½ | 19~20 | 7½ | 80~134 |
| 4 | 21~22 | 8 | 135~齿条 |
| 4½ | 23~25 | | |

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。

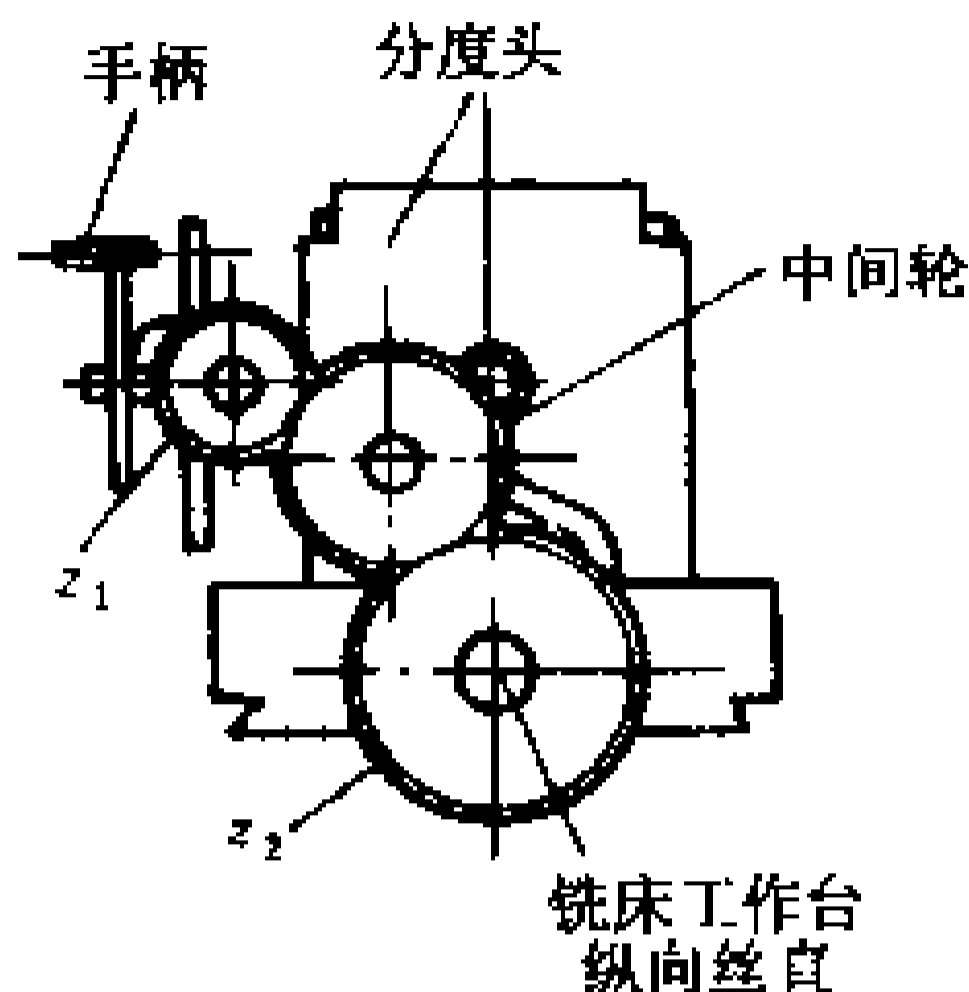
铣 齿 条

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：

$$\pi m - n \frac{z_1}{z_2} P_{\text{丝}} = n \times \frac{22}{42} \times 6 = n \times \frac{22}{7}$$

取 $\pi \approx \frac{22}{7}$ ，则 $m = n$ 。

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。



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 $z_2 = 28$ 。

铣斜齿圆柱齿轮^①

一 铣刀号数的选择

1 选择铣刀号数用当量齿数的计算公式

选择铣刀号数用当量齿数：

$$z_v = \frac{z}{(\cos \beta)^3} = \frac{\text{齿轮齿数}}{(\cos \text{螺旋角})^3}$$

〔例〕 已知齿轮 $z = 24$ ， $m_n = 4$ ， $\beta = 45^\circ$ ，求加工时应采用的铣刀号数。

① 斜齿圆柱齿轮，工厂多简称为斜齿轮。

$$\begin{aligned}
 \text{[解]} \quad z_1 &= \frac{z}{(\cos\beta)^3} = \frac{24}{(\cos 45^\circ)^3} \\
 &= \frac{24}{0.707^3} \approx 68
 \end{aligned}$$

查 803 页表，便知用 7 号铣刀。

2 选择铣刀号数用系数表

为了简化计算，可用系数表直接查出不同角度的 $\frac{1}{(\cos\beta)^3}$ 值，与齿轮齿数 z 相乘后，即得出选择铣刀号数，用当量齿数 z_v 。

$$\begin{aligned}
 z_v &= zK \\
 K &= \frac{1}{(\cos\beta)^3}
 \end{aligned}$$

查 β 、 K 系数表如下：

| β | K | β | K | β | K |
|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 0°0' | 1.000 | 6°0' | 1.016 | 12°0' | 1.068 |
| 0°30' | 1.000 | 6°30' | 1.019 | 12°30' | 1.074 |
| 1°0' | 1.001 | 7°0' | 1.022 | 13°0' | 1.080 |
| 1°30' | 1.001 | 7°30' | 1.026 | 13°30' | 1.087 |
| 2°0' | 1.002 | 8°0' | 1.030 | 14°0' | 1.094 |
| 2°30' | 1.003 | 8°30' | 1.034 | 14°30' | 1.102 |
| 3°0' | 1.004 | 9°0' | 1.038 | 15°0' | 1.110 |
| 3°30' | 1.005 | 9°30' | 1.042 | 15°30' | 1.118 |
| 4°0' | 1.007 | 10°0' | 1.047 | 16°0' | 1.127 |
| 4°30' | 1.009 | 10°30' | 1.052 | 16°30' | 1.136 |
| 5°0' | 1.011 | 11°0' | 1.057 | 17°0' | 1.145 |
| 5°30' | 1.013 | 11°30' | 1.062 | 17°30' | 1.154 |

(续)

| β | K | β | K | β | K |
|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 18°0' | 1.163 | 28°0' | 1.454 | 38°0' | 2.044 |
| 18°30' | 1.172 | 28°30' | 1.474 | 38°30' | 2.086 |
| 19°0' | 1.182 | 29°0' | 1.495 | 39°0' | 2.130 |
| 19°30' | 1.193 | 29°30' | 1.517 | 39°30' | 2.177 |
| 20°0' | 1.204 | 30°0' | 1.540 | 40°0' | 2.225 |
| 20°30' | 1.216 | 30°30' | 1.563 | 40°30' | 2.275 |
| 21°0' | 1.228 | 31°0' | 1.588 | 41°0' | 2.326 |
| 21°30' | 1.241 | 31°30' | 1.613 | 41°30' | 2.380 |
| 22°0' | 1.254 | 32°0' | 1.640 | 42°0' | 2.436 |
| 22°30' | 1.268 | 32°30' | 1.667 | 42°30' | 2.495 |
| 23°0' | 1.282 | 33°0' | 1.695 | 43°0' | 2.557 |
| 23°30' | 1.297 | 33°30' | 1.724 | 43°30' | 2.621 |
| 24°0' | 1.312 | 34°0' | 1.755 | 44°0' | 2.687 |
| 24°30' | 1.328 | 34°30' | 1.787 | 44°30' | 2.756 |
| 25°0' | 1.344 | 35°0' | 1.819 | 45°0' | 2.828 |
| 25°30' | 1.360 | 35°30' | 1.853 | | |
| 26°0' | 1.377 | 36°0' | 1.889 | | |
| 26°30' | 1.395 | 36°30' | 1.926 | | |
| 27°0' | 1.414 | 37°0' | 1.963 | | |
| 27°30' | 1.434 | 37°30' | 2.003 | | |

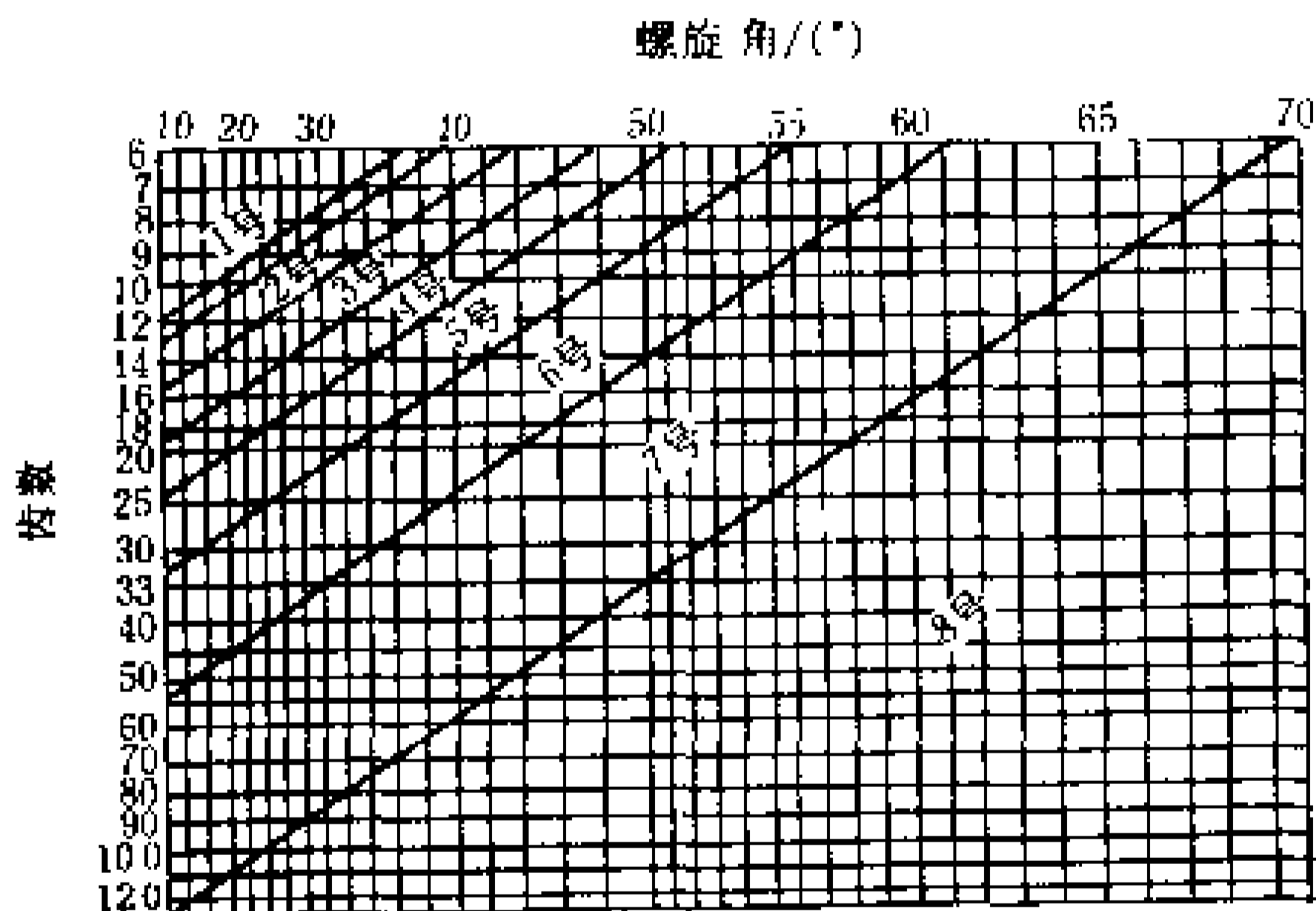
〔例〕 同上例用系数表求铣刀号数。

〔解〕 查系数表，知 $\beta = 45^\circ$ 时， $K = 2.828$

$$z_v = zK = 21 \times 2.828 = 67.9 \approx 68$$

查 803 页上表，便知用 7 号铣刀。

3 铣斜齿圆柱齿轮用铣刀号数表



〔例〕 同上例用查 3 表方法求铣刀号数。

〔解〕 在图表中的螺旋角一边找到 45° 后向下看，在齿数一边找到 24 齿再向右看，这两线交点，在 7 号范围内，说明应选用 7 号铣刀。

可见，用这个表选用铣刀号数比较方便。它可以直接用斜齿轮的实际齿数来查表，而不必再计算当量齿数。

二 交换齿轮计算及配轮装置

1 交换齿轮计算公式

$$\begin{aligned} \text{传动比 } i &= \frac{40P_{\text{丝}}}{P_h} = \frac{40P_{\text{丝}}}{d' \pi \operatorname{ctg} \beta} \\ &= \frac{40P_{\text{丝}}}{m_z \pi \operatorname{ctg} \beta} = \frac{40P_{\text{丝}} \sin \beta}{\pi m_n z} \\ &= \frac{z_1 z_3}{z_2 z_4} \end{aligned}$$

式中 40——分度头定数；

$P_{\text{丝}}$ ——工作台丝杠螺距(mm)；

P_h ——工作导程(mm)；

d' ——齿轮节圆直径(mm)；

β ——齿轮螺旋角($^\circ$)；

m_z ——端面模数；

m_n ——法向模数；

z ——齿数。

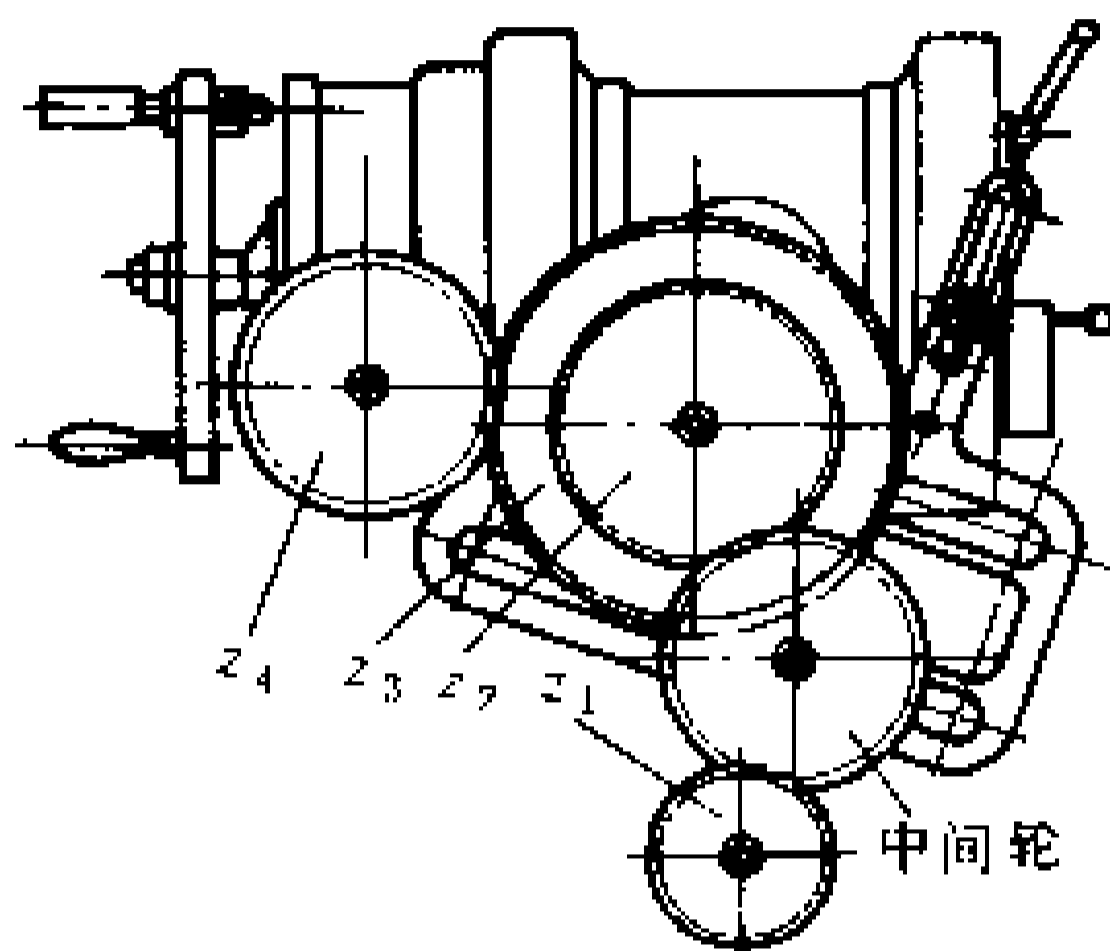
[例] 加工一齿轮， $z=30$ ， $m_n=4$ ， $\beta=18^\circ$ ，所用分度头定数为40，工作台丝杠螺距 $P_{\text{丝}}=6\text{mm}$ ，求传动比 i 。

$$\begin{aligned} \text{[解]} \quad \text{传动比 } i &= \frac{40P_{\text{丝}} \sin \beta}{\pi m_n z} \\ &= \frac{40 \times 6 \times \sin 18^\circ}{3.1416 \times 4 \times 30} \approx 0.19673 \end{aligned}$$

查 881 页表

$$i = \frac{z_1 z_3}{z_2 z_4} = \frac{55 \times 25}{70 \times 100}$$

2 配轮装置示意图



3 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。

铣直齿锥齿轮

一 铣刀号数的选择

在普通铣床上铣直齿锥齿轮，要用专门加工锥齿轮

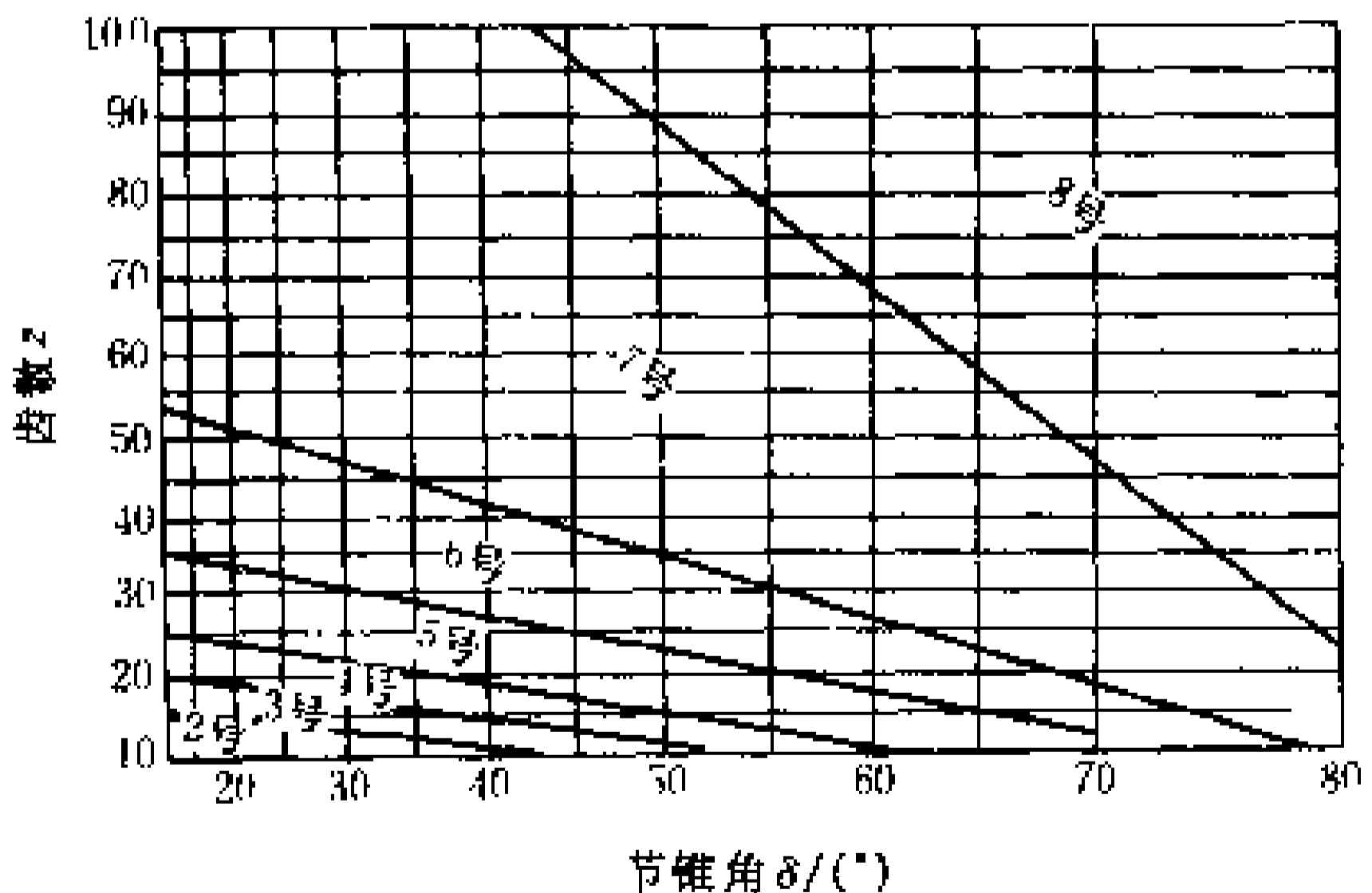
的片铣刀(刀上印有“口”标记)。这种刀也是每种模数 8 把,但比同一模数同一号数的圆柱齿轮片铣刀薄一些。铣刀模数按齿轮大端选择,号数可用以下两种方法选择。

1 计 算 法

锥齿轮片铣刀的刀号和加工齿数的范围与圆柱齿轮片铣刀相同,因而 803 页表也适用于直齿锥齿轮,但必须用当量齿数 z_v 来查表。

$$z_v = \frac{z}{\cos \delta} = \frac{\text{锥齿轮齿数}}{\cos \text{节锥角}}$$

2 铣直齿锥齿轮用铣刀号数表



〔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。

二 直齿锥齿轮的铣削方法

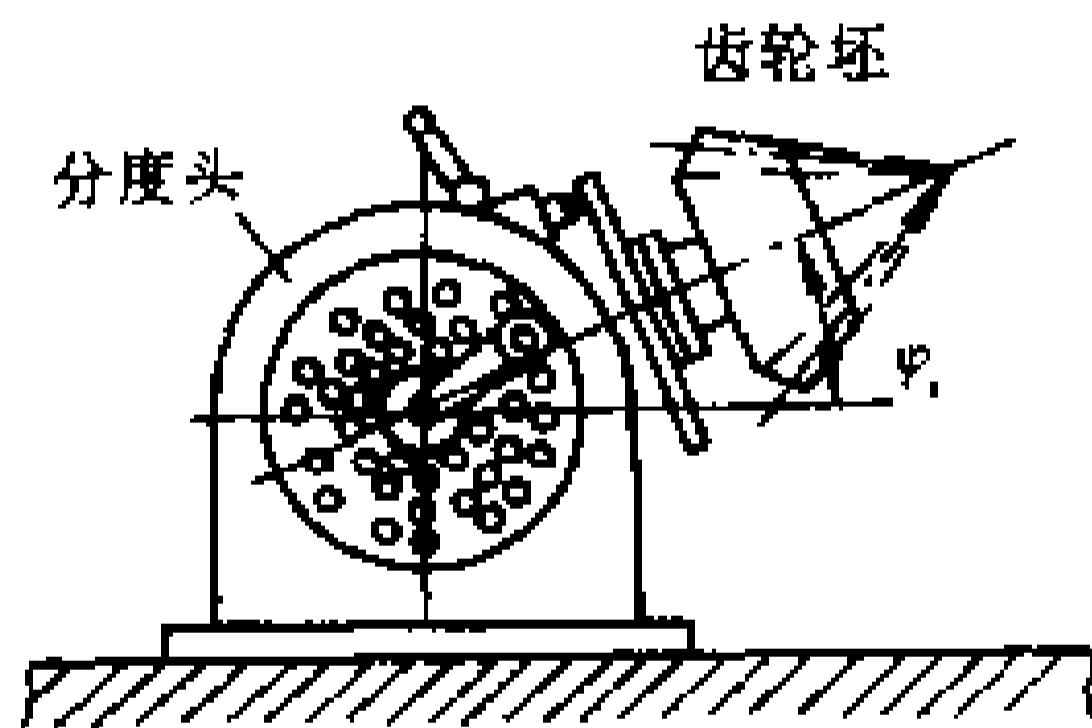
1 分度头扳起角度计算

分度头扳起角度等于齿根线与中心线的夹角 φ , 即切削角。

$$\varphi = \delta - \delta_f$$

式中 δ ——节锥角($^\circ$);

δ_f ——根锥角($^\circ$)。



2 横向移动位置 S 的计算

$$S = \frac{mb}{2R}$$

式中 m ——模数;

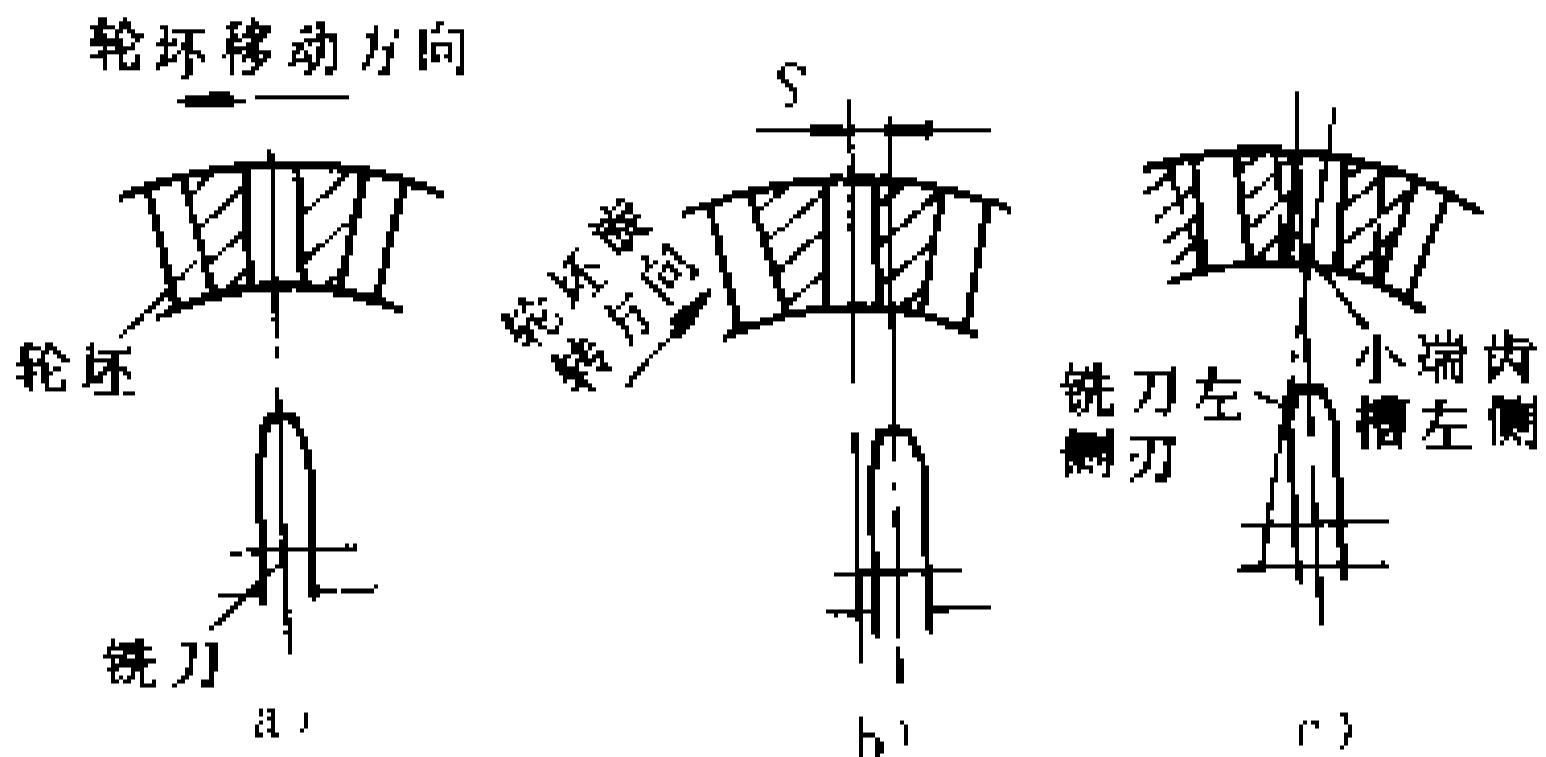
b ——齿面宽(mm);

R ——节锥半径(mm)。

〔例〕 要加工一直齿锥齿轮， $m=3$ ， $z=25$ ，节锥角 $\delta=45^\circ$ ，齿宽 $b=18\text{mm}$ ，节锥半径 $R=53\text{mm}$ ，求横向移位量 S 。

$$[\text{解}] \quad S = \frac{mb}{2R} = \frac{3 \times 18}{2 \times 53} = 0.53(\text{mm})$$

3 铣削过程



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 $=\frac{1}{2} \times (\text{开出直槽后的大端齿厚} - \text{图样要求的齿厚}) + \text{图样要求齿厚}$ 。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。

在没有锥齿轮片铣刀的情况下，可用圆柱齿轮片铣刀代替，但铣出的齿形大端和小端均误差很大，必须进行修锉。注意选刀时必须按小端模数。

$$\text{小端模数} = \text{大端模数} \times \frac{\text{节锥半径} - \text{齿宽}}{\text{节锥半径}}$$

三 直齿锥齿轮一刀成型的铣削方法

上面介绍的方法，是一般用三刀才完成的加工方法，不但效率低，而且会出现齿形不对称中心的现象。这里介绍一种减小切削角 φ ，稍加深大、小端齿深，一刀铣成的方法。其齿形曲线与强度均不受影响。

计算公式：

$$\varphi' = \varphi - \tan \frac{\Delta h_a \cos \theta_a}{b}$$

式中 φ' —— 用一刀成型加工方法的“切削角”（°）；

φ —— 用三刀成型加工方法的“切削角”（°）；

θ_a —— 齿根角（°）；

b —— 齿宽（mm）；

Δh_a —— 实际大、小端加深量之差（mm）。

$$\Delta h_a = h_a - h'_a - \frac{1.2mb}{L}$$

式中 h_a ——按锥齿轮大端标准分度圆齿厚测出刀具的齿顶高 (mm);

h'_a ——按锥齿轮小端标准分度圆齿厚测出刀具的齿顶高 (mm);

m 大端模数, m_2 小端模数;

L ——节锥长 (mm)。

[例] 已知一标准直齿锥齿轮 $m=3.5$, $z=34$, $\delta=45^\circ$, $\delta_f=4^\circ 3'$, $b=21$, $L=60$ 。求用一刀加工成型的方法时切削角 φ'

[解]

$$\varphi' = \varphi - \tan \frac{\Delta h_a \cos \delta_f}{b}$$

先求:

$$\Delta h_a = h_a - h'_a = \frac{1.2mb}{L}$$

大端 h_a : (按当量齿数 $z_t=34$ 查 910 页表)

得: $\bar{s}_{(大)} = 1.57 \times 3.5 = 5.495$

实测出: $h_a = 5.25$

先求

$$\begin{aligned} m_2 (\text{小端模数}) &= \text{大端模数} \times \frac{\text{节锥长} - \text{齿宽}}{\text{节锥长}} \\ &= 2.27 \end{aligned}$$

$\therefore \bar{s}_{(小)} = 1.57 \times 2.27 = 3.564$

实测出 $h'_a = 2.94$

$$\begin{aligned} \therefore \Delta h_a &= h_a - h'_a = \frac{1.2mb}{L} \\ &= 5.25 - 2.94 = \frac{1.2 \times 3.5 \times 21}{60} \\ &= 0.84 \end{aligned}$$

用三刀成型方法切削角应为

$$\varphi = \delta - \theta_a = 45^\circ - 4^\circ 3' = 40^\circ 57'$$

将以上数据代入公式，即是一刀成型方法，切削角应为：

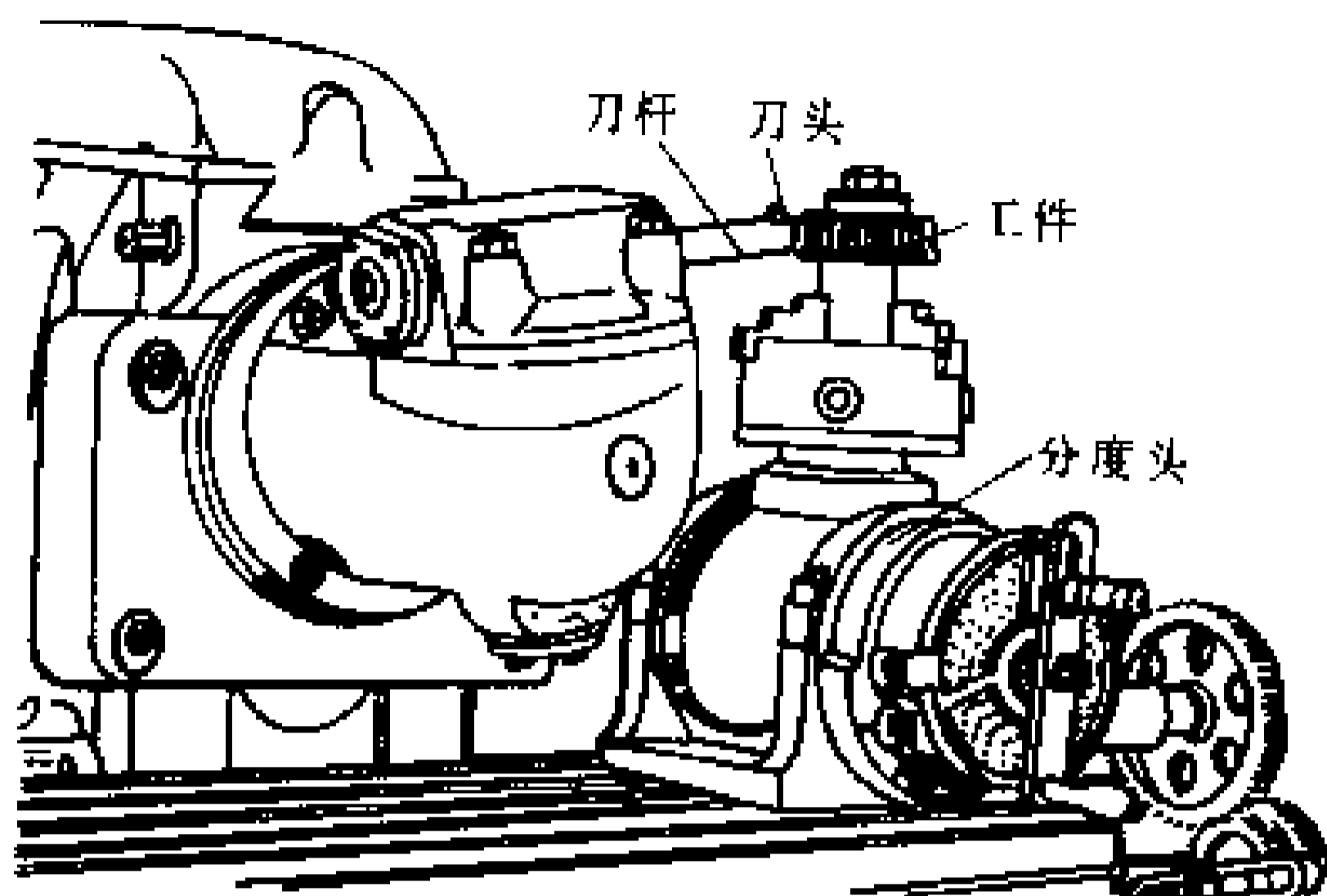
$$\begin{aligned} \varphi' &= \varphi - \operatorname{tg} \frac{\Delta h_a \cos \theta_a}{b} \\ &= 40^\circ 57' - \operatorname{tg} \frac{0.84 \times \cos 4^\circ 3'}{21} \\ &= 40^\circ 57' - 2^\circ 18' = 38^\circ 39' \end{aligned}$$

采用 φ' 的切削角加工切削深度比一般正常齿深 0.3mm 左右，用一刀即可加工出合格的锥齿轮。

飞刀展成铣蜗轮

1 工作原理

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），蜗轮相应的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。面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。



2 铣削方法

如图所示,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,工作台退回原位,用手摇动分度头手柄,分过一齿后再铣下一个齿。

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。

3 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 ($\frac{1}{z}$ 转), 工作台要相应地在纵向移动一个蜗轮齿距 (蜗轮周节 = πm_n) 的距离, 从而可以导出交换齿轮计算公式:

$$i = \frac{z_1 z_3}{z_2 z_4} = \frac{40 P_{\text{丝}}}{z \pi m_n} = \frac{40 P_{\text{丝}}}{\pi d_2}$$

式中 40——分度头定数;

$P_{\text{丝}}$ ——机床丝杠螺距 (mm);

m_n ——端面模数;

d_2 ——蜗轮节圆直径 (mm)。

(2) 分齿计算

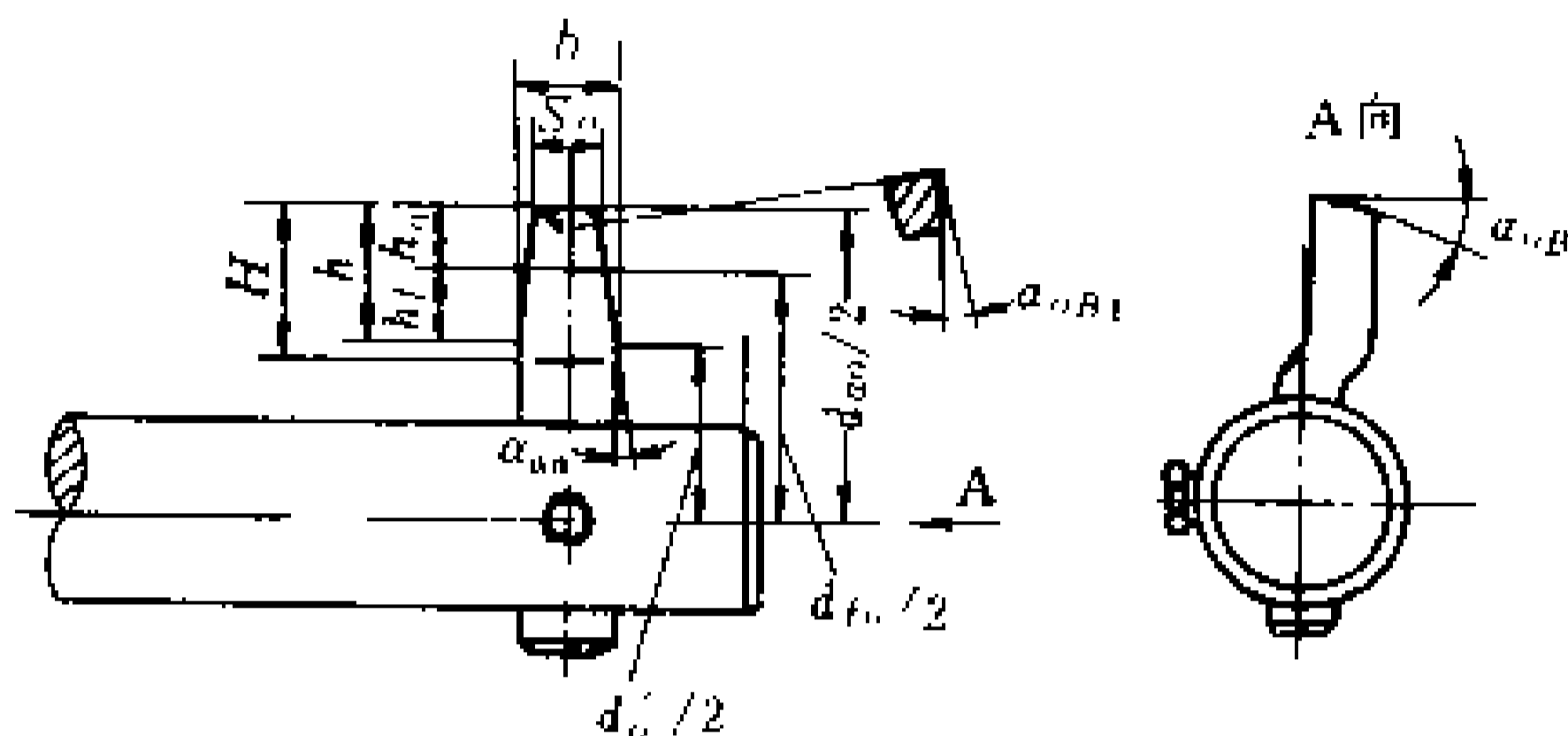
根据蜗轮的齿数 z , 算出分度头手柄转数 n , 即: $n = \frac{40}{z}$ (可查单式分度表)。

若加工质数蜗轮时, 可查近似分度表。

4 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 |

5 飞刀各部分尺寸计算公式表



| 各部名称 | 计算公式 | 备注 |
|--------|---|---|
| 飞刀节圆直径 | $d_{f0} = \frac{d_1}{\cos\beta} + am_1$ | 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 | $h_a = fm_1 + cm_1 + 0.1m_1$ | f 是蜗轮齿顶高系数, cm_1 是标准径向间隙, $0.1m_1$ 为刃磨量, m_1 是蜗杆轴向模数 |
| 齿根高 | $h_f = fm_1 + cm_1$ | |
| 全齿高 | $h = h_a + h_f$ | |
| 飞刀节圆齿厚 | $s_n = \frac{\pi m_1}{2} \cos\beta$ | |
| 飞刀外径 | $d_{a0} = d_{f0} + 2h_a$ | |
| 飞刀根径 | $d'_{o} = d_{f0} - 2h_f$ | |

(续)

| 各部名称 | 计 算 公 式 | 备 注 |
|----------|--|---|
| 飞刀顶刃后角 | α_{oB} 一般取 $10^\circ \sim 12^\circ$ | |
| 侧刃法向后角 | $\tan \alpha_{oB_1} = \tan \alpha_{oB} \sin \alpha_n$ | $\alpha_n^{(1)}$ 是蜗杆法向齿形角。必须使 $\alpha_{oB_1} \geq 3^\circ$ ，若计算结果 $\alpha_{oB_1} < 3^\circ$ ，则应增大顶刃后角 |
| 刀齿顶刃圆角半径 | $r = 0.2m_t$ | |
| 飞刀宽度 | $b = s_o + 2h_f \tan \alpha_n + 2y$ | $2y = 0.5 \sim 2\text{mm}$ (此值为加宽量) |
| 刀齿深度 | $H = \frac{d_{aw} - d_o}{2} + K$ | $K = \frac{\pi d_{aw}}{z} \tan \alpha_{oB}$ |
| 齿形角 | $\alpha_v = \alpha_n - \frac{\sin^3 \beta \times 90^\circ}{\text{蜗杆头数}}$ | 当 $\beta \leq 20^\circ$ 时，可取 $\alpha_n = \alpha_n$ |

① $\tan \alpha_n = \tan \alpha_s \cos \beta$ ， α_s 是蜗杆轴向齿形角。

[例] 已知一对蜗轮蜗杆， $m_t = 3$ ，螺旋角 $\beta = 12^\circ 30'$ ，蜗轮 $z = 30$ ，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，飞刀各部尺寸及分度头手柄转数。

$$\begin{aligned}
 \text{[解]} \quad i &= \frac{40P_{\text{丝}}}{\pi d} \\
 &= \frac{40 \times 6}{3.1416 \times 90} \approx 0.84883
 \end{aligned}$$

查 881 页表得：

$$i = \frac{z_2 z_1}{z_1 z_2} \approx \frac{80 \times 35}{55 \times 60}$$

飞刀头各部尺寸计算：

(1) 飞刀节圆直径

$\beta = 12^\circ 30'$ (在 $3^\circ \sim 20^\circ$ 范围内), 可取 $\alpha = 0.2$ 。

$$\begin{aligned} d_{f0} &= \frac{d_1}{\cos \beta} + \alpha m_1 = \frac{54}{\cos 12^\circ 30'} + 0.2 \times 3 \\ &= \frac{54}{0.9763} + 0.6 = 55.31 + 0.6 = 55.91 (\text{mm}) \end{aligned}$$

(2) 齿顶高

$$\begin{aligned} h_a &= f m_1 + c m_1 + 0.1 m_1 \\ &= 1 \times 3 + 0.2 \times 3 + 0.1 \times 3 \\ &= 3 + 0.6 + 0.3 = 3.9 (\text{mm}) \end{aligned}$$

(3) 齿根高

$$\begin{aligned} h_f &= f m_1 + c m_1 = 1 \times 3 + 0.2 \times 3 \\ &= 3 + 0.6 = 3.6 (\text{mm}) \end{aligned}$$

(4) 全齿高

$$h = h_a + h_f = 3.9 + 3.6 = 7.5 (\text{mm})$$

(5) 飞刀节圆齿厚

$$\begin{aligned} s_{f0} &= \frac{\pi m_1}{2} \cos \beta = \frac{3.14 \times 3}{2} \cos 12^\circ 30' \\ &= 4.71 \times 0.9763 = 4.598 (\text{mm}) \end{aligned}$$

(6) 飞刀回转外径

$$d_w = d_{f0} + 2h_a = 55.91 + 2 \times 3.9 = 63.71 (\text{mm})$$

(7) 飞刀根径

$$d'_n = d_{in} - 2h_f = 55.91 - 2 \times 3.6 = 48.71(\text{mm})$$

(8) 飞刀顶刃后角

$$\text{取 } \alpha_{of} = 10^\circ$$

(9) 侧刃法向后角

$$\text{取 } \alpha_{oB1} = 5^\circ$$

(10) 刀齿顶刃圆角半径 r

$$r = 0.2m_f = 0.2 \times 3 = 0.6\text{mm}$$

(11) 铣刀宽度

$$b = s_n + 2h_f \tan \alpha_n + 2y$$

$$\text{其中 } \tan \alpha_n = \tan \alpha_o \cos \beta = \tan 20^\circ \times \cos 12^\circ 30' \\ = 0.35534$$

$$\text{取 } 2y = 1$$

$$\text{所以 } b = 4.598 + 2 \times 3.6 + 0.35534 + 1 \\ = 4.598 + 7.2 \times 0.35534 + 1 \\ = 4.598 + 2.56 + 1 = 8.158\text{mm}$$

(12) 刀齿深度

$$H = \frac{d_{ao} - d'_o}{2} + K$$

$$\text{因为 } K = \frac{\pi d_{ao}}{z} \tan \alpha_{oB}$$

$$\text{所以 } H = \frac{63.71 - 48.71}{2} \\ + \frac{3.14 \times 63.71}{30} \times 0.176$$

$$= 7 + 1.174 = 8.172 \text{mm}$$

(13) 齿形角

$$\alpha_u = \alpha_n - \frac{\sin^3 \beta \times 90^\circ}{\text{蜗杆头数}}$$

因为
可取

$$\beta = 12^\circ 30' < 20^\circ$$

$$\alpha_u = \alpha_n$$

$$\tan \alpha_u = 0.35534$$

所以

$$\alpha_u = \alpha_n = 19^\circ 34'$$

分齿计算:

$$n = \frac{40}{z} = \frac{40}{30} = 1 \frac{8}{24}$$

即展成切削一齿后,手柄回转一圈,再在分度盘 24 的孔圈上,转过 8 个孔距数。

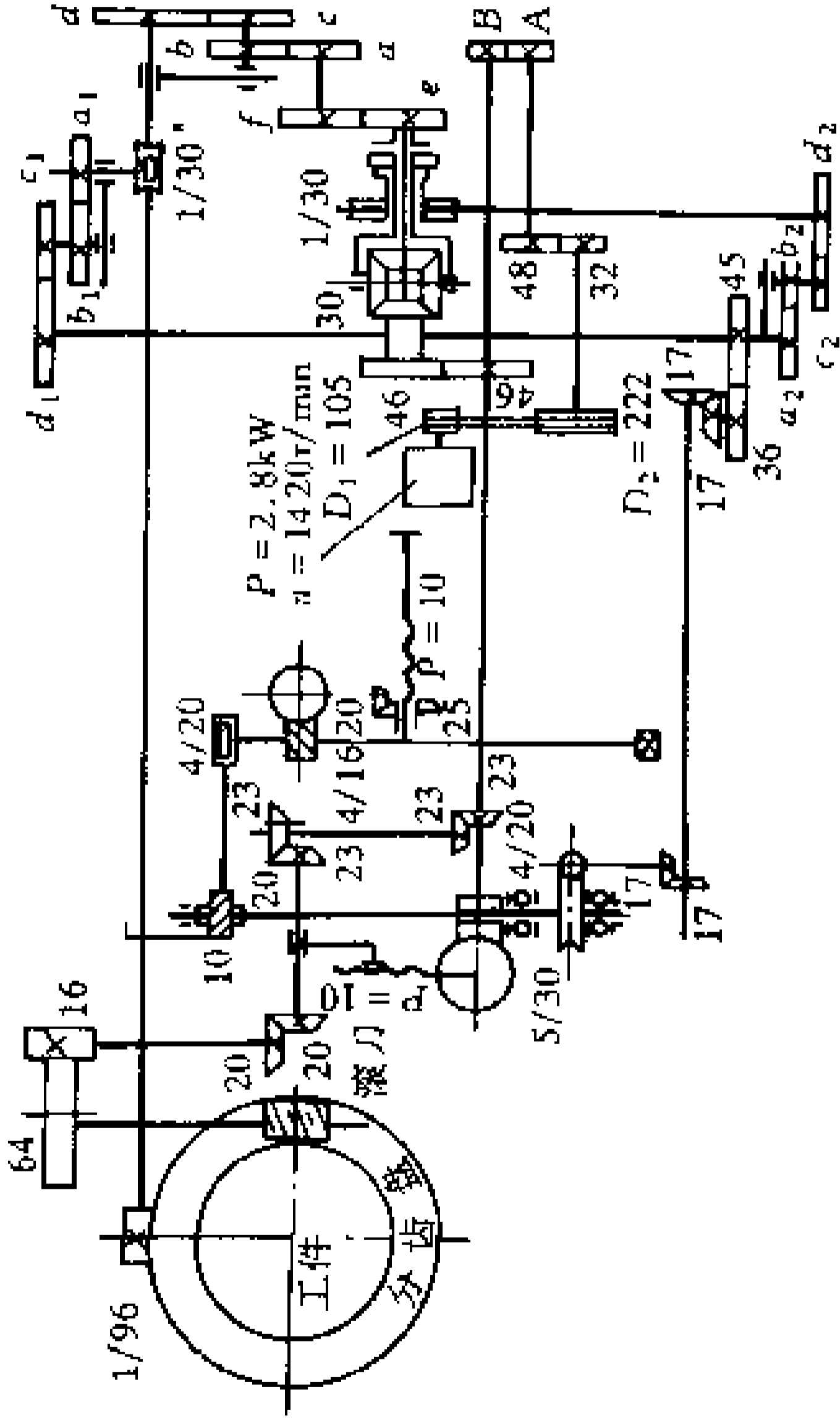
刀具安装在工件里边(如 818 页第二种情况),已知蜗轮是右旋,所以飞刀刀杆应逆时针扳起 $12^\circ 30'$,算出的两对展成交换齿轮应加一中间轮,这样蜗轮的转动方向为顺时针。

滚 齿 工 作

我国生产的 Y3180E 和 Y3150E 滚齿机,是在 Y38、Y37 滚齿机的基础上改型的。目前,工厂仍普遍使用 Y38、Y37 滚齿机,本节介绍的计算及挂轮装置等仍以这两种机型为例。

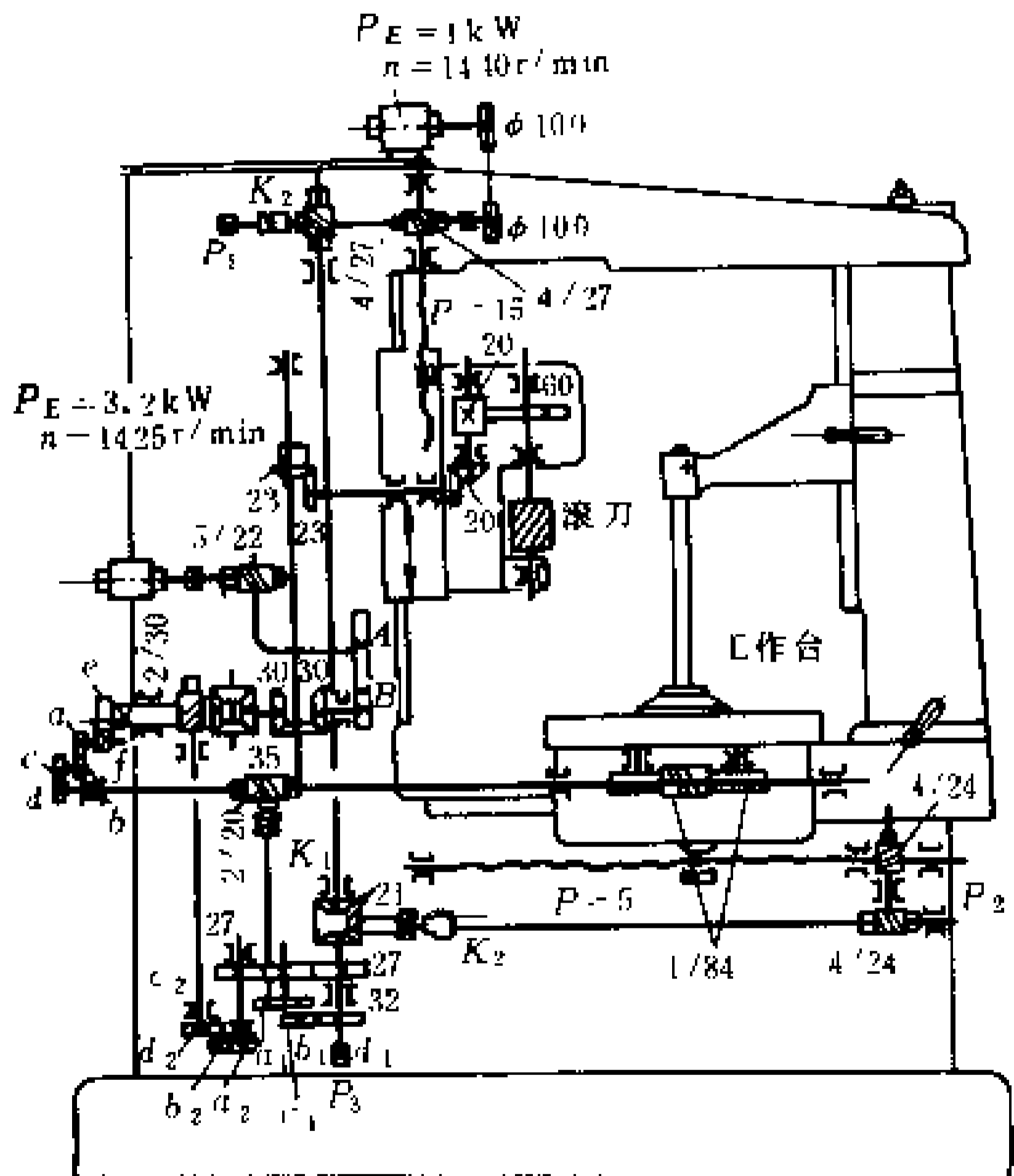
一 滚齿机传动系统

I Y38 滚齿机传动系统图



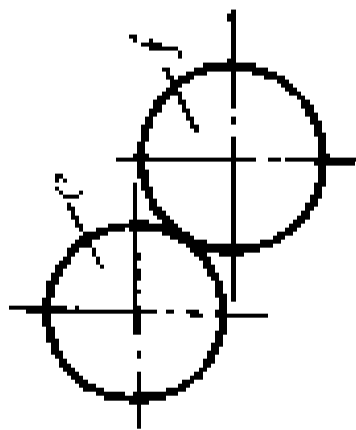
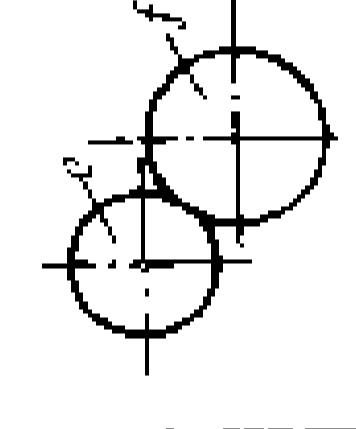
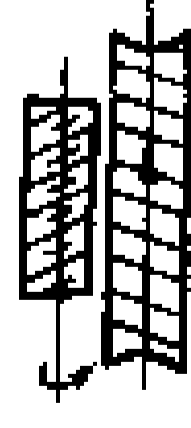

* 有的机床这对蜗轮蜗杆是 $\frac{2}{24}$

2 Y37 滚齿机传动系统图

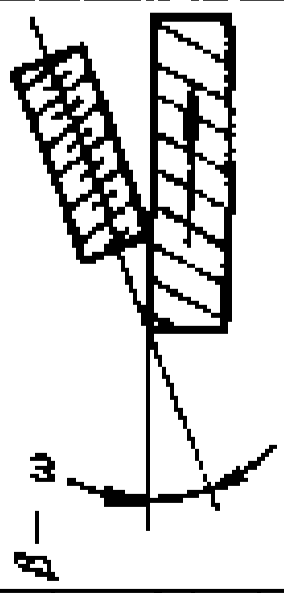
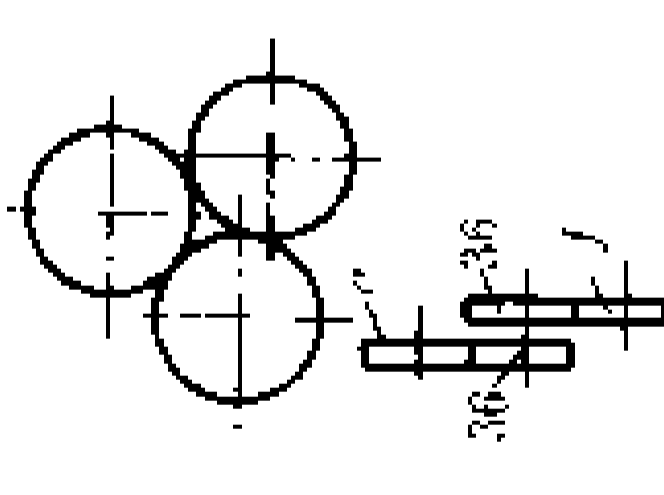
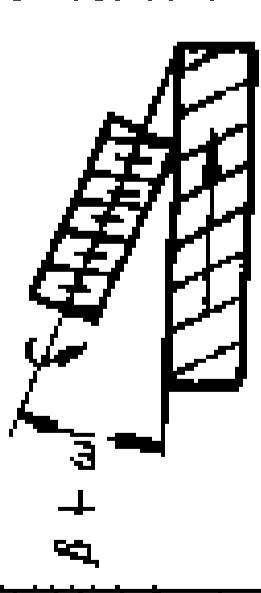
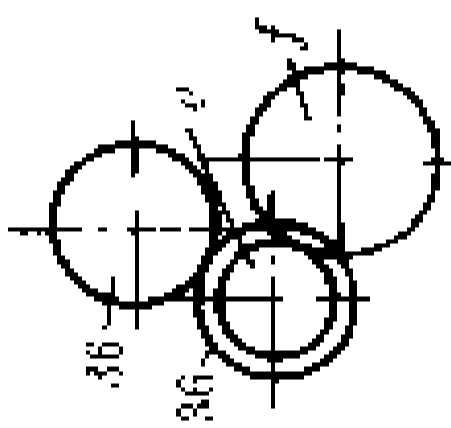


二 滚刀安装角度和工作台转动方向及中间轮装置

I 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

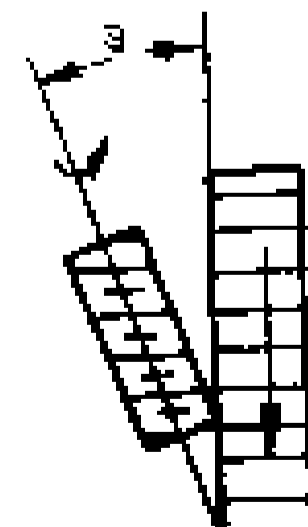
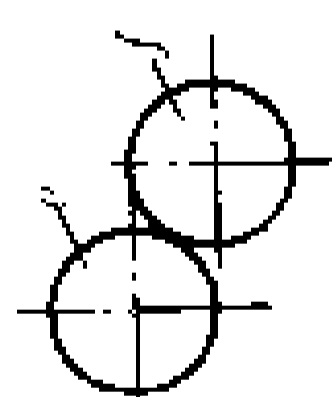
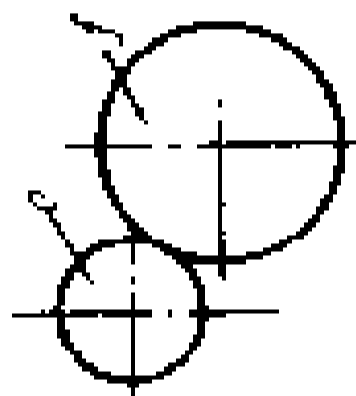
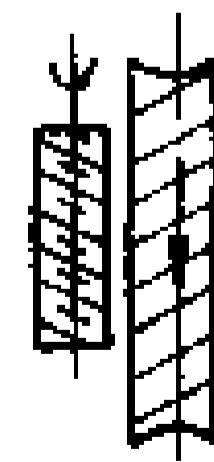
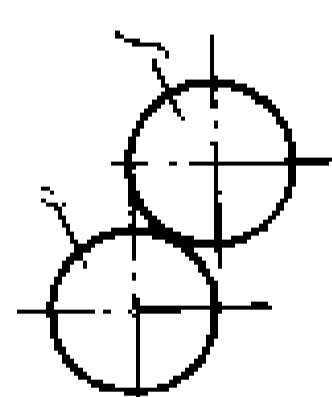
| 齿轮种类 | 齿 轮 e 和 f | | 分齿交换 齿轮及中 间 轮 $\frac{a}{b} \times \frac{c}{d}$ | 进给交换 齿轮及中 间 轮 $\frac{m}{b_1} \times \frac{c}{d_1}$ | 差动交换 齿轮及中 间 轮 $\frac{\omega_2}{b_2} \times \frac{c}{d_2}$ |
|--------------------|---|---|---|---|--|
| | 当 $z \leq 161$ 时 | 当 $z > 161$ 时 | | | |
| 滚刀安装角度和 工作台回转方向 | | | 一对 齿轮 | 一对 齿轮 | 一对 两对 |
| 直齿圆柱齿轮 |  |  | 加一 个中 间轮 | 加一 个中 间轮 | 不加 中 间轮 |
| | $\frac{e}{f} = \frac{36}{36}$ | $\frac{e}{f} = \frac{21}{48}$ | 不加 中 间轮 | 不加 中 间轮 | 不加 中 间轮 |
| 蜗 轮 |  |  | 加一 个中 间轮 | 加一 个中 间轮 | 不加 中 间轮 |
| | | | 一对 齿轮 | 一对 齿轮 | 一对 两对 |

(续)

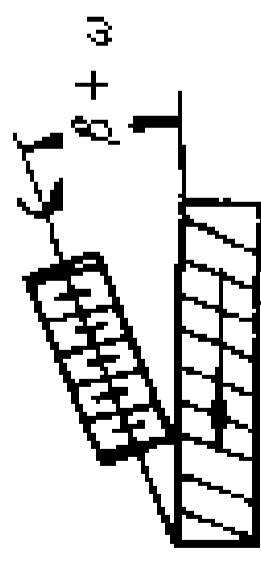
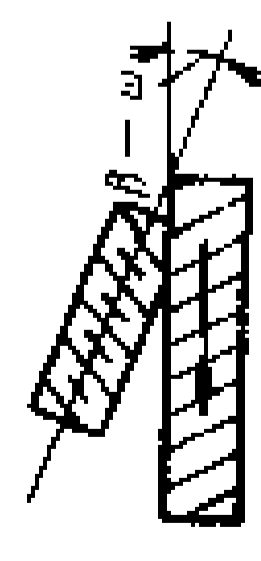
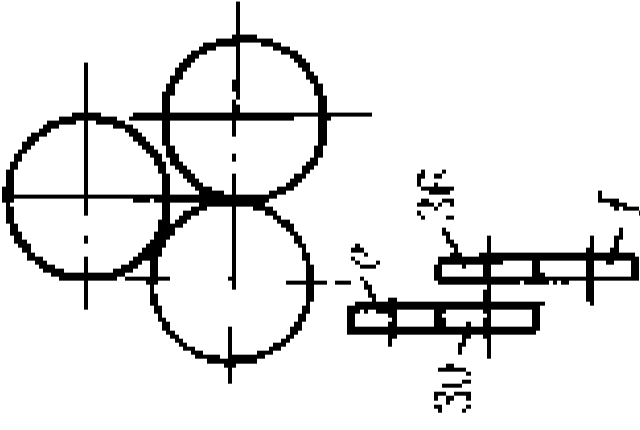
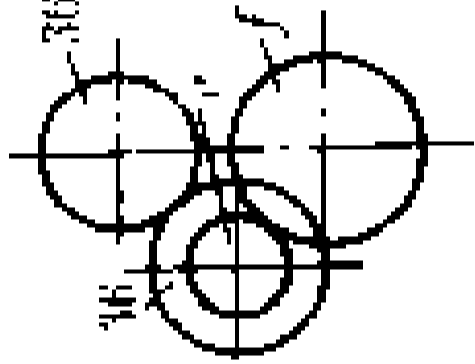
| 齿轮种类 滚刀安装角度和 工作台回转方向 | 齿 轮 e 和 f | 分齿交换 齿轮及中 间轮 $\frac{a}{b} \times \frac{c}{d}$ | 进给交换 齿轮及中 间轮 $\frac{a_1}{b_1} \times \frac{c_1}{d_1}$ | 差动交换 齿轮及中 间轮 $\frac{a_2}{b_2} \times \frac{c_2}{d_2}$ |
|---|--|--|--|--|
| 右旋齿轮  | 当 $e \leq 161$ 时  | 一对 齿轮 一对 齿轮 一对 齿轮 一对 齿轮 | 一对 齿轮 一对 齿轮 一对 齿轮 一对 齿轮 | 一对 两对 一对 一对 一对 一对 |
| 左旋齿轮  | 当 $e > 161$ 时  | 加一 中 间 轮 加一 中 间 轮 加一 中 间 轮 加一 中 间 轮 | 加一 中 间 轮 加一 中 间 轮 加一 中 间 轮 加一 中 间 轮 | 加一 中 间 轮 加一 中 间 轮 加一 中 间 轮 加一 中 间 轮 |

注： ω —滚刀螺旋角； β —工件螺旋角。

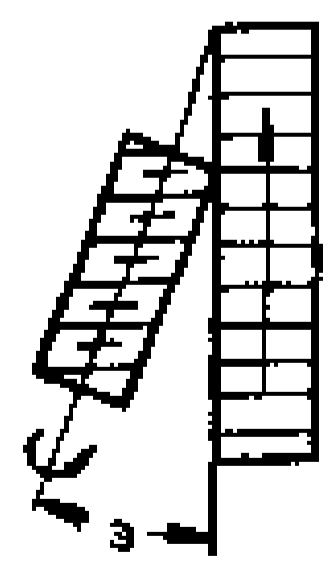
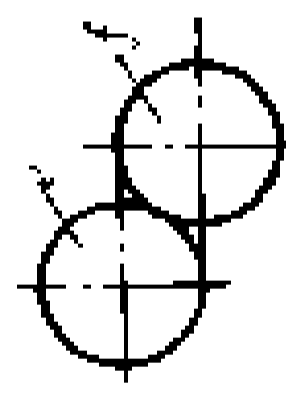
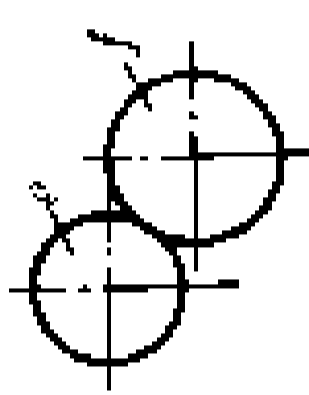
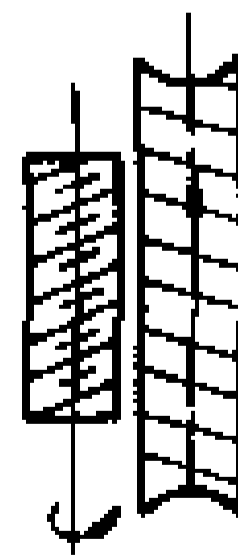
2 在 Y38 上用左旋滚刀时，滚刀安装角度和工作台
回转方向及中间轮装置表

| 齿轮种类 | 滚刀安装角度和工作台回转方向 | | 齿数 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 $\frac{u_1}{b_1} \times \frac{c_1}{d_1}$ | 差动交换 齿轮及中 间轮 $\frac{a_2}{b_2} \times \frac{c_2}{d_2}$ | |
|--------|---|---|---|-------------------------------|--|--|--|---|
| | 当 $\alpha \leq 161$ 时 | 当 $\alpha > 161$ 时 | 一对 齿轮 | 一对 齿轮 | | | | |
| 直齿圆柱齿轮 |  |  |  | 一对 齿轮 | 一对 齿轮 | 一对 齿轮 | 一对 齿轮 | |
| 蜗轮 |  |  | $\frac{e}{f} = \frac{36}{36}$ | $\frac{e}{f} = \frac{24}{48}$ | 加两个 中间轮 | 加两个 中间轮 | 加一个 中间轮 | — |

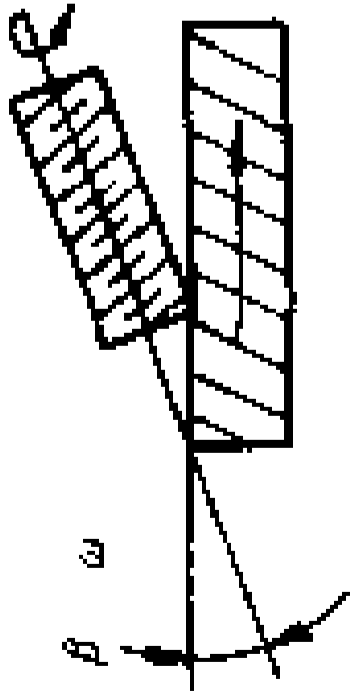
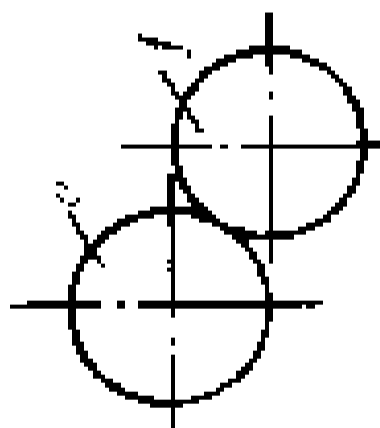
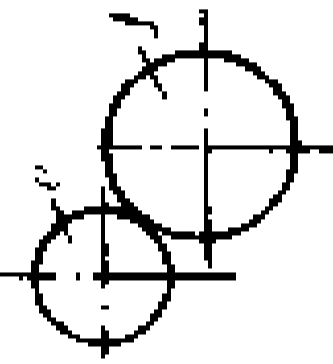
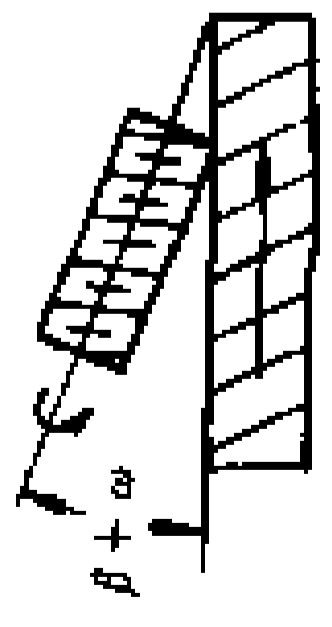
(续)

| 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 $\frac{a_2}{b_2} \times \frac{c_2}{d_2}$ | |
|------|---|---|--|--|--|--|--|---------------------------------------|
| | 右旋齿轮 | 左旋齿轮 | 当 $z \leq 161$ 时 | 当 $z > 161$ 时 | | | | |
| 右旋齿轮 |  |  |  |  | 一对 齿轮 | 一对 齿轮 | 一对 齿轮 | 一对 两对 齿轮 |
| 左旋齿轮 | | | $\frac{e}{f} = \frac{36}{36}$ | $\frac{e}{f} = \frac{24}{48}$ | 加两 个中 间轮 | 加两 个中 间轮 | 加一 个中 间轮 | 加一 个中 间轮 不加 一个 中 间轮 |

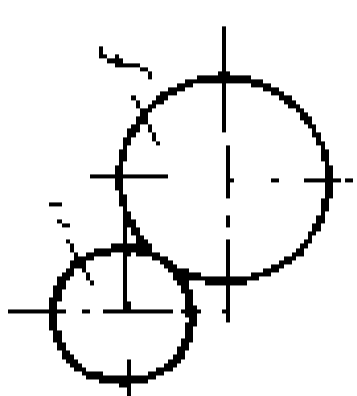
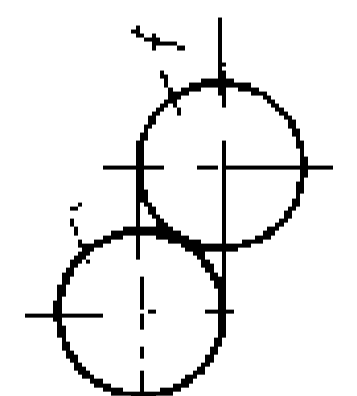

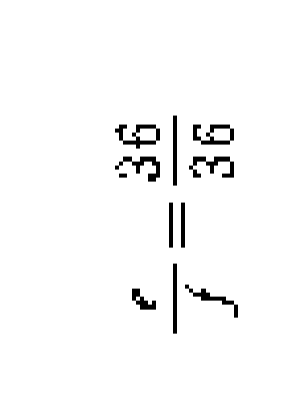
3 在 Y37 上用右旋滚刀时, 滚刀安装角度和
工作台回转方向及中间轮装置表

| 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 $\alpha \leq 200$ 时 | 当 $\alpha > 200$ 时 | 当 $\alpha \leq 200$ 时 | 当 $\alpha > 200$ 时 | | | |
| 直齿圆柱齿轮 |  |  |  | 一对两对 齿轮齿对 | 一对两对 齿轮齿对 | 一对两对 齿轮齿对 | 一对两对 齿轮齿对 |
| 蜗 轮 |  | $\frac{e}{f} = \frac{36}{36}$ | $\frac{e}{f} = \frac{24}{48}$ | 加一个中 间轮 | 加一个中 间轮 | 加一个中 间轮 | 加一个中 间轮 |

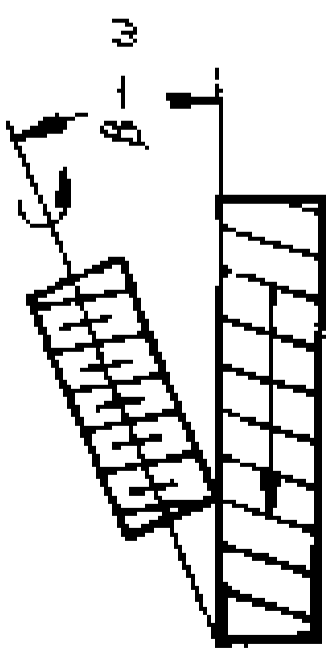
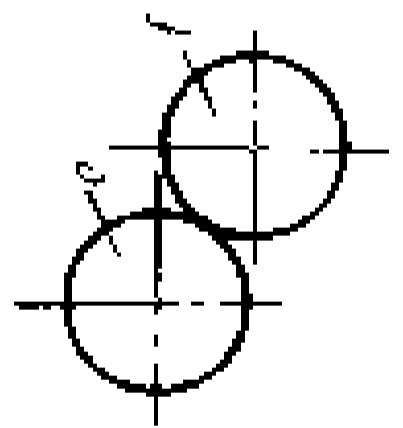
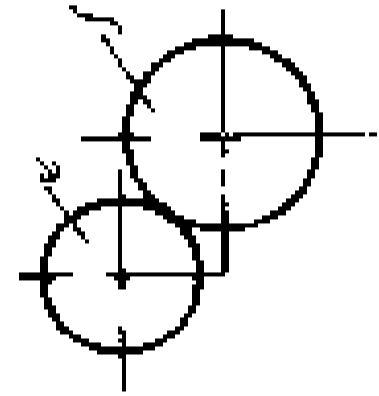
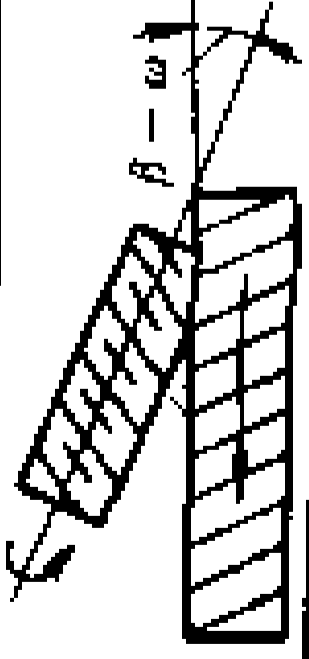
(续)

| 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 $\frac{a_2}{b_2} \times \frac{c_2}{d_2}$ |
|------|---|--|---|---|---|
| 右旋齿轮 |  | <p>当 $z \leq 200$ 时</p>  <p>当 $z > 200$ 时</p>  | <p>一对两对 齿轮 一对两对 齿轮 一对两对 齿轮</p> | <p>一对两对 齿轮 一对两对 齿轮 一对两对 齿轮</p> | <p>一对两对 齿轮 一对两对 齿轮 一对两对 齿轮</p> |
| 左旋齿轮 |  | $\frac{e}{f} = \frac{36}{36}$ $\frac{e}{f} = \frac{24}{45}$ | <p>加一个 中间 轮 加一个 中间 轮 加一个 中间 轮</p> | <p>加一个 中间 轮 加一个 中间 轮 加一个 中间 轮</p> | <p>加一个 中间 轮 加一个 中间 轮 加一个 中间 轮</p> |

4 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 | 齿和 f | 分齿交换及中 齿间轮 $\frac{a}{b} \times \frac{c}{d}$ | 进给交换及中 齿间轮 $\frac{a}{b_1} \times \frac{c_1}{d_1}$ | 差动交换 齿间轮 $\frac{a_2}{b_2} \times \frac{c_2}{d_2}$ |
|--------|---|---|---|---|---|
| | | 当 $\alpha \leq 200$ 时 | 一对两对 齿间轮 | 一对两对 齿间轮 | 一对两对 齿间轮 |
| 直齿圆柱齿轮 |  |  | 加一加一 个中个中 间轮间轮 | 加一加一 个中个中 间轮间轮 | 加一加一 个中个中 间轮间轮 |
| 蜗轮 |  |  | 加一加一 个中个中 间轮间轮 | 加一加一 个中个中 间轮间轮 | 加一加一 个中个中 间轮间轮 |

(续)

| | | | |
|-------------|---|--|--|
| <p>齿轮种类</p> | <p>滚刀安装角度和工作台回转方向</p> | <p>齿 轮 e 和 f</p> | <p>分齿交换及中齿间轮 $\frac{a}{b} \times \frac{c}{d}$</p> <p>进给交换及中齿间轮 $\frac{a_1}{b_1} \times \frac{c_1}{d_1}$</p> <p>差动交换及中齿间轮 $\frac{a_2}{b_2} \times \frac{c_2}{d_2}$</p> |
| <p>右旋齿轮</p> |  | <p>当 $a \leq 200$ 时</p>   | <p>一对两对齿间齿轮</p> <p>一对两对齿间齿轮</p> <p>一对两对齿间齿轮</p> |
| <p>左旋齿轮</p> |  | <p>当 $e \leq 200$ 时</p> <p>$\frac{e}{f} = \frac{36}{36}$</p> <p>$\frac{e}{f} = \frac{24}{48}$</p> | <p>加两个中齿间轮</p> <p>加两个中齿间轮</p> <p>加两个中齿间轮</p> <p>加一个中齿间轮</p> <p>不加中齿间轮</p> |

三 交换齿轮计算

1 分齿、进给、差动交换齿轮计算公式

(1) 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。

(2) 进给挂轮计算公式

$$\text{垂直进给定数} \times f_{\text{垂}} = \frac{a_1 c_1}{b_1 d_1}$$

$$\text{水平进给定数} \times f_{\text{水}} = \frac{a_1 c_1}{b_1 d_1}$$

式中 $f_{\text{垂}}$ ——垂直进给量(mm)；

$f_{\text{水}}$ ——水平进给量(mm)。

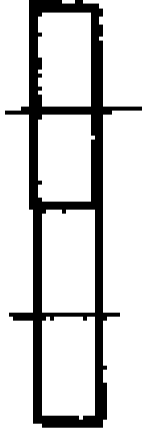
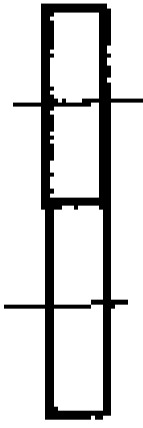
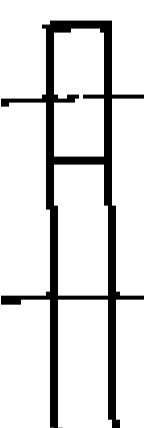
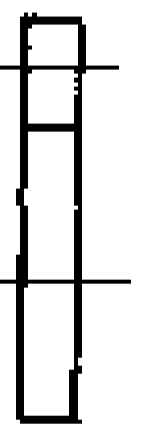
(3) 差动交换齿轮计算公式

$$\frac{\text{差动定数} \times \sin \beta}{m_n K} = \frac{a_2 t_2}{b_2 d_2}$$

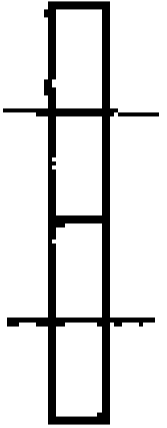
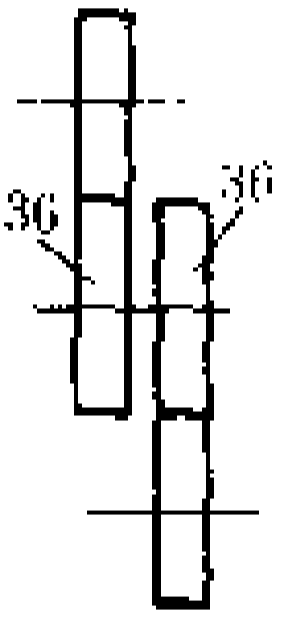
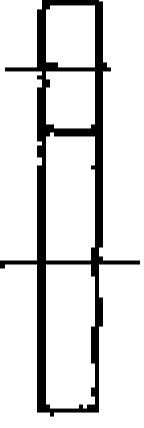
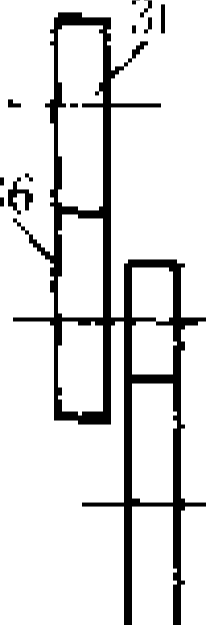
式中 β ——工件螺旋角(°)；

m_n ——法向模数。

2 Y37、Y38 滚齿机定数表

| 分 齿 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 | | | |
| $r = 36$ | $r = 36$ | $r = 24$ | $r = 24$ | | | |
|  |  |  |  | $\frac{9}{32}$ | $\frac{2}{3}$ | 5.96831 |
| $f = 36$ 定 数 24 | $f = 36$ 定 数 48 | $f = 48$ 定 数 48 | $f = 48$ 定 数 96 | | | |

(续)

| Y38 | | | | | | |
|---|---|--|---|---------------|---------------|---------|
| 分 齿 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 | | | |
| $e = 36$ | $e = 36$ | $e = 24$ | $e = 24$ | $\frac{3}{4}$ | $\frac{5}{4}$ | 7.95775 |
|  |  |  |  | | | |
| $f = 36$ 定数 24 | $f = 36$ 定数 24 | $f = 48$ 定数 48 | $f = 48$ 定数 48 | | | |

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。

四 滚铣大质数齿轮(以 Y38 为例)

在滚齿机上加工 100 齿以上的质数直齿圆柱齿轮(如 113、197 齿等)时，交换齿轮计算与加工一般齿轮不相同。可根据下面公式算出各组交换齿轮。

I 滚铣大质数直齿圆柱齿轮时各组交换齿轮计算

(1) 分齿交换齿轮计算

$$\frac{2.1K}{z \pm p} = \frac{ac}{bd}$$

当 $z \leq 161$ 时, 定数用 24;

当 $z > 161$ 时, 定数用 18.

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

$$\frac{3}{1} f_z = \frac{a_1 c_1}{b_1 d_1}$$

式中 f_z — 垂直进给量,

(3) 差动交换齿轮计算

$$\pm \frac{25}{f_z K} = \frac{a_2 c_2}{b_2 d_2}$$

若分齿交换齿轮公式中用“ $z + p$ ”, 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, 若分齿交换齿轮公式中用“ $z - p$ ”, 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.

③ 即 $\pi \times$ 差动定数 $= \pi \times 7.95775 \approx 25$.

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， $\frac{r}{f} = \frac{36}{36} = 1$

则分齿交换齿轮：

$$\frac{24K}{z+p} = \frac{24 \times 1}{101 + \frac{1}{20}} = \frac{24 \times 20}{2021} = \frac{20 \times 24}{43 \times 47}$$

进给交换齿轮：

$$\frac{3}{4} f_g = \frac{3}{1} \times 1 = \frac{30}{40}$$

差动交换齿轮：因分齿交换齿轮公式中用“ $z+p$ ”，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 滚铣大质数斜齿圆柱齿轮时各组交换齿轮计算

(1) 分齿交换齿轮计算

$$\frac{24K}{z+p} = \frac{ac}{bd}$$

当 $z \leq 161$ 时, 定数用 24, 当 $z > 161$ 时, 定数用 18。

(2) 进给交换齿轮计算

$$\frac{3}{4} f_{\text{进}} = \frac{a_1 c_1}{b_1 d_1}$$

(3) 差动交换齿轮计算

$$\pm \frac{7.95775 \sin \beta}{m_n K} \pm \frac{25 \cdot p}{f_{\text{分}} K} = \frac{a_2 c_2}{b_2 d_2}$$

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。

当分齿交换齿轮公式中用 $z + p$ 时, 第二项前用“-”号; 当分齿交换齿轮中用 $z - p$ 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。

① 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, 但需将分齿、进给、差动三个定数改为相应机床的定数。

〔例〕 在 Y38 型滚齿机上，加工一右旋斜齿圆柱齿轮， $m_n = 2$ ， $\beta = 30^\circ$ ， $z = 103$ ， $f_{\dot{x}} = 1\text{mm}$ ，用右旋单头滚刀，试求各组挂轮。

〔解〕 设 $p = \frac{1}{25}$ ，前边取“+”号。

则 分齿交换齿轮：

$$\begin{aligned} \frac{24K}{z + p} &= \frac{24 \times 1}{103 + \frac{1}{25}} = \frac{24 \times 25}{2576} \\ &= \frac{24 \times 25}{16 \times 7 \times 23} = \frac{25 \times 60}{70 \times 92} \end{aligned}$$

进给交换齿轮：

$$\frac{3}{4} f_{\dot{x}} = \frac{3}{4} \times 1 = \frac{30}{40}$$

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。又因分齿交换齿轮公式中用 $z + p$ ，所以第二项前也用“-”号。

$$\begin{aligned} & - \frac{7.95775 \sin \beta}{m_n K} - \frac{25p}{f_{\dot{x}} K} \\ &= - \frac{7.95775 \times \sin 30^\circ}{2 \times 1} - \frac{25 \times \frac{1}{25}}{1 \times 1} \\ &= - \frac{7.95775 \times 0.5}{2 \times 1} - 1 \\ &= -1.98944 - 1 \end{aligned}$$

$$= -2.98944 \approx \frac{15 \times 95}{22 \times 65}$$

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）是分齿运动不可分割的一部分，即在加工过程中分齿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退回，然后再进行切削。

五 分齿及差动交换齿轮表

1 Y38 滚齿机加工直齿斜齿圆柱齿轮

（滚刀头数 $K=1$ ）时的分齿交换齿轮表

| z | 分齿交换齿轮 | z | 分齿交换齿轮 | z | 分齿交换齿轮 |
|-----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|
| 10 | 10/20 × 24/20 | 20 | 30/23 × 23/25 | 30 | 24/23 × 23/30 |
| 11 | 45/25 × 10/33 | 21 | 40/20 × 20/35 | 31 | 40/20 × 24/62 |
| 12 | 40/20 × 20/20 | 22 | 30/20 × 24/33 | 32 | 25/20 × 24/40 |
| 13 | 50/20 × 48/65 | 23 | 30/23 × 21/30 | 33 | 21/23 × 23/33 |
| 14 | 40/20 × 30/35 | 24 | 25/25 × 25/25 | 34 | 21/23 × 23/34 |
| 15 | 40/20 × 20/25 | 25 | 30/25 × 20/25 | 35 | 24/23 × 23/35 |
| 16 | 30/20 × 25/25 | 26 | 40/20 × 30/65 | 36 | 25/25 × 20/30 |
| 17 | 40/20 × 24/34 | 27 | 40/20 × 20/45 | 37 | 24/20 × 20/37 |
| 18 | 40/24 × 20/25 | 28 | 25/20 × 24/35 | 38 | 30/20 × 24/57 |
| 19 | 15/25 × 40/57 | 29 | 40/20 × 24/58 | 39 | 40/20 × 20/65 |

(续)

| z | 分齿交换齿轮 | z | 分齿交换齿轮 | z | 分齿交换齿轮 |
|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|
| 40 | 24/20×20/40 | 60 | 20/25×20/40 | 80 | 24/20×20/80 |
| 41 | 24/20×20/41 | 61 | 24/20×20/61 | 81 | 20/30×20/45 |
| 42 | 23/23×20/35 | 62 | 24/20×20/62 | 82 | 24/40×20/41 |
| 43 | 24/20×20/43 | 63 | 20/30×20/35 | 83 | 24/20×20/83 |
| 44 | 25/20×24/55 | 64 | 25/20×24/80 | 84 | 20/35×20/40 |
| 45 | 24/20×20/45 | 65 | 24/20×20/65 | 85 | 24/34×20/50 |
| 46 | 24/23×20/40 | 66 | 20/20×20/55 | 86 | 24/40×20/43 |
| 47 | 24/20×20/47 | 67 | 24/20×20/67 | 87 | 20/25×20/58 |
| 48 | 20/20×20/40 | 68 | 24/34×20/40 | 88 | 25/40×24/55 |
| 49 | 40/20×24/98 | 69 | 20/23×20/50 | 89 | 24/20×20/89 |
| 50 | 24/25×20/40 | 70 | 24/35×20/40 | 90 | 20/30×20/50 |
| 51 | 24/30×20/34 | 71 | 24/20×20/71 | 91 | 25/35×24/65 |
| 52 | 25/20×24/65 | 72 | 20/30×20/40 | 92 | 24/23×20/80 |
| 53 | 24/20×20/53 | 73 | 24/20×20/73 | 93 | 20/25×20/62 |
| 54 | 20/20×20/45 | 74 | 24/37×20/40 | 94 | 24/40×20/47 |
| 55 | 24/20×20/55 | 75 | 20/25×20/50 | 95 | 24/20×20/95 |
| 56 | 25/35×24/40 | 76 | 25/20×24/95 | 96 | 20/20×20/80 |
| 57 | 24/20×20/57 | 77 | 25/35×24/55 | 97 | 24/20×20/97 |
| 58 | 24/20×20/58 | 78 | 20/20×20/65 | 98 | 24/20×20/98 |
| 59 | 24/20×20/59 | 79 | 24/20×20/79 | 99 | 20/33×20/50 |

(续)

| z | 分齿交换齿轮 | z | 分齿交换齿轮 | z | 分齿交换齿轮 |
|-----|-------------|-----|--------------|-----|--------------|
| 100 | 24/40×20/50 | 120 | 20/40×20/50 | 140 | 24/40×20/70 |
| 101 | -- | 121 | -- | 141 | 20/47×20/50 |
| 102 | 20/34×20/50 | 122 | 24/40×20/61 | 142 | 24/40×20/71 |
| 103 | -- | 123 | 20/41×20/50 | 143 | -- |
| 104 | 25/40×24/65 | 124 | 24/40×20/62 | 144 | 20/48×20/50 |
| 105 | 20/35×20/50 | 125 | 24/25×20/100 | 145 | 24/50×20/58 |
| 106 | 24/40×20/53 | 126 | 20/35×20/60 | 146 | 24/40×20/73 |
| 107 | | 127 | -- | 147 | 20/35×20/70 |
| 108 | 20/40×20/45 | 128 | 25/40×24/80 | 148 | 24/37×20/80 |
| 109 | | 129 | 20/43×20/50 | 149 | |
| 110 | 24/40×20/55 | 130 | 24/40×20/65 | 150 | 20/25×20/100 |
| 111 | 20/37×20/50 | 131 | -- | 151 | -- |
| 112 | 25/40×24/70 | 132 | 20/40×20/55 | 152 | 25/40×24/95 |
| 113 | | 133 | 25/35×24/95 | 153 | 20/34×20/75 |
| 114 | 20/20×20/95 | 134 | 24/40×20/67 | 154 | -- |
| 115 | 24/25×20/92 | 135 | 20/45×20/50 | 155 | 24/50×20/62 |
| 116 | 24/40×20/58 | 136 | 24/34×20/80 | 156 | 20/40×20/65 |
| 117 | 20/30×20/65 | 137 | -- | 157 | -- |
| 118 | 24/40×20/59 | 138 | 20/25×20/92 | 158 | 24/40×20/79 |
| 119 | 24/34×20/70 | 139 | -- | 159 | 20/50×20/53 |

(续)

| z | 分齿交换齿轮 | z | 分齿交换齿轮 | z | 分齿交换齿轮 |
|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|
| 160 | 24/40×20/80 | 174 | 20/25×20/58 | 187 | 24/34×20/55 |
| 161 | 24/35×20/92 | 175 | 24/35×20/50 | 188 | 24/40×20/47 |
| 162 | 20/30×20/15 | 176 | 25/40×24/55 | 189 | 20/35×20/45 |
| 164 | 24/40×20/41 | 177 | 20/25×20/59 | 190 | 24/20×20/95 |
| 165 | 20/25×20/55 | 178 | 24/20×20/89 | 192 | 20/20×20/80 |
| 166 | 24/20×20/83 | 180 | 20/30×20/50 | 194 | 24/20×20/97 |
| 168 | 20/35×20/40 | 182 | 25/35×24/65 | 195 | 20/25×20/65 |
| 169 | 60/97×45/98 | 183 | 20/25×20/61 | 196 | 24/20×20/98 |
| 170 | 24/34×20/50 | 184 | 24/23×20/80 | 198 | 20/33×20/50 |
| 171 | 20/25×20/57 | 185 | 24/37×20/50 | 200 | 24/40×20/50 |
| 172 | 24/40×20/43 | 186 | 20/25×20/62 | | |

注：凡表内无数值者，必须利用差动装置。

2 Y38 滚齿机加工大质数直齿圆柱齿轮

(滚刀头数 $K=1$)时，分齿差动交换齿轮表

| 齿数 z | p | 分齿交换齿轮 | 差动交换齿轮 | |
|--------|------|-------------|------------------------------|---------------------------|
| | | | $f_{\text{差}}=0.75\text{mm}$ | $f_{\text{差}}=1\text{mm}$ |
| 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 |

(续)


| 齿数 z | p | 分齿交换齿轮 | 差动交换齿轮 | |
|--------|-------|----------------|--------------------------------|-----------------------------|
| | | | $f_{\text{立}} = 0.75\text{mm}$ | $f_{\text{外}} = 1\text{mm}$ |
| 362 | 1/20 | 59/89 × 20/100 | 55/33 | 50/40 |
| 386 | 1/20 | 33/65 × 24/98 | 95/51 | 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 | 10/24 | 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 | 10/24 | 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 | 24/61 × 20/79 | 50/20 × 40/45 | 55/33 |
| 483 | 1/20 | 40/83 × 20/97 | 55/33 | 30/24 |
| 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。




六 滚齿加工常见缺陷及消除方法

| 缺陷名称 | 主要原因 | 消除方法 |
|----------------------|---|---|
| 齿数不正确 | <ol style="list-style-type: none"> 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 | <ol style="list-style-type: none"> 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度比较变化大, 工件缺陷状况有四种: <ol style="list-style-type: none"> 1. 滚刀刃磨后, 刀齿等分性差 | 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: <ol style="list-style-type: none"> 1. 控制滚刀刃磨质量 |

(续)

| 缺陷名称 | 主要原因 | 消除方法 |
|---|--|---|
|  | <p>2. 滚刀轴向窜动大</p> <p>3. 滚刀径向跳动大</p> <p>4. 滚刀用钝</p> | <p>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</p> <p>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</p> <p>4. 更换新刀</p> |
| 2. 齿形不对称 | 1. 滚刀安装不对中 | 1. 用“啃刀花”法或对刀规对刀 |

(续)

| 缺陷名称 | 主要原因 | 消除方法 |
|---|--|--|
|  | <p>2. 滚刀刃磨后, 前刀面的径向误差大</p> <p>3. 滚刀刃磨后, 螺旋角或导程误差大</p> <p>4. 滚刀安装角的误差太大</p> | <p>2. 控制滚刀刃磨质量</p> <p>3. 重新调整滚刀的安装角</p> |
| <p>3. 齿形角不对</p>  | <p>1. 滚刀本身的齿形角误差太大</p> <p>2. 滚刀刃磨后, 前刀面的径向性误差大</p> <p>3. 滚刀安装角的误差大</p> | <p>1. 合理选用滚刀的精度</p> <p>2. 控制滚刀的刃磨质量</p> <p>3. 重新调整滚刀的安装角</p> |
| <p>4. 齿形周期性误差</p>  | <p>1. 滚刀安装后, 径向跳动或轴向窜动大</p> <p>2. 机床工作台回转不均匀</p> | <p>1. 控制滚刀的安装精度</p> <p>2. 检查机床工作台分度蜗杆的轴向窜动, 并调整修复之</p> |

(续)

| 缺陷名称 | 主要原因 | 消除方法 |
|-----------------|--|---|
| | <p>3. 跨轮或分齿交换齿轮安装偏心或齿面磕碰</p> <p>4. 刀架滑板有松动</p> <p>5. 工件装夹不合理产生振摆</p> | <p>3. 检查跨轮及分齿交换齿轮的安装及运转状况</p> <p>4. 调整刀架滑板的塞铁</p> <p>5. 合理选用工件装夹的正确方案</p> |
| <p>齿圈径向跳动超差</p> | <p>工件内孔中心与机床工作台回转中心不重合</p> <p>1. 有关机床、夹具方面:</p> <p>1) 工作台径向跳动大</p> <p>2) 心轴磨损或径向跳动大</p> <p>3) 上下顶针有摆差或松动</p> | <p>着眼于控制机床工作台的回转精度与工件的正确安装</p> <p>1. 有关机床和夹具方面:</p> <p>1) 检查并修复工作台回转导轨</p> <p>2) 合理使用和保养工件心轴</p> <p>3) 修复后立柱及上顶针的精度</p> |

(续)

| 缺陷名称 | 主要原因 | 消除方法 |
|----------|---|--|
| 齿圈径向跳动超差 | <p>4) 夹具定位端面与工作台回转中心线不垂直</p> <p>5) 工件装夹元件, 例如垫圈和螺帽精度不够</p> <p>2. 有关工件方面:</p> <p>1) 工件定位孔直径超差;</p> <p>2) 用找正工件外圆安装时, 外圆与内孔的同轴度超差</p> <p>3) 工件夹紧刚性差</p> | <p>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</p> <p>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</p> <p>2. 有关工件方面:</p> <p>1) 控制工件定位孔的尺寸精度</p> <p>2) 控制工件外圆与内孔的同轴度误差</p> <p>3) 夹紧力应施加于工件刚性足够的部位</p> |


(续)

| 缺陷名称 | 主要原因 | 消除方法 |
|--------|--|---|
| 齿向误差超差 | <p>滚刀垂直进给方向与齿坯内孔中心线方向偏斜太大。加工斜齿轮时，还有附加运动的不正确</p> <p>1. 有关机床和夹具方面：</p> <p>1) 立柱三角导轨与工作台轴心线不平行</p> <p>2) 工作台端面跳动大</p> <p>3) 上、下顶针不同心</p> <p>4) 分度蜗轮副的啮合间隙大</p> <p>5) 分度蜗轮副的传动存在有周期性误差</p> | <p>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</p> <p>1. 有关机床和夹具方面：</p> <p>1) 修复立柱精度，控制机床热变形</p> <p>2) 修复工作台的回转精度</p> <p>3) 修复后立柱或上、下顶针的精度</p> <p>4) 合理调整分度蜗轮副的啮合间隙</p> <p>5) 修复分度蜗轮副的零件精度，并合理调整安装</p> |

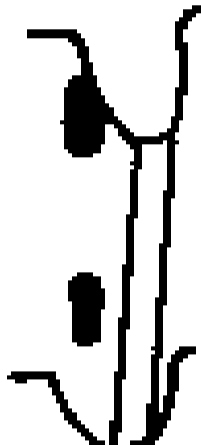
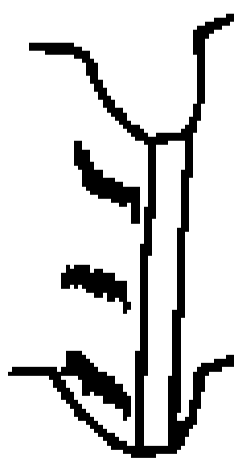
(续)

| 缺陷名称 | 主要原因 | 消除方法 |
|----------|---|--|
| 齿向误差超差 | <p>6)垂直进给丝杆螺距误差大</p> <p>7)分齿、差动交换齿轮误差大</p> <p>2. 有关工件方面:</p> <p>1)齿坯两端面不平行</p> <p>2)工件定位孔与端面不垂直</p> | <p>6)垂直进给丝杠因使用磨损而精度达不到时,应及时更换</p> <p>7)应控制差动交换齿轮的计算误差</p> <p>2. 有关工件方面:</p> <p>1)控制齿坯两端面的平行度误差</p> <p>2)控制齿坯定位孔与端面的垂直度</p> |
| 齿距累积误差超差 | <p>滚齿机工作台每转中回转不均匀的最大误差太大:</p> <p>1. 分度蜗轮副传动精度误差</p> | <p>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:</p> <p>1. 修复分度蜗轮副的传动精度</p> |


(续)

| 缺陷名称 | 主要原因 | 消除方法 |
|--|--|--|
| 齿距累积误差超差 | 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 | 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 |

(续)

| 缺陷名称 | 主要原因 | 消除方法 |
|--|--|---|
| <p data-bbox="351 552 542 617">2. 啃齿</p>  | <p data-bbox="744 552 1223 808">由于滚刀与齿坯的相互位置发生突然变化所造成:</p> <p data-bbox="744 837 1223 1102">1. 立柱三角导轨太松, 造成滚刀进给突然变化</p> <p data-bbox="744 1131 1223 1293">立柱三角导轨太紧, 造成爬行现象</p> <p data-bbox="744 1323 1223 1499">2. 刀架斜齿轮啮合间隙大;</p> <p data-bbox="808 1617 1181 1690">3. 油压不稳定</p> | <p data-bbox="1287 552 1755 720">寻找和消除一些突然因素:</p> <p data-bbox="1287 837 1755 1102">1. 调整立柱三角导轨: 要求紧松适当</p> <p data-bbox="1287 1323 1755 1602">2. 刀架斜齿轮若因使用时间久而磨损: 应更换</p> <p data-bbox="1287 1617 1755 1969">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</p> |
| <p data-bbox="383 2013 585 2072">3. 振纹</p>  | <p data-bbox="755 2013 1223 2175">由于振动所造成:</p> <p data-bbox="755 2278 1223 2454">1. 机床内部某传动环节的间隙大</p> | <p data-bbox="1287 2013 1755 2175">寻找与消除振动源:</p> <p data-bbox="1287 2278 1755 2543">1. 对于使用时间久而磨损严重的机床及时大修</p> |

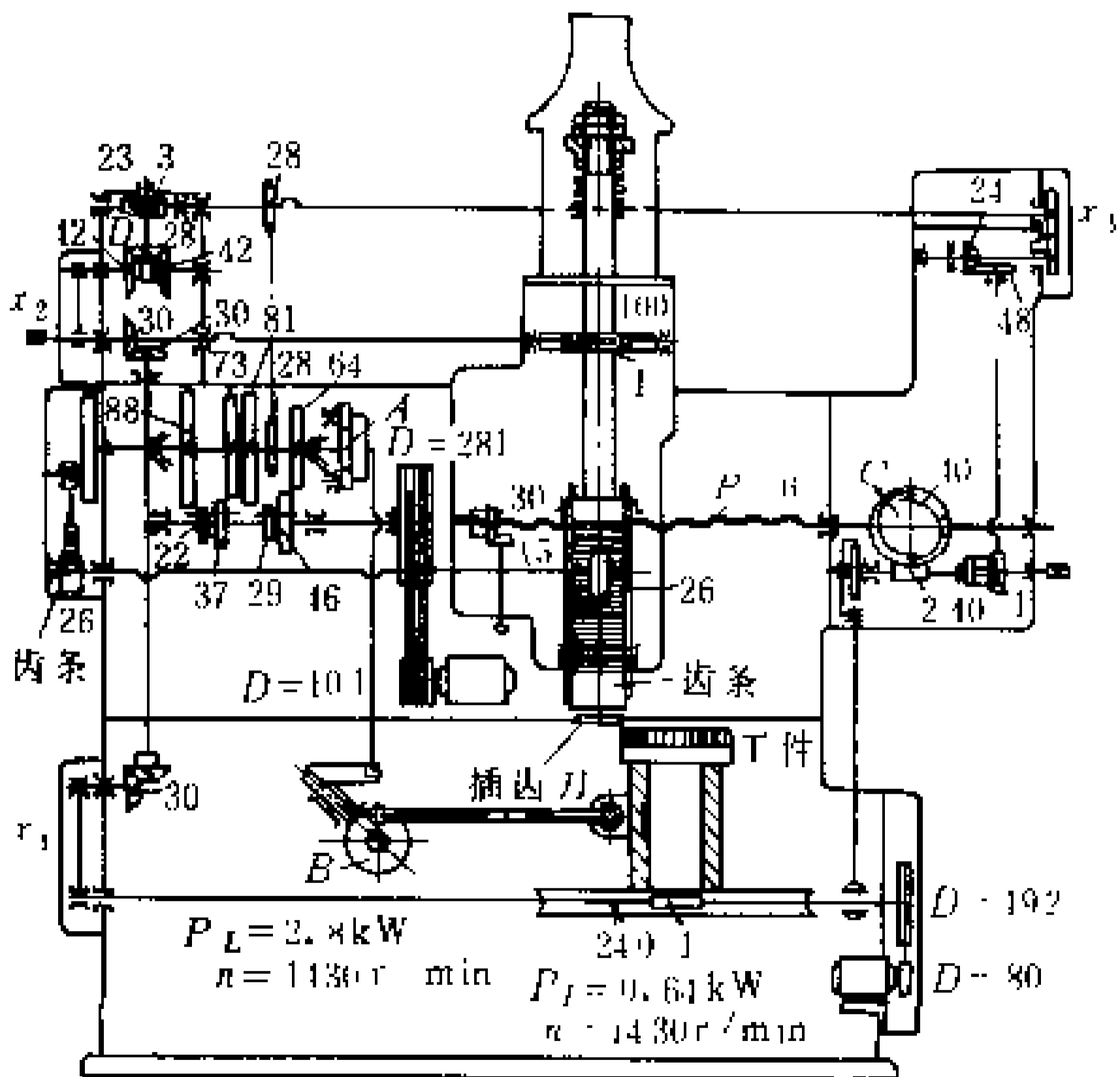
(续)

| 缺陷名称 | 主要原因 | 消除方法 |
|--|---|---|
| | <p>2. 工件与滚刀的装夹刚性不够</p> <p>3. 切削用量选用太大</p> <p>4. 后托架安装后, 间隙大</p> | <p>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</p> <p>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</p> <p>3. 正确选用切削用量</p> <p>4. 正确安装后托架</p> |
| <p>4. 鱼鳞</p>  | <p>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常见</p> | <p>1. 酌情控制调质处理的硬度</p> <p>2. 建议采用正火处理作为齿坯的预先热处理</p> |

插 齿 工 作

— 插齿机传动系统及工作精度

1 Y54 插齿机传动系统图

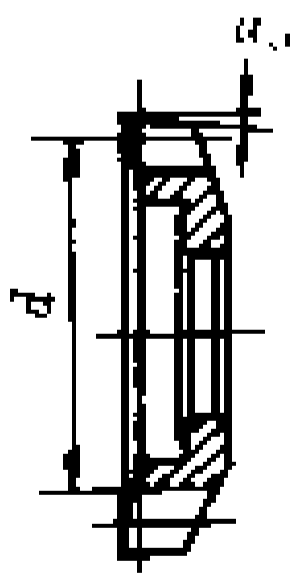


2 常用插齿机的工作精度

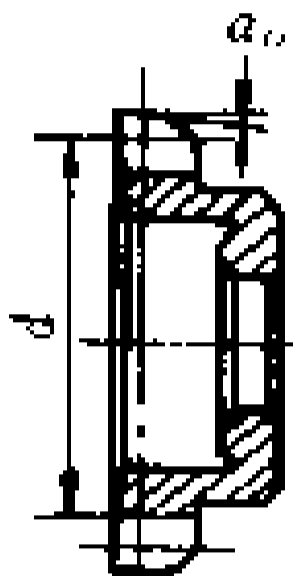
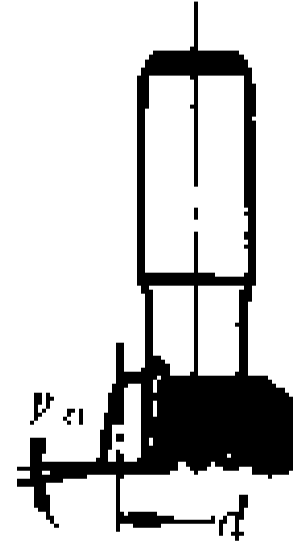
| | | | | |
|----------------------------|--------|--------|--------|---------|
| 型 号 | YM5116 | Y5120A | Y5132 | |
| 精度 | 6级 | 7级 | 7级 | |
| 表面粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$ | 0.80 | 1.6 | 1.6 | |
| 型 号 | Y54 | Y5150A | Y51160 | YK15130 |
| 精度 | 7级 | 7级 | 7级 | 6级 |
| 表面粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$ | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 |

二 插齿刀具及安装

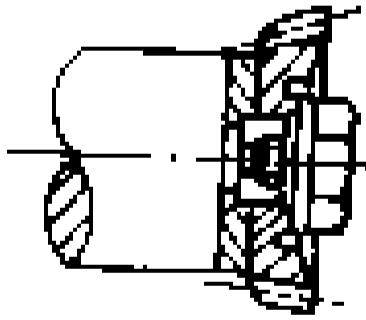
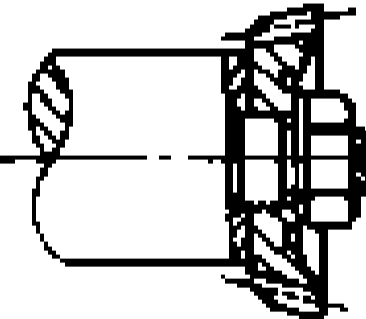
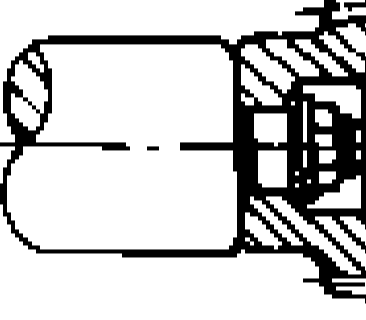
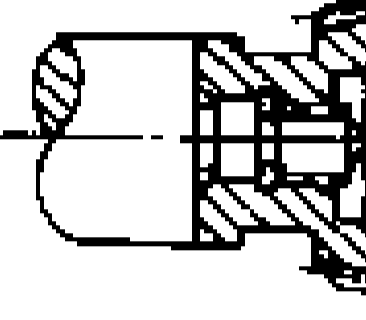
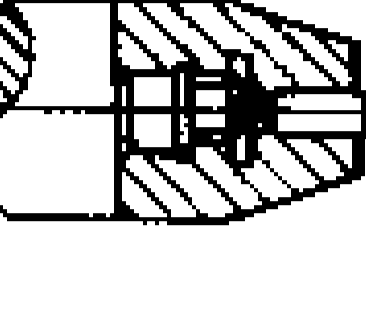
1 插齿刀的类型和用途

| 插齿刀类型 | 用 途 | 公称分度圆直径 d /mm |
|---|---|--|
|  <p>I 型盘形直齿插齿刀</p> | <p>这种型式的插齿刀主要用于加工外齿轮和大直径的内齿轮,以及齿条等</p> <p>精度等级分 AA, A, B 三种</p> | <p>75, $m=1\sim4$</p> <p>100, $m=1\sim6$</p> <p>125, $m=4\sim8$</p> <p>160, $m=6\sim10$</p> <p>200, $m=8\sim12$</p> |

(续)

| 插齿刀类型 | 用途 | 公称分度圆直径 d /mm |
|--|--|---|
|  <p data-bbox="223 1367 606 1514">I 型碗形直齿插齿刀</p> | <p data-bbox="649 720 1202 1264">这种结构的插齿刀多用于加工多联齿轮和带凸肩的齿轮,也可用于盘形插齿刀应用范围的齿轮、齿条等</p> <p data-bbox="649 1308 1202 1455">精度等级分 AA、A、B 三种</p> | <p data-bbox="1244 735 1659 779">50, $m = 1 \sim 3.5$</p> <p data-bbox="1244 823 1596 867">75, $m = 1 \sim 4$</p> <p data-bbox="1244 926 1627 970">100, $m = 1 \sim 6$</p> <p data-bbox="1244 1014 1627 1058">125, $m = 4 \sim 8$</p> |
|  <p data-bbox="223 2396 606 2543">II 型锥柄直齿插齿刀</p> | <p data-bbox="649 1646 1202 2013">这种型式的插齿刀主要用于加工内齿轮 精度等级分 A、B 两种</p> | <p data-bbox="1244 1661 1670 1705">25, $m = 1 \sim 2.75$</p> <p data-bbox="1244 1764 1670 1808">38, $m = 1 \sim 3.75$</p> |

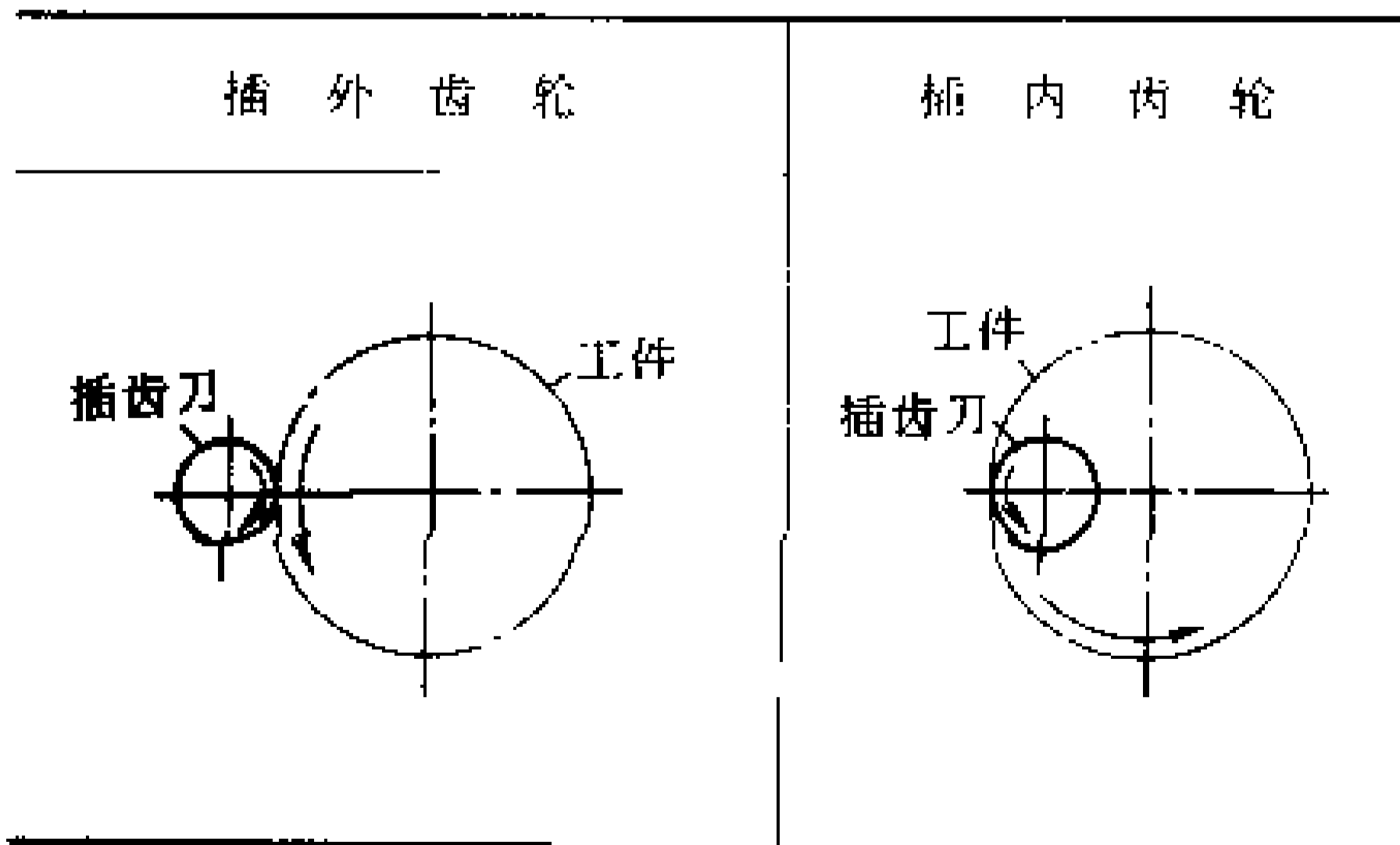
2 插齿刀安装方法及适用范围

| <p>刀具安装简图</p> | <p>盘形插齿刀</p>  | <p>碗形插齿刀</p>  | <p>筒形插齿刀</p>  | <p>锥形插齿刀</p>  | <p>锥柄插齿刀</p>  |
|---------------|---|---|---|--|---|
| <p>适用范围</p> | <p>加工外齿轮和直径较大的内齿 轮</p> | <p>加工多联齿 轮及带台阶内 齿 轮</p> | <p>加工多联齿 轮及带台阶内 齿 轮</p> | <p>加工多联齿 轮带台阶内齿 轮及宽内齿 轮</p> | <p>加工小模 数小直径内 外齿 轮</p> |

3 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 |

4 插齿刀旋转方向



三 插直齿圆柱外齿轮(以 Y54 为例)

1 插齿刀行程长度的确定

$$L=b+l$$

式中 L —插齿刀的行程长度(mm);

b —被插齿轮宽度(mm);

l —刀具的超越行程(mm),

刀具的超越行程 l 可查下表

| 齿轮模数 | 插齿刀的超越行程/mm |
|----------|-------------|
| ≤ 2 | 5 |
| 3 | 5 |
| 4 | 5 |
| 5 | 5 |
| 6 | 6 |
| 8 | 6 |

2 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:

$$n = \frac{1000v}{2L} \text{ (往复/min)}$$

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。Y54 插齿机具有以下四种往复行程数：125，179，253，359。

3 分齿交换齿轮计算

计算公式：

$$2.4 \times \frac{z_0}{z} = \frac{z_1 z_3}{z_2 z_4}$$

式中 2.4——分齿进给定数；

z_0 ——插齿刀齿数；

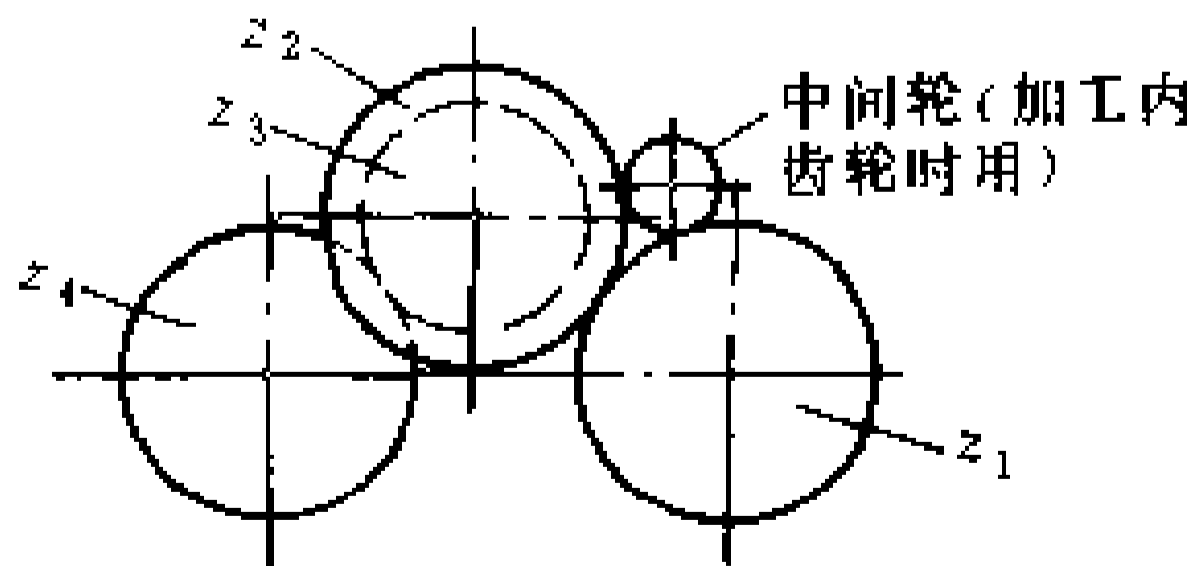
z ——工件齿数。

一般常使用的插齿刀分度圆直径为 100mm，所以根据工件的模数，可决定插齿刀相应的齿数。

$$z_0 = \frac{100}{m}$$

通常在插齿刀端面上都注明齿数。

分齿交换齿轮也可根据下表查出



| 齿 数 z | 交换齿轮 | | | | 齿 数 z | 交换齿轮 | | | |
|---------------|----------|----------------|----------|----------|---------------|----------|----------------|----------|----------|
| | 传动 轴上 | 齿轮 架上 轴上 | 预选 齿轮 | 蜗杆 轴上 | | 传动 轴上 | 齿轮 架上 轴上 | 预选 齿轮 | 蜗杆 轴上 |
| | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 | | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 |
| 10 | 120 | 20 | z_3 | 25 | 18 | 120 | 20 | z_3 | 45 |
| | 120 | 20 | $2z_3$ | 50 | | 120 | 20 | $2z_3$ | 90 |
| 11 | 120 | 20 | $2z_3$ | 55 | 19 | 120 | 38 | z_3 | 25 |
| | 120 | 20 | $2z_3$ | 55 | | 120 | 38 | $2z_3$ | 50 |
| 12 | 120 | 20 | z_3 | 30 | 20 | 120 | 20 | z_3 | 50 |
| | 120 | 20 | $2z_3$ | 60 | | 120 | 40 | $2z_3$ | 50 |
| 13 | 120 | 25 | z_3 | 26 | 21 | 120 | 30 | z_3 | 35 |
| | 120 | 50 | $2z_3$ | 26 | | 120 | 60 | $2z_3$ | 35 |
| 14 | 120 | 20 | $2z_3$ | 70 | 22 | 120 | 20 | z_3 | 55 |
| | 120 | 20 | $2z_3$ | 70 | | 120 | 40 | $2z_3$ | 55 |
| 15 | 120 | 25 | z_3 | 30 | 23 | 120 | 50 | z_3 | 23 |
| | 120 | 25 | $2z_3$ | 60 | | 60 | 50 | $2z_3$ | 23 |
| 16 | 120 | 20 | z_3 | 40 | 24 | 120 | 30 | z_3 | 40 |
| | 120 | 20 | $2z_3$ | 80 | | 120 | 30 | $2z_3$ | 80 |
| 17 | 120 | 25 | z_3 | 34 | 25 | 120 | 25 | z_3 | 50 |
| | 120 | 20 | $2z_3$ | 85 | | 120 | 25 | $2z_3$ | 100 |

(续)

| 齿 数 z | 交换齿轮 | | | | 齿 数 z | 交换齿轮 | | | |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 传动 轴上 z_1 | 齿轮 架上 z_2 | 预选 齿轮 z_3 | 蜗杆 轴上 z_4 | | 传动 轴上 z_1 | 齿轮 架上 z_2 | 预选 齿轮 z_3 | 蜗杆 轴上 z_4 |
| 26 | 120 | 50 | z_{11} | 26 | 33 | 120 | 33 | z_{11} | 50 |
| | 60 | 50 | $2z_{11}$ | 26 | | 120 | 55 | $2z_{11}$ | 60 |
| 27 | 120 | 30 | z_{11} | 45 | 34 | 96 | 34 | z_{11} | 40 |
| | 120 | 30 | $2z_{11}$ | 90 | | 96 | 34 | $2z_{11}$ | 80 |
| 28 | 120 | 20 | z_{11} | 70 | 35 | 96 | 20 | z_{11} | 70 |
| | 120 | 40 | $2z_{11}$ | 70 | | 96 | 40 | $2z_{11}$ | 70 |
| 29 | 120 | 25 | z_{11} | 58 | 36 | 96 | 30 | z_{11} | 48 |
| | 120 | 50 | $2z_{11}$ | 58 | | 96 | 60 | $2z_{11}$ | 48 |
| 30 | 120 | 30 | z_{11} | 50 | 37 | 96 | 37 | z_{11} | 40 |
| | 120 | 60 | $2z_{11}$ | 50 | | 96 | 37 | $2z_{11}$ | 80 |
| 31 | 120 | 25 | z_{11} | 62 | 38 | 96 | 38 | z_{11} | 40 |
| | 120 | 50 | $2z_{11}$ | 62 | | 96 | 38 | $2z_{11}$ | 80 |
| 32 | 120 | 20 | z_{11} | 80 | 39 | 96 | 24 | z_{11} | 65 |
| | 120 | 40 | $2z_{11}$ | 80 | | 96 | 48 | $2z_{11}$ | 65 |

(续)

| 齿 数 z | 交换齿轮 | | | | 齿 数 z | 交换齿轮 | | | |
|---------------|----------|----------|----------|----------|---------------|----------|----------|----------|----------|
| | 传动 轴上 | 齿轮 架上 | 预选 齿轮 | 蜗杆 轴上 | | 传动 轴上 | 齿轮 架上 | 预选 齿轮 | 蜗杆 轴上 |
| | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 | | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 |
| 40 | 120 | 50 | z_3 | 40 | 47 | 96 | 47 | z_3 | 40 |
| | 120 | 50 | $2z_3$ | 80 | | 96 | 47 | $2z_3$ | 80 |
| 41 | 96 | 41 | z_3 | 40 | 48 | 96 | 48 | z_3 | 40 |
| | 96 | 41 | $2z_3$ | 80 | | 96 | 48 | $2z_3$ | 80 |
| 42 | 96 | 24 | z_3 | 70 | 49 | 120 | 25 | z_3 | 98 |
| | 96 | 48 | $2z_3$ | 70 | | 120 | 50 | $2z_3$ | 98 |
| 43 | 96 | 43 | z_3 | 40 | 50 | 120 | 25 | z_3 | 100 |
| | 96 | 43 | $2z_3$ | 80 | | 120 | 50 | $2z_3$ | 100 |
| 44 | 120 | 55 | z_3 | 40 | 51 | 120 | 30 | z_3 | 85 |
| | 120 | 55 | $2z_3$ | 80 | | 120 | 60 | $2z_3$ | 85 |
| 45 | 96 | 45 | z_3 | 40 | 52 | 120 | 65 | z_3 | 40 |
| | 96 | 45 | $2z_3$ | 80 | | 120 | 65 | $2z_3$ | 80 |
| 46 | 120 | 25 | z_3 | 92 | 54 | 96 | 24 | z_3 | 90 |
| | 120 | 50 | $2z_3$ | 92 | | 96 | 48 | $2z_3$ | 90 |

(续)

| 齿 数 z | 交换齿轮 | | | | 齿 数 z | 交换齿轮 | | | |
|---------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|
| | 传动 轴上 z_1 | 齿轮 架轴 头上 z_2 | 预选 齿轮 z_3 | 蜗杆 轴上 z_4 | | 传动 轴上 z_1 | 齿轮 架轴 头上 z_2 | 预选 齿轮 z_3 | 蜗杆 轴上 z_4 |
| 55 | 96 | 55 | z_3 | 40 | 64 | 90 | 60 | z_3 | 40 |
| | 96 | 55 | $2z_3$ | 80 | | 90 | 60 | $2z_3$ | 80 |
| 56 | 90 | 70 | z_3 | 30 | 65 | 96 | 65 | z_3 | 40 |
| | 90 | 70 | $2z_3$ | 60 | | 96 | 65 | $2z_3$ | 80 |
| 57 | 120 | 30 | z_3 | 95 | 66 | 48 | 40 | z_3 | 33 |
| | 120 | 60 | $2z_3$ | 95 | | 48 | 80 | $2z_3$ | 33 |
| 58 | 96 | 58 | z_3 | 40 | 68 | 90 | 85 | z_3 | 30 |
| | 96 | 58 | $2z_3$ | 80 | | 90 | 85 | $2z_3$ | 60 |
| 60 | 96 | 30 | z_3 | 80 | 69 | 96 | 30 | z_3 | 92 |
| | 96 | 60 | $2z_3$ | 80 | | 96 | 60 | $2z_3$ | 92 |
| 62 | 96 | 62 | z_3 | 40 | 70 | 96 | 35 | z_3 | 80 |
| | 96 | 62 | $2z_3$ | 80 | | 96 | 70 | $2z_3$ | 80 |
| 63 | 80 | 70 | z_3 | 30 | 72 | 120 | 45 | z_3 | 80 |
| | 80 | 70 | $2z_3$ | 60 | | 60 | 45 | $2z_3$ | 80 |

(续)

| 齿 数 z | 交换齿轮 | | | | 齿 数 z | 交换齿轮 | | | |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 传动 轴上 z_1 | 齿轮 架上 z_2 | 预选 齿轮 z_3 | 蜗杆 轴上 z_4 | | 传动 轴上 z_1 | 齿轮 架上 z_2 | 预选 齿轮 z_3 | 蜗杆 轴上 z_4 |
| 74 | 96 | 74 | z_1 | 40 | 84 | 80 | 70 | z_1 | 40 |
| | 96 | 74 | $2z_1$ | 80 | | 80 | 70 | $2z_1$ | 80 |
| 75 | 96 | 50 | z_1 | 60 | 85 | 120 | 85 | z_1 | 50 |
| | 96 | 100 | $2z_1$ | 60 | | 60 | 85 | $2z_1$ | 50 |
| 76 | 120 | 100 | z_1 | 38 | 86 | 120 | 100 | z_1 | 43 |
| | 60 | 100 | $2z_1$ | 38 | | 60 | 100 | $2z_1$ | 43 |
| 78 | 80 | 65 | z_1 | 10 | 87 | 80 | 50 | z_1 | 58 |
| | 80 | 65 | $2z_1$ | 80 | | 80 | 100 | $2z_1$ | 58 |
| 80 | 120 | 80 | z_1 | 50 | 88 | 120 | 80 | z_1 | 55 |
| | 60 | 80 | $2z_1$ | 50 | | 60 | 80 | $2z_1$ | 55 |
| 81 | 120 | 90 | z_1 | 45 | 90 | 96 | 40 | z_1 | 90 |
| | 60 | 90 | $2z_1$ | 45 | | 96 | 80 | $2z_1$ | 90 |
| 82 | 120 | 100 | z_1 | 41 | 92 | 96 | 40 | z_1 | 92 |
| | 60 | 100 | $2z_1$ | 41 | | 96 | 80 | $2z_1$ | 92 |

(续)

| 齿 数 z | 交换齿轮 | | | | 齿 数 z | 交换齿轮 | | | |
|---------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|
| | 传动 轴上 z_1 | 齿轮 架轴 头上 z_2 | 预选 齿轮 z_3 | 蜗杆 轴上 z_4 | | 传动 轴上 z_1 | 齿轮 架轴 头上 z_2 | 预选 齿轮 z_3 | 蜗杆 轴上 z_4 |
| 93 | 80 | 62 | z_3 | 50 | 102 | 80 | 85 | z_3 | 40 |
| | 40 | 62 | $2z_3$ | 50 | | 80 | 85 | $2z_3$ | 80 |
| 94 | 96 | 80 | z_3 | 47 | 104 | 120 | 80 | z_3 | 65 |
| | 48 | 80 | $2z_3$ | 47 | | 60 | 80 | $2z_3$ | 65 |
| 95 | 96 | 40 | z_3 | 95 | 105 | 80 | 50 | z_3 | 70 |
| | 96 | 80 | $2z_3$ | 95 | | 80 | 100 | $2z_3$ | 70 |
| 96 | 120 | 100 | z_3 | 48 | 108 | 96 | 48 | z_3 | 90 |
| | 60 | 100 | $2z_3$ | 48 | | 48 | 96 | $2z_3$ | 45 |
| 98 | 96 | 40 | z_3 | 98 | 110 | 96 | 80 | z_3 | 55 |
| | 96 | 80 | $2z_3$ | 98 | | 48 | 80 | $2z_3$ | 55 |
| 99 | 120 | 90 | z_3 | 55 | 111 | 96 | 74 | z_3 | 60 |
| | 60 | 90 | $2z_3$ | 55 | | 48 | 74 | $2z_3$ | 60 |
| 100 | 120 | 100 | z_3 | 50 | 112 | 120 | 80 | z_3 | 70 |
| | 60 | 100 | $2z_3$ | 50 | | 60 | 80 | $2z_3$ | 70 |

(续)

| 齿 数 z | 交换齿轮 | | | | 齿 数 z | 交换齿轮 | | | |
|---------------|----------|----------------|----------|----------|---------------|----------|----------------|----------|----------|
| | 传动 轴上 | 齿轮 架轴 头上 | 预选 齿轮 | 蜗杆 轴上 | | 传动 轴上 | 齿轮 架轴 头上 | 预选 齿轮 | 蜗杆 轴上 |
| | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 | | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 |
| 114 | 80 | 95 | z_1 | 40 | 125 | 96 | 100 | z_1 | 50 |
| | 80 | 95 | $2z_1$ | 80 | | 48 | 100 | $2z_1$ | 50 |
| 115 | 96 | 92 | z_1 | 50 | 126 | 120 | 90 | z_1 | 70 |
| | 48 | 92 | $2z_1$ | 50 | | 60 | 90 | $2z_1$ | 70 |
| 116 | 96 | 80 | z_1 | 58 | 128 | 90 | 80 | z_1 | 60 |
| | 48 | 80 | $2z_1$ | 58 | | 45 | 80 | $2z_1$ | 60 |
| 117 | 80 | 65 | z_1 | 60 | 129 | 96 | 120 | z_1 | 43 |
| | 40 | 65 | $2z_1$ | 60 | | 48 | 120 | $2z_1$ | 43 |
| 120 | 96 | 80 | z_1 | 60 | 130 | 96 | 80 | z_1 | 65 |
| | 48 | 80 | $2z_1$ | 60 | | 48 | 80 | $2z_1$ | 65 |
| 123 | 96 | 120 | z_1 | 41 | 132 | 80 | 80 | z_1 | 55 |
| | 48 | 120 | $2z_1$ | 41 | | 40 | 80 | $2z_1$ | 55 |
| 124 | 96 | 80 | z_1 | 62 | 135 | 80 | 100 | z_1 | 45 |
| | 48 | 80 | $2z_1$ | 62 | | 40 | 100 | $2z_1$ | 45 |

(续)

| 齿 数 z | 交换齿轮 | | | | 齿 数 z | 交换齿轮 | | | |
|---------------|----------|----------------|------------|----------|---------------|----------|----------------|------------|----------|
| | 传动 轴上 | 齿轮 架轴 头上 | 预选 齿轮 | 蜗杆 轴上 | | 传动 轴上 | 齿轮 架轴 头上 | 预选 齿轮 | 蜗杆 轴上 |
| | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 | | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 |
| 136 | 120 | 85 | z_{π} | 80 | 148 | 96 | 80 | z_{π} | 74 |
| | 60 | 85 | $2z_{\pi}$ | 80 | | 48 | 80 | $2z_{\pi}$ | 74 |
| 138 | 96 | 92 | z_{π} | 60 | 150 | 96 | 100 | z_{π} | 60 |
| | 48 | 92 | $2z_{\pi}$ | 60 | | 48 | 100 | $2z_{\pi}$ | 60 |
| 140 | 96 | 80 | z_{π} | 70 | 152 | 120 | 95 | z_{π} | 80 |
| | 48 | 80 | $2z_{\pi}$ | 70 | | 60 | 95 | $2z_{\pi}$ | 80 |
| 141 | 48 | 60 | z_{π} | 47 | 155 | 96 | 100 | z_{π} | 62 |
| | 48 | 120 | $2z_{\pi}$ | 47 | | 48 | 100 | $2z_{\pi}$ | 62 |
| 144 | 120 | 90 | z_{π} | 80 | 156 | 80 | 80 | z_{π} | 65 |
| | 60 | 90 | $2z_{\pi}$ | 80 | | 40 | 80 | $2z_{\pi}$ | 65 |
| 145 | 96 | 100 | z_{π} | 58 | 160 | 120 | 100 | z_{π} | 80 |
| | 48 | 100 | $2z_{\pi}$ | 58 | | 60 | 100 | $2z_{\pi}$ | 80 |
| 147 | 96 | 98 | z_{π} | 60 | 162 | 60 | 90 | z_{π} | 45 |
| | 48 | 98 | $2z_{\pi}$ | 60 | | 30 | 90 | $2z_{\pi}$ | 45 |

(续)

| 齿 数 z | 交换齿轮 | | | | 齿 数 z | 交换齿轮 | | | |
|---------------|----------|----------------|----------|----------|---------------|----------|----------------|----------|----------|
| | 传动 轴上 | 齿轮 架轴 头上 | 预选 齿轮 | 蜗杆 轴上 | | 传动 轴上 | 齿轮 架轴 头上 | 预选 齿轮 | 蜗杆 轴上 |
| | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 | | z_1 | z_2 | z_3 | z_4 |
| 164 | 60 | 100 | $z_{刀}$ | 41 | 174 | 80 | 100 | $z_{刀}$ | 58 |
| | 30 | 100 | $2z_{刀}$ | 41 | | 40 | 100 | $2z_{刀}$ | 58 |
| 165 | 96 | 120 | $z_{刀}$ | 55 | 175 | 96 | 100 | $z_{刀}$ | 70 |
| | 48 | 120 | $2z_{刀}$ | 55 | | 48 | 100 | $2z_{刀}$ | 70 |
| 168 | 80 | 80 | $z_{刀}$ | 70 | 176 | 90 | 120 | $z_{刀}$ | 55 |
| | 40 | 80 | $2z_{刀}$ | 70 | | 45 | 120 | $2z_{刀}$ | 55 |
| 170 | 96 | 85 | $z_{刀}$ | 80 | 180 | 96 | 90 | $z_{刀}$ | 80 |
| | 48 | 85 | $2z_{刀}$ | 80 | | 48 | 90 | $2z_{刀}$ | 80 |
| 172 | 60 | 100 | $z_{刀}$ | 43 | | | | | |
| | 30 | 100 | $2z_{刀}$ | 43 | | | | | |

注：分齿交换齿轮也可根据上表查出，为了方便选配交换齿轮，齿轮 z_4 的齿数可选择为插刀齿数的简单倍数，如 $1:1$ 或 $1:2$ 。

[例] 工件 $m=2.5$ ， $z=49$ ，求分齿交换齿轮。

[解]

$$z_{j1} = \frac{100}{2.5} = 40$$

取齿轮 z_3 的齿数为 $2z_{j1} = 2 \times 40 = 80$ ，则由 863 页表中查得： $z_1 = 120$ ， $z_2 = 50$ ， $z_4 = 98$ 。

即
$$\frac{z_1 z_3}{z_2 z_4} = \frac{120 \times 80}{50 \times 98}$$

4 圆周进给交换齿轮计算

计算公式：

$$\frac{366 f_a}{d_f} = \frac{z_1}{z_2}$$

式中 366——圆周进给定数；

f_a ——插齿刀每一往复行程的圆周进给量 (mm)；

d_f ——插齿刀的分度圆直径。

| | | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|
| 进给量 f_a | 0.44 | 0.35 | 0.30 | 0.24 | 0.21 | 0.17 |
| 齿轮 z_1 的齿数 | 55 | 50 | 47 | 42 | 39 | 34 |
| 齿轮 z_2 的齿数 | 34 | 39 | 42 | 47 | 50 | 55 |
| 插齿刀每转一周的行程数 | 711 | 897 | 1028 | 1287 | 1475 | 1860 |

注：1. 表中 f_a 是插齿刀分度圆直径为 100mm 时的圆周进给量。

2. 一般粗加工渗碳钢 f_a 选用 0.24~0.44mm 之间 (每往复行程)；精加工选用 0.21mm；工件模数小而材料硬度大，选用 0.17~0.21mm 之间。

5 径向进给交换齿轮计算

计算公式:

$$\frac{f_r}{0.048} = \frac{z_1}{z_2}$$

式中 f_r ——插齿刀每往复行程平均径向进给量;

0.048——径向进给定数。

| | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|
| 插齿刀每往复行程的平均径向进给量 f_r | 0.024 | 0.048 | 0.095 |
| 齿轮 z_1 的齿数 | 25 | 40 | 50 |
| 齿轮 z_2 的齿数 | 50 | 40 | 25 |

注: 机床具有三种径向进给量, 工作中可根据工件材料和硬度进行选择。

6 计算实例

[例] 在 Y54 插齿机上加工直齿圆柱外齿轮, 已知 $m=2.5$, $z=45$, $b=30\text{mm}$, $v=25\text{m/min}$, $d=100\text{mm}$, $f_a=0.21\text{mm/往复}$, $f_r=0.024\text{mm/往复}$, 试计算插齿刀的行程长度、往复行程次数及分齿、圆周进给和径向进给交换齿轮?

[解] (1) 计算插齿刀行程长度 L :

$$L=b+l=30+5=35(\text{mm})$$

(2) 计算插齿刀往复行程次数 n :

$$n=\frac{1000v}{2L}=\frac{1000\times 25}{2\times 35}=357(\text{往复}/\text{min})$$

Y54 插齿机实际具有的往复行程次数为 359 往复/

min, 故采用 $n=359$ 往复/min

(3) 计算分齿交换齿轮:

先决定插齿刀齿数 $z_0 = \frac{100}{2.5} = 40$

取齿轮 z_1 为 $z_0 = 40$, 则由 863 页表可直接查出 $z_1 = 96$, $z_2 = 45$, $z_3 = 40$, $z_4 = 40$ 。

即

$$\frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = \frac{96}{45} \times \frac{40}{40}$$

(4) 计算圆周进给交换齿轮:

$$\frac{366f_a}{d_{j1}} = \frac{366 \times 0.21}{100} \approx 0.77 \approx \frac{39}{50}$$

也可由 872 页表直接查出。

(5) 计算径向进给交换齿轮:

$$\frac{0.024}{0.048} = \frac{1}{2} = \frac{25}{50}$$

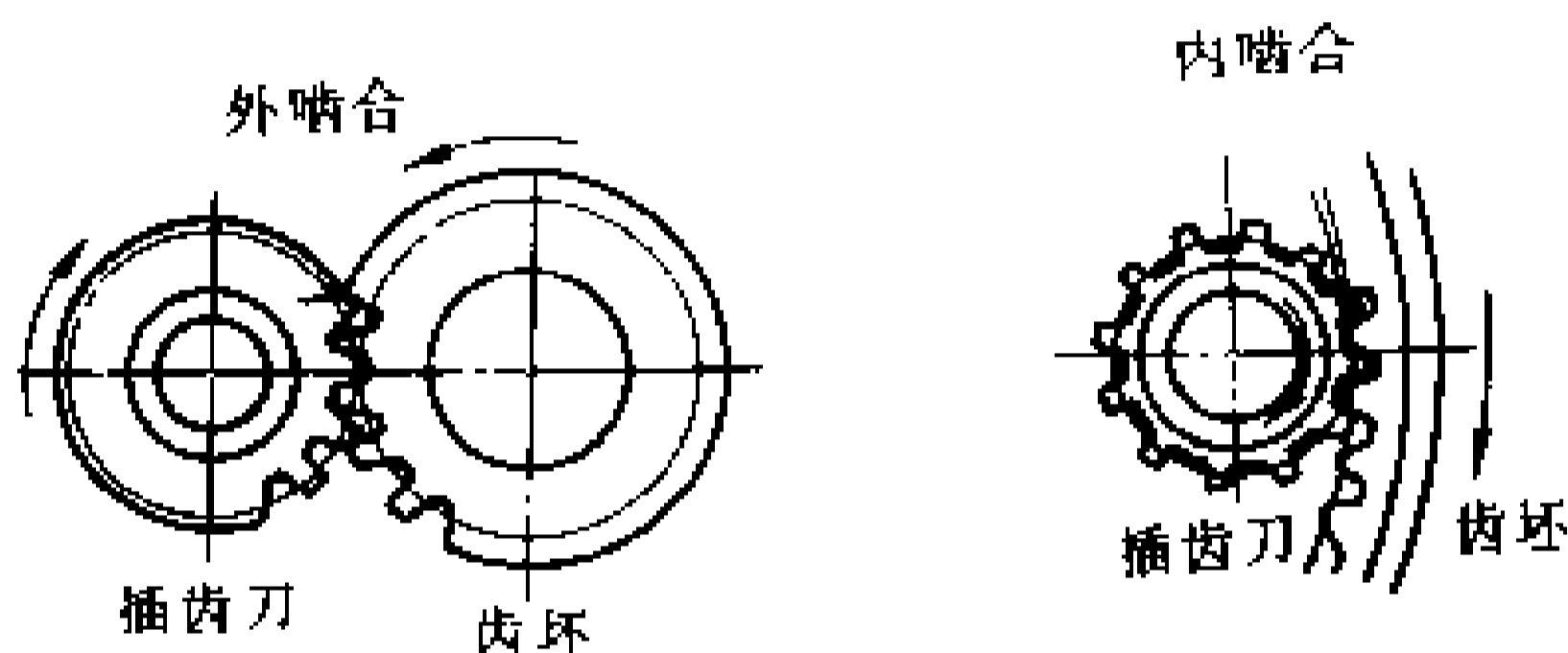
也可由 873 页表直接查出。

四、插直齿圆柱内齿轮

内齿轮的插削原理是根据内齿轮啮合原理来的, 只是插齿刀代替了小齿轮。在插齿刀插削内齿轮时, 应避免两种情况的发生: 即由于插齿刀根部非渐开线部分参加啮合, 产生齿轮顶切的“干涉现象”; 由于插齿刀径向进给, 产生齿轮顶部的“顶切现象”。因此, 在一般加工中

要使 $z_1 \cdot z_0 > 16$ (z_1 为内齿轮齿数, z_0 为插齿刀齿数), 也可以经过计算选择更合理的插齿刀齿数。

加工时, 必须以工作台中心为起点将插齿刀向右移动, 并改变工件的回转方向, 使其与插齿刀回转方向相同 (见下图), 为此必须用分齿交换齿轮架上的中间轮, 其余调整方法与加工外齿轮时相同。



1 插齿刀最大变位系数 ξ_{0max} 值的确定

$$\xi_{0max} = \xi_2 - \frac{(\text{inv}\alpha_2 - \text{inv}\alpha)(z_2 - z_0)}{2\tan\alpha}$$

$$r_{a2}\sin\varphi - r_{a0}\sin(i\varphi - K) \geq 0$$

根据 ξ_{0max} 值求出 r_{a0} , 将 r_{a0} 值代入上式, 若能满足大于零的要求, 说明插齿刀径向切入进给时, 不发生顶切现象。

其中:
$$r_{a2} = \left(\frac{z_2}{2} - f + \xi_2 \right) m$$

$$r_{a0} = \left(\frac{z_0}{2} f + c'_0 + \xi_0 \right) m$$

$$\varphi = \frac{iK + \sqrt{i^2 K^2 + (i^2 - j)(2 - 2j - K^2)}}{i^2 - j} \text{ (弧度)}$$

$$i = \frac{z_2}{z_0} \quad j = \frac{r_{a02}}{ir_{a0}}$$

$$K = i(\text{inv}\alpha_{a02} - \text{inv}\alpha_{a02}) - \text{inv}\alpha_{a02} + \text{inv}\alpha_{a01} \text{ (弧度)}$$

$$\text{inv}\alpha_{a02} = 2 \frac{\xi_2 - \xi_{(\max)}}{z_2 - z_0} \cot\alpha + \text{inv}\alpha$$

$$\cos\alpha_{r2} = \frac{\frac{z_2}{2} \cos\alpha}{\frac{z_2}{2} - f + \xi_2}$$

$$\cos\alpha_{r0} = \frac{\frac{z_0}{2} \cos\alpha}{\frac{z_0}{2} + f_0 + c'_0 + \xi_0}$$

- 式中 r_{r2} —— 内齿轮顶圆半径 (mm);
 r_{a0} —— 插齿刀顶圆半径 (mm);
 z_2 —— 内齿轮齿数;
 z_0 —— 插齿刀齿数;
 α_{a02} —— 插齿刀与内齿轮啮合时的啮合角 ($^\circ$);
 α_{r2} —— 内齿轮顶圆处的压力角 ($^\circ$);
 α_{r0} —— 插齿刀顶圆处的压力角 ($^\circ$);
 α —— 插齿刀或内齿轮的齿形角 ($^\circ$);
 f, f_0 —— 内齿轮、插齿刀的齿高系数, 一般取 1;
 c'_0 —— 插齿刀径向间隙系数, 取 $c'_0 = 0.25$;
 ξ_0 —— 插齿刀的变位系数;
 ξ_2 —— 内齿轮的变位系数;
 m —— 模数。

2 插齿刀最小变位系数 ξ_{0min} 值的确定

$$\xi_{0min} = \xi_2 \frac{(\text{inv}\alpha_{02max} - \text{inv}\alpha)(z_2 - z_0)}{2 \tan\alpha}$$

$$\text{其中: } \tan\alpha_{02max} = \frac{2\sqrt{r_{02}^2 - r_{02}^2}}{m(z_2 - z_0)\cos\alpha}$$

式中 r_{02} —— 内齿轮基圆半径(mm);

α_{02max} —— 当 r_{02} 为极限值时的最大值。

五 插齿加工中常出现的缺陷及消除方法

| 超差项目 | 主要原因 | 消除方法 |
|-----------|---|---|
| 公法线长度的变动量 | <ol style="list-style-type: none"> 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 | <p>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</p> |
| 相邻齿距误差 | <ol style="list-style-type: none"> 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 | <ol style="list-style-type: none"> 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 |

(续)

| 超差项目 | 主要原因 | 消除方法 |
|--------|--|--|
| 齿距累积误差 | <p>1. 工作台或刀架体分度蜗轮蜗杆有磨损, 啮合间隙过大</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. 进给凸轮的轮廓不精确</p> <p>5. 插齿刀安装后有径向与端面跳动</p> <p>6. 工件安装不符合要求</p> <p>7. 工件定位心轴本身精度不合要求</p> | <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>4. 修磨凸轮轮廓</p> <p>5. 修磨插齿刀的垫圈</p> <p>6. 工件定位心轴须与工作台回转中心重合</p> <p>工件孔与工件定位心轴的配合太松</p> <p>工件的两端面须平行, 安装时工件端面须与安装孔垂直</p> <p>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> |

(续)

| 超差项目 | 主要原因 | 消除方法 |
|------|---|---|
| 齿形误差 | 1. 分度蜗杆轴向窜动过大或其他传动链零件精度太差 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. 插齿刀刃磨不良 5. 插齿刀安装后有径向与端面跳动 6. 工件安装不合要求 | 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 2. 与齿距累积误差 2 同 3. 与齿距累积误差 3 同 4. 重磨刃口 5. 修磨插齿刀垫圈 6. 与齿距累积误差 6 同 |
| 齿向误差 | 1. 插齿刀主轴中心线与工作台中心线间的位置不正确 2. 插齿刀安装后有径向与端面跳动 3. 工件安装不合要求 | 1. 重新安装刀架并进行校正 2. 修磨插齿刀垫圈 3. 与齿距累积误差 6 同 |

(续)

| 超差项目 | 主要原因 | 消除方法 |
|-------|---|---|
| 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. 冷却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. 更换冷却液,将冷却液对准切削区</p> |

交换齿轮表

| 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 |
| 14.40000 | 100 | 25 | 90 | 25 | 7.68000 | 80 | 25 | 60 | 25 |
| 12.80000 | 100 | 25 | 80 | 25 | 7.61905 | 100 | 30 | 80 | 35 |
| 12.00000 | 100 | 25 | 90 | 30 | 7.50000 | 100 | 30 | 90 | 40 |
| 11.52000 | 90 | 25 | 80 | 25 | 7.46667 | 80 | 25 | 70 | 30 |
| 11.20000 | 100 | 25 | 70 | 25 | 7.33333 | 100 | 25 | 55 | 30 |
| 10.66667 | 100 | 25 | 80 | 30 | 7.20000 | 100 | 25 | 90 | 50 |
| 10.28571 | 100 | 25 | 90 | 35 | 7.04000 | 80 | 25 | 55 | 25 |
| 10.08000 | 90 | 25 | 70 | 25 | 7.00000 | 100 | 25 | 70 | 40 |
| 9.60000 | 100 | 25 | 60 | 25 | 6.85714 | 100 | 25 | 60 | 35 |
| 9.33333 | 100 | 25 | 70 | 30 | 6.72000 | 70 | 25 | 60 | 25 |
| 9.14286 | 100 | 25 | 80 | 35 | 6.66667 | 100 | 30 | 80 | 40 |
| 9.00000 | 100 | 25 | 90 | 40 | 6.60000 | 90 | 25 | 55 | 30 |
| 8.96000 | 80 | 25 | 70 | 25 | 6.54545 | 100 | 25 | 90 | 55 |
| 8.80000 | 100 | 25 | 55 | 25 | 6.42857 | 100 | 35 | 90 | 40 |
| 8.64000 | 90 | 25 | 60 | 25 | 6.40000 | 100 | 25 | 80 | 50 |
| 8.57143 | 100 | 30 | 90 | 35 | 6.30000 | 90 | 25 | 70 | 40 |
| 8.40000 | 90 | 25 | 70 | 30 | 6.28571 | 100 | 25 | 55 | 35 |
| 8.22857 | 90 | 25 | 80 | 35 | 6.17143 | 90 | 25 | 60 | 35 |
| 8.00000 | 100 | 25 | 80 | 40 | 6.16000 | 70 | 25 | 55 | 25 |
| 7.92000 | 90 | 25 | 55 | 25 | 6.00000 | 100 | 25 | 90 | 60 |

(续)

| 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 |
| 5.86667 | 80 | 25 | 55 | 30 | 4.58333 | 100 | 30 | 55 | 40 |
| 5.83333 | 100 | 30 | 70 | 40 | 4.58182 | 90 | 25 | 70 | 55 |
| 5.81818 | 100 | 25 | 80 | 55 | 4.57143 | 100 | 25 | 80 | 70 |
| 5.76000 | 90 | 25 | 80 | 50 | 4.50000 | 100 | 25 | 90 | 80 |
| 5.71429 | 100 | 35 | 80 | 40 | 4.48000 | 80 | 25 | 70 | 50 |
| 5.65714 | 90 | 25 | 55 | 35 | 4.44444 | 100 | 30 | 80 | 60 |
| 5.60000 | 100 | 25 | 70 | 50 | 4.40000 | 100 | 25 | 55 | 50 |
| 5.50000 | 100 | 25 | 55 | 40 | 4.36364 | 100 | 25 | 60 | 55 |
| 5.48571 | 80 | 25 | 60 | 35 | 4.32000 | 90 | 25 | 60 | 50 |
| 5.45455 | 100 | 30 | 90 | 55 | 4.28571 | 100 | 30 | 90 | 70 |
| 5.40000 | 90 | 25 | 60 | 40 | 4.26667 | 80 | 25 | 40 | 30 |
| 5.33333 | 100 | 25 | 80 | 60 | 4.24242 | 100 | 30 | 70 | 55 |
| 5.28000 | 60 | 25 | 55 | 25 | 4.20000 | 90 | 25 | 70 | 60 |
| 5.25000 | 90 | 30 | 70 | 40 | 4.19048 | 80 | 30 | 55 | 35 |
| 5.23810 | 100 | 30 | 55 | 35 | 4.16667 | 100 | 30 | 50 | 40 |
| 5.23636 | 90 | 25 | 80 | 55 | 4.15584 | 100 | 35 | 80 | 55 |
| 5.14286 | 100 | 25 | 90 | 70 | 4.12500 | 90 | 30 | 55 | 40 |
| 5.13333 | 70 | 25 | 55 | 30 | 4.11429 | 90 | 25 | 80 | 70 |
| 5.12000 | 80 | 25 | 40 | 25 | 4.09091 | 100 | 40 | 90 | 55 |
| 5.09091 | 100 | 25 | 70 | 55 | 4.07273 | 80 | 25 | 70 | 55 |
| 5.04000 | 90 | 25 | 70 | 50 | 4.00000 | 100 | 25 | 90 | 90 |
| 5.02857 | 80 | 25 | 55 | 35 | 3.96000 | 90 | 25 | 55 | 50 |
| 5.00000 | 100 | 30 | 90 | 60 | 3.92857 | 100 | 35 | 55 | 40 |
| 5.95000 | 90 | 25 | 55 | 10 | 3.92727 | 90 | 25 | 60 | 55 |
| 4.84848 | 100 | 30 | 80 | 55 | 3.92000 | 70 | 25 | 35 | 25 |
| 4.80000 | 100 | 25 | 60 | 50 | 3.88889 | 100 | 30 | 70 | 60 |
| 4.76190 | 100 | 30 | 50 | 35 | 3.85714 | 90 | 35 | 60 | 40 |
| 4.71429 | 90 | 30 | 55 | 35 | 3.85000 | 70 | 25 | 55 | 40 |
| 4.67532 | 100 | 35 | 90 | 55 | 3.84000 | 80 | 25 | 60 | 50 |
| 4.66667 | 100 | 25 | 70 | 60 | 3.81818 | 90 | 30 | 70 | 55 |

(续)

| 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 |
| 3.80952 | 100 | 30 | 80 | 70 | 3.11688 | 100 | 35 | 60 | 55 |
| 3.77143 | 60 | 25 | 55 | 35 | 3.11111 | 100 | 25 | 70 | 90 |
| 3.75000 | 100 | 30 | 90 | 80 | 3.08571 | 90 | 25 | 60 | 70 |
| 3.74026 | 90 | 35 | 80 | 55 | 3.08000 | 70 | 25 | 55 | 50 |
| 3.73333 | 80 | 25 | 70 | 60 | 3.05556 | 100 | 30 | 55 | 60 |
| 3.67347 | 100 | 35 | 90 | 70 | 3.05455 | 70 | 25 | 60 | 55 |
| 3.66667 | 100 | 25 | 55 | 60 | 3.04762 | 80 | 30 | 40 | 35 |
| 3.65714 | 80 | 25 | 40 | 35 | 3.03030 | 100 | 30 | 50 | 55 |
| 3.63636 | 100 | 40 | 80 | 55 | 3.00000 | 100 | 30 | 90 | 100 |
| 3.60000 | 100 | 25 | 90 | 100 | 2.96296 | 100 | 30 | 80 | 90 |
| 3.57143 | 100 | 35 | 50 | 40 | 2.93878 | 90 | 35 | 80 | 70 |
| 3.55556 | 100 | 25 | 80 | 90 | 2.93333 | 80 | 25 | 55 | 60 |
| 3.53571 | 90 | 35 | 55 | 40 | 2.91667 | 100 | 30 | 70 | 80 |
| 3.52000 | 80 | 25 | 55 | 50 | 2.90909 | 100 | 50 | 80 | 55 |
| 3.50000 | 100 | 25 | 70 | 80 | 2.88000 | 90 | 25 | 80 | 100 |
| 3.49091 | 80 | 25 | 60 | 55 | 2.86364 | 90 | 40 | 70 | 55 |
| 3.42857 | 100 | 25 | 60 | 70 | 2.85714 | 100 | 35 | 90 | 90 |
| 3.39394 | 80 | 30 | 70 | 55 | 2.82857 | 90 | 25 | 55 | 70 |
| 3.36000 | 70 | 25 | 60 | 50 | 2.81250 | 100 | 40 | 90 | 80 |
| 3.33333 | 100 | 30 | 90 | 90 | 2.80519 | 90 | 35 | 60 | 55 |
| 3.30000 | 90 | 25 | 55 | 60 | 2.80000 | 100 | 25 | 70 | 100 |
| 3.27273 | 100 | 50 | 90 | 55 | 2.77778 | 100 | 30 | 50 | 60 |
| 3.26667 | 70 | 25 | 35 | 30 | 2.75000 | 100 | 25 | 55 | 80 |
| 3.26531 | 100 | 35 | 80 | 70 | 2.74286 | 80 | 25 | 60 | 70 |
| 3.21429 | 100 | 35 | 90 | 80 | 2.72727 | 100 | 55 | 90 | 60 |
| 3.20833 | 70 | 30 | 55 | 40 | 2.70000 | 90 | 25 | 60 | 80 |
| 3.20000 | 100 | 25 | 80 | 100 | 2.66667 | 100 | 30 | 80 | 100 |
| 3.18182 | 100 | 40 | 70 | 55 | 2.64000 | 60 | 25 | 55 | 50 |
| 3.15000 | 90 | 25 | 70 | 80 | 2.62500 | 90 | 30 | 70 | 80 |
| 3.14286 | 100 | 25 | 55 | 70 | 2.61905 | 100 | 30 | 55 | 70 |

(续)

| 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 |
| 2.61818 | 90 | 50 | 80 | 55 | 2.24490 | 100 | 35 | 55 | 70 |
| 2.59740 | 100 | 35 | 50 | 55 | 2.24000 | 80 | 25 | 70 | 100 |
| 2.59259 | 100 | 30 | 70 | 90 | 2.22222 | 100 | 40 | 80 | 90 |
| 2.57143 | 100 | 35 | 90 | 100 | 2.20408 | 90 | 35 | 60 | 70 |
| 2.56667 | 70 | 25 | 55 | 60 | 2.20000 | 100 | 25 | 55 | 100 |
| 2.56000 | 80 | 25 | 40 | 50 | 2.18750 | 100 | 40 | 70 | 80 |
| 2.54545 | 100 | 50 | 70 | 55 | 2.18182 | 100 | 50 | 60 | 55 |
| 2.53968 | 100 | 35 | 80 | 90 | 2.16000 | 90 | 25 | 60 | 100 |
| 2.52000 | 90 | 25 | 70 | 100 | 2.14286 | 100 | 60 | 90 | 70 |
| 2.51429 | 80 | 25 | 55 | 70 | 2.13889 | 70 | 30 | 55 | 60 |
| 2.50000 | 100 | 40 | 90 | 90 | 2.13333 | 80 | 25 | 60 | 90 |
| 2.49351 | 80 | 35 | 60 | 55 | 2.12121 | 100 | 55 | 70 | 60 |
| 2.48889 | 80 | 25 | 70 | 90 | 2.10000 | 90 | 30 | 70 | 100 |
| 2.47500 | 90 | 25 | 55 | 80 | 2.09524 | 80 | 30 | 55 | 70 |
| 2.45455 | 90 | 40 | 60 | 55 | 2.08333 | 100 | 30 | 50 | 80 |
| 2.45000 | 70 | 25 | 35 | 40 | 2.07792 | 100 | 55 | 80 | 70 |
| 2.44898 | 100 | 35 | 60 | 70 | 2.07407 | 80 | 30 | 70 | 90 |
| 2.44444 | 100 | 25 | 55 | 90 | 2.06250 | 90 | 30 | 55 | 80 |
| 2.42424 | 100 | 55 | 80 | 60 | 2.05714 | 90 | 35 | 80 | 100 |
| 2.40000 | 100 | 25 | 60 | 100 | 2.04545 | 100 | 55 | 90 | 80 |
| 2.38095 | 100 | 30 | 50 | 70 | 2.04167 | 70 | 30 | 35 | 40 |
| 2.35714 | 90 | 30 | 55 | 70 | 2.04082 | 100 | 35 | 50 | 70 |
| 2.33766 | 100 | 55 | 90 | 70 | 2.03704 | 100 | 30 | 55 | 90 |
| 2.33333 | 100 | 30 | 70 | 100 | 2.03636 | 80 | 50 | 70 | 55 |
| 2.32727 | 80 | 25 | 40 | 55 | 2.02041 | 90 | 35 | 55 | 70 |
| 2.29167 | 100 | 30 | 55 | 80 | 2.00000 | 100 | 50 | 90 | 90 |
| 2.29091 | 90 | 50 | 70 | 55 | 1.98000 | 90 | 25 | 55 | 100 |
| 2.28571 | 100 | 35 | 80 | 100 | 1.96875 | 90 | 40 | 70 | 80 |
| 2.27273 | 100 | 40 | 50 | 55 | 1.96429 | 100 | 35 | 55 | 80 |
| 2.25000 | 100 | 40 | 90 | 100 | 1.96364 | 90 | 50 | 60 | 55 |

(续)

| 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 |
| 1.96000 | 70 | 25 | 35 | 50 | 1.71429 | 100 | 35 | 60 | 100 |
| 1.95918 | 80 | 35 | 60 | 70 | 1.71111 | 70 | 25 | 55 | 90 |
| 1.95556 | 80 | 25 | 55 | 90 | 1.69697 | 80 | 55 | 70 | 60 |
| 1.94444 | 100 | 40 | 70 | 90 | 1.68750 | 90 | 40 | 60 | 80 |
| 1.93939 | 80 | 30 | 40 | 55 | 1.68000 | 70 | 25 | 60 | 100 |
| 1.92857 | 90 | 35 | 60 | 80 | 1.66667 | 100 | 60 | 90 | 90 |
| 1.92500 | 70 | 25 | 55 | 80 | 1.66234 | 80 | 35 | 40 | 55 |
| 1.92000 | 80 | 25 | 60 | 100 | 1.65000 | 90 | 30 | 55 | 100 |
| 1.90909 | 90 | 55 | 70 | 60 | 1.63636 | 100 | 55 | 90 | 100 |
| 1.90476 | 100 | 60 | 80 | 70 | 1.63333 | 70 | 25 | 35 | 60 |
| 1.88571 | 60 | 25 | 55 | 70 | 1.63265 | 100 | 35 | 40 | 70 |
| 1.87500 | 100 | 60 | 90 | 80 | 1.62963 | 80 | 30 | 55 | 90 |
| 1.87013 | 90 | 55 | 80 | 70 | 1.61616 | 100 | 55 | 80 | 90 |
| 1.86667 | 80 | 30 | 70 | 100 | 1.60714 | 100 | 70 | 90 | 80 |
| 1.85185 | 100 | 30 | 50 | 90 | 1.60417 | 70 | 30 | 55 | 80 |
| 1.83673 | 90 | 35 | 50 | 70 | 1.60000 | 100 | 50 | 80 | 100 |
| 1.83333 | 100 | 30 | 55 | 100 | 1.59091 | 100 | 55 | 70 | 80 |
| 1.82857 | 80 | 25 | 40 | 70 | 1.58730 | 100 | 35 | 50 | 90 |
| 1.81818 | 100 | 55 | 90 | 90 | 1.57500 | 90 | 40 | 70 | 100 |
| 1.80000 | 100 | 50 | 90 | 100 | 1.57143 | 100 | 35 | 55 | 100 |
| 1.79592 | 80 | 35 | 55 | 70 | 1.56250 | 100 | 40 | 50 | 80 |
| 1.78571 | 100 | 35 | 50 | 80 | 1.55844 | 100 | 55 | 60 | 70 |
| 1.78182 | 70 | 25 | 35 | 55 | 1.55556 | 100 | 50 | 70 | 90 |
| 1.77778 | 100 | 50 | 80 | 90 | 1.54688 | 90 | 40 | 55 | 80 |
| 1.76786 | 90 | 35 | 55 | 80 | 1.54286 | 90 | 35 | 60 | 100 |
| 1.76000 | 80 | 25 | 55 | 100 | 1.54000 | 70 | 25 | 55 | 100 |
| 1.75000 | 100 | 40 | 70 | 100 | 1.52778 | 100 | 40 | 55 | 90 |
| 1.74603 | 100 | 35 | 55 | 90 | 1.52727 | 70 | 50 | 60 | 55 |
| 1.74545 | 80 | 50 | 60 | 55 | 1.52381 | 80 | 35 | 60 | 90 |
| 1.71875 | 100 | 40 | 55 | 80 | 1.51515 | 100 | 55 | 50 | 60 |

(续)

| 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 |
| 1.50000 | 100 | 60 | 90 | 100 | 1.30612 | 80 | 35 | 40 | 70 |
| 1.48485 | 70 | 30 | 35 | 55 | 1.29870 | 100 | 55 | 50 | 70 |
| 1.48148 | 100 | 60 | 80 | 90 | 1.29630 | 100 | 60 | 70 | 90 |
| 1.46939 | 90 | 35 | 40 | 70 | 1.28571 | 100 | 70 | 90 | 100 |
| 1.46667 | 80 | 30 | 55 | 100 | 1.28333 | 70 | 30 | 55 | 100 |
| 1.45833 | 100 | 60 | 70 | 80 | 1.28000 | 80 | 25 | 40 | 100 |
| 1.45455 | 100 | 55 | 80 | 100 | 1.27273 | 100 | 55 | 70 | 100 |
| 1.44000 | 90 | 50 | 80 | 100 | 1.26984 | 100 | 70 | 80 | 90 |
| 1.43182 | 90 | 55 | 70 | 80 | 1.26000 | 90 | 50 | 70 | 100 |
| 1.42857 | 100 | 70 | 90 | 90 | 1.25714 | 80 | 35 | 55 | 100 |
| 1.42593 | 70 | 30 | 55 | 90 | 1.25000 | 100 | 80 | 90 | 90 |
| 1.42222 | 80 | 25 | 40 | 90 | 1.24675 | 80 | 55 | 60 | 70 |
| 1.41429 | 90 | 35 | 55 | 100 | 1.24444 | 80 | 50 | 70 | 90 |
| 1.41414 | 100 | 55 | 70 | 90 | 1.23750 | 90 | 40 | 55 | 100 |
| 1.40625 | 90 | 40 | 50 | 80 | 1.22727 | 90 | 55 | 60 | 80 |
| 1.40260 | 90 | 55 | 60 | 70 | 1.22500 | 70 | 25 | 35 | 80 |
| 1.40000 | 100 | 50 | 70 | 100 | 1.22449 | 100 | 35 | 30 | 70 |
| 1.39683 | 80 | 35 | 55 | 90 | 1.22222 | 100 | 50 | 55 | 90 |
| 1.38889 | 100 | 40 | 50 | 90 | 1.21212 | 100 | 55 | 60 | 90 |
| 1.37565 | 100 | 40 | 55 | 100 | 1.20313 | 70 | 40 | 55 | 80 |
| 1.37143 | 80 | 35 | 60 | 100 | 1.20000 | 100 | 50 | 60 | 100 |
| 1.36364 | 100 | 55 | 60 | 80 | 1.19048 | 100 | 60 | 50 | 70 |
| 1.36111 | 70 | 30 | 35 | 60 | 1.18519 | 80 | 30 | 40 | 90 |
| 1.35000 | 90 | 40 | 60 | 100 | 1.17857 | 90 | 60 | 55 | 70 |
| 1.34694 | 60 | 35 | 55 | 70 | 1.16883 | 90 | 55 | 50 | 70 |
| 1.33333 | 100 | 60 | 80 | 100 | 1.16667 | 100 | 60 | 70 | 100 |
| 1.32000 | 60 | 25 | 55 | 100 | 1.16364 | 80 | 50 | 40 | 55 |
| 1.31250 | 90 | 60 | 70 | 80 | 1.14583 | 100 | 60 | 55 | 80 |
| 1.30952 | 100 | 60 | 55 | 70 | 1.14545 | 90 | 55 | 70 | 100 |
| 1.30909 | 90 | 55 | 80 | 100 | 1.14286 | 100 | 70 | 80 | 100 |

(续)

| 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 |
| 1.13636 | 100 | 55 | 50 | 80 | 1.01010 | 100 | 55 | 50 | 90 |
| 1.13131 | 80 | 55 | 70 | 90 | 1.00000 | 100 | 90 | 90 | 100 |
| 1.12500 | 100 | 80 | 90 | 100 | 0.99000 | 90 | 50 | 55 | 100 |
| 1.12245 | 55 | 35 | 50 | 70 | 0.98438 | 90 | 40 | 35 | 80 |
| 1.12000 | 80 | 50 | 70 | 100 | 0.98214 | 100 | 70 | 55 | 80 |
| 1.11364 | 70 | 40 | 35 | 55 | 0.98182 | 90 | 55 | 60 | 100 |
| 1.11111 | 100 | 80 | 80 | 90 | 0.98000 | 70 | 25 | 35 | 100 |
| 1.10204 | 90 | 35 | 30 | 70 | 0.97959 | 80 | 35 | 30 | 70 |
| 1.10000 | 100 | 50 | 55 | 100 | 0.97778 | 80 | 50 | 55 | 90 |
| 1.09375 | 100 | 40 | 35 | 80 | 0.97222 | 100 | 80 | 70 | 90 |
| 1.09091 | 100 | 55 | 60 | 100 | 0.96970 | 80 | 55 | 60 | 90 |
| 1.08889 | 70 | 25 | 35 | 90 | 0.96429 | 90 | 70 | 60 | 80 |
| 1.08000 | 90 | 30 | 60 | 100 | 0.96250 | 70 | 40 | 55 | 100 |
| 1.07143 | 100 | 70 | 60 | 80 | 0.96000 | 80 | 50 | 60 | 100 |
| 1.06944 | 70 | 40 | 55 | 90 | 0.95455 | 90 | 55 | 35 | 60 |
| 1.06667 | 80 | 50 | 60 | 90 | 0.95238 | 100 | 70 | 60 | 90 |
| 1.06061 | 100 | 55 | 35 | 60 | 0.94286 | 60 | 35 | 55 | 100 |
| 1.05000 | 90 | 60 | 70 | 100 | 0.93750 | 100 | 40 | 30 | 80 |
| 1.04762 | 80 | 60 | 55 | 70 | 0.93506 | 90 | 55 | 40 | 70 |
| 1.04167 | 100 | 60 | 50 | 80 | 0.93333 | 80 | 60 | 70 | 100 |
| 1.03896 | 100 | 55 | 40 | 70 | 0.92593 | 100 | 60 | 50 | 90 |
| 1.03704 | 80 | 60 | 70 | 90 | 0.91837 | 90 | 35 | 25 | 70 |
| 1.03125 | 90 | 60 | 55 | 80 | 0.91667 | 100 | 60 | 55 | 100 |
| 1.02857 | 90 | 70 | 80 | 100 | 0.91429 | 80 | 35 | 40 | 100 |
| 1.02273 | 90 | 55 | 50 | 80 | 0.90909 | 100 | 55 | 50 | 100 |
| 1.02083 | 70 | 30 | 35 | 80 | 0.90741 | 70 | 30 | 35 | 90 |
| 1.02041 | 100 | 35 | 25 | 70 | 0.90000 | 90 | 80 | 80 | 100 |
| 1.01852 | 100 | 60 | 55 | 90 | 0.89796 | 55 | 35 | 40 | 70 |
| 1.01818 | 80 | 55 | 70 | 100 | 0.89286 | 100 | 70 | 50 | 80 |
| 1.01587 | 80 | 35 | 40 | 90 | 0.89091 | 70 | 50 | 35 | 55 |

(续)

| 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 |
| 0.88889 | 100 | 90 | 80 | 100 | 0.77143 | 90 | 70 | 60 | 100 |
| 0.88393 | 90 | 70 | 55 | 80 | 0.77000 | 70 | 50 | 55 | 100 |
| 0.88000 | 80 | 50 | 55 | 100 | 0.76563 | 70 | 40 | 35 | 80 |
| 0.87500 | 100 | 80 | 70 | 100 | 0.76389 | 100 | 80 | 55 | 90 |
| 0.87302 | 100 | 70 | 55 | 90 | 0.76364 | 70 | 55 | 60 | 100 |
| 0.87273 | 80 | 55 | 60 | 100 | 0.76190 | 80 | 70 | 60 | 90 |
| 0.85938 | 55 | 40 | 50 | 80 | 0.75758 | 100 | 55 | 25 | 60 |
| 0.85714 | 100 | 70 | 60 | 100 | 0.75000 | 100 | 80 | 60 | 100 |
| 0.85556 | 70 | 50 | 55 | 90 | 0.74242 | 70 | 55 | 35 | 60 |
| 0.84848 | 80 | 55 | 35 | 60 | 0.74074 | 100 | 60 | 40 | 90 |
| 0.84375 | 90 | 40 | 50 | 80 | 0.73469 | 60 | 35 | 30 | 70 |
| 0.84000 | 70 | 50 | 60 | 100 | 0.73333 | 80 | 60 | 55 | 100 |
| 0.83333 | 100 | 80 | 60 | 90 | 0.72917 | 100 | 60 | 35 | 80 |
| 0.83117 | 80 | 55 | 40 | 70 | 0.72727 | 100 | 55 | 40 | 100 |
| 0.82500 | 90 | 60 | 55 | 100 | 0.72000 | 90 | 50 | 40 | 100 |
| 0.81818 | 90 | 55 | 50 | 100 | 0.71591 | 90 | 55 | 35 | 80 |
| 0.81667 | 70 | 30 | 35 | 100 | 0.71429 | 100 | 70 | 50 | 100 |
| 0.81633 | 80 | 35 | 25 | 70 | 0.71296 | 70 | 60 | 55 | 90 |
| 0.81481 | 80 | 60 | 55 | 90 | 0.71111 | 80 | 50 | 40 | 90 |
| 0.80808 | 100 | 55 | 40 | 90 | 0.70707 | 100 | 55 | 35 | 90 |
| 0.80357 | 90 | 70 | 50 | 80 | 0.70313 | 90 | 40 | 25 | 80 |
| 0.80208 | 70 | 60 | 55 | 80 | 0.70130 | 90 | 55 | 30 | 70 |
| 0.80000 | 100 | 50 | 40 | 100 | 0.70000 | 100 | 50 | 35 | 100 |
| 0.79545 | 100 | 55 | 35 | 80 | 0.69841 | 80 | 70 | 55 | 90 |
| 0.79365 | 100 | 70 | 50 | 90 | 0.69444 | 100 | 80 | 50 | 90 |
| 0.78750 | 90 | 80 | 70 | 100 | 0.68750 | 100 | 80 | 55 | 100 |
| 0.78571 | 100 | 70 | 55 | 100 | 0.68571 | 80 | 70 | 60 | 100 |
| 0.78125 | 100 | 40 | 25 | 80 | 0.68182 | 100 | 55 | 30 | 80 |
| 0.77922 | 100 | 55 | 30 | 70 | 0.68056 | 70 | 40 | 35 | 90 |
| 0.77778 | 100 | 90 | 70 | 100 | 0.67500 | 90 | 80 | 60 | 100 |

(续)

| 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 |
| 0.67347 | 55 | 35 | 30 | 70 | 0.58442 | 90 | 55 | 25 | 70 |
| 0.66667 | 100 | 90 | 60 | 100 | 0.58333 | 100 | 60 | 35 | 100 |
| 0.66000 | 60 | 50 | 55 | 100 | 0.58182 | 80 | 55 | 40 | 100 |
| 0.65625 | 90 | 60 | 35 | 80 | 0.57292 | 55 | 60 | 50 | 80 |
| 0.65476 | 55 | 60 | 50 | 70 | 0.57273 | 90 | 55 | 35 | 100 |
| 0.65455 | 90 | 55 | 40 | 100 | 0.57143 | 100 | 70 | 40 | 100 |
| 0.64935 | 100 | 55 | 25 | 70 | 0.56818 | 100 | 55 | 25 | 80 |
| 0.64815 | 100 | 60 | 35 | 90 | 0.56566 | 80 | 55 | 35 | 90 |
| 0.64646 | 80 | 55 | 40 | 90 | 0.56250 | 90 | 80 | 50 | 100 |
| 0.64286 | 90 | 70 | 50 | 100 | 0.56122 | 55 | 35 | 25 | 70 |
| 0.64167 | 70 | 60 | 55 | 100 | 0.56000 | 80 | 50 | 35 | 100 |
| 0.64000 | 80 | 50 | 40 | 100 | 0.55682 | 70 | 55 | 35 | 90 |
| 0.63636 | 100 | 55 | 35 | 100 | 0.55556 | 100 | 90 | 50 | 100 |
| 0.63492 | 100 | 70 | 40 | 90 | 0.55000 | 90 | 90 | 55 | 100 |
| 0.63000 | 90 | 50 | 35 | 100 | 0.54688 | 70 | 40 | 25 | 80 |
| 0.62857 | 80 | 70 | 55 | 100 | 0.54545 | 100 | 55 | 30 | 100 |
| 0.62500 | 100 | 80 | 50 | 100 | 0.54444 | 70 | 50 | 35 | 90 |
| 0.62338 | 80 | 55 | 30 | 70 | 0.54000 | 90 | 50 | 30 | 100 |
| 0.62222 | 80 | 90 | 70 | 100 | 0.53571 | 100 | 70 | 30 | 80 |
| 0.61875 | 90 | 80 | 55 | 100 | 0.53472 | 70 | 80 | 55 | 90 |
| 0.61364 | 90 | 55 | 30 | 80 | 0.53333 | 80 | 90 | 60 | 100 |
| 0.61250 | 70 | 40 | 35 | 100 | 0.53030 | 70 | 55 | 25 | 80 |
| 0.61224 | 60 | 35 | 25 | 70 | 0.52500 | 90 | 60 | 35 | 100 |
| 0.61111 | 100 | 90 | 55 | 100 | 0.52381 | 60 | 70 | 55 | 90 |
| 0.60606 | 100 | 55 | 30 | 90 | 0.52083 | 100 | 60 | 25 | 80 |
| 0.60156 | 55 | 40 | 35 | 80 | 0.51948 | 80 | 55 | 25 | 70 |
| 0.60000 | 100 | 50 | 30 | 100 | 0.51852 | 80 | 60 | 35 | 90 |
| 0.59524 | 100 | 60 | 25 | 70 | 0.51563 | 55 | 40 | 30 | 80 |
| 0.59259 | 80 | 60 | 40 | 90 | 0.51429 | 90 | 70 | 40 | 100 |
| 0.58929 | 60 | 70 | 55 | 80 | 0.51136 | 90 | 55 | 25 | 80 |

(续)

| 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 |
| 0.51042 | 70 | 60 | 35 | 80 | 0.44643 | 100 | 70 | 25 | 80 |
| 0.51020 | 50 | 35 | 25 | 70 | 0.44545 | 70 | 55 | 35 | 100 |
| 0.50926 | 55 | 60 | 50 | 90 | 0.44444 | 100 | 90 | 40 | 100 |
| 0.50909 | 80 | 55 | 35 | 100 | 0.44000 | 55 | 50 | 40 | 100 |
| 0.50794 | 80 | 70 | 40 | 90 | 0.43750 | 100 | 80 | 35 | 100 |
| 0.50595 | 100 | 55 | 25 | 90 | 0.43651 | 55 | 70 | 50 | 90 |
| 0.50000 | 100 | 80 | 40 | 100 | 0.43636 | 80 | 55 | 30 | 100 |
| 0.49495 | 70 | 55 | 35 | 90 | 0.42969 | 55 | 40 | 25 | 80 |
| 0.49107 | 55 | 70 | 50 | 80 | 0.42857 | 100 | 70 | 30 | 100 |
| 0.49091 | 90 | 55 | 30 | 100 | 0.42778 | 70 | 90 | 55 | 100 |
| 0.49000 | 70 | 50 | 35 | 100 | 0.42424 | 70 | 55 | 30 | 90 |
| 0.48980 | 40 | 35 | 30 | 70 | 0.42000 | 70 | 50 | 30 | 100 |
| 0.48889 | 80 | 90 | 55 | 100 | 0.41667 | 100 | 80 | 30 | 90 |
| 0.48611 | 100 | 80 | 35 | 90 | 0.41250 | 60 | 80 | 55 | 100 |
| 0.48485 | 80 | 55 | 30 | 90 | 0.40909 | 90 | 55 | 25 | 100 |
| 0.48214 | 90 | 70 | 30 | 80 | 0.40833 | 70 | 60 | 35 | 100 |
| 0.48125 | 70 | 80 | 55 | 100 | 0.40816 | 40 | 35 | 25 | 70 |
| 0.48000 | 80 | 50 | 30 | 100 | 0.40741 | 55 | 60 | 40 | 90 |
| 0.47727 | 70 | 55 | 30 | 80 | 0.40404 | 80 | 55 | 25 | 90 |
| 0.47619 | 100 | 70 | 30 | 90 | 0.40179 | 90 | 70 | 25 | 80 |
| 0.47143 | 60 | 70 | 55 | 100 | 0.40104 | 55 | 60 | 35 | 80 |
| 0.46875 | 90 | 60 | 25 | 80 | 0.40000 | 90 | 90 | 40 | 100 |
| 0.46753 | 60 | 55 | 30 | 70 | 0.39773 | 70 | 55 | 25 | 80 |
| 0.46667 | 80 | 60 | 35 | 100 | 0.39683 | 100 | 70 | 25 | 90 |
| 0.46296 | 100 | 60 | 25 | 90 | 0.39375 | 90 | 80 | 35 | 100 |
| 0.45833 | 60 | 80 | 55 | 90 | 0.39286 | 55 | 70 | 50 | 100 |
| 0.45714 | 80 | 70 | 40 | 100 | 0.39063 | 50 | 40 | 25 | 80 |
| 0.45455 | 100 | 55 | 25 | 100 | 0.38961 | 60 | 55 | 25 | 70 |
| 0.45370 | 70 | 60 | 35 | 90 | 0.38889 | 100 | 90 | 35 | 100 |
| 0.45000 | 90 | 80 | 40 | 100 | 0.38571 | 90 | 70 | 30 | 100 |

(续)

| 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 |
| 0.38500 | 55 | 50 | 35 | 100 | 0.32143 | 90 | 70 | 25 | 100 |
| 0.38194 | 55 | 80 | 50 | 90 | 0.32083 | 55 | 60 | 35 | 100 |
| 0.38182 | 70 | 55 | 30 | 100 | 0.31818 | 70 | 55 | 25 | 100 |
| 0.38095 | 80 | 70 | 30 | 90 | 0.31746 | 80 | 70 | 25 | 90 |
| 0.37879 | 50 | 55 | 25 | 60 | 0.31429 | 55 | 70 | 40 | 100 |
| 0.37500 | 100 | 80 | 30 | 100 | 0.31250 | 100 | 80 | 25 | 100 |
| 0.37037 | 80 | 60 | 25 | 90 | 0.31169 | 40 | 55 | 30 | 70 |
| 0.36667 | 60 | 90 | 55 | 100 | 0.31111 | 80 | 90 | 35 | 100 |
| 0.36458 | 70 | 60 | 25 | 80 | 0.30625 | 70 | 80 | 35 | 100 |
| 0.36364 | 80 | 55 | 25 | 100 | 0.30612 | 30 | 35 | 25 | 70 |
| 0.36000 | 60 | 50 | 30 | 100 | 0.30556 | 55 | 90 | 50 | 100 |
| 0.35714 | 100 | 70 | 25 | 100 | 0.30303 | 60 | 55 | 25 | 90 |
| 0.35648 | 55 | 60 | 35 | 90 | 0.30000 | 90 | 90 | 30 | 100 |
| 0.35556 | 80 | 90 | 40 | 100 | 0.29762 | 50 | 60 | 25 | 70 |
| 0.35354 | 70 | 55 | 25 | 90 | 0.29464 | 55 | 70 | 30 | 80 |
| 0.35000 | 90 | 90 | 35 | 100 | 0.29167 | 70 | 80 | 30 | 90 |
| 0.34921 | 55 | 70 | 40 | 90 | 0.28616 | 55 | 60 | 25 | 80 |
| 0.34722 | 100 | 80 | 25 | 90 | 0.28571 | 80 | 70 | 25 | 100 |
| 0.34375 | 55 | 80 | 50 | 100 | 0.28409 | 50 | 55 | 25 | 80 |
| 0.34286 | 80 | 70 | 30 | 100 | 0.28283 | 40 | 55 | 35 | 90 |
| 0.34091 | 60 | 55 | 25 | 80 | 0.28125 | 90 | 80 | 25 | 100 |
| 0.34028 | 70 | 80 | 35 | 90 | 0.28000 | 40 | 50 | 35 | 100 |
| 0.33750 | 90 | 80 | 30 | 100 | 0.27778 | 100 | 90 | 25 | 100 |
| 0.33333 | 100 | 90 | 30 | 100 | 0.27500 | 55 | 80 | 40 | 100 |
| 0.33000 | 55 | 50 | 30 | 100 | 0.27311 | 35 | 40 | 25 | 80 |
| 0.32813 | 35 | 40 | 30 | 80 | 0.27273 | 60 | 55 | 25 | 100 |
| 0.32738 | 55 | 60 | 25 | 70 | 0.27222 | 70 | 90 | 35 | 100 |
| 0.32727 | 60 | 55 | 30 | 100 | 0.26786 | 60 | 70 | 25 | 80 |
| 0.32468 | 50 | 55 | 25 | 70 | 0.26736 | 55 | 80 | 35 | 90 |
| 0.32407 | 70 | 60 | 25 | 90 | 0.26667 | 80 | 90 | 30 | 100 |

(续)

| 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 |
| 0.26515 | 35 | 55 | 25 | 60 | 0.21825 | 55 | 70 | 25 | 90 |
| 0.26250 | 70 | 80 | 30 | 100 | 0.21818 | 40 | 55 | 30 | 100 |
| 0.26190 | 55 | 70 | 30 | 90 | 0.21429 | 60 | 70 | 25 | 100 |
| 0.26042 | 50 | 60 | 25 | 80 | 0.21389 | 55 | 90 | 35 | 100 |
| 0.25974 | 40 | 55 | 25 | 70 | 0.21212 | 35 | 55 | 30 | 90 |
| 0.25926 | 40 | 60 | 35 | 90 | 0.21000 | 35 | 50 | 30 | 100 |
| 0.25714 | 60 | 70 | 30 | 100 | 0.20833 | 60 | 80 | 25 | 90 |
| 0.25510 | 25 | 35 | 25 | 70 | 0.20625 | 55 | 80 | 30 | 100 |
| 0.25463 | 55 | 60 | 25 | 90 | 0.20202 | 40 | 55 | 25 | 90 |
| 0.25455 | 40 | 55 | 35 | 100 | 0.20000 | 60 | 90 | 30 | 100 |
| 0.25253 | 50 | 55 | 25 | 90 | 0.19886 | 35 | 55 | 25 | 80 |
| 0.25000 | 90 | 90 | 25 | 100 | 0.19841 | 50 | 70 | 25 | 90 |
| 0.24554 | 55 | 70 | 25 | 80 | 0.19643 | 55 | 70 | 25 | 100 |
| 0.24444 | 55 | 90 | 40 | 100 | 0.19531 | 25 | 40 | 25 | 80 |
| 0.24306 | 70 | 80 | 25 | 90 | 0.19481 | 30 | 55 | 25 | 70 |
| 0.24242 | 40 | 55 | 30 | 90 | 0.19444 | 70 | 90 | 25 | 100 |
| 0.24063 | 55 | 80 | 35 | 100 | 0.19097 | 55 | 80 | 25 | 90 |
| 0.24000 | 40 | 50 | 30 | 100 | 0.19091 | 35 | 55 | 30 | 100 |
| 0.23864 | 35 | 55 | 30 | 80 | 0.19048 | 40 | 70 | 30 | 90 |
| 0.23810 | 60 | 70 | 25 | 90 | 0.18939 | 25 | 55 | 25 | 60 |

(续)

| 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 |
| 0.23571 | 55 | 70 | 30 | 100 | 0.18750 | 60 | 80 | 25 | 100 |
| 0.23438 | 30 | 40 | 25 | 80 | 0.18519 | 40 | 60 | 25 | 90 |
| 0.23333 | 70 | 90 | 30 | 100 | 0.18333 | 55 | 90 | 30 | 100 |
| 0.23148 | 50 | 60 | 25 | 90 | 0.18229 | 35 | 60 | 25 | 80 |
| 0.22917 | 55 | 80 | 30 | 90 | 0.18182 | 40 | 55 | 25 | 100 |
| 0.22727 | 50 | 55 | 25 | 100 | 0.17857 | 50 | 70 | 25 | 100 |
| 0.22500 | 60 | 80 | 30 | 100 | 0.17677 | 35 | 55 | 25 | 90 |
| 0.22321 | 50 | 70 | 25 | 80 | 0.17500 | 40 | 80 | 35 | 100 |
| 0.22222 | 80 | 90 | 25 | 100 | 0.17361 | 50 | 80 | 25 | 90 |
| 0.21875 | 70 | 80 | 25 | 100 | 0.17188 | 55 | 80 | 25 | 100 |
| 0.17143 | 40 | 70 | 30 | 100 | 0.13021 | 25 | 60 | 25 | 80 |
| 0.17045 | 30 | 55 | 25 | 80 | 0.12626 | 25 | 55 | 25 | 90 |
| 0.16667 | 60 | 90 | 25 | 100 | 0.12500 | 40 | 80 | 25 | 100 |
| 0.16234 | 25 | 55 | 25 | 70 | 0.12153 | 35 | 80 | 25 | 90 |
| 0.16204 | 35 | 60 | 25 | 90 | 0.11905 | 30 | 70 | 25 | 90 |
| 0.15909 | 35 | 55 | 25 | 100 | 0.11667 | 35 | 90 | 30 | 100 |
| 0.15873 | 40 | 70 | 25 | 90 | 0.11574 | 25 | 60 | 25 | 90 |
| 0.15625 | 50 | 80 | 25 | 100 | 0.11364 | 25 | 55 | 25 | 100 |
| 0.15556 | 40 | 90 | 35 | 100 | 0.11161 | 25 | 70 | 25 | 80 |
| 0.15278 | 55 | 90 | 25 | 100 | 0.11111 | 40 | 90 | 25 | 100 |
| 0.15152 | 30 | 55 | 25 | 90 | 0.10938 | 35 | 80 | 25 | 100 |
| 0.15000 | 40 | 80 | 30 | 100 | 0.10714 | 30 | 70 | 25 | 100 |

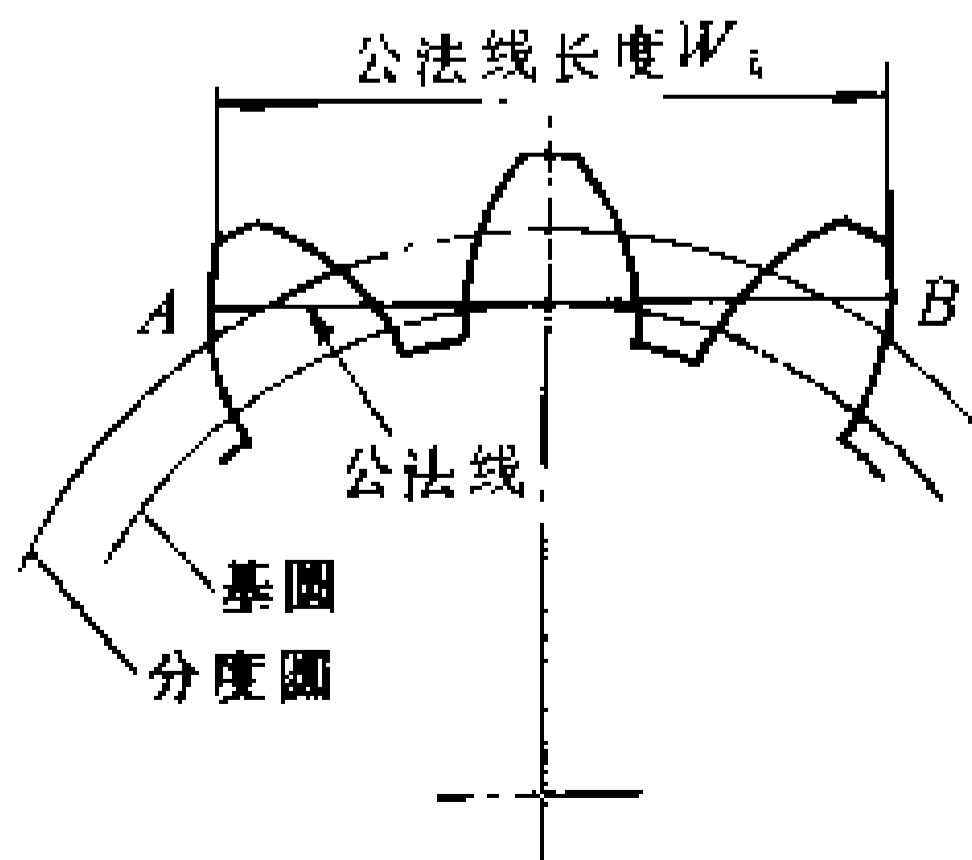
(续)

| 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 |
| 0.14881 | 25 | 60 | 25 | 70 | 0.10417 | 30 | 80 | 25 | 90 |
| 0.14583 | 35 | 80 | 30 | 90 | 0.09921 | 25 | 70 | 25 | 90 |
| 0.14286 | 40 | 70 | 25 | 100 | 0.09722 | 35 | 90 | 25 | 100 |
| 0.14205 | 25 | 55 | 25 | 80 | 0.09375 | 30 | 80 | 25 | 100 |
| 0.13889 | 50 | 90 | 25 | 100 | 0.08929 | 25 | 70 | 25 | 100 |
| 0.13636 | 30 | 55 | 25 | 100 | 0.08681 | 25 | 80 | 25 | 90 |
| 0.13393 | 30 | 70 | 25 | 80 | 0.08333 | 30 | 90 | 25 | 100 |
| 0.13333 | 40 | 90 | 30 | 100 | 0.07813 | 25 | 80 | 25 | 100 |
| 0.13125 | 35 | 80 | 30 | 100 | 0.06944 | 25 | 90 | 25 | 100 |

齿轮的测量

一 公法线长度的测量

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(简化后)

| α (压力角) | W_k (公法线长度) | k (跨测齿数) |
|------------------------|---|---|
| 20° | $W_k = m \cos 20^\circ [\pi(n - 0.5) + 0.0149z]$ $= m \times [2.952(n - 0.5) + 0.014z]$ | $k = \frac{\alpha}{180^\circ} z + 0.5$ $= 0.111z + 0.5$ |
| $14 \frac{1^\circ}{2}$ | $W_k = m \cos 14 \frac{1^\circ}{2} [\pi(n - 0.5) + 0.00555z]$ $= m \times [3.0415(n - 0.5) + 0.00537z]$ | $k = \frac{\alpha}{180^\circ} z + 0.5$ $= 0.08z + 0.5$ |

(2) 标准直齿圆柱齿轮公法线长度数值表

 $(m=1, \alpha=20^\circ)$

| 被测齿轮 总齿数 z | 跨测 齿数 k | 公法线 长度值 W_k /mm | 被测齿轮 总齿数 z | 跨测 齿数 k | 公法线 长度值 W_k /mm |
|--------------------|-----------------|----------------------------|--------------------|-----------------|----------------------------|
| 10 | 2 | 4.5683 | 38 | 5 | 13.8168 |
| 11 | 2 | 4.5823 | 39 | 5 | 13.8308 |
| 12 | 2 | 4.5963 | 40 | 5 | 13.8448 |
| 13 | 2 | 1.6103 | 41 | 5 | 13.8588 |
| 14 | 2 | 1.6243 | 42 | 5 | 13.8728 |
| 15 | 2 | 1.6383 | 43 | 5 | 13.8868 |
| 16 | 2 | 4.6523 | 44 | 5 | 13.9008 |
| 17 | 2 | 4.6663 | 45 | 5 | 13.9148 |
| 18 | 2 | 4.6803 | | | |
| 19 | 3 | 7.6464 | 46 | 6 | 16.8810 |
| 20 | 3 | 7.6604 | 47 | 6 | 16.8950 |
| 21 | 3 | 7.6744 | 48 | 6 | 16.9090 |
| 22 | 3 | 7.6884 | 49 | 6 | 16.9230 |
| 23 | 3 | 7.7025 | 50 | 6 | 16.9370 |
| 24 | 3 | 7.7165 | 51 | 6 | 16.9510 |
| 25 | 3 | 7.7305 | 52 | 6 | 16.9650 |
| 26 | 3 | 7.7445 | 53 | 6 | 16.9790 |
| 27 | 3 | 7.7585 | 54 | 6 | 16.9930 |
| 28 | 4 | 10.7246 | 55 | 7 | 19.9591 |
| 29 | 4 | 10.7386 | 56 | 7 | 19.9732 |
| 30 | 4 | 10.7526 | 57 | 7 | 19.9872 |
| 31 | 4 | 10.7666 | 58 | 7 | 20.0012 |
| 32 | 4 | 10.7806 | 59 | 7 | 20.0152 |
| 33 | 4 | 10.7946 | 60 | 7 | 20.0292 |
| 34 | 4 | 10.8086 | 61 | 7 | 20.0432 |
| 35 | 4 | 10.8226 | 62 | 7 | 20.0572 |
| 36 | 4 | 10.8367 | 63 | 7 | 20.0712 |
| 37 | 5 | 13.8028 | 64 | 8 | 23.0373 |
| | | | 65 | 8 | 23.0513 |

(续)

| 被测齿轮 总齿数 z | 跨测 齿数 k | 公法线 长度值 W_k /mm | 被测齿轮 总齿数 z | 跨测 齿数 k | 公法线 长度值 W_k /mm |
|--------------------|-----------------|----------------------------|--------------------|-----------------|----------------------------|
| 66 | 8 | 23.0653 | 94 | 11 | 32.3139 |
| 67 | 8 | 23.0793 | 95 | 11 | 32.3279 |
| 68 | 8 | 23.0933 | 96 | 11 | 32.3419 |
| 69 | 8 | 23.1074 | 97 | 11 | 32.3559 |
| 70 | 8 | 23.1214 | 98 | 11 | 32.3699 |
| 71 | 8 | 23.1354 | 99 | 11 | 32.3839 |
| 72 | 8 | 23.1494 | | | |
| 73 | 9 | 26.1155 | 100 | 12 | 35.3500 |
| 74 | 9 | 26.1295 | 101 | 12 | 35.3641 |
| 75 | 9 | 26.1435 | 102 | 12 | 35.3781 |
| 76 | 9 | 26.1575 | 103 | 12 | 35.3921 |
| 77 | 9 | 26.1715 | 104 | 12 | 35.4061 |
| 78 | 9 | 26.1855 | 105 | 12 | 35.4201 |
| 79 | 9 | 26.1995 | 106 | 12 | 35.4341 |
| 80 | 9 | 26.2135 | 107 | 12 | 35.4481 |
| 81 | 9 | 26.2275 | 108 | 12 | 35.5572 |
| 82 | 10 | 29.1937 | 109 | 13 | 38.4282 |
| 83 | 10 | 29.2077 | 110 | 13 | 38.4422 |
| 84 | 10 | 29.2217 | 111 | 13 | 38.4563 |
| 85 | 10 | 29.2357 | 112 | 13 | 38.4703 |
| 86 | 10 | 29.2497 | 113 | 13 | 38.4843 |
| 87 | 10 | 29.2637 | 114 | 13 | 38.4983 |
| 88 | 10 | 29.2777 | 115 | 13 | 38.5123 |
| 89 | 10 | 29.2917 | 116 | 13 | 38.5263 |
| 90 | 10 | 29.3057 | 117 | 13 | 38.5403 |
| 91 | 11 | 32.2719 | 118 | 14 | 41.5064 |
| 92 | 11 | 32.2859 | 119 | 14 | 41.5205 |
| 93 | 11 | 32.2999 | 120 | 14 | 41.5344 |
| | | | 121 | 14 | 41.5484 |

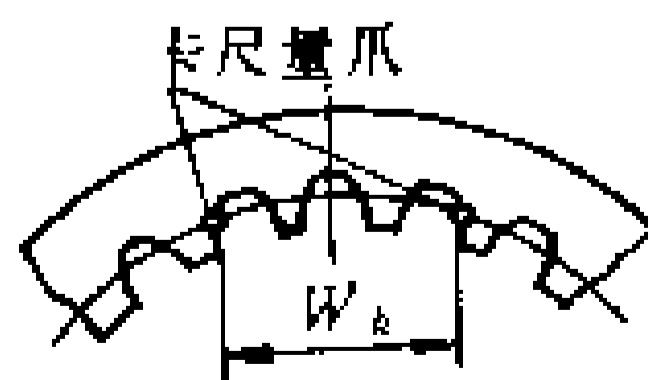
(续)

| 被测齿轮 总齿数 z | 跨测 齿数 k | 公法线 长度值 W_k /mm | 被测齿轮 总齿数 z | 跨测 齿数 k | 公法线 长度值 W_k /mm |
|--------------------|-----------------|----------------------------|--------------------|-----------------|----------------------------|
| 122 | 14 | 41.5625 | 150 | 17 | 50.8110 |
| 123 | 14 | 41.5765 | 151 | 17 | 50.8250 |
| 124 | 11 | 41.5905 | 152 | 17 | 50.8390 |
| 125 | 14 | 41.6045 | 153 | 17 | 50.8530 |
| 126 | 14 | 41.6185 | | | |
| 127 | 15 | 44.5846 | 154 | 18 | 53.8192 |
| 128 | 15 | 44.5986 | 155 | 18 | 53.8332 |
| 129 | 15 | 44.6126 | 156 | 18 | 53.8472 |
| 130 | 15 | 44.6266 | 157 | 18 | 53.8612 |
| 131 | 15 | 44.6406 | 158 | 18 | 53.8752 |
| 132 | 15 | 44.6546 | 159 | 18 | 53.8892 |
| 133 | 15 | 44.6686 | 160 | 18 | 53.9032 |
| 134 | 15 | 44.6826 | 161 | 18 | 53.9172 |
| 135 | 15 | 44.6966 | 162 | 18 | 53.9312 |
| 136 | 16 | 47.6628 | 163 | 19 | 56.8973 |
| 137 | 16 | 47.6768 | 164 | 19 | 56.9113 |
| 138 | 16 | 47.6908 | 165 | 19 | 56.9254 |
| 139 | 16 | 47.7048 | 166 | 19 | 56.9394 |
| 140 | 16 | 47.7188 | 167 | 19 | 56.9534 |
| 141 | 16 | 47.7328 | 168 | 19 | 56.9674 |
| 142 | 16 | 47.7468 | 169 | 19 | 56.9814 |
| 143 | 16 | 47.7608 | 170 | 19 | 56.9954 |
| 144 | 16 | 47.7748 | 171 | 19 | 57.0094 |
| 145 | 17 | 50.7410 | 172 | 20 | 59.9755 |
| 146 | 17 | 50.7550 | 173 | 20 | 59.9895 |
| 147 | 17 | 50.7690 | 174 | 20 | 60.0035 |
| 148 | 17 | 50.7830 | 175 | 20 | 60.0175 |
| 149 | 17 | 50.7970 | 176 | 20 | 60.0315 |
| | | | 177 | 20 | 60.0456 |

(续)

| 被测齿轮 总齿数 z | 跨测 齿数 k | 公法线 长度值 W_k /mm | 被测齿轮 总齿数 z | 跨测 齿数 k | 公法线 长度值 W_k /mm |
|--------------------|-----------------|----------------------------|--------------------|-----------------|----------------------------|
| 178 | 20 | 60.0596 | 190 | 22 | 66.1319 |
| 179 | 20 | 60.0736 | 191 | 22 | 66.1459 |
| 180 | 20 | 60.0876 | 192 | 22 | 66.1599 |
| 181 | 21 | 63.0537 | 193 | 22 | 66.1739 |
| 182 | 21 | 63.0677 | 194 | 22 | 66.1879 |
| 183 | 21 | 63.0817 | 195 | 22 | 66.2019 |
| 184 | 21 | 63.0957 | 196 | 22 | 66.2159 |
| 185 | 21 | 63.1097 | 197 | 22 | 66.2299 |
| 186 | 21 | 63.1237 | 198 | 22 | 66.2439 |
| 187 | 21 | 63.1377 | 199 | 23 | 69.2101 |
| 188 | 21 | 63.1517 | 200 | 23 | 69.2241 |
| 189 | 21 | 63.1657 | | | |

- 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，测量方法如下图。



(3) 径节齿轮公法线长度数值表

$$\left\{ P=1, \alpha=14 \frac{1}{2}^{\circ} \right\}$$

| 被测 齿轮 总齿 数 z | 跨测 齿数 k | 公法线 长度值 W_k /mm | 被测 齿轮 总齿 数 z | 跨测 齿数 k | 公法线 长度值 W_k /mm | 被测 齿轮 总齿 数 z | 跨测 齿数 k | 公法线 长度值 W_k /mm |
|-------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------|-----------------|----------------------------|
| 12 | | 117.518 | 42 | | 276.118 | 72 | | 434.718 |
| 13 | | 117.654 | 43 | | 276.254 | 73 | 6 | 434.855 |
| 14 | | 117.791 | 44 | | 276.391 | 74 | | 434.991 |
| 15 | | 117.927 | 45 | 1 | 276.527 | 75 | | 512.382 |
| 16 | | 118.064 | 46 | | 276.664 | 76 | | 512.518 |
| 17 | | 118.200 | 47 | | 276.800 | 77 | | 512.654 |
| 18 | 2 | 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 | 7 | 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 | | 196.545 | 55 | 5 | 355.145 | 85 | | 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 | 3 | 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 | 8 | 592.227 |
| 35 | | 197.909 | 65 | | 433.763 | 95 | | 592.364 |
| 36 | | 198.046 | 66 | | 433.900 | 96 | | 592.500 |
| 37 | | 198.182 | 67 | 6 | 434.036 | 97 | | 592.636 |
| 38 | | 275.572 | 68 | | 434.173 | 98 | | 592.773 |
| 39 | 4 | 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。

2 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：

$$W_{kn} = m_n \cos \alpha_n [\pi(k - 0.5) + z \operatorname{inv} \alpha_n]$$

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 (°)；

α_t —— 端面压力角 (°)；

inv —— 渐开线函数。

一般加工时图样上给出 α_n ，因此可用下面公式计算出 α_t ：

$$\tan \alpha_t = \frac{\tan \alpha_n}{\cos \beta}$$

式中 β —— 螺旋角 (°)。

跨测齿数：

$$k = \frac{\alpha_n z}{180^\circ \cos^3 \beta} + 0.5$$

注意：齿宽 $b \geq W_{kn} \sin \beta$ ，才能测量。测量时要在法线上进行（见下页图）。

[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 ：

$$\tan \alpha_s = \frac{\tan \alpha_n}{\cos \beta} = \frac{\tan 20^\circ}{\cos 21^\circ 47' 12''} = 0.39196$$

即 $\alpha_s = 21^\circ 24' 11''$

再求跨测齿数 k ：

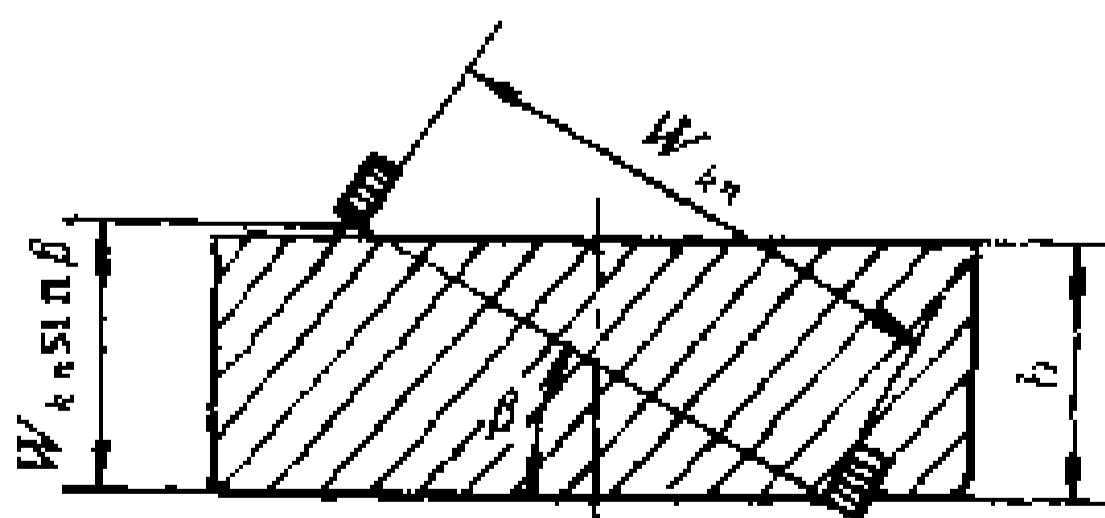
$$k = \frac{\alpha_s z}{180^\circ \cos^3 \beta} + 0.5 = \frac{21^\circ 24' 11''}{180^\circ} \times \frac{26}{\cos^3 21^\circ 47' 12''} + 0.5 = 3.863 \approx 4$$

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：

$$\begin{aligned} W_{kn} &= m_n \cos \alpha_n [\pi(k - 0.5) + z \operatorname{inv} \alpha_s] \\ &= 3.25 \cos 20^\circ [3.1416(4 - 0.5) + 26 \times 0.0184] \\ &= 35.042 (\text{mm}) \end{aligned}$$



$b < W_{kn} \sin \beta$ 时斜齿轮不能测量公法线长度示意图

3 渐开线函数表 (μm)

| α ($^{\circ}$) | 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 | 001770022500281003460042000504005980070400821009500199201248 | | | | | | | | | | | |
| 2 | 0.000 | 0141801603018040202025302503027710305803364036890403504402 | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0.000 | 047900520105634060910857307079076100816708751093521000910668 | | | | | | | | | | | |
| 4 | 0.000 | 113641209012847136341445315305161891710718059190452006721125 | | | | | | | | | | | |
| 5 | 0.000 | 222202335224522257312697828266295943096332374338273532436861 | | | | | | | | | | | |
| 6 | 0.00 | 038450400804175043470452404706048970509305280054810568705898 | | | | | | | | | | | |
| 7 | 0.00 | 061150633706564067970703307279075280778308044083100858208861 | | | | | | | | | | | |
| 8 | 0.00 | 091450943509732100341034310559109801130811643119841233212687 | | | | | | | | | | | |
| 9 | 0.00 | 130481341613792141741456314960153631577416193166181705117492 | | | | | | | | | | | |
| 10 | 0.00 | 179411839718860193321981220299207952129921810223302285923396 | | | | | | | | | | | |
| 11 | 0.00 | 239412449525057256282820826797273942800128616292412987530518 | | | | | | | | | | | |
| 12 | 0.00 | 311713183252504331853387534575352853600536735374743822438984 | | | | | | | | | | | |
| 13 | 0.00 | 397544053441325421264293843760445934543746291471574803348921 | | | | | | | | | | | |
| 14 | 0.00 | 498195072951650525825352654482554485642757417584205943460460 | | | | | | | | | | | |
| 15 | 0.00 | 614986254863611646866577366873679856911070248713987256173738 | | | | | | | | | | | |
| 16 | 0.0 | 074930751307735078570798208107082340835208492086230875608889 | | | | | | | | | | | |
| 17 | 0.0 | 090250916109299094390958009722098661001210158103071045610608 | | | | | | | | | | | |
| 18 | 0.0 | 107601091511071112281138711547117091187312038122051237312543 | | | | | | | | | | | |

(续)

| α (°) | 各行前几位 相同的数字 | 0' | 5' | 10' | 15' | 20' | 25' | 30' | 35' | 40' | 45' | 50' | 55' |
|-----------------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 19 | 0.0 | 1271312888 | 1306313240 | 1341813598 | 1377913963 | 1414814334 | 1452314713 | | | | | | |
| 20 | 0.0 | 1490415098 | 1529315490 | 1568915890 | 1609216296 | 1650216710 | 1692017132 | | | | | | |
| 21 | 0.0 | 1734317560 | 177717996 | 1821718440 | 1866518891 | 1912019350 | 1958319817 | | | | | | |
| 22 | 0.0 | 2005420292 | 2053320773 | 2101921266 | 2151421765 | 2201822272 | 2252922788 | | | | | | |
| 23 | 0.0 | 2304923312 | 2357723843 | 2411424386 | 2466024936 | 2521425495 | 2577826062 | | | | | | |
| 24 | 0.0 | 2635026639 | 2693127225 | 2752127820 | 2812128424 | 2872929037 | 2934829660 | | | | | | |
| 25 | 0.0 | 2997530293 | 3061330333 | 3126031587 | 3191732249 | 3258332920 | 3326033602 | | | | | | |
| 26 | 0.0 | 3394734294 | 346434997 | 3535235709 | 3606936432 | 3679837166 | 3753737910 | | | | | | |
| 27 | 0.0 | 3828738663 | 390473943 | 3981940209 | 4060240997 | 4139541797 | 4220142607 | | | | | | |
| 28 | 0.0 | 4301743430 | 4384544264 | 4468545110 | 4553745967 | 4640046837 | 4727647718 | | | | | | |
| 29 | 0.0 | 4816448612 | 4906449518 | 4997650437 | 5090151368 | 5183852312 | 5278853258 | | | | | | |
| 30 | 0.0 | 5375154238 | 5472855221 | 5571756217 | 5672057226 | 5773658249 | 5876559285 | | | | | | |
| 31 | 0.0 | 5980960336 | 6086661400 | 6193762478 | 6302263570 | 6412264677 | 6523665739 | | | | | | |
| 32 | 0.0 | 6636466934 | 6750768084 | 6865692506 | 6983870430 | 7102671626 | 723072838 | | | | | | |
| 33 | 0.0 | 7344974064 | 7468475307 | 7593476565 | 7720077839 | 7848379130 | 7978180437 | | | | | | |
| 34 | 0.0 | 8109781760 | 8242883100 | 8377844578 | 8514285832 | 8652587223 | 8792588631 | | | | | | |
| 35 | 0.0 | 8934290058 | 9077915029 | 9223092963 | 9370194439 | 9519095924 | 9669897459 | | | | | | |
| 36 | 0. | 0982209899 | 0997710055 | 1013310212 | 1029210371 | 1045210533 | 1061410696 | | | | | | |

(续)

| α ($^{\circ}$) | 各行前几位 相同的数字 | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|----------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 0' | 5' | 10' | 15' | 20' | 25' | 30' | 35' | 40' | 45' | 50' | 55' |
| 37 | 1077810861 | 1094411028 | 1111311197 | 1128311369 | 1145311542 | 1163011718 | | | | | | |
| 38 | 1180611895 | 1198512075 | 1216512257 | 1234812441 | 1253412627 | 1272112815 | | | | | | |
| 39 | 1291113006 | 1310213199 | 1329713393 | 1349313592 | 1369213792 | 1389313995 | | | | | | |
| 40 | 1409714200 | 1430314407 | 1451114616 | 1472214829 | 1493615043 | 1515215261 | | | | | | |
| 41 | 1537015480 | 1559115703 | 1581515928 | 1604116156 | 1627016386 | 1650216619 | | | | | | |
| 42 | 1673716853 | 1697417093 | 1721417336 | 1745717579 | 1770217826 | 1795118076 | | | | | | |
| 43 | 1820218329 | 1845718585 | 1871418844 | 1897519106 | 1923819371 | 1950519639 | | | | | | |
| 44 | 1977419910 | 2004720185 | 2032320463 | 2060320743 | 2088521028 | 2117121315 | | | | | | |
| 45 | 2146021606 | 2175321900 | 2204922108 | 2234822490 | 2265122804 | 2295823112 | | | | | | |
| 46 | 2326823424 | 2358223740 | 2389924059 | 2422024382 | 2454524709 | 2487425040 | | | | | | |
| 47 | 2520625374 | 2551325713 | 2588326055 | 2622826401 | 2657626752 | 2692927107 | | | | | | |
| 48 | 2728527465 | 2764627828 | 2801228196 | 2838128567 | 2875528943 | 2913329324 | | | | | | |
| 49 | 2951629709 | 2990330098 | 3029530492 | 3069130891 | 3109231295 | 3149331703 | | | | | | |
| 50 | 3190932116 | 3232432534 | 3274532957 | 3317133385 | 3360133818 | 33403734257 | | | | | | |
| 51 | 3447834700 | 3492435149 | 3537635604 | 3583336063 | 3629536529 | 3676336990 | | | | | | |
| 52 | 3723737476 | 3771637958 | 3820238446 | 3869338941 | 3919039441 | 3969339947 | | | | | | |

(续)

| α (°) | 各行前几位 相同的数字 | 0' | 5' | 10' | 15' | 20' | 25' | 30' | 35' | 40' | 45' | 50' | 55' |
|-----------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 53 | 0. | 40202 | 40459 | 40717 | 40977 | 41233 | 41502 | 41767 | 42034 | 42302 | 42571 | 42843 | 43116 |
| 54 | 0. | 43390 | 43667 | 43945 | 44225 | 44506 | 44789 | 45074 | 45361 | 45650 | 45941 | 46232 | 46525 |
| 55 | 0. | 46822 | 47119 | 47419 | 47720 | 48023 | 48328 | 48635 | 48944 | 49255 | 49568 | 49882 | 50190 |
| 56 | 0. | 50518 | 50838 | 51161 | 51486 | 51813 | 52141 | 52472 | 52805 | 53141 | 53478 | 53817 | 54159 |
| 57 | 0. | 54503 | 54849 | 55197 | 55547 | 55900 | 56255 | 56612 | 56972 | 57335 | 57698 | 58064 | 58433 |
| 58 | 0. | 58804 | 59178 | 59554 | 59933 | 60314 | 60697 | 61083 | 61472 | 61863 | 62257 | 62653 | 63052 |
| 59 | 0. | 63454 | 63858 | 64265 | 64674 | 65086 | 65501 | 65919 | 66343 | 66763 | 67189 | 67616 | 68050 |

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 $\frac{0.000244 \times 205}{300} = 0.000167$, 因此 $\text{inv}22^{\circ}18'25'' = 0.020775 + 0.000167 = 0.020942$ 。

(4) 公法线平均长度偏差 $\Delta_m L$ 及其公差 δL (μm)

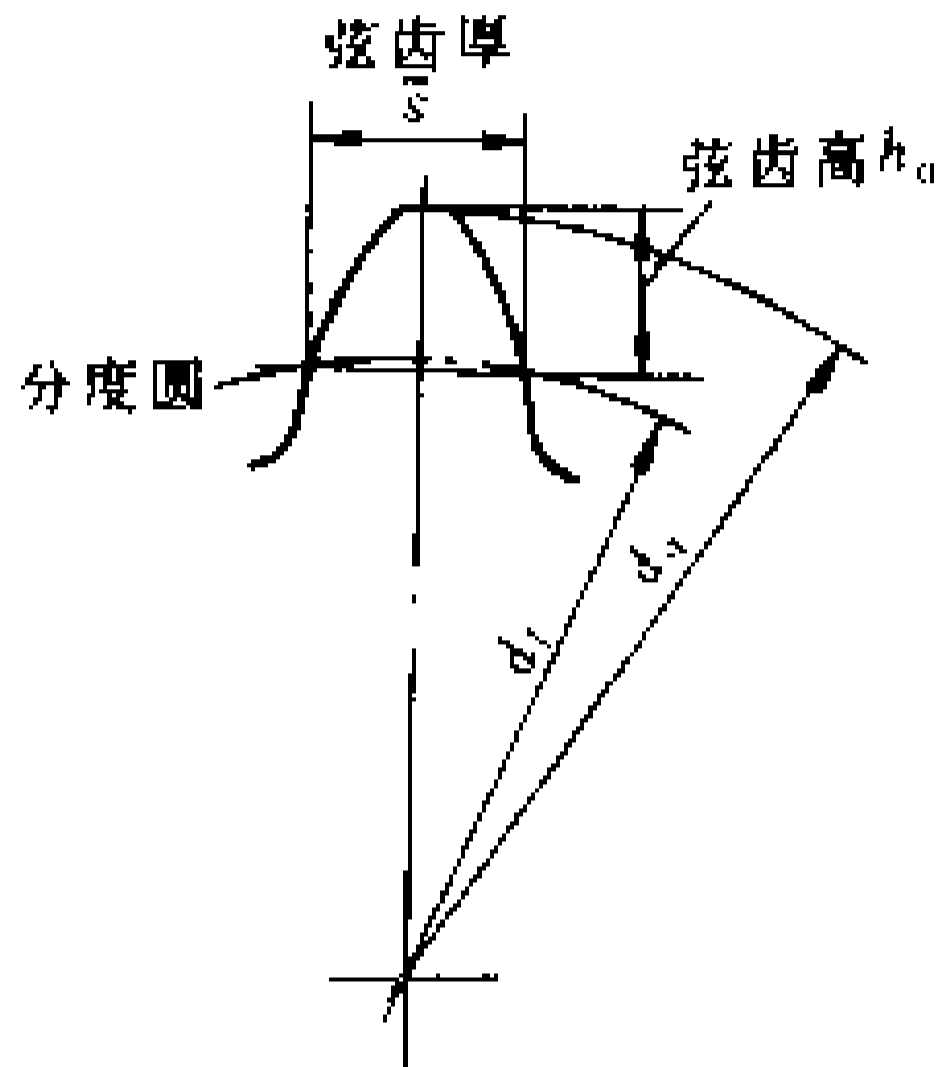
| 精度等级 | 结合形式 | 代号 | 法向模数 m_n | 齿轮分度圆直径 / mm | | | | | | | |
|------|-------|--------------|----------------|--------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----|
| | | | | ≤ 50 | > 50 | > 80 | > 120 | > 200 | > 320 | > 500 | |
| 5 | D_r | $\Delta_m L$ | $> 1 \sim 2.5$ | 70 | 90 | 110 | 130 | 160 | 200 | 240 | 300 |
| | | | $> 2.5 \sim 6$ | 70 | 95 | 110 | 130 | 160 | 200 | 240 | 300 |
| | | | $> 6 \sim 10$ | — | 95 | 110 | 140 | 160 | 200 | 240 | 300 |
| | | | $> 10 \sim 16$ | — | — | 110 | 140 | 160 | 200 | 240 | 300 |
| 6 | D_c | δL | $> 1 \sim 16$ | 30 | 35 | 35 | 38 | 42 | 42 | 45 | 50 |
| | | | $> 1 \sim 2.5$ | 80 | 95 | 115 | 140 | 160 | 210 | 250 | 320 |
| | | | $> 2.5 \sim 6$ | 80 | 95 | 115 | 140 | 160 | 210 | 260 | 320 |
| | | | $> 6 \sim 10$ | — | 95 | 120 | 140 | 160 | 210 | 260 | 320 |
| 7 | D_r | δL | $> 1 \sim 16$ | 34 | 40 | 40 | 45 | 50 | 50 | 55 | 70 |
| | | | $> 1 \sim 2.5$ | 85 | 105 | 130 | 150 | 170 | 220 | 280 | 320 |
| | | | $> 2.5 \sim 6$ | 85 | 105 | 130 | 150 | 190 | 220 | 280 | 320 |
| | | | $> 6 \sim 10$ | — | 110 | 130 | 160 | 190 | 240 | 280 | 320 |

(续)

| 精度等级 | 结合形式 | 代号 | 法向模数 m_n | 齿轮分度圆直径/mm | | | | | | | |
|------|-------|-----------------|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------|
| | | | | ≤ 50 | >50 ~80 | >80 ~120 | >120 ~200 | >200 ~320 | >320 ~500 | >500 ~800 | >800 ~1250 |
| 7 | D_c | $\Delta_m L$ | >10~16 >16~30 | — | 130 — | 160 160 | 190 190 | 240 240 | 280 300 | 320 340 | |
| | | εL | >1~30 | 50 | 50 | 55 | 70 | 70 | 80 | 90 | |
| 8 | D_c | $\Delta_m L$ | >1~2.5 >2.5~6 >6~10 >10~16 | 115 115 120 — | 140 140 140 150 | 170 170 170 180 | 200 200 210 210 | 240 240 240 240 | 300 300 300 320 | 360 360 360 360 | |
| | | εL | >1~50 | 70 | 70 | 80 | 90 | 90 | 115 | 140 | |
| 9 | D_c | $\Delta_m L$ | >2.5~6 >6~10 >10~16 | 140 150 — | 160 160 180 | 190 200 210 | 240 240 240 | 280 280 280 | 340 340 360 | 400 400 400 | |
| | | εL | >2.5~50 | 95 | 95 | 115 | 140 | 160 | 200 | | |

注： D_c 为标准保证侧隙。

二 分度圆弦齿厚的测量



1 计算公式

分度圆弦齿厚

$$\bar{s} = mz \sin \frac{90^\circ}{z}$$

分度圆弦齿高

$$\bar{h}_a = \frac{m}{2} \left[2 + z \left(1 - \cos \frac{90^\circ}{z} \right) \right]$$

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 806 页 K 值表中查得。

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 ($m=1$)

| 齿数 z | 弦齿厚 \bar{s} | 弦齿高 \bar{h}_a | 齿数 z | 弦齿厚 \bar{s} | 弦齿高 \bar{h}_a |
|-----------|------------------|--------------------|-----------|------------------|--------------------|
| 10 | 1.5643 | 1.0615 | 30 | 1.5701 | 1.0205 |
| 11 | 1.5655 | 1.0560 | 31 | 1.5701 | 1.0199 |
| 12 | 1.5663 | 1.0513 | 32 | 1.5702 | 1.0193 |
| 13 | 1.5669 | 1.0474 | 33 | 1.5702 | 1.0187 |
| 14 | 1.5675 | 1.0440 | 34 | 1.5702 | 1.0181 |
| 15 | 1.5679 | 1.0411 | 35 | 1.5703 | 1.0176 |
| 16 | 1.5683 | 1.0385 | 36 | 1.5703 | 1.0171 |
| 17 | 1.5686 | 1.0363 | 37 | 1.5703 | 1.0167 |
| 18 | 1.5688 | 1.0342 | 38 | 1.5703 | 1.0162 |
| 19 | 1.5690 | 1.0324 | 39 | 1.5704 | 1.0158 |
| 20 | 1.5692 | 1.0308 | 40 | 1.5704 | 1.0154 |
| 21 | 1.5693 | 1.0294 | 41 | 1.5704 | 1.0150 |
| 22 | 1.5694 | 1.0280 | 42 | 1.5704 | 1.0146 |
| 23 | 1.5695 | 1.0268 | 43 | 1.5704 | 1.0143 |
| 24 | 1.5696 | 1.0257 | 44 | 1.5705 | 1.0140 |
| 25 | 1.5697 | 1.0247 | 45 | 1.5705 | 1.0137 |
| 26 | 1.5698 | 1.0237 | 46 | 1.5705 | 1.0134 |
| 27 | 1.5698 | 1.0228 | 47 | 1.5705 | 1.0131 |
| 28 | 1.5699 | 1.0220 | 48 | 1.5705 | 1.0128 |
| 29 | 1.5700 | 1.0212 | 49 | 1.5705 | 1.0126 |

(续)

| 齿数 z | 弦齿厚 \bar{s} | 弦齿高 \bar{h}_a | 齿数 z | 弦齿厚 \bar{s} | 弦齿高 \bar{h}_a |
|-----------|------------------|--------------------|-----------|------------------|--------------------|
| 50 | 1.5705 | 1.0124 | 75 | 1.5707 | 1.0082 |
| 51 | 1.5705 | 1.0121 | 76 | 1.5707 | 1.0080 |
| 52 | 1.5706 | 1.0119 | 77 | 1.5707 | 1.0080 |
| 53 | 1.5706 | 1.0116 | 78 | 1.5707 | 1.0079 |
| 54 | 1.5706 | 1.0114 | 79 | 1.5707 | 1.0078 |
| 55 | 1.5706 | 1.0112 | 80 | 1.5707 | 1.0077 |
| 56 | 1.5706 | 1.0110 | 81 | 1.5707 | 1.0076 |
| 57 | 1.5706 | 1.0108 | 82 | 1.5707 | 1.0075 |
| 58 | 1.5706 | 1.0106 | 83 | 1.5707 | 1.0074 |
| 59 | 1.5706 | 1.0104 | 84 | 1.5707 | 1.0073 |
| 60 | 1.5706 | 1.0103 | 85 | 1.5707 | 1.0073 |
| 61 | 1.5706 | 1.0101 | 86 | 1.5707 | 1.0072 |
| 62 | 1.5706 | 1.0100 | 87 | 1.5707 | 1.0071 |
| 63 | 1.5706 | 1.0098 | 88 | 1.5707 | 1.0070 |
| 64 | 1.5706 | 1.0096 | 89 | 1.5707 | 1.0069 |
| 65 | 1.5706 | 1.0095 | 90 | 1.5707 | 1.0069 |
| 66 | 1.5706 | 1.0093 | 91 | 1.5707 | 1.0068 |
| 67 | 1.5706 | 1.0092 | 92 | 1.5707 | 1.0067 |
| 68 | 1.5706 | 1.0091 | 93 | 1.5707 | 1.0066 |
| 69 | 1.5706 | 1.0089 | 94 | 1.5707 | 1.0065 |
| 70 | 1.5706 | 1.0088 | 95 | 1.5707 | 1.0065 |
| 71 | 1.5707 | 1.0087 | 96 | 1.5707 | 1.0064 |
| 72 | 1.5707 | 1.0086 | 97 | 1.5707 | 1.0064 |
| 73 | 1.5707 | 1.0084 | 98 | 1.5707 | 1.0063 |
| 74 | 1.5707 | 1.0083 | 99 | 1.5707 | 1.0062 |

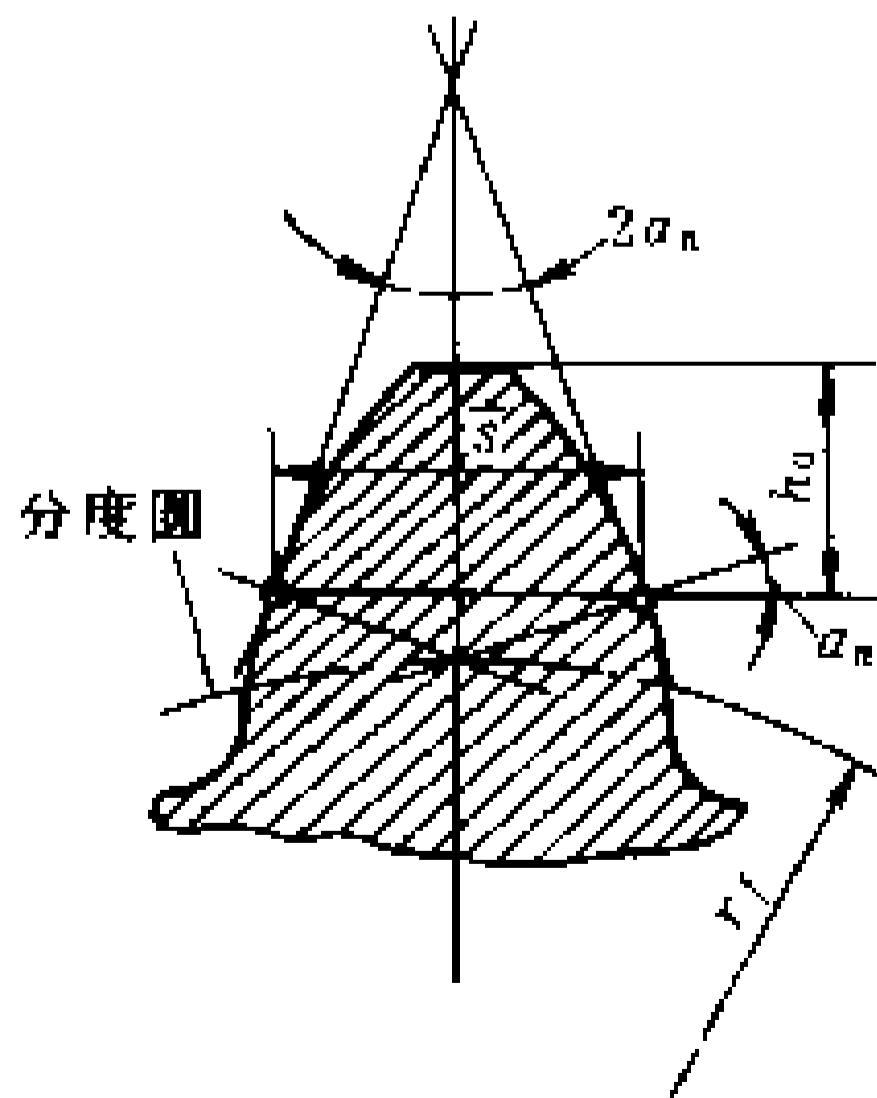
(续)

| 齿数 z | 弦齿厚 \bar{s} | 弦齿高 \bar{h}_a | 齿数 z | 弦齿厚 \bar{s} | 弦齿高 \bar{h}_a |
|-----------|------------------|--------------------|-----------|------------------|--------------------|
| 100 | 1.5707 | 1.0062 | 130 | 1.5708 | 1.0047 |
| 105 | 1.5708 | 1.0059 | 135 | 1.5708 | 1.0046 |
| 110 | 1.5708 | 1.0056 | 140 | 1.5708 | 1.0044 |
| 115 | 1.5708 | 1.0054 | 145 | 1.5708 | 1.0042 |
| 120 | 1.5708 | 1.0051 | 150 | 1.5708 | 1.0041 |
| 125 | 1.5708 | 1.0049 | 齿条 | 1.5708 | 1.0000 |
| 127 | 1.5708 | 1.0048 | | | |

注：1. 测量斜齿轮和圆锥齿轮时，应按当量齿数 z_v 来查表。

2. 分度圆弦齿厚的公差可用固定弦齿厚公差(见 915 页表)代替。

三 固定弦齿厚的测量



1 计算公式

$$\text{固定弦齿厚} \quad \bar{s} = \frac{\pi}{2} m_n \cos^2 \alpha_n$$

$$\text{固定弦齿高} \quad \bar{h}_a = h_1 - \frac{\pi}{8} m_n \sin 2\alpha_n$$

式中 m_n —— 法向模数；

α_n —— 法向压力角(°)；

h_1 —— 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 | \bar{s} | \bar{h}_a |
|------------------------|------------|-------------|
| 20° | $1.387m_n$ | $0.748m_n$ |
| $14 \frac{1}{2}^\circ$ | $1.472m_n$ | $0.810m_n$ |

【例】 有一直齿圆柱齿轮，模数 $m = 4\text{mm}$ ，压力角 $\alpha = 20^\circ$ ，求固定弦齿厚 \bar{s} 和固定弦齿高 \bar{h}_a 。

【解】 根据上表公式计算得：

$$\bar{s} = 1.387m_n = 4 \times 1.387 = 5.548\text{mm}$$

$$\bar{h}_a = 0.748m_n = 4 \times 0.748 = 2.99\text{mm}$$

2 固定弦齿厚测量尺寸表

| m | $\alpha_n = 20^\circ$ | | m | $\alpha_n = 20^\circ$ | |
|------|-----------------------|-------------|-----|-----------------------|-------------|
| | \bar{s} | \bar{h}_a | | \bar{s} | \bar{h}_a |
| 1 | 1.3871 | 0.7476 | 6 | 8.3223 | 4.4854 |
| 1.25 | 1.7338 | 0.9344 | 6.5 | 9.0158 | 4.8592 |
| 1.5 | 2.0806 | 1.1214 | 7 | 9.7093 | 5.2330 |
| 1.75 | 2.4273 | 1.3082 | 7.5 | 10.4029 | 5.6068 |
| 2 | 2.7741 | 1.4951 | 8 | 11.0964 | 5.9806 |
| 2.25 | 3.1209 | 1.6820 | 9 | 12.4834 | 6.7282 |
| 2.5 | 3.4677 | 1.8689 | 10 | 13.8705 | 7.4757 |
| 2.75 | 3.8144 | 2.0558 | 11 | 15.2575 | 8.2233 |
| 3 | 4.1612 | 2.2427 | 12 | 16.6446 | 8.9709 |
| 3.25 | 4.5079 | 2.4296 | 13 | 18.0316 | 9.7185 |
| 3.5 | 4.8547 | 2.6165 | 14 | 19.4187 | 10.4661 |
| 3.75 | 5.2017 | 2.8034 | 15 | 20.8057 | 11.2137 |
| 4 | 5.5482 | 2.9903 | 16 | 22.1928 | 11.9612 |
| 4.25 | 5.8950 | 3.1772 | 18 | 24.9669 | 13.4564 |
| 4.5 | 6.2417 | 3.3641 | 20 | 27.7410 | 14.9515 |
| 4.75 | 6.5885 | 3.5510 | 22 | 30.5151 | 16.4467 |
| 5 | 6.9353 | 3.7379 | 24 | 33.2892 | 17.9419 |
| 5.5 | 7.6288 | 4.1117 | 25 | 34.6762 | 18.6895 |

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。

3 固定弦齿厚的最小减薄量 Δ_{ms}

及其公差 δS (μm)

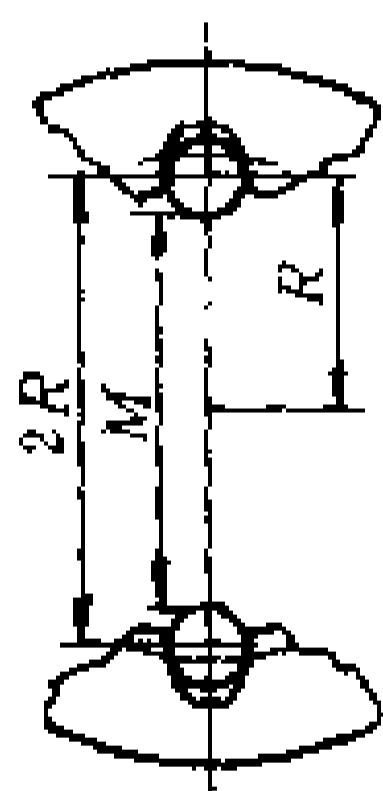
| 精度等级 | 结合形式 | 代号 | 法向模数 m_n | 齿轮分度圆直径/mm | | | | | | | |
|------|-------|---------------|---|------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | | ≤ 50 | > 50 | > 80 | > 120 | > 200 | > 320 | > 500 | > 800 |
| 5 | D_c | Δ_{ms} | $> 1 \sim 2.5$ $> 2.5 \sim 6$ $> 6 \sim 10$ $> 10 \sim 16$ | 70 | 85 | 110 | 130 | 160 | 200 | 240 | 300 |
| | | | | 70 | 95 | 110 | 130 | 160 | 200 | 240 | 300 |
| | | | | — | 95 | 110 | 145 | 160 | 200 | 240 | 300 |
| | | | | — | — | 110 | 145 | 160 | 200 | 240 | 300 |
| 6 | D_c | δS | $> 1 \sim 2.5$ $> 2.5 \sim 6$ $> 6 \sim 10$ $> 10 \sim 16$ | 23 | 30 | 30 | 35 | 40 | 40 | 45 | 55 |
| | | | | 75 | 95 | 110 | 135 | 160 | 200 | 240 | 300 |
| | | | | 75 | 95 | 110 | 135 | 160 | 200 | 255 | 300 |
| | | | | — | — | 115 | 135 | 160 | 200 | 255 | 300 |
| 7 | D_c | δS | $> 1 \sim 2.5$ $> 2.5 \sim 6$ | 30 | 40 | 40 | 45 | 55 | 55 | 60 | 80 |
| | | | | 80 | 95 | 115 | 135 | 160 | 200 | 255 | 300 |
| | | | | 80 | 95 | 115 | 135 | 170 | 200 | 255 | 300 |
| | | | | — | — | — | — | — | — | — | — |

(续)

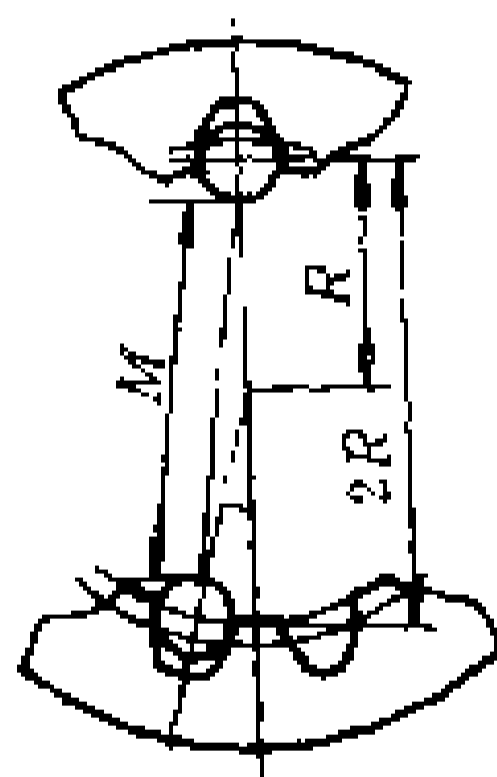
| 精度等级 | 结合形式 | 代号 | 法向模数 m_n | 齿轮分度圆直径/mm | | | | | | | | | |
|------|-------|--------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-----|--|
| | | | | ≤ 50 | >50 ~80 | >80 ~120 | >120 ~200 | >200 ~320 | >320 ~500 | >500 ~800 | >800 ~1250 | | |
| 7 | D_c | $\Delta_m S$ | >6~10 | 100 | 115 | 135 | 170 | 215 | 255 | 300 | | | |
| | | | >10~16 | — | 115 | 135 | 180 | 215 | 255 | 300 | | | |
| 8 | D_c | δS | >1~16 | 40 | 55 | 60 | 80 | 80 | 95 | 110 | 135 | 175 | |
| | | | >1~2.5 | 80 | 100 | 115 | 145 | 170 | 215 | 255 | 300 | | |
| | | $\Delta_m S$ | >2.5~6 | 85 | 100 | 120 | 145 | 170 | 215 | 255 | 300 | | |
| | | | >6~10 | — | 110 | 120 | 145 | 180 | 215 | 255 | 325 | | |
| | | | >10~16 | — | — | 125 | 150 | 180 | 215 | 270 | 325 | | |
| | | | >1~15 | 55 | 80 | 80 | 95 | 110 | 110 | 135 | 175 | | |
| 9 | D_c | $\Delta_m S$ | >2.5~6 | 95 | 110 | 150 | 180 | 215 | 270 | 330 | | | |
| | | | >6~10 | — | 115 | 160 | 190 | 230 | 270 | 330 | | | |
| | | δS | >10~16 | — | — | 170 | 190 | 230 | 290 | 330 | | | |
| | | | >2.5~16 | 80 | 110 | 140 | 175 | 175 | 220 | 275 | | | |

四 内齿轮齿厚测量

内齿轮的齿厚可借助于圆柱(或滚珠)进行测量,其方法可将两个圆柱(或滚珠)放入沿直径相对位置的齿间内(对于奇数齿的齿轮,一个圆柱放在偏离直径相对位置最近的齿间内),然后测量圆柱内侧面之间的长度 M (如图)。圆柱的直径 d_p 和测量尺寸 M (对于奇数齿,尺寸 M 需要加以修正),分别由下列两表查出。



测偶数齿



测奇数齿

1 测量内齿轮用圆柱直径表

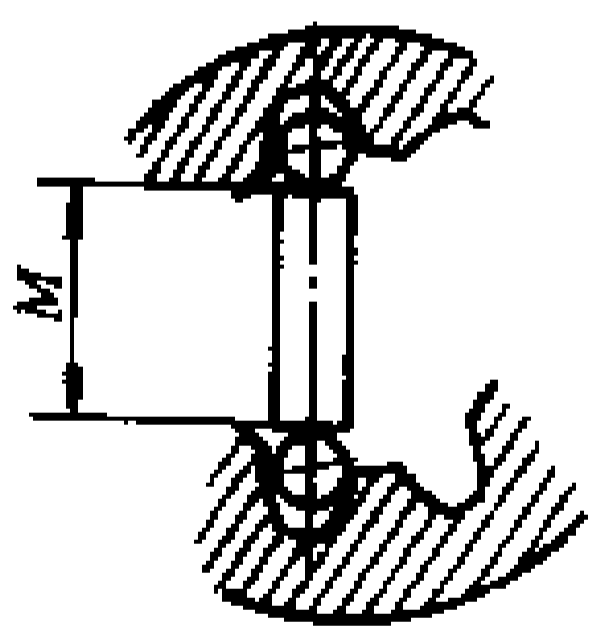
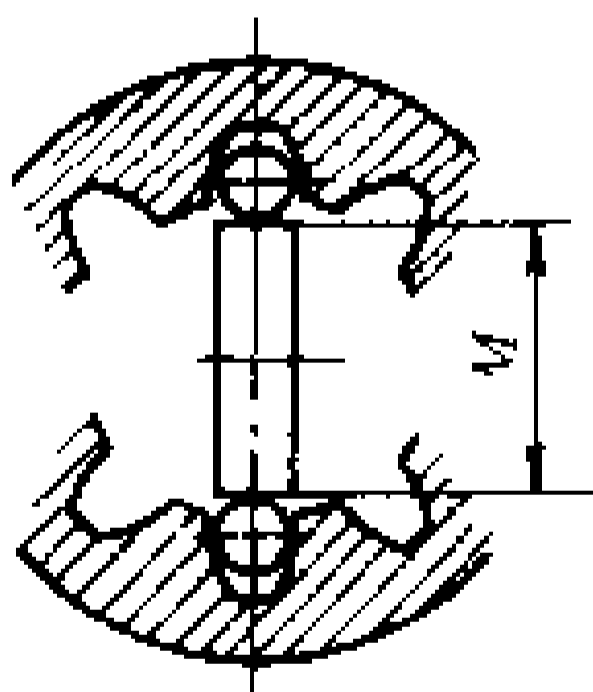
($\alpha_n = 20^\circ$, $m = 1$)

| m | d_p | m | d_p | m | d_p | m | d_p | m | d_p |
|------|-------|------|-------|-----|-------|-----|-------|------|-------|
| 0.3 | 0.432 | 0.4 | 0.576 | 0.5 | 0.720 | 0.7 | 1.008 | 1 | 1.440 |
| 0.35 | 0.504 | 0.45 | 0.648 | 0.6 | 0.864 | 0.8 | 1.152 | 1.25 | 1.800 |

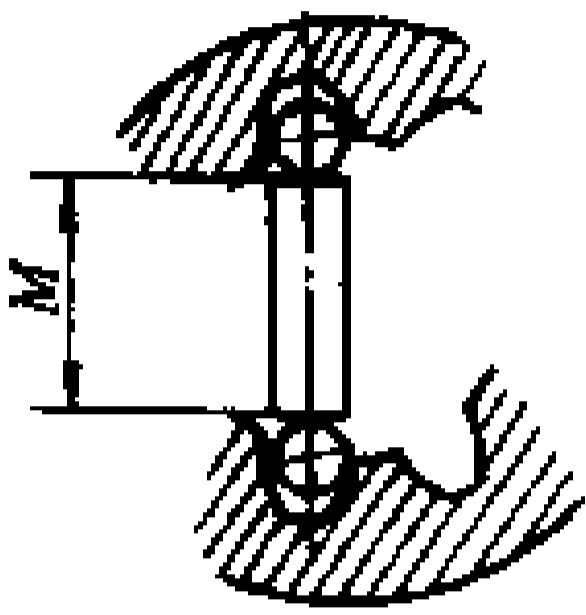
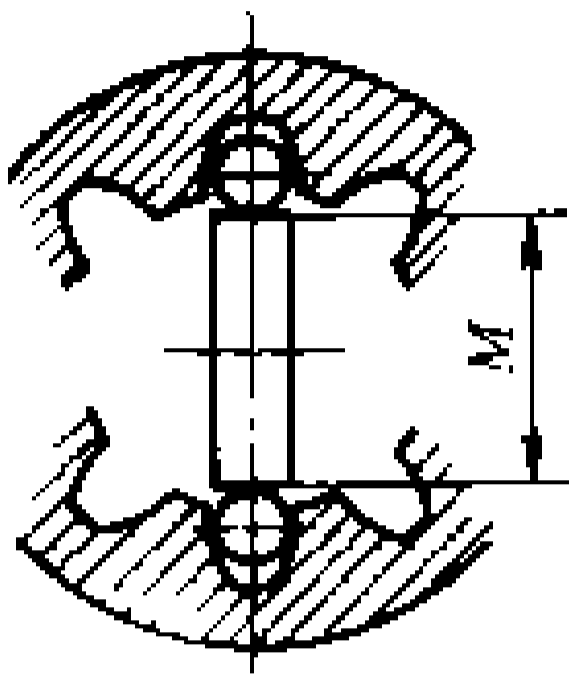
(续)

| m | d_p | m | d_p | m | d_p | m | d_p | m | d_p |
|------|-------|-----|-------|-----|--------|-----|-------|-----|-------|
| 1.5 | 2.160 | 3 | 4.320 | 7 | 10.080 | 16 | 23.04 | 32 | 46.08 |
| 1.75 | 2.520 | 3.5 | 5.040 | 8 | 11.52 | 18 | 25.92 | 36 | 51.84 |
| 2 | 2.880 | 4 | 5.760 | 9 | 12.96 | 20 | 28.80 | 40 | 57.60 |
| 2.25 | 3.240 | 4.5 | 6.480 | 10 | 14.40 | 22 | 31.68 | | |
| 2.5 | 3.600 | 5 | 7.200 | 12 | 17.28 | 25 | 36.00 | | |
| 2.75 | 3.960 | 6 | 8.640 | 14 | 20.16 | 28 | 40.32 | | |

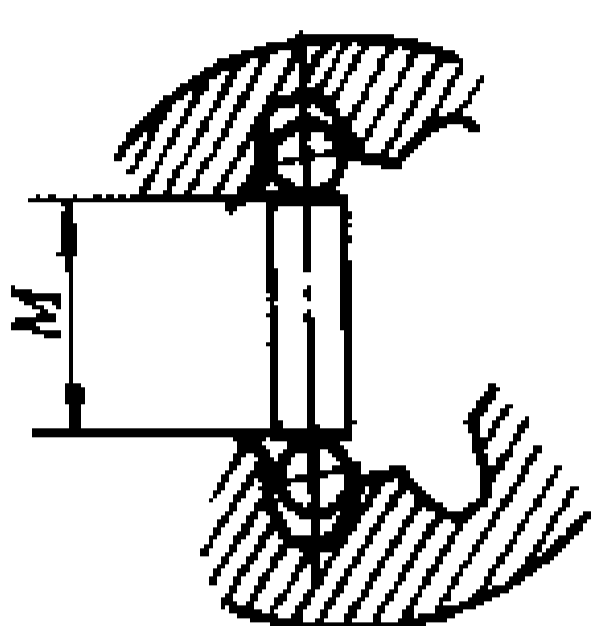
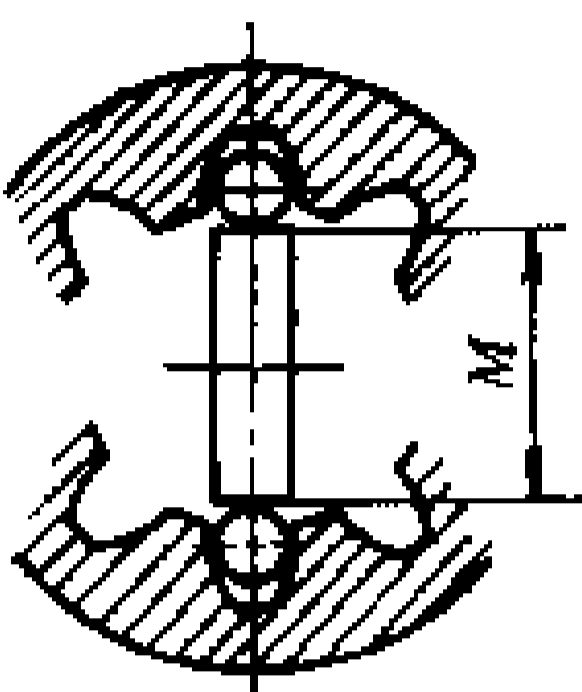
注：圆柱直径 $d_p = 1.440m$ (模数)2 测量尺寸 M 值表 ($\alpha_n = 20^\circ$, $m = 1$)

|  | 齿 数 | |  |
|---|-----|----|---|
| | 奇数 | 偶数 | |
| 13.5810 | 15 | 14 | 12.6627 |
| 15.5901 | 17 | 16 | 14.6630 |
| 17.5980 | 19 | 18 | 16.6633 |
| 19.6046 | 21 | 20 | 18.6635 |

(续)

|  | 齿 数 | |  |
|--|----------------------------|----------------------------|--|
| | 奇数 | 偶数 | |
| 21. 6099 23. 6144 25. 6182 27. 6213 29. 6240 | 23 25 27 29 31 | 22 24 26 28 30 | 20. 6636 22. 6638 24. 6639 26. 6640 28. 6641 |
| 31. 6264 33. 6286 35. 6306 37. 6325 39. 6343 | 33 35 37 39 41 | 32 34 36 38 40 | 30. 6612 32. 6612 34. 6613 36. 6613 38. 6614 |
| 41. 6357 43. 6371 45. 6383 47. 6394 49. 6404 | 43 45 47 49 51 | 42 44 46 48 50 | 40. 6644 42. 6645 44. 6645 46. 6646 48. 6646 |
| 51. 6414 53. 6422 55. 6431 57. 6438 59. 6445 | 53 55 57 59 61 | 52 54 56 58 60 | 50. 6646 52. 6647 54. 6647 56. 6648 58. 6648 |
| 61. 6452 63. 6458 | 63 65 | 62 64 | 60. 6648 62. 6648 |

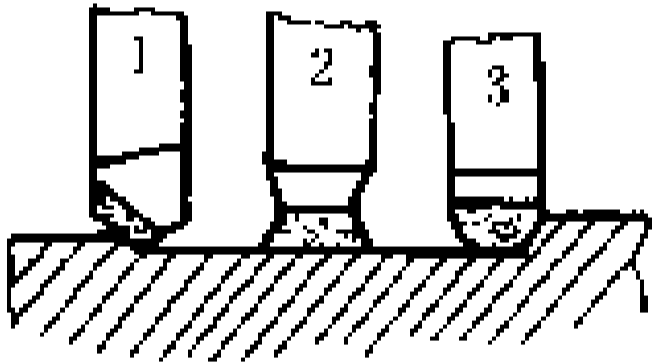
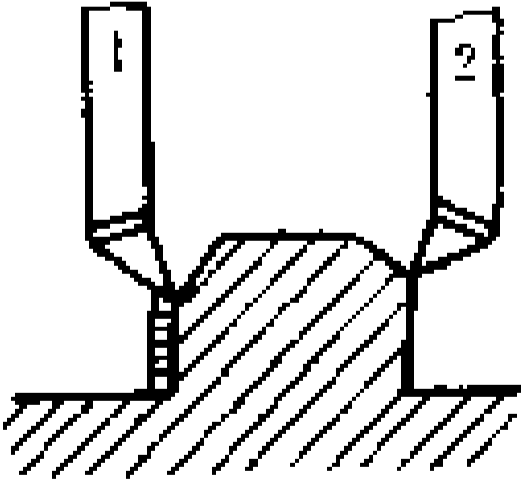
(续)

|  | 齿 数 | |  |
|--|-----|-----|--|
| | 奇数 | 偶数 | |
| 65. 6464 | 67 | 66 | 64. 6649 |
| 67. 6469 | 69 | 68 | 66. 6649 |
| 69. 6475 | 71 | 70 | 68. 6649 |
| 71. 6480 | 73 | 72 | 70. 6649 |
| 73. 6484 | 75 | 74 | 72. 6649 |
| 75. 6489 | 77 | 76 | 74. 6649 |
| 77. 6493 | 79 | 78 | 76. 6649 |
| 79. 6497 | 81 | 80 | 78. 6649 |
| 81. 6501 | 83 | 82 | 80. 6649 |
| 83. 6505 | 85 | 84 | 82. 6649 |
| 85. 6508 | 87 | 86 | 84. 6650 |
| 87. 6511 | 89 | 88 | 86. 6650 |
| 89. 6514 | 91 | 90 | 88. 6650 |
| 91. 6517 | 93 | 92 | 90. 6650 |
| 93. 6520 | 95 | 94 | 92. 6650 |
| 95. 6523 | 97 | 96 | 94. 6650 |
| 97. 6526 | 99 | 98 | 96. 6650 |
| 99. 6529 | 101 | 100 | 98. 6650 |


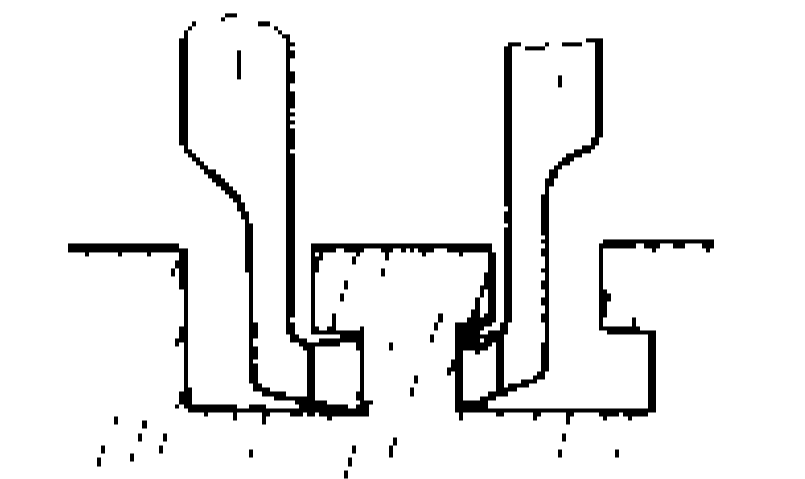
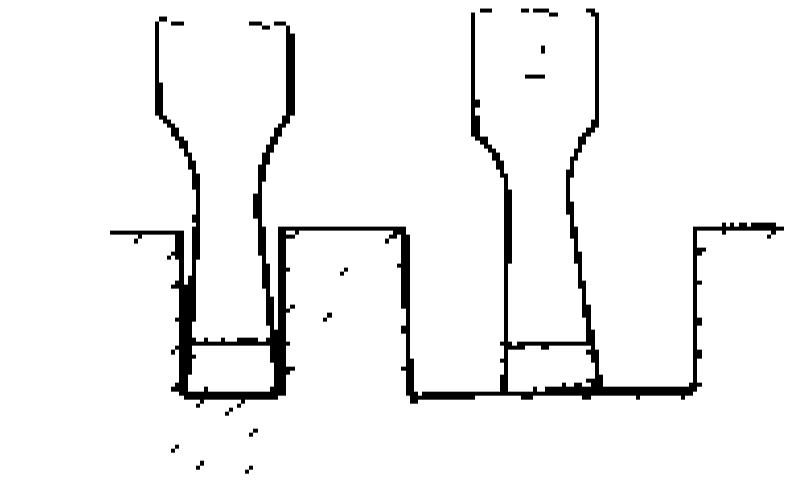
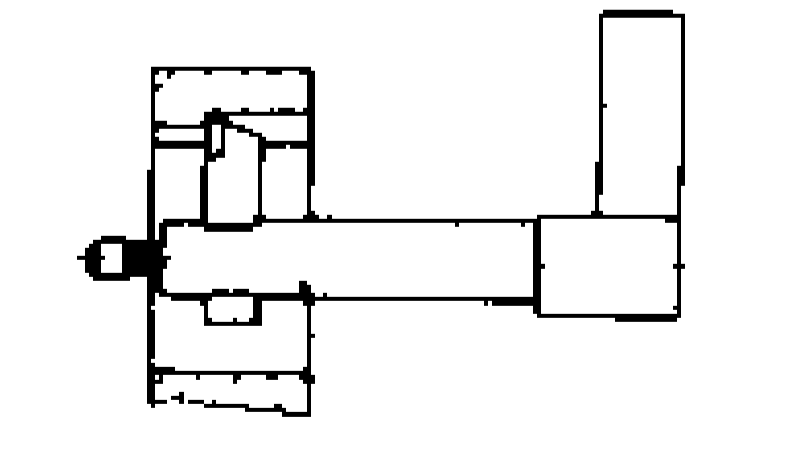
第九章 刨工工作

刨削范围与刨削用量

1 刨削范围与刨刀

| 名称 | 简图 | 刨刀 |
|--------|--|----------------------------------|
| 刨平面 |  | 1—尖头平面刨刀 2—平头平面刨刀 3—圆头平面刨刀 |
| 刨侧面和斜面 |  | 1—左偏刀 2—右偏刀 |

(续)

| 名称 | 简图 | 刨刀 |
|--------|--|-------------------|
| 刨燕尾槽 |  | 1 左偏刀 2 右偏刀 |
| 刨 T 形槽 |  | 1 左弯头刀 2 右弯头刀 |
| 刨沟槽 |  | 利用切刀 1、2 窄 宽沟槽 |
| 刨内孔槽 |  | 内孔刀 |

2 刨刀切削角度的选择

| 加工性质 | 工件材料 | 刀具材料 | 前角 γ_0 | 后角 α_0 ^① | 刃倾角 λ | 主偏角 κ_r ^② |
|------|---------------------------------|-----------|----------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|
| 粗加工 | 铸铁或黄铜 | W18Cr4V | 10°~15° | 7°~9° | -10°~15° | 45°~75° |
| | | YG8, YG6 | 10°~13° | 6°~8° | -10°~-20° | |
| | 钢 $\sigma_b < 750\text{MPa}$ | W18Cr4V | 15°~20° | 5°~7° | -10°~-20° | 45°~75° |
| | | YW2, YT15 | 15°~18° | 4°~6° | -10°~-20° | |
| | 淬硬钢 | YG8, YG6X | -15°~-10° | 10°~15° | 15°~-20° | 10°~30° |
| 铝 | W18Cr4V | 40°~45° | 5°~8° | -3°~-8° | | |
| 精加工 | 铸铁或黄铜 | W18Cr4V | -10°~0° | 6°~8° | 5°~15° | 0°~45° |
| | | YG8, YG6X | 15°~-10°或 10°~20° | 3°~5° | 0°~10° | |
| | 钢 $\sigma_b < 750\text{MPa}$ | W18Cr4V | 25°~30° | 5°~7° | 3°~15° | |
| | | YW2, YG6X | 22°~28° | 5°~7° | 5°~10° | |
| | 淬硬钢 | YG8, YG8A | -15°~-10° | 10°~20° | 15°~20° | 10°~30° |
| 铝 | W18Cr4V | 45°~50° | 5°~8° | -5°~0° | | |

- ① 精刨时,可根据情况在后刀面上磨出消振棱,一般倒棱后角为 $-1.5^\circ \sim 0^\circ$,宽度为 $0.1 \sim 0.5\text{mm}$ 。
- ② 机床功率较小、刚性较差时,主偏角应选大些;主切削刃和副切削刃之间宜采用圆弧过渡。

3 常用刨削用量

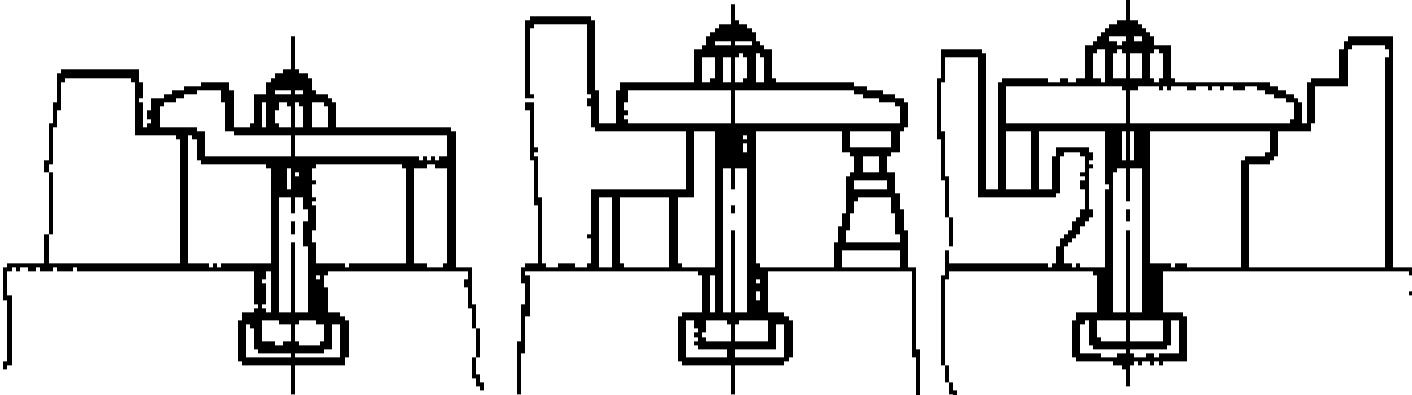
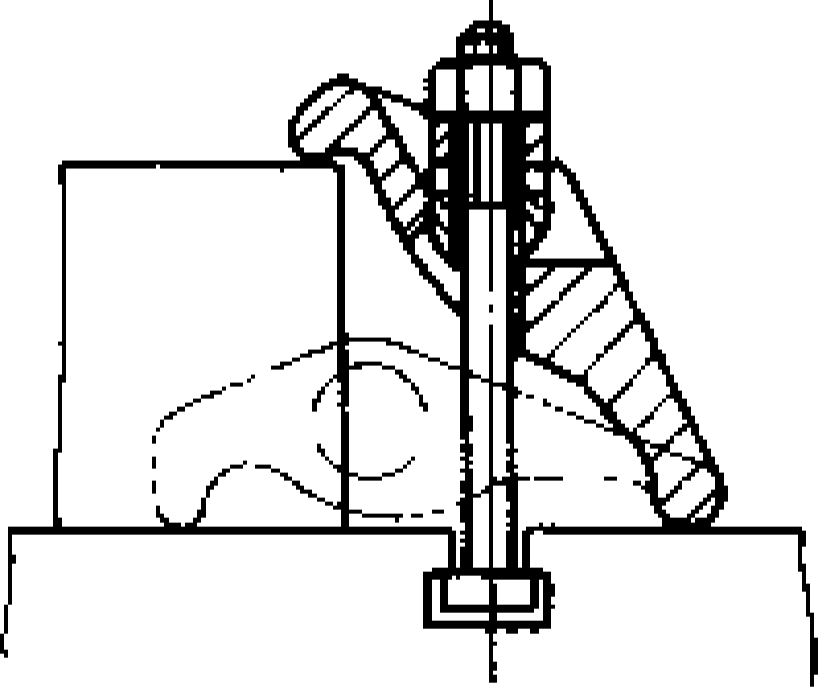
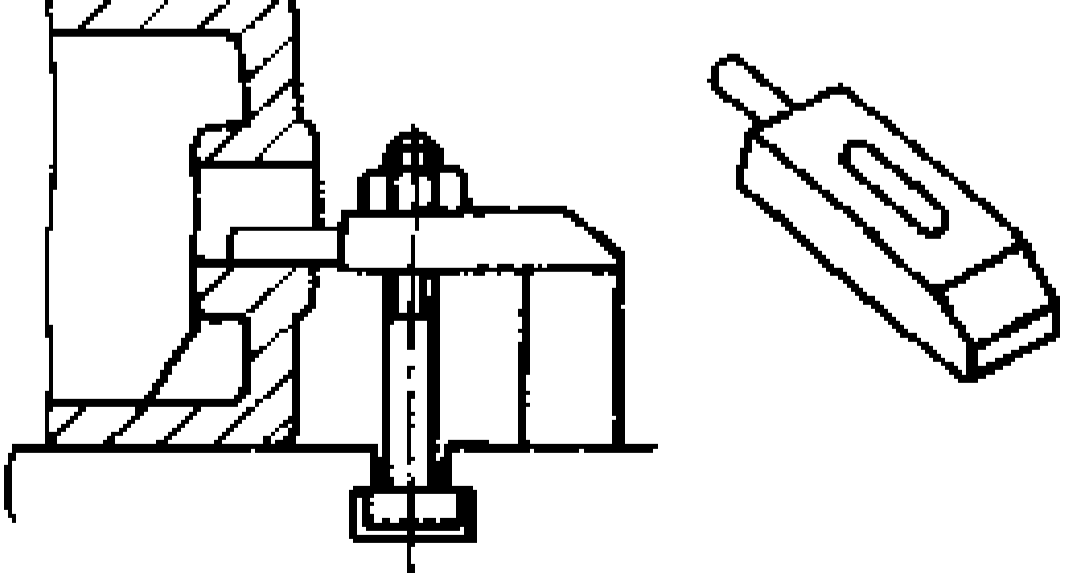
| 工序名称 | 机床类型 | 刀具材料 | 工件材料 ^① | 切削深度 a_p /mm | 进给量 f (mm/往复行程) | 切削速度 v /(m/min) | |
|------|------|------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------|
| 粗加工 | 牛头刨床 | W18Cr4V | 铸铁 铸钢 | 4~6 3~5 | 0.66~1.33 0.33~0.66 | 15~25 15~25 | |
| | | YG8 YT5 | 铸铁 铸钢 | 10~15 8~12 | 0.66~1.0 0.33~0.66 | 30~40 25~35 | |
| | 龙门刨床 | W18Cr4V | 铸铁 铸钢 | 10~20 5~15 | 1.2~4.0 1.0~2.5 | 15~25 15~25 | |
| | | YG8 YT5 | 铸铁 铸钢 | 25~50 20~40 | 1.5~3.0 1.0~2.0 | 30~60 40~50 | |
| | 精加工 | 牛头刨床 | W18Cr4V | 铸铁 铸钢 | 0.03~0.05 0.03~0.05 | 0.33~2.33 ^② 0.33~2.33 | 5~10 5~8 |
| | | | YG8 YT5 | 铸铁 铸钢 | 0.03~0.05 0.03~0.05 | 0.33~2.33 0.33~2.33 | 5~8 5~8 |
| 龙门刨床 | | W18Cr4V | 铸铁 铸钢 | 0.005~0.01 0.005~0.01 | 1~15 ^② 1~15 | 3~5 3~5 | |
| | | YG8 YT5 | 铸铁 铸钢 | 0.03~0.05 0.03~0.05 | 1~20 1~20 | 4~6 4~6 | |

① 铸铁 170~210HBS; 钢 $\sigma_b=700\sim1000\text{MPa}$ 。

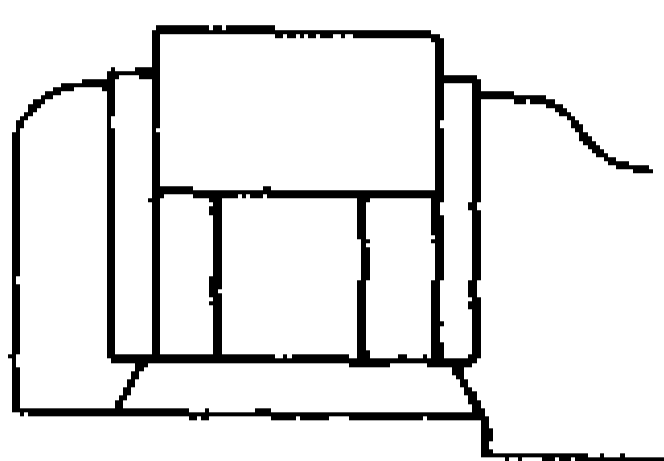
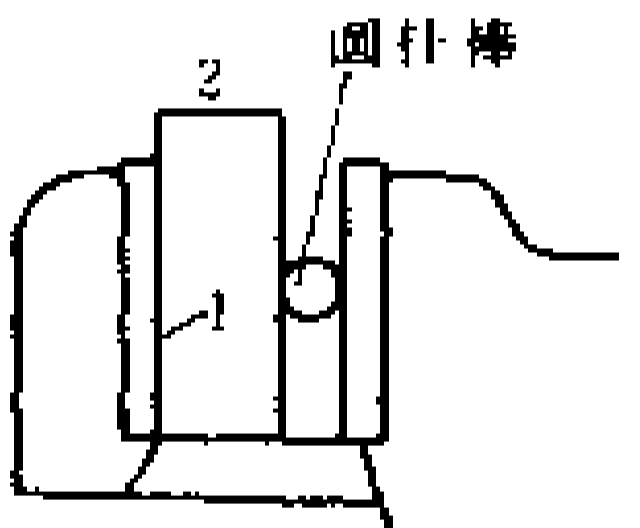
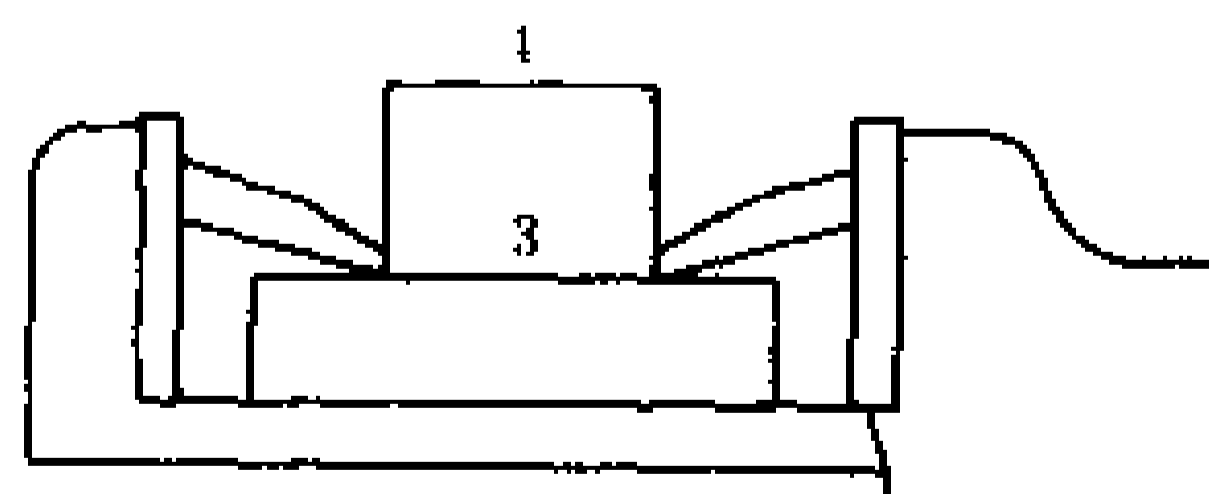
② 根据修光刃宽度来确定 f ，一般取 f 为修光刃宽度的 0.5~0.8 倍。

装夹方法与刨削工具

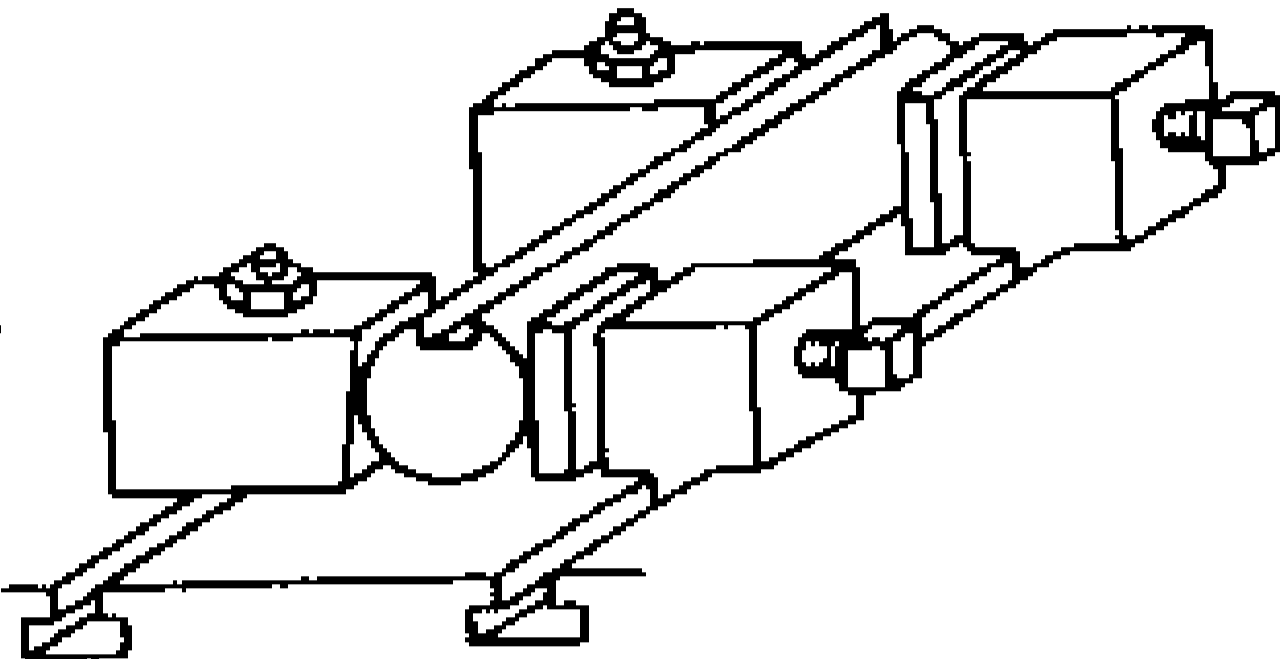
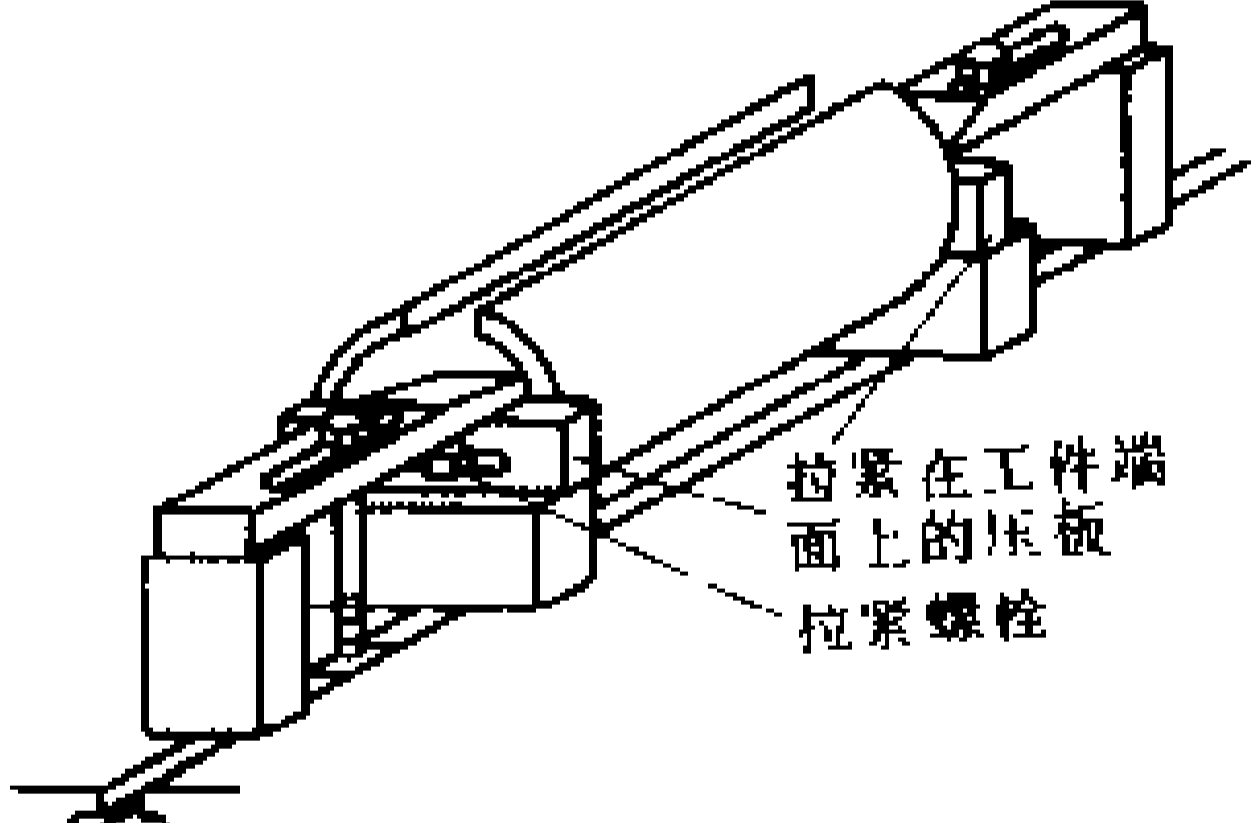
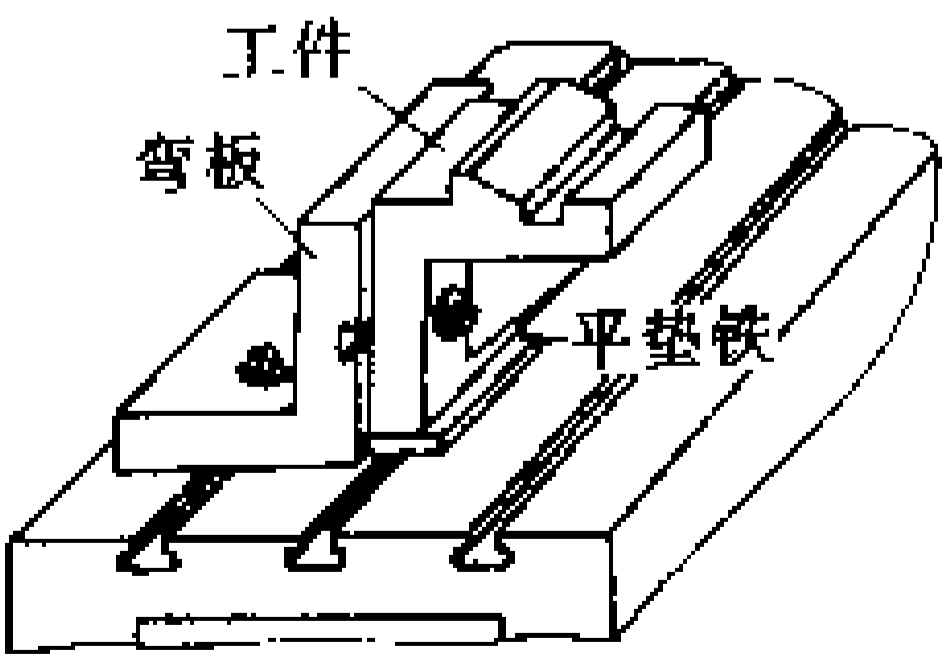
1 刨削常用装夹方法

| | | |
|------------------|------------------|--|
| 压 板 装 夹 | 平压板 和弯头压 板 |  |
| | 可调压 板 |  |
| | 孔内压 板 |  |

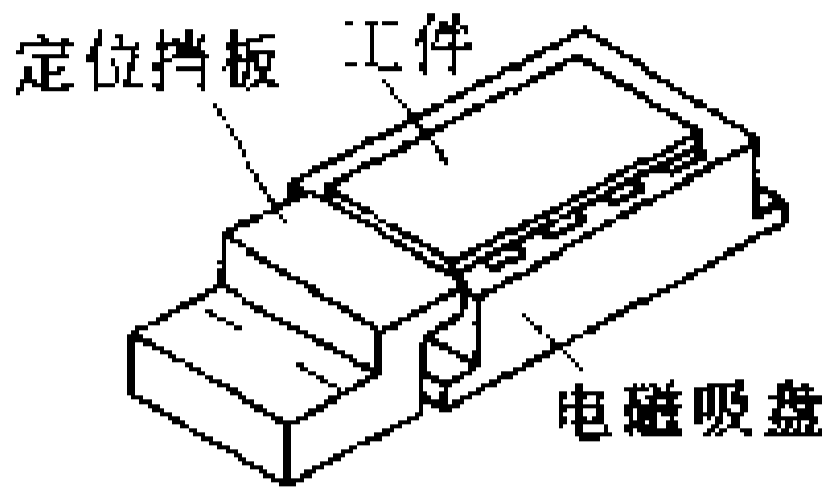
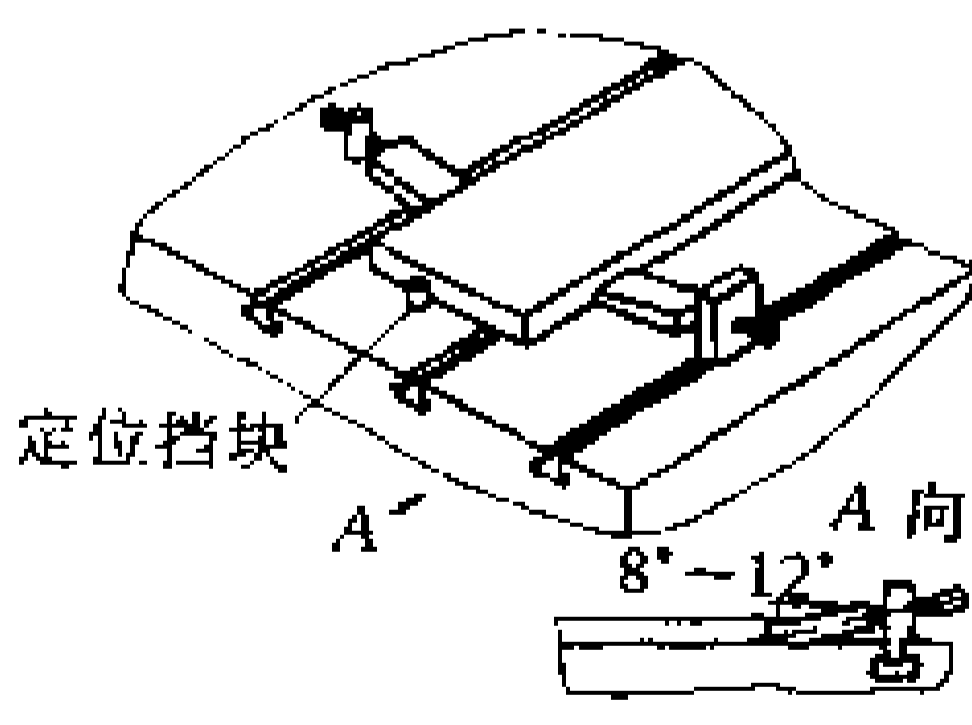
(续)

| | | |
|------------------|------------------------|---|
| | 刨一般 平面 |  |
| 虎 钳 装 夹 | 平面(1、 2)有垂直 度要求时 |  |
| | 平面(3、 4)有平行 度要求时 |  |

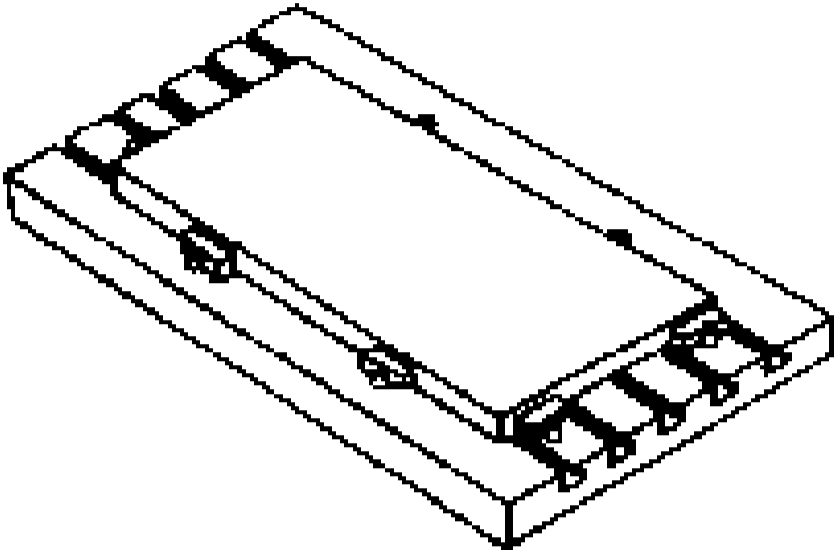
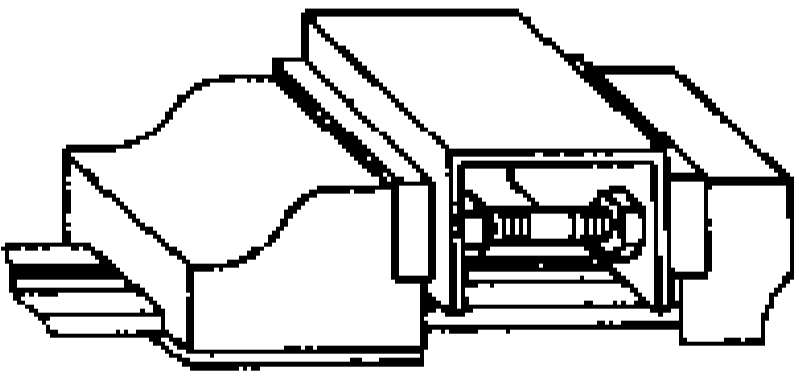
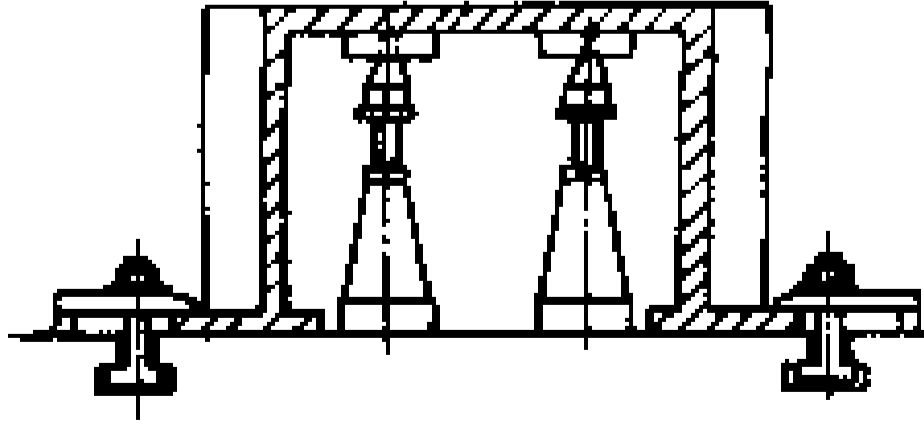
(续)

| | | |
|----------------------------------|--|--|
| <p>圆柱与圆管</p> | <p>斜口挡 板装夹</p> |  |
| <p>管 工 件 装 夹</p> | <p>用螺栓 将压板拉 紧在管件 两端,然后 放在平垫 铁上压紧</p> |  <p>拉紧在工作端面上的压板 拉紧螺栓</p> |
| <p>弯 板 装 夹</p> | |  <p>工件 弯板 平垫铁</p> |

(续)

| | | |
|------|-----------------|---|
| 薄板工件 | <p>电磁吸盘吸紧</p> |  <p>为防止工件的移动, 在对着切削力方向的一端应装有定位板。适于加工基面平整和尺寸不大的工件</p> |
| 工件装夹 | <p>斜口挡板侧挤夹紧</p> |  <p>斜口挡板在工件侧面由水平向下倾斜$8^{\circ}\sim 12^{\circ}$, 压紧螺钉伸出量为螺钉直径的$1\sim 2$倍, 适于加工狭长薄板</p> |

(续)

| | | |
|--------|-----------------------------|---|
| 薄板工件装夹 | <p>楔铁夹 紧</p> |  <p>楔铁斜度采用 1 : 100, 适于加工薄而大的工件。粗加工时, 考虑热变形的影响, 必须将纵向的楔铁适当放松些, 且工件两面应轮流翻转, 多次重新装夹加工, 使两加工面的内应力接近平衡</p> |
| 薄壁工件装夹 | <p>虎钳与 螺栓配合 装夹</p> |  |
| 薄壁工件装夹 | <p>压板与 千斤顶配 合装夹</p> |  |

(续)

| | |
|----------------|--|
| <p>弧形工件装夹</p> | |
| <p>不规则工件装夹</p> | |

2 刨削工具

| 名称 | 简图 | 说明 |
|--------------|----|---|
| <p>刨内槽工具</p> | | <p>齿轮或带轮等内孔工件的键槽，一般采用插床加工，但也可采用牛头刨床来加工。加工时只要拆除原来刀架拍板的刀杆，并加装图示的刀杆，即可刨削内孔键槽。刨削时宜将刀架拍板固定，以防刨削时由于往复运动引起刀架来回跳动，产生扎刀现象。</p> |

(续)

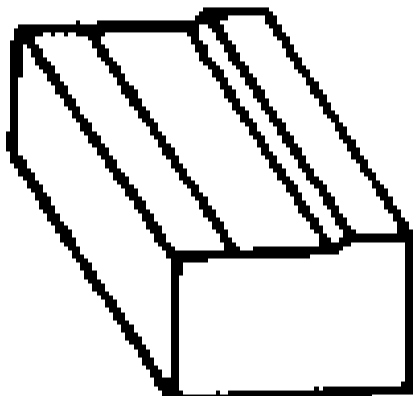
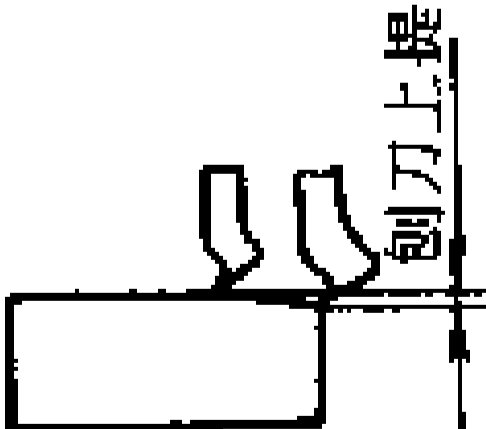
| 名称 | 简图 | 说明 |
|------|--|--|
| 四方刀架 | <p>The diagram illustrates the components and structure of a square tool holder. The upper portion is a side-view cross-section showing a workpiece (工件) being machined by a tool (刨刀) mounted on a tool holder (刀架). The tool holder is attached to a lathe bed (刀架拍板) via a tool post (刀杆). The lower portion is a top view of the square tool holder, showing four tool slots (刨刀) and a central mounting hole.</p> | <p>采用图示的四方刀架,可以同时安装几种用途的刀具,如为了提高生产率,可以同时安装两把刀具,以作为粗、精加工平面等应用</p> |

(续)

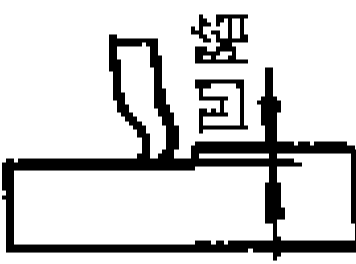
| 名称 | 简 图 | 说 明 |
|----------|---------------------|---|
| 刨削内外圆弧工具 | <p>a)</p> <p>b)</p> | <p>在牛头刨床上加工内外圆弧曲面,需把原刀架拍板改成图中所示刀架。加工时每次回程进刀,匀速地旋转手柄,使刀头依蜗轮中心轴线转动进刀,即可获得内圆弧曲面。刀尖与蜗轮轴线的距离应等于圆弧曲面的半径 R。当拆除刨刀、改用刀杆时,同理可获得外圆弧曲面。但被加工件长度受刀杆长度 L 的限制</p> |

刨削废品产生的原因和防止方法

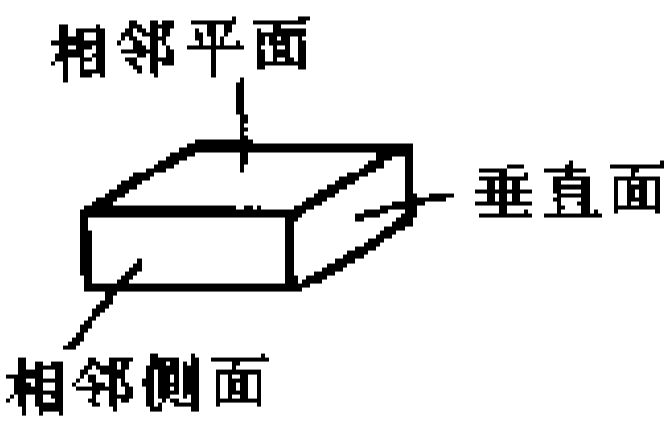
1 刨平面、平行面及简单关联面废品产生的原因和防止方法

| 刨削特点 | 废品种类示例 | 产生原因 | 防止方法 |
|------|---|---|--|
| 刨平面 | <p>平面上有小沟纹或小台阶</p>  | <ol style="list-style-type: none"> 1) 刀架丝杠与螺母的间隙过大 2) 舌块、滑枕等部分配合间隙过大 3) 调整刀架刨削吃刀量以后,忘记拧紧紧固螺钉 4) 刨削时中途停车 | <ol style="list-style-type: none"> 1) 调整刀架丝杠与螺母间隙 2) 调整舌块、滑枕等部分配合间隙 3) 刨削吃刀量调整后,一定要把紧固螺钉拧紧 4) 精刨平面时,不要中途停车 |
| | <p>工件后端不平整,开始刨削一端造成倾斜的倒棱面</p>  | <ol style="list-style-type: none"> 1) 刀架丝杠与螺母的间隙过大 2) 舌块、滑枕等部分配合间隙过大 3) 刨削吃刀量太大 4) 刀架丝杠上端锁紧螺母松动 5) 刀具伸出量过长 | <ol style="list-style-type: none"> 1) 检查刀架丝杠上端锁紧螺母是否松动,并将其拧紧 2) 调整刀架一侧的镶条,使松紧适宜 |

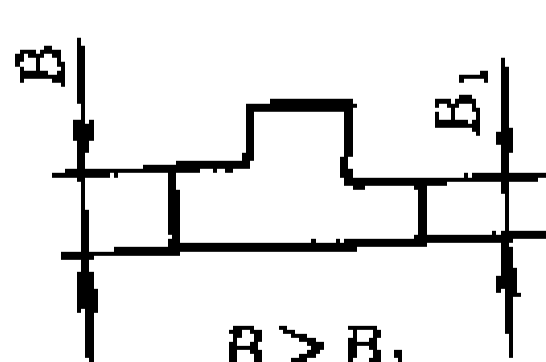
(续)

| 刨削特点 | 废品种类示例 | 产生原因 | 防止方法 |
|--------------|--|---|--|
| 刨 | 平面上某部分出现凹陷现象 | 由于牛头刨床大齿轮曲柄销的丝杠一端锁紧螺母松动 | 注意机床运转声音,如听到“嘎噠”、“嘎噠”声音,就说明锁紧螺母松动,应立即停车,揭开护盖,用扳手把它拧紧 |
| 刨平面 | 工件表面上有纵向和横向波纹  | 1) 由机床夹具工件等部分的振动而引起的。如工作台有松动现象,滑枕镶条松动,刀架安装不紧,工件装夹不当等 2) 刨刀几何角度选择不当或刀尖不锋利 | 1) 检查机床—夹具—工件产生振动的原因,并及时排除 2) 正确选择刨刀几何角度及时刃磨 |
| 刨平行面及互成直角关联面 | 除上述刨平面时产生废品的原因以外,还有两相对面不平行和两相邻面不垂直 | 1) 平口钳钳口对平口钳底面或钳身滑动面不垂直 2) 平口钳固定钳口和活动钳口在垂直面内不平行 3) 平口钳底面与工作台之间切屑 4) 钳口和垫铁上的脏物和切屑没有清除 5) 工件装夹不正确,如工件与钳口没有贴紧,或工件基准面不正确等 | 1) 检查平口钳钳口对平口钳底面或钳身滑动面的垂直度 2) 检查两钳口的平行度可用垫纸法消除 3) 安装前擦干净平口钳底面与工作台 4) 消除脏物和切屑 5) 检查工件基准面,正确装夹工件 |

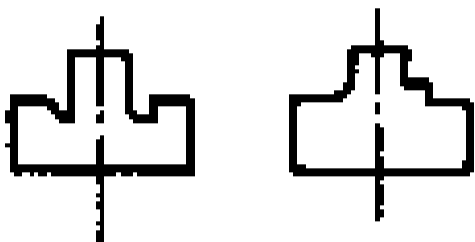
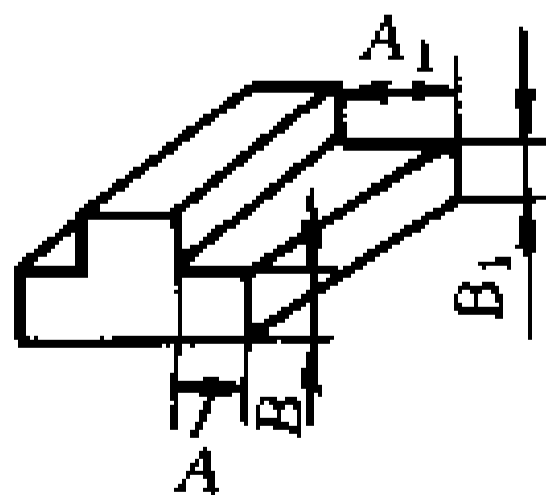
2 刨垂直面及阶台面废品产生的原因和防止方法

| 刨削特点 | 废品种类示例 | 产生原因 | 防止方法 |
|------|--|---|---|
| 刨垂直面 | <p style="text-align: center;">垂直面对相邻平面不垂直</p> <div style="text-align: center;">  </div> | <ol style="list-style-type: none"> 1) 刀架刻度没有对准零位, 以致刀架进给方向与工作台的平面不垂直 2) 刀架镶条没有调整好, 上下升降刀架时松紧不一致, 工作时容易松动而靠向一边 3) 工件装夹不正, 两端高低不平 4) 工作台横向进给丝杠与螺母间的间隙未消除 5) 工作台本身不精确, 左右在水平方向有误差 6) 刀架和刨刀伸出过长 | <ol style="list-style-type: none"> 1) 对准刀架零位刻度, 并找正刀架进给方向与工作台平面的垂直度 2) 正确调整刀架镶条, 注意镶条上下松紧要一致 3) 清除平口钳底面与工作台面之间的切屑, 并在水平方向找正工件后装夹 4) 消除丝杠与螺母间的间隙 5) 检查并排除机床工作台几何精度超差 6) 正确装夹刨刀 |

(续)

| 刨削特点 | 废品种类示例 | 产生原因 | 防止方法 |
|------------------|--|--|---|
| 刨 垂 直 面 | 垂直面对相邻侧面不垂直 | 1) 平口钳钳口与滑枕行程方向不垂直 2) 刨削力过大,使工件和夹具产生振动 | 1) 找正平口钳钳口对行程方向的垂直度 2) 刨削用量选择不要太大 |
| | 表面不光洁 | 1) 刨刀几何角度不合理,并且磨的过尖 2) 刨刀安装太斜(与垂直面交角大),使实际副偏角太大 3) 吃刀量和进给量过大 | 1) 正确选择刨刀几何角度,加大刀尖圆弧半径 2) 安装刨刀不要太斜 3) 吃刀量和进给量选择不要过大 |
| 刨 台 阶 | 左右台阶不等高或不符合图样要求  | 1) 测量不准确 2) 刨左、右台阶水平面时,换刀后没有调整好 | 1) 仔细测量,仔细操作 2) 换刀时认真调整 |

(续)

| 刨削特点 | 废品种类示例 | 产生原因 | 防止方法 |
|-------------|--|-------------------------------------|------------------------|
| 刨 台 阶 | 台阶不清根或清根过 量  | 垂直进给或 水平进给没有 走到底或走过 量 | 正确使用刻 度盘和注意加 工方法 |
| | 台阶两侧面不垂直 | 刀架没有对 准零线或刀架 刻度本身不正 确 | 加工前用角 尺找正对刀 |
| | 台阶尺寸前后端不 致  $A < A_1$ $B > B_1$ | 工件装夹不 正确或由于基 面不好,在两次 装夹中变形 | 刨削前对工 件进行找正 |

3 刨斜面废品产生的原因和防止方法

| 刨削特点 | 废品种类 | 产生原因 | 防止方法 |
|-------------|---------------|--|---|
| 刨 斜 面 | 角度大了或小于图纸要求 | 1) 划线错了 2) 刀架角度扳错了 3) 工件左右的高度不等 | 1) 仔细检查划线 2) 认真调整刀架角度 3) 找正工件左右等高 |
| | 加工的边和加工线不平行 | 1) 加工线划错 2) 工件前后的高度不等 | 1) 仔细检查加工线 2) 找正工件前后等高 |
| | 夹角不清根 | 1) 水平方向进给和倾斜方向进给的接刀不好 2) 加工方法不正确 | 1) 细心操作, 仔细观察 2) 学习和掌握加工方法 |
| | 较长的斜度工件全长内不平直 | 1) 精刨时夹紧力过大, 以致工件卸下后发生变形而弯曲 2) 工件材料本身的内应力 3) 基面平面度不好 | 1) 精刨前稍稍放松夹紧力, 以除去材料的内应力 2) 精刨前经回火或时效处理 3) 修刨基面 |

(续)

| 刨削特点 | 废品种类 | 产生原因 | 防止方法 |
|------|-------------|--|--|
| 刨斜面 | 表面不光洁 | 1) 进给量太大或吃刀量过浅 2) 刨刀伸出过长,以致在加工时产生振动 3) 刀具几何角度不正确 | 1) 进给量不要过大 2) 正确装夹刨刀 3) 正确选择刀具几何角度 |
| | 刨过了线或加工表面不平 | 1) 工作中粗枝大叶,看错了加工线 2) 工件一夹具振动 | 1) 细心操作,看准加工线 2) 夹紧工件和夹具,排除振动 |

4 切断时废品产生的原因和防止方法

| 刨削特点 | 废品种类 | 产生原因 | 防止方法 |
|------|------------|---|---|
| 切断 | 切断面与相邻面不垂直 | 1) 刀架不垂直 2) 刀架镶条上、下松紧不一致 3) 工件装夹不平,以及钳口与行程方向不垂直 4) 刀具尖角不一致 | 1) 找正刀架 2) 正确调整刀架镶条 3) 找正工件及钳口 4) 正确刃磨刀具 |
| | 切断面不光 | 1) 进给量太大 2) 行程太快 3) 副偏角及副后角过小 | 1) 进给量不要过大 2) 切入和切出的空行程加长 3) 正确选择几何角度 |

5 刨直角槽及 V 形槽废品产生的原因和防止方法

| 刨削特点 | 废品种类 | 产生原因 | 防止方法 |
|------|---------------|--|---|
| 刨直角槽 | 槽宽不符合图样要求 | 1) 刨刀主切削刃宽度不正确 2) 刨刀装夹不正确 3) 操作时粗心大意 | 1) 按槽宽尺寸磨出正确的主切削刃宽度 2) 正确装夹刨刀 3) 仔细操作 |
| | 槽壁有小台阶或上宽下窄 | 1) 刨刀刃磨的不正确 2) 主切削刃重磨后变窄 | 1) 正确刃磨刨刀, 修磨修光刃 2) 重磨主刃后注意槽宽尺寸 |
| | 槽的两侧或两端深度不一致 | 1) 工件装夹不正确 2) 刨刀主切削刃装夹不平 | 1) 找正工件后装夹 2) 正确装夹刨刀 |
| V 形槽 | 槽壁不垂直 | 1) 工件装夹不正确 2) 刀架刻度没有对准零位 | 1) 找正工件后装夹 2) 对准零位并找正刀架 |
| | 槽的方向不符合图样要求 | 工件装夹不正确 | 找正工件后装夹 |
| | V 形槽角度不符合图样要求 | 1) 刀架角度扳错 2) 刀架刻度不准确 | 1) 认真操作, 仔细调整刀架角度 2) 加工前用角尺和划线找正 |
| | 加工面不光洁 | 1) 进给量太大 2) 刨刀切削刃已磨钝 | 1) 进给量不要过大 2) 重磨刨刀, 保持锋利 |

第十章 磨工工作

一 普通磨料磨具

1 磨料品种、代号及其应用范围 (GB/T 2476-1994)

| 种类 | 名称 | 代号 | 特性 | 应用范围 |
|-----|-----|--------|----------------------------------|------------------------------------|
| 刚玉类 | 棕刚玉 | A(GZ) | 呈棕褐色, 硬度较高, 韧性较大, 价格相对较低 | 适于磨削抗拉强度较高的金属材料, 如碳钢、合金钢、可锻铸铁、硬青铜等 |
| | 白刚玉 | WA(GB) | 呈白色, 硬度比棕刚玉高, 韧性较棕刚玉低, 易破碎, 棱角锋利 | 适于磨削淬火钢、合金钢、高碳钢、高速钢以及加工螺纹及薄壁件等 |

(续)

| 种类 | 名称 | 代号 | 特性 | 应用范围 |
|-------------|------|--------|---|--|
| 刚 玉 类 | 单晶刚玉 | SA(GD) | 呈淡黄或白色,单颗粒球状晶体,强度与韧性均比棕、白刚玉高,具有良好的多棱多角的切削刃,切削能力较强 | 适于磨削不锈钢、高钒钢、高速钢等高硬、高韧性材料及易变形、烧伤的工作,也适用于高速磨削和低粗糙度磨削 |
| | 微晶刚玉 | MA(GW) | 呈棕黑色、磨粒由许多微小晶体组成,韧性好,强度高,工作时呈微刃破碎,自锐性能好 | 适于磨削不锈钢、轴承钢、特种球墨铸铁等较难磨材料,也适于成形磨、切入磨、高速磨及镜面磨等精加工 |
| | 铬刚玉 | PA(GG) | 呈玫瑰红或紫红色,韧性高于白刚玉,效率高,加工后表面粗糙度较低 | 适于刀具、量具、仪表、螺纹等低粗糙度表面的磨削 |

(续)

| 种类 | 名称 | 代号 | 特性 | 应用范围 |
|------|------|--------|---|--|
| 刚玉类 | 锆刚玉 | ZA(GA) | 呈灰褐色,具有较高的韧性和耐磨性,是 Al_2O_3 和 ZrO_2 的复合氧化物 | 适用于对耐热合金钢、钛合金及奥氏体不锈钢等难磨材料的磨削和重负荷磨削 |
| | 黑刚玉 | BA(GH) | 呈黑色,又名人造金刚砂,硬度低,但韧性好,自锐性、亲水性能好、价格较低 | 多用于研磨与抛光,并可用来制做树脂砂轮及砂布、砂纸等 |
| 碳化物类 | 黑碳化硅 | C(TH) | 呈黑色,有光泽,硬度高,但性脆,导热性能好,棱角锋利,自锐性优于刚玉 | 适于磨削铸铁、黄铜、铅、锌等抗张强度较低金属材料,也适于加工各类非金属材料,如橡胶、塑料、矿石、耐火材料及热敏性材料的干磨等,也可用于珠宝、玉器的自由磨粒研磨等 |

(续)

| 种类 | 名称 | 代号 | 特性 | 应用范围 |
|------|-------|--------|------------------------------------|---|
| 碳化物类 | 绿碳化硅 | GC(TL) | 呈绿色,硬度和脆性均较黑色碳化硅为高,导热性好,棱角锋利,自锐性能好 | 主要用于硬质合金刀具和工作、螺纹和其他工具的精磨,适于加工宝石、玉石、钟表宝石轴承及贵重金属、半导体的切割、磨削和自由磨粒的研磨等 |
| | 立方碳化硅 | SC(TF) | 呈黄绿色,晶体呈立方形,强度高,脆性高于黑碳化硅,棱角锋利 | 适于磨削韧而粘的材料,如不锈钢、轴承钢等,尤适于微型轴承沟槽的超精加工等 |
| | 碳化硼 | BC(TP) | 呈灰黑色,在普通磨料中硬度最高,磨粒棱角锐利,耐磨性能好 | 适于硬质合金、宝石及玉石等材料的研磨与抛光 |

注:括号内代号为旧代号,下同。

2 磨料粒度号及其选择(GB 2477-1983)

(1) 粒度号及其基本尺寸 (μm)

| 粒度号 | 基本尺寸 | 粒度号 | 基本尺寸 | 粒度号 | 基本尺寸 |
|-----------------|-----------|-----------------|-----------|------------------|---------|
| 4 [#] | 5600~4750 | 20 [#] | 1180~1000 | 70 [#] | 250~212 |
| 5 [#] | 4750~4000 | 22 [#] | 1000~850 | 80 [#] | 212~180 |
| 6 [#] | 4000~3350 | 24 [#] | 850~710 | 90 [#] | 180~150 |
| 7 [#] | 3350~2800 | 30 [#] | 710~600 | 100 [#] | 150~125 |
| 8 [#] | 2800~2360 | 36 [#] | 600~500 | 120 [#] | 125~106 |
| 10 [#] | 2360~2000 | 40 [#] | 500~425 | 150 [#] | 106~75 |
| 12 [#] | 2000~1700 | 46 [#] | 425~355 | 180 [#] | 90~63 |
| 14 [#] | 1700~1400 | 54 [#] | 355~300 | 220 [#] | 75~53 |
| 16 [#] | 1400~1180 | 60 [#] | 300~250 | 240 [#] | 75~53 |

(2) 微粉粒度号及其基本尺寸

(μm)

| 粒度号 | 基本尺寸 | 粒度号 | 基本尺寸 |
|-----|-------|------|---------|
| W63 | 63~50 | W7 | 7~5 |
| W50 | 50~40 | W5 | 5~3.5 |
| W40 | 40~28 | W3.5 | 3.5~2.5 |
| W28 | 28~20 | W2.5 | 2.5~1.5 |
| W20 | 20~14 | W1.5 | 1.5~1.0 |
| W14 | 14~10 | W1.0 | 1.0~0.5 |
| W10 | 10~7 | W0.5 | 0.5及更细 |

(3) 不同粒度磨具的使用范围

| 磨具粒度 | 一般使用范围 |
|-----------------------------------|-------------------|
| 14 [#] ~24 [#] | 磨钢锭, 铸件打毛刺, 切断钢坯等 |
| 36 [#] ~46 [#] | 一般平磨、外圆磨和无心磨 |
| 60 [#] ~100 [#] | 精磨和刀具刃磨 |
| 120 [#] ~W20 | 精磨、珩磨、螺纹磨 |
| W20以下 | 精细研磨、镜面磨削 |

3 磨具硬度等级及其代号(GB/T2484-1994)

| 硬度等级名称 | | 代 号 | |
|--------|--------|-------------|-----------|
| 大 级 | 小 级 | GB/T2484-91 | GB2484-84 |
| 超 软 | 超 软 | D、E、F | CR |
| 软 | 软 1~3 | G、H、J | R1~3 |
| 中 软 | 中软 1~2 | K、L | ZR1~2 |
| 中 | 中 1~2 | M、N | Z1~2 |
| 中 硬 | 中硬 1~3 | P、Q、R | ZY1~3 |
| 硬 | 硬 1~2 | S、T | Y1~2 |
| 超 硬 | 超 硬 | Y | CY |

4 结合剂代号、性能及其适用范围(GB/T2484—1994)

| 类别 | 名称及代号 | 原料 | 性能 | 适用范围 |
|-------|--------------------------------|------------------|---|--|
| 无机结合剂 | 陶瓷结合剂 V(A) | 粘土、长石、硼玻璃、石英及滑石等 | 化学性能稳定,耐热,抗酸、碱,气孔率大,磨耗小,强度较高,能较好保持磨具的几何形状,但脆性较大 | 适用于内、外圆、无心、平面、螺旋纹及成形磨削以及刃磨、珩磨及超精磨等;适于对碳钢、合金钢、不锈钢、铸铁、有色金属以及玻璃、陶瓷等材料进行加工 |
| | 菱苦土结合剂 Mg(L) | 氧化镁及氯化镁等 | 工作时发热量小,其结合能力次于陶瓷结合剂,有良好的自锐性,强度较低,且易水解 | 适于磨削热传导性差的材料及磨具与工件接触面较大的工件,还广泛用于石材加工和磨米 |
| 有机结合剂 | 树脂结合剂 B(S) 增强树脂结合剂 BF | 酚醛树脂或环氧树脂等 | 结合强度高,具有一定的弹性,能在高速下进行工作,自锐性能好,但其耐热性、坚固性较陶瓷结合剂差,且不耐酸、碱 | 适用于荒磨、切断和自由磨削,如磨钢锭,打磨铸、锻件毛刺等;用来制造高速、低粗糙度、重负荷、薄片切断砂轮,以及各种特殊要求的砂轮 |

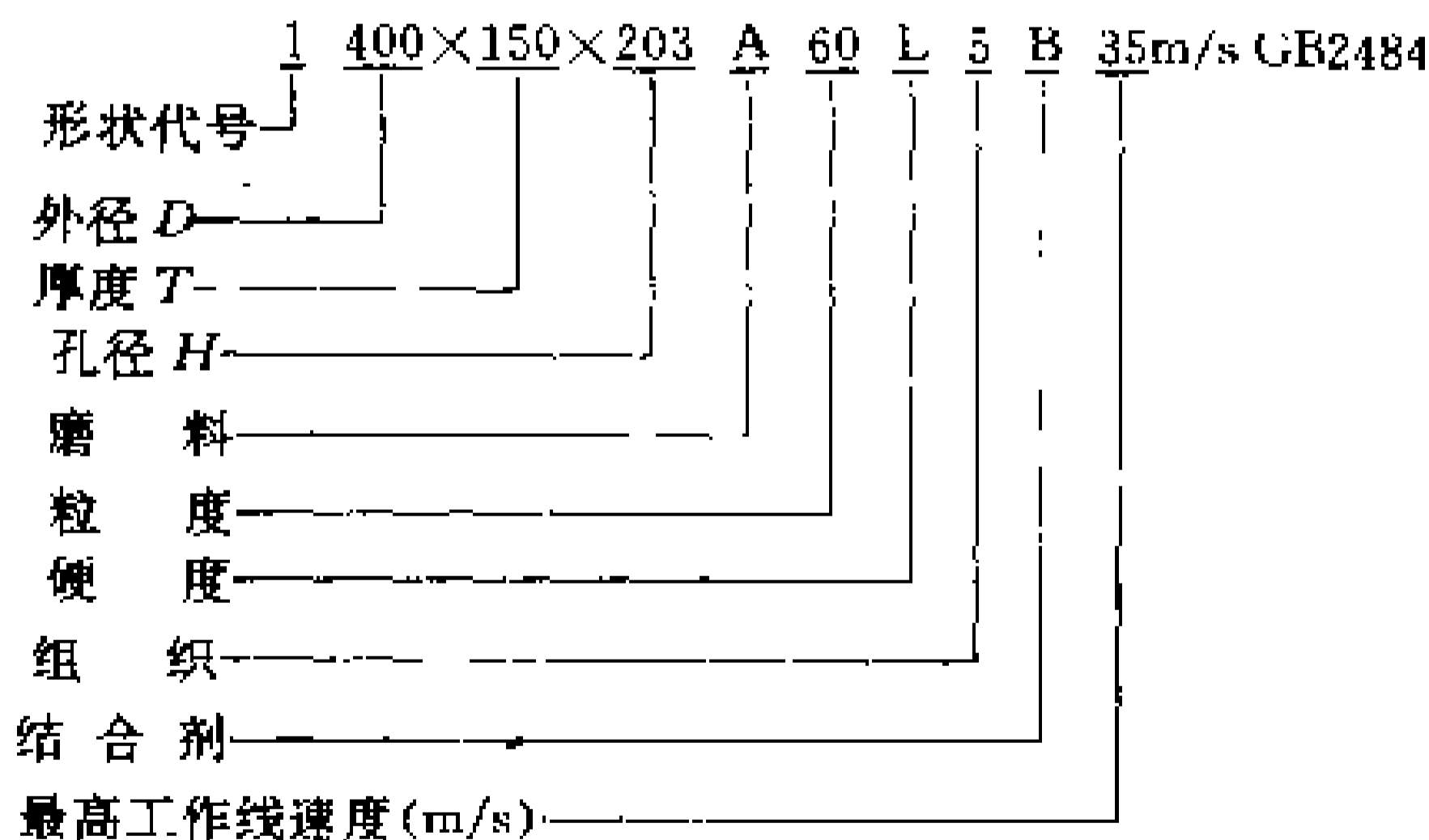
(续)

| 类别 | 名称及代号 | 原料 | 性能 | 适用范围 |
|-------|------------------------------------|---------|--|--|
| 有机结合剂 | 橡胶结合剂 R(X) 增强橡胶 结合剂 RF | 合成及天然橡胶 | 强度高, 弹性好, 磨具结构紧密, 气孔率较小, 磨粒钝化后易脱落, 但耐酸、耐油及耐热性能较差, 磨削时有臭味 | 适于制造无心磨导轮, 精磨、抛光砂轮, 超薄型切割用片状砂轮以及轴承精加工用砂轮 |

注: 括号内代号为旧代号, 见 GB2484--1981。

5 普通磨具的标志方法(GB/T2484—1994)

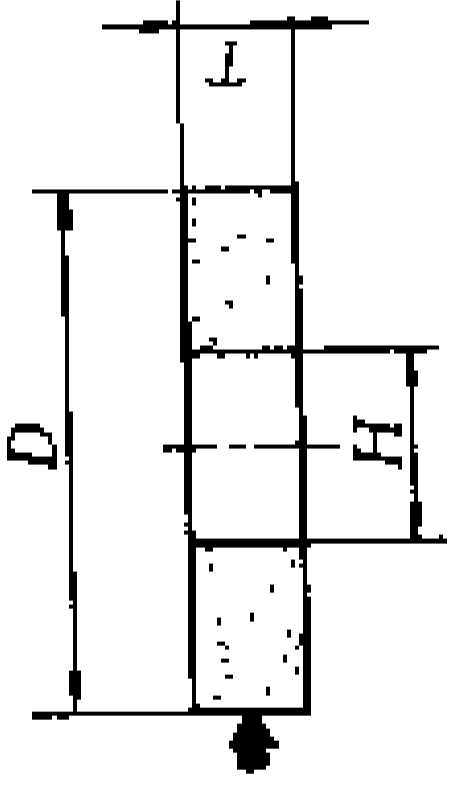
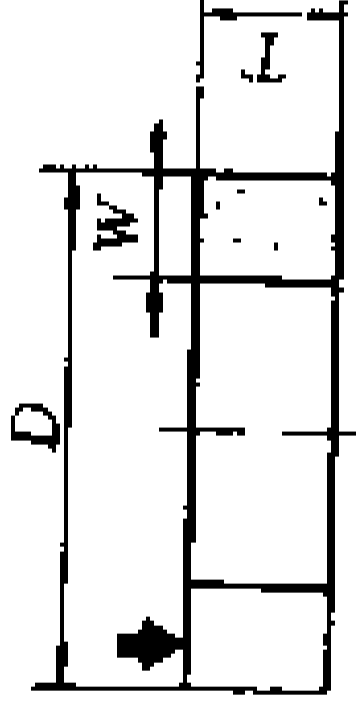
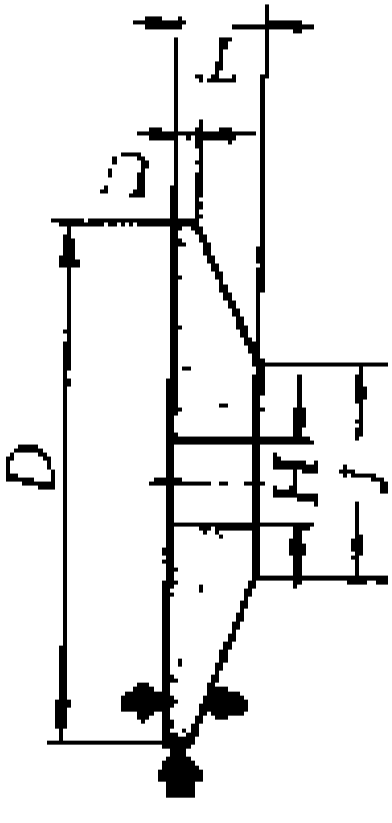
砂轮的标志方法示例:



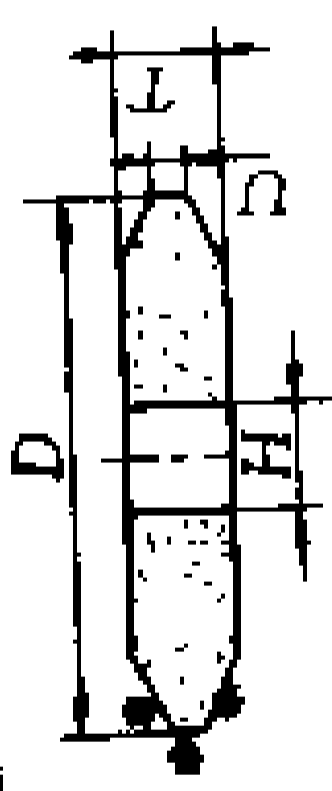
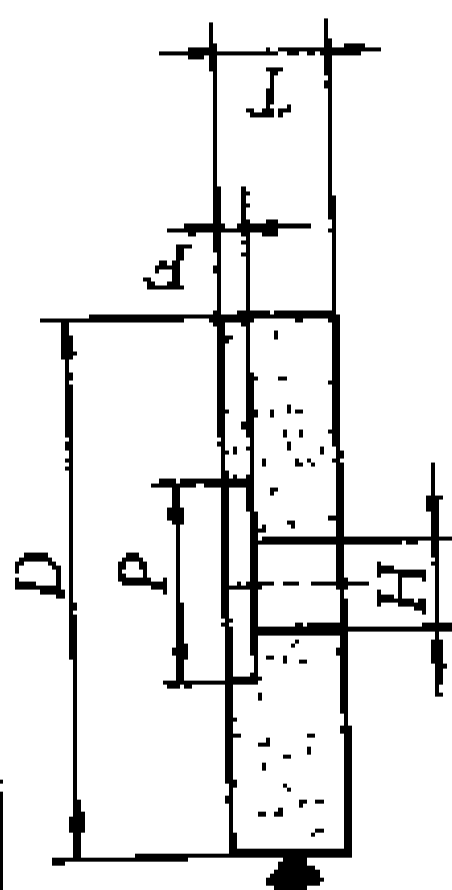
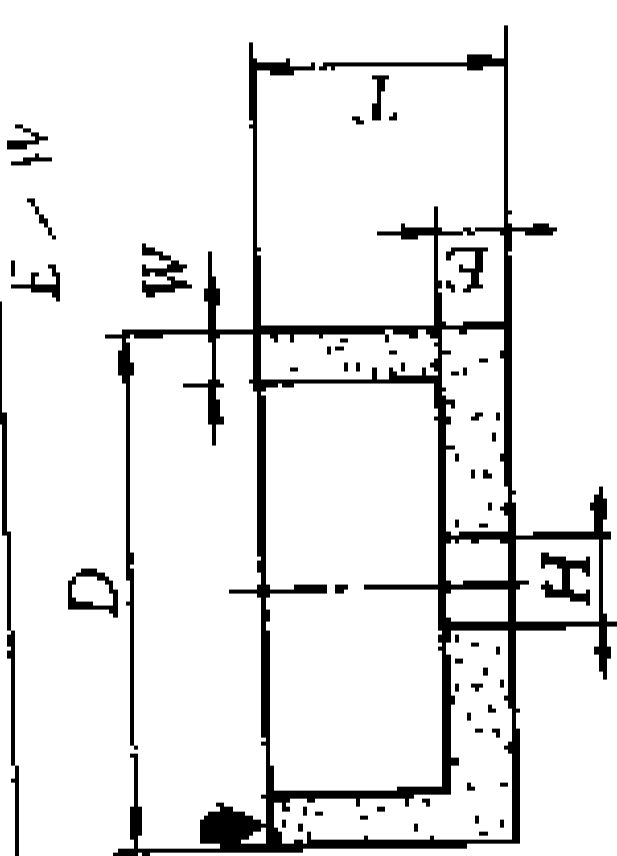
6 磨具产品分类与代号(GB/T2484--1994)

(1) 砂轮

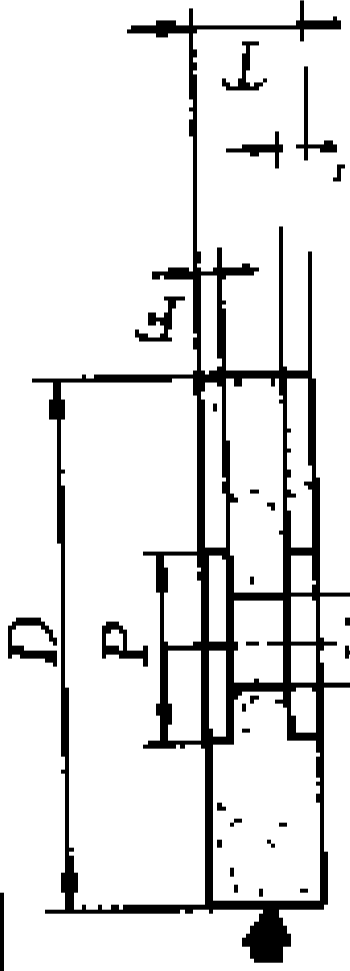
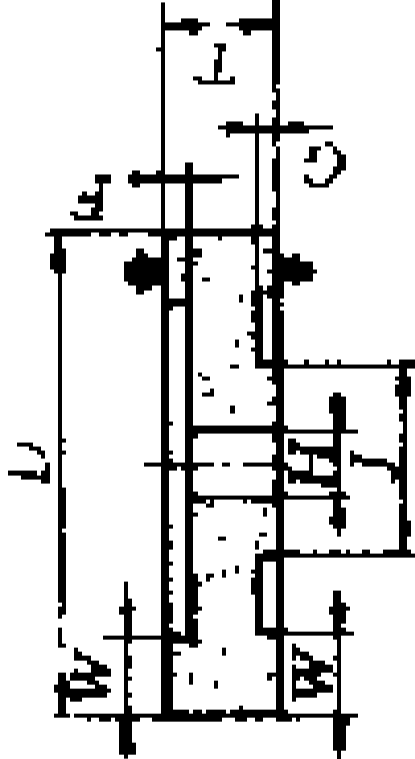
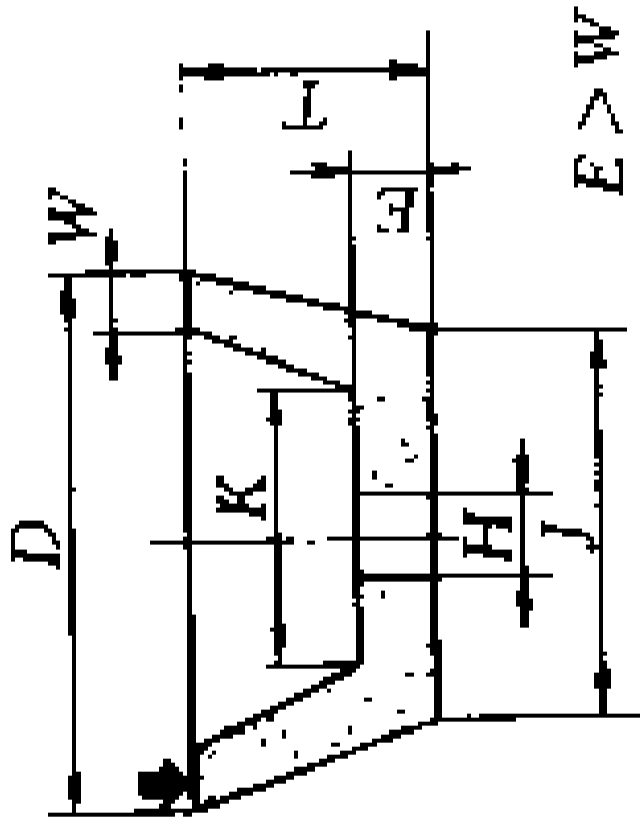
通用砂轮形状代号和尺寸标记, 见下表。尺寸标记中分隔号“—”后面的次要尺寸可以不标注。

| 名称 | 代号 | 断面图 | 形状尺寸标记 |
|-------|----|--|--------------------------------|
| 平行砂轮 | 1 |  | 1- $D \times T \times H$ |
| 筒形砂轮 | 2 | <p>($W < 0.17D$)</p>  | 2- $D \times T \times W$ |
| 单斜边砂轮 | 3 |  | 3 $D/J \times T/U \times H$ |

(续)

| 名称 | 代号 | 断面图 | 形状尺寸标记 |
|-------|----|---|--|
| 双斜边砂轮 | 4 |  | 4- $D \times T/U \times H$ |
| 单面凹砂轮 | 5 |  | 5- $D \times T \times H \cdot P, F$ |
| 杯形砂轮 | 6 |  | 6- $D \times T \times H \cdot W, E$ |

(续)

| 名称 | 代号 | 断面图 | 形状尺寸标记 |
|-------------|----|---|---|
| 双面凹一号 砂轮 | 7 |  | 7- $D \times T \times H-P, F, G$ |
| 双面凹二号 砂轮 | 8 |  | 8- $D \times T \times H-W, J, F, G$ |
| 碗形砂轮 | 11 |  | 11- $D, J \times T \times H-W, E, K$ |

(续)

| 名称 | 代号 | 断面图 | 形状尺寸标记 |
|------------|-----|--|---------------------------|
| 碟形一号 砂轮 | 12a | <p>Technical drawing of a disc-shaped grinding wheel (碟形一号) showing dimensions W, D, K, H, and E. The drawing is a cross-section of a wheel with a central hole. Dimension W is the width of the wheel, D is the outer diameter, K is the diameter of the central hole, H is the height of the wheel, and E is the thickness of the wheel at the center.</p> | 12a- D/J×T/U×H-W, E, K |
| 碟形二号 砂轮 | 12b | <p>Technical drawing of a disc-shaped grinding wheel (碟形二号) showing dimensions D, K, H, and E. The drawing is a cross-section of a wheel with a central hole. Dimension D is the outer diameter, K is the diameter of the central hole, H is the height of the wheel, and E is the thickness of the wheel at the center.</p> | 12b- D/J×T/U×H-E, K |

(续)

| 名称 | 代号 | 断面图 | 形状尺寸标记 |
|-------------|----|-----|--------------------------|
| 单面凹带 锥砂轮 | 23 | | 23- D×T/N×H-P, F |
| 双面凹带 锥砂轮 | 26 | | 26- D×T/N/O×H-P, F, G |
| 钵形砂轮 | 27 | | 27- D×U×H |

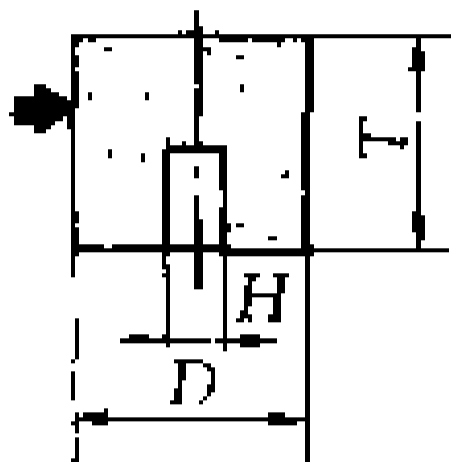
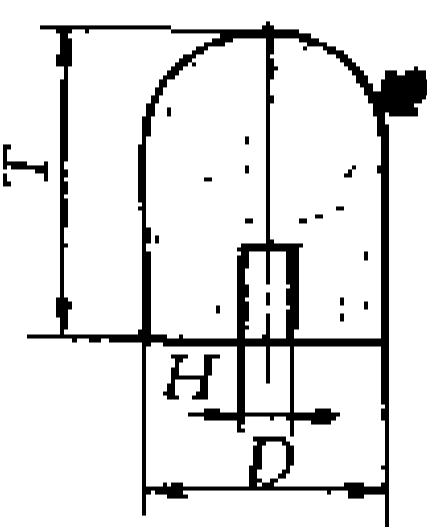
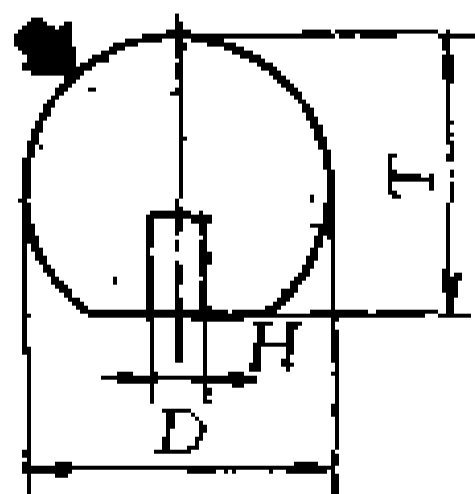
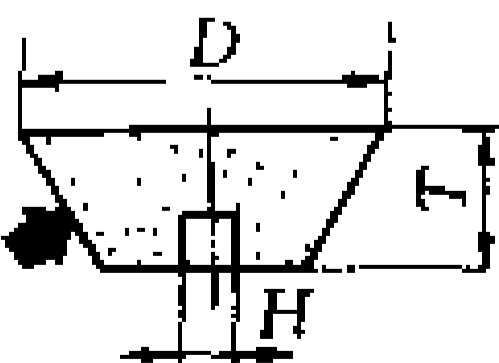
(续)

| 名称 | 代号 | 断面图 | 形状尺寸标记 |
|--------------|----|-----|---------------------------------------|
| 螺栓紧固 平形砂轮 | 36 | | 36- $D \times T \times H$ |
| 单面凸砂轮 | 38 | | 38- $D \times J \times T \times H$ |
| 薄片砂轮 | 41 | | 41- $D \times T \times H$ |

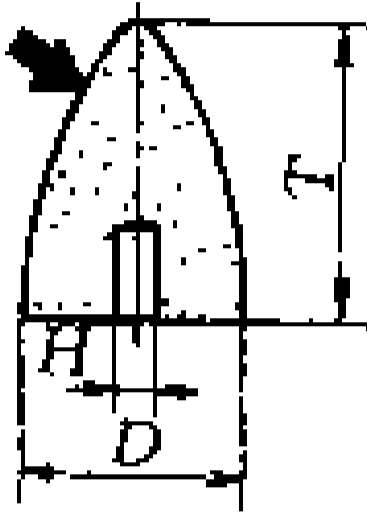
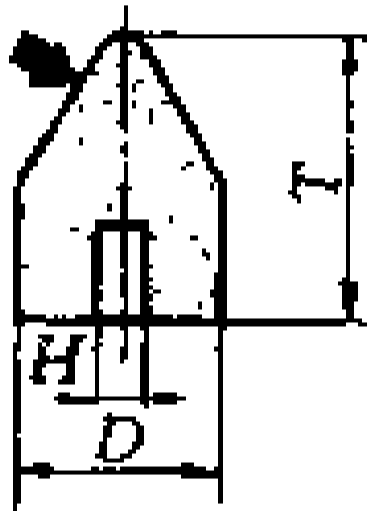
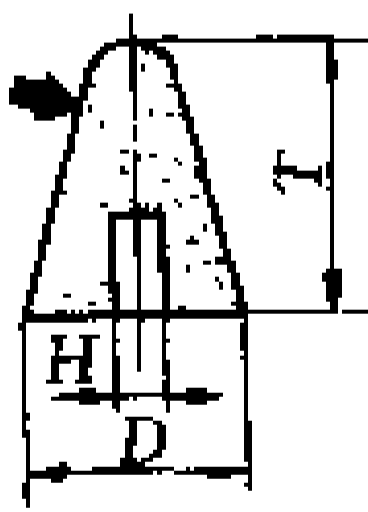
注：表图中有“←”者为主要使用面。

(2) 磨头(GB/T2484-94)

53型磨头形状代号和主要尺寸标记见下表。

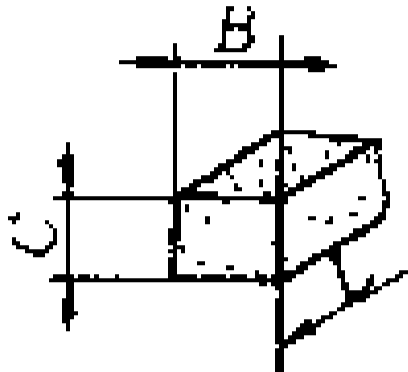
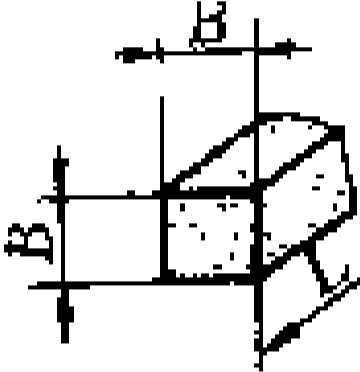
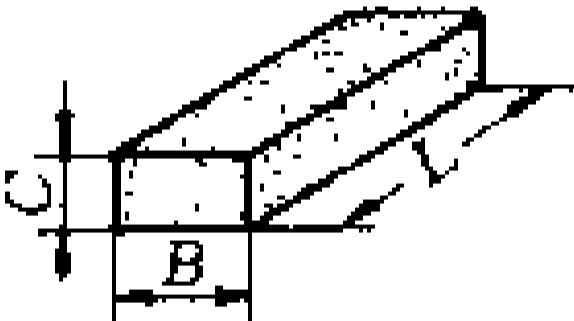
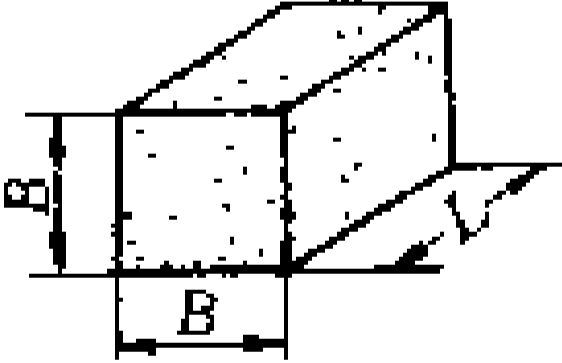
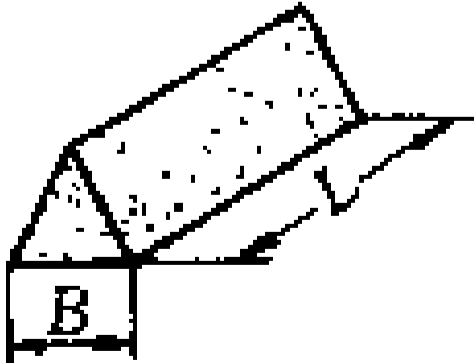
| 名称 | 代号 | 断面图 | 形状尺寸标记 |
|-------|------|--|--------------------------------|
| 圆柱磨头 | 5301 |  | 5301- $D \times T \times H$ |
| 半球形磨头 | 5302 |  | 5302- $D \times T \times H$ |
| 球形磨头 | 5303 |  | 5303- $D \times T \times H$ |
| 截锥磨头 | 5304 |  | 5304- $D \times T \times H$ |

(续)

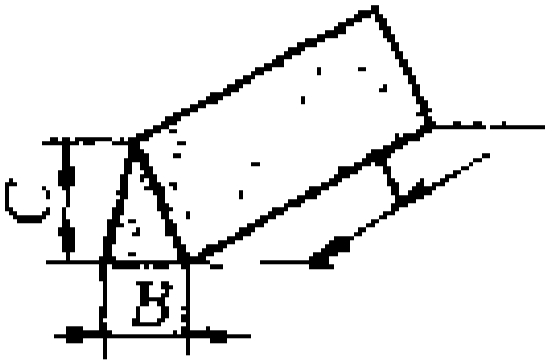
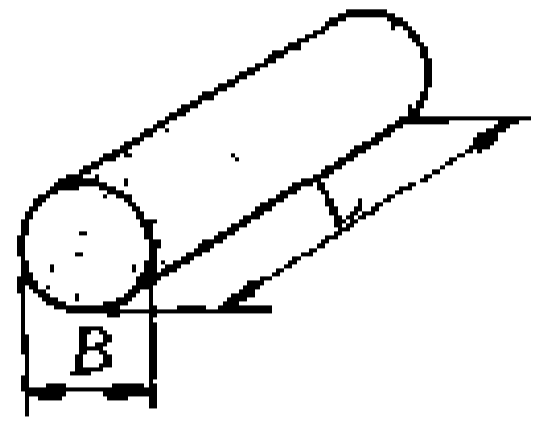
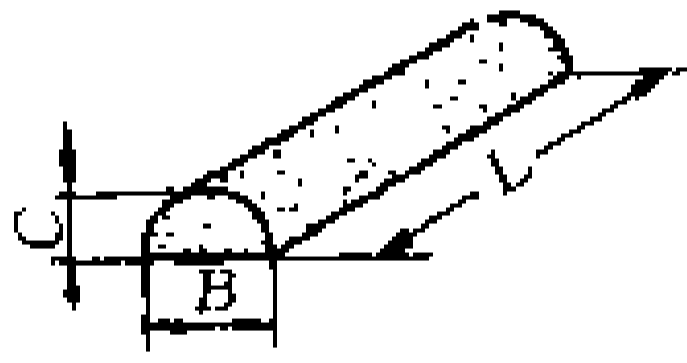
| 名称 | 代号 | 断面图 | 形状尺寸标记 |
|------------|------|--|--------------------------------|
| 椭圆 锥磨头 | 5305 |  | 5305- $D \times T \times H$ |
| 60°锥 磨头 | 5306 |  | 5306- $D \times T \times H$ |
| 圆头 锥磨头 | 5307 |  | 5307 $D \times T \times H$ |

(3) 油石(GB/T2484—94)

油石(90型)、珩磨油石(54型)形状代号和尺寸标记。见下表。

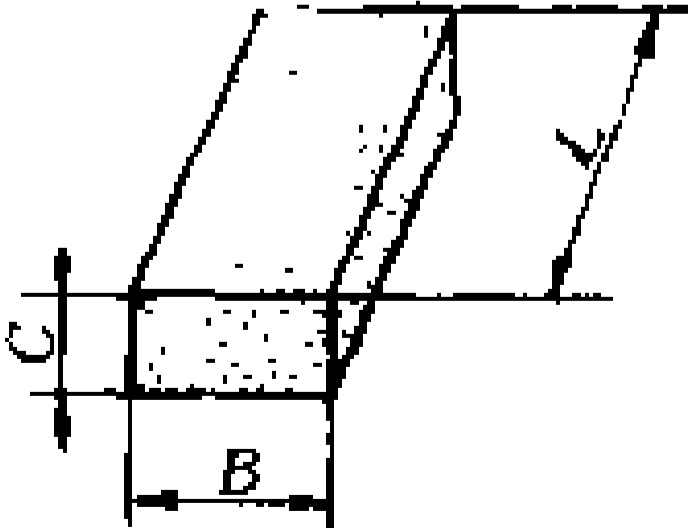
| 名称 | 代号 | 形状图 | 形状尺寸标记 |
|--------|------|--|--------------------------------|
| 长方珩磨油石 | 5410 |  | 5410 $B \times C \times L$ |
| 正方珩磨油石 | 5411 |  | 5411- $B \times L$ |
| 长方油石 | 9010 |  | 9010- $B \times C \times L$ |
| 正方油石 | 9011 |  | 9011- $B \times L$ |
| 三角油石 | 9020 |  | 9020- $B \times L$ |

(续)

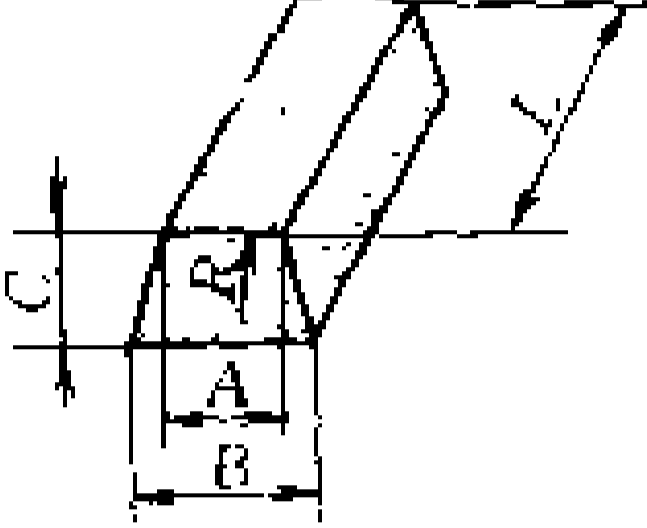
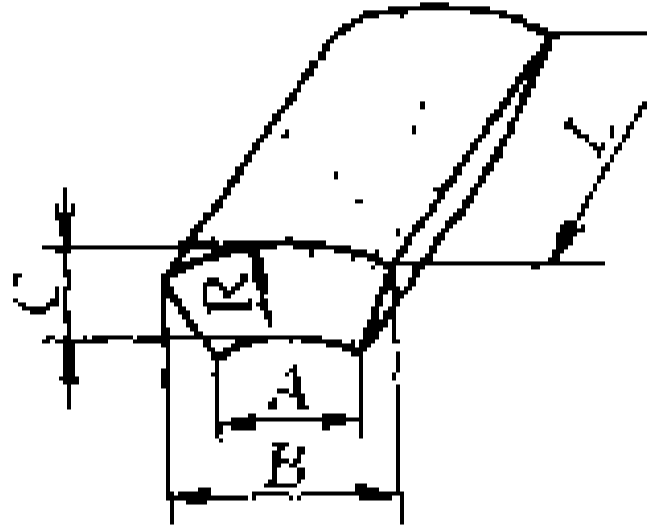
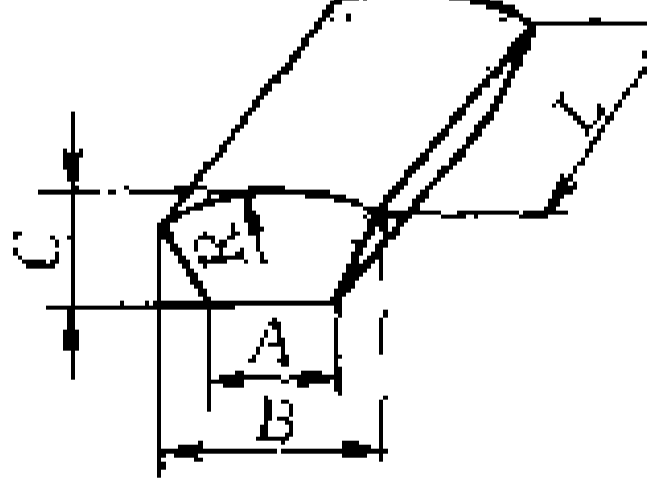
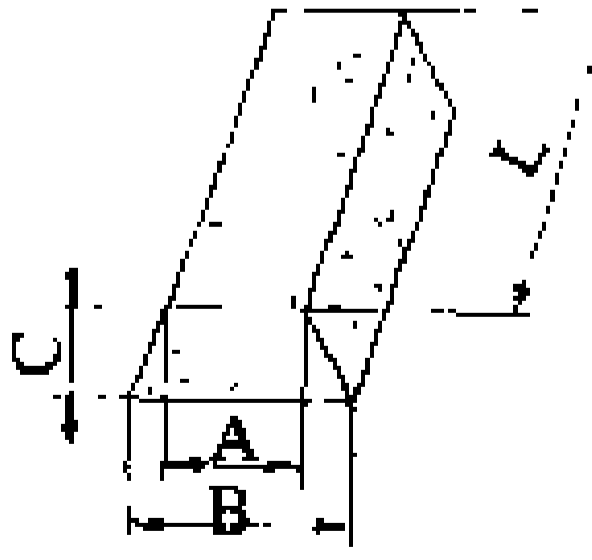
| 名称 | 代号 | 断面图 | 形状尺寸标记 |
|------|------|--|--------------------------------|
| 刀形油石 | 9021 |  | 9021- $B \times C \times L$ |
| 圆形油石 | 9030 |  | 9030- $B \times L$ |
| 半圆油石 | 9040 |  | 9040- $B \times C \times L$ |

(4) 砂瓦(GB/T2484--94)

31型砂瓦形状代号和尺寸标记见下表。

| 砂瓦名称 | 代号 | 断面形状 | 用途 |
|------|------|--|--------------------------------|
| 平形砂瓦 | 3101 |  | 3101- $B \times C \times L$ |

(续)

| 砂瓦名称 | 代号 | 断面形状 | 用途 |
|-------|------|--|----------------------------------|
| 平凸形砂瓦 | 3102 |  | 3102 $B/A \times C \times L$ |
| 凸平形砂瓦 | 3103 |  | 3103 $B/A \times C \times L$ |
| 扇形砂瓦 | 3104 |  | 3104- $B/A \times C \times L$ |
| 梯形砂瓦 | 3109 |  | 3109- $B/A \times C \times L$ |

7 普通磨具的最高工作线速度 (m/s)

| 磨具名称 | 代号 | 最高工作线速度 | | |
|--------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| | | 陶瓷 结合剂 | 树脂 结合剂 | 橡胶 结合剂 |
| 平形砂轮 | 1 | 35 | 10 | 35 |
| 双斜边砂轮 | 4 | 35 | 10 | - |
| 单斜边砂轮 | 3 | 35 | 10 | - |
| 单面凸砂轮 | 38 | 35 | - | - |
| 单面凹砂轮 | 5 | 35 | 40 | 35 |
| 单面凹带锥砂轮 | 23 | 35 | 40 | - |
| 双面凹--号砂轮 | 7 | 35 | 40 | 35 |
| 双面凹带锥砂轮 | 26 | 35 | 40 | - |
| 筒形砂轮, 筒形带槽砂轮 | 2 | 25 | 30 | - |
| 杯形砂轮 | 6 | 30 | 35 | - |
| 碗形砂轮 | 11 | 30 | 35 | -- |
| 碟形--号砂轮 | 12 _a | 30 | 35 | - |
| 薄片砂轮 | 41 | 35 | 50 | 50 |
| 磨头 | 52 | 25 | 25 | -- |
| 砂瓦 | 31 | 30 | 30 | - |

二 超硬磨料磨具

I 超硬磨料的品种、代号及应用范围 (GB/T 6405--1994, GB 6966 1986)

| 品种 | 代号 | 适用范围 | | | 用途 |
|-------|-----------|------------------|---------------------|-----|-----------------------------|
| | | 粒度 | | 宽范围 | |
| | | 窄范围 | 宽范围 | | |
| 人造金刚石 | RVD | 60/70~325/400 | 50/80~270/400 | | 树脂、陶瓷结合剂磨具或用于研磨等 |
| | MBD | 50/60~325/400 | 60/80~270/400 | | 金属结合剂磨具、电镀制品、钻探工具或研磨等 |
| | SCD | 60/70~325/400 | 60/80~325/400 | | 加工钢和钢与硬质合金组合件等 |
| | SMD | 16/18~60/70 | 16/20~60/80 | | 锯切、钻探及修整工具等 |
| | DMD | 16/18~40/45 | 16/20~40/50 | | 修整工具及其他单粒工具等 |
| | MP-SD 微粉 | 主系列 0/1~36/54 | 补充系列 0/0.5~20/30 | | 使脆金属和非金属(光学玻璃、陶瓷、宝石)的精磨、研磨等 |
| 立方氮化硼 | CBN | 20/25~325/400 | 20/30~270/400 | | 树脂、陶瓷、金属结合剂磨具等 |
| | MP-CBN 微粉 | 主系列 0/1~36/54 | 补充系列 0/0.5~20/30 | | 硬脆金属材料研磨与抛光 |

2 超硬磨料的粒度号及尺寸范围

(1) 超硬磨料的粒度号及尺寸范围(CB/T6406.1—96) (μm)

| 范 围 | 粒 度 号 | 通过网孔基本尺寸 | 不通过网孔基本尺寸 |
|-----|---------|----------|-----------|
| 窄范围 | 16/18 | 1 180 | 1 000 |
| | 18/20 | 1 000 | 850 |
| | 20/25 | 850 | 710 |
| | 25/30 | 710 | 600 |
| | 30/35 | 600 | 500 |
| | 35/40 | 500 | 425 |
| | 40/45 | 425 | 355 |
| | 45/50 | 355 | 300 |
| | 50/60 | 300 | 250 |
| | 60/70 | 250 | 212 |
| | 70/80 | 212 | 180 |
| | 80/100 | 180 | 150 |
| | 100/120 | 150 | 125 |
| | 120/140 | 125 | 105 |
| | 140/170 | 106 | 90 |
| | 170/200 | 90 | 75 |
| | 200/230 | 75 | 63 |
| | 230/270 | 63 | 53 |
| | 270/325 | 53 | 45 |
| | 325/400 | 45 | 38 |

(续)

| 范 围 | 粒度号 | 通过网孔基本尺寸 | 不通过网孔基本尺寸 |
|-----|-------|----------|-----------|
| 宽范围 | 16/20 | 1 180 | 850 |
| | 20/30 | 850 | 600 |
| | 30/40 | 600 | 425 |
| | 40/50 | 425 | 300 |
| | 60/80 | 250 | 180 |

(2) 超硬磨料的微粉粒度及基本尺寸 (μm)

| 粒度 标记 | 基本尺寸范围 | | 粒度 标记 | 基本尺寸范围 | |
|----------|---------------|----------------------|----------|---------------|----------------------|
| | 相似圆 直径 D | 颗粒宽度 $B = D/1.29$ | | 相似圆 直径 D | 颗粒宽度 $B = D/1.29$ |
| 0~0.5 | 0~0.5 | 0~0.4 | 4~8 | 4~8 | 3.1~6.2 |
| 0~1 | 0~1 | 0~0.8 | 5~10 | 5~10 | 3.9~7.8 |
| 0.5~1 | 0.5~1 | 0.4~0.8 | 6~12 | 6~12 | 4.7~9.3 |
| 0.5~1.5 | 0.5~1.5 | 0.4~1.2 | 8~12 | 8~12 | 6.2~9.3 |
| 0~2 | 0~2 | 0~1.6 | 10~20 | 10~20 | 7.8~15.5 |
| 1.5~3 | 1.5~3 | 1.2~2.3 | 12~22 | 12~22 | 9.3~17.7 |
| 2~4 | 2~4 | 1.6~3.1 | 20~30 | 20~30 | 15.5~23.3 |
| 2.5~5 | 2.5~5 | 1.9~3.9 | 22~36 | 22~36 | 17.1~27.9 |
| 3~6 | 3~6 | 2.3~4.7 | 36~54 | 36~54 | 27.9~41.9 |

注：表中 D 为颗粒投影折合为相当圆（或称相似圆）的直径， A 为颗粒投影长度（表内未标出）， B 为颗粒投影宽度。

3 超硬磨料结合剂及其代号、性能和应用范围

| 结合剂 及其代号 | 性 能 | 应 用 范 围 |
|----------------|--|--|
| 树脂 结合剂 B | 磨具自锐性好,故不易堵塞,有弹性,抛光性能好,但结合强度差,不宜结合较粗磨粒,耐磨,耐热性差,故不适于较重负荷磨削,可采用镀敷金属衣磨料,以改善结合性能 | 树脂结合剂的金刚石磨具主要用于硬质合金工件和刀具以及非金属材料的中、精磨和精磨;树脂结合剂的立方氮化硼磨具主要用于高钒高速钢刀具的刃磨以及工具钢、不锈钢、耐热合金钢工件的中、精磨与精磨 |
| 陶瓷 结合剂 V | 耐磨性较树脂结合剂高,工作时不易发热和堵塞,热膨胀量小,且磨具易修整 | 陶瓷结合剂的磨具常用于精密螺纹、齿轮的精磨及接触面较大的成形磨,并适于加工超硬材料烧结体的工件 |
| 金属结合剂 M | 结合强度较高,形状保持性好,使用寿命较长,且可承受较大负荷,但磨具自锐性能差,易堵塞发热,故不宜结合细粒度磨料,磨具修整也较困难 | 金属结合剂的金刚石磨具主要用于对玻璃、陶瓷、石料、半导体等非金属硬脆材料的粗、精磨及切割、成形磨以及对各种材料的磨磨;金属结合剂的立方氮化硼磨具用于合金钢等材料的磨磨,效果显著 |

(续)

| 结合剂及其代号 | | 性能 | 应用范围 |
|------------|---------|---|---|
| 金属结合剂 M | 电镀金属结合剂 | 结合强度高,表层磨粒密度较高,且均裸露于表面,故切削刃口锐利,加工效率高,但由于镀层较薄,因此使用寿命较短 | 电镀金属结合剂的磨具多用于成形磨削。电镀金属结合剂还用来制造小磨头、套料刀、切割锯片及修整滚轮等。电镀金属立方氮化硼磨具用于加工各种钢类工件的小孔,精度好,效率高,对小径不通孔的加工效果尤显优越 |

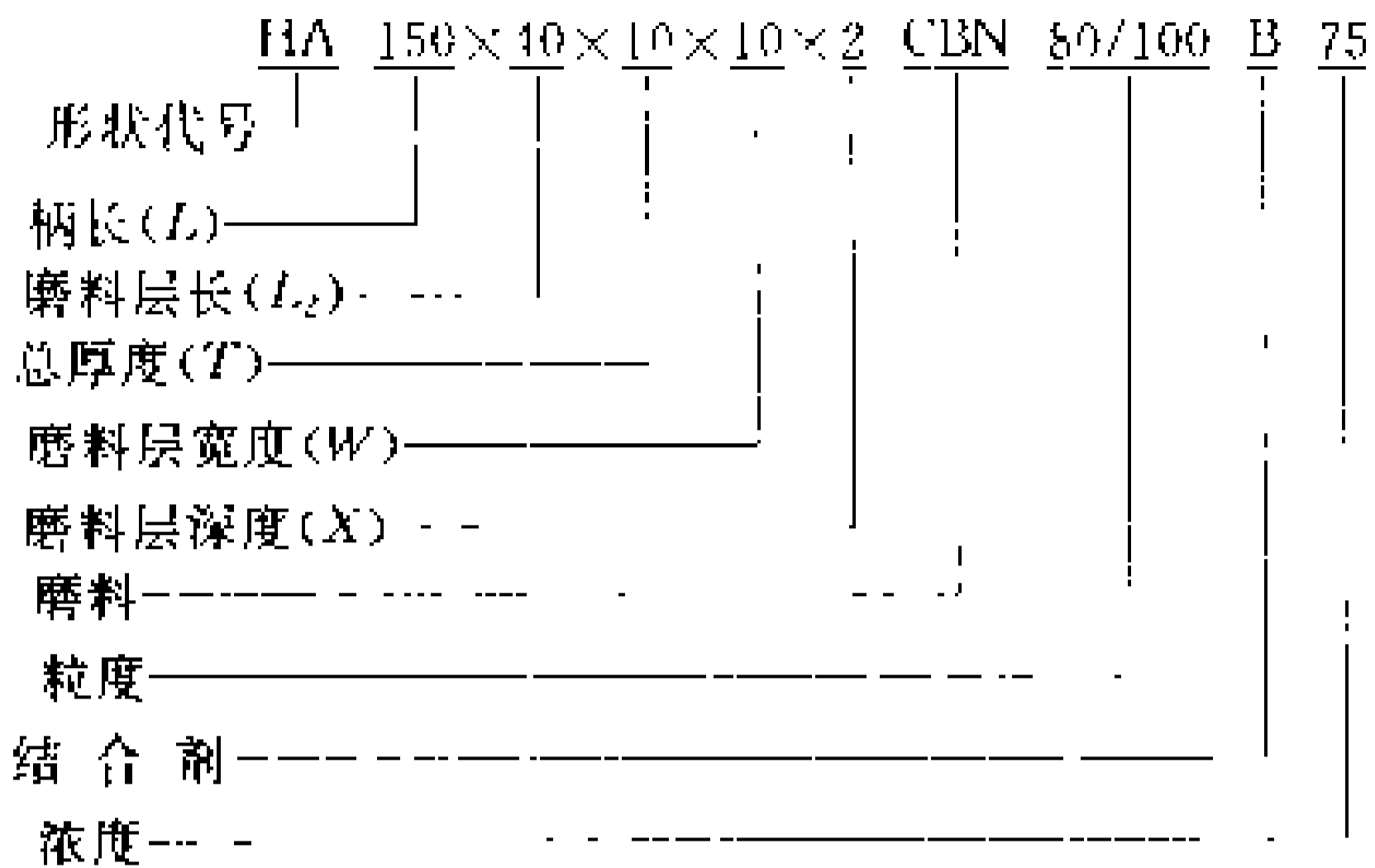
4 超硬磨具的标志方法

超硬磨具的标志排列顺序为形状、尺寸、磨料、粒度、结合剂和浓度,如:

平形砂轮:

| | | | | | | |
|----------|------------------------|---|----------|----------------|----------|-----------|
| | <u>1A1</u> / <u>T2</u> | <u>50</u> × <u>4</u> × <u>10</u> × <u>3</u> | <u>D</u> | <u>100/120</u> | <u>B</u> | <u>75</u> |
| 形状代号 | | | | | | |
| 直径(D) | — | | | | | |
| 总厚度(T) | — | — | | | | |
| 孔径(H) | — | — | — | | | |
| 磨料层深度(X) | — | — | — | | | |
| 磨料 | — | — | — | | | |
| 粒度 | — | — | — | | | |
| 结合剂 | — | — | — | — | | |
| 浓度 | — | — | — | — | — | |

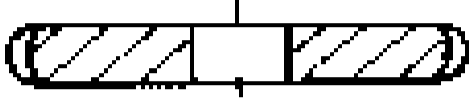
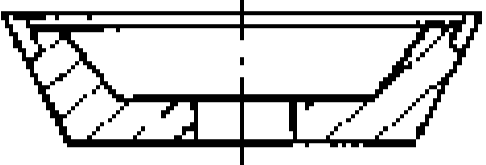


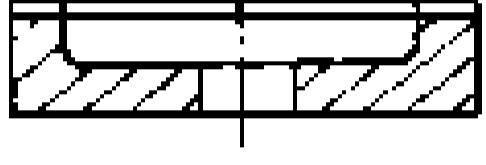
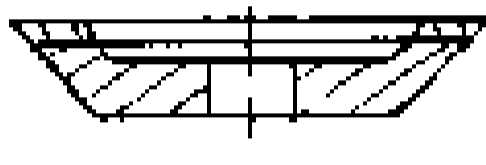
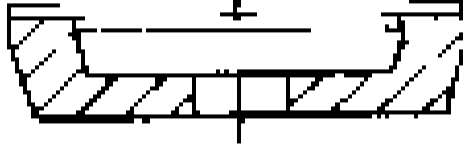
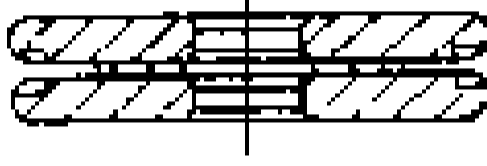
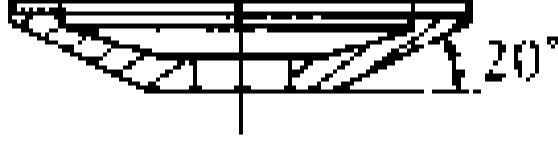
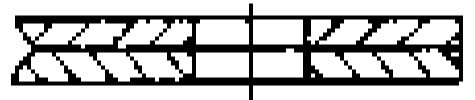

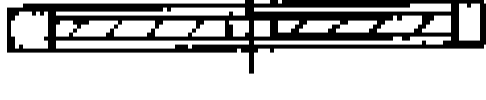

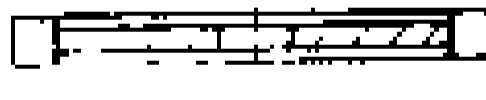

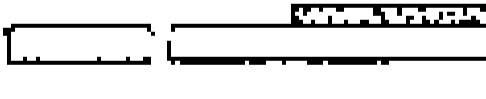

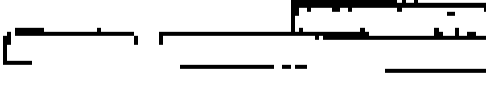
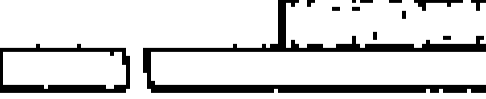
带柄油石:



5 磨具断面形状及其代号

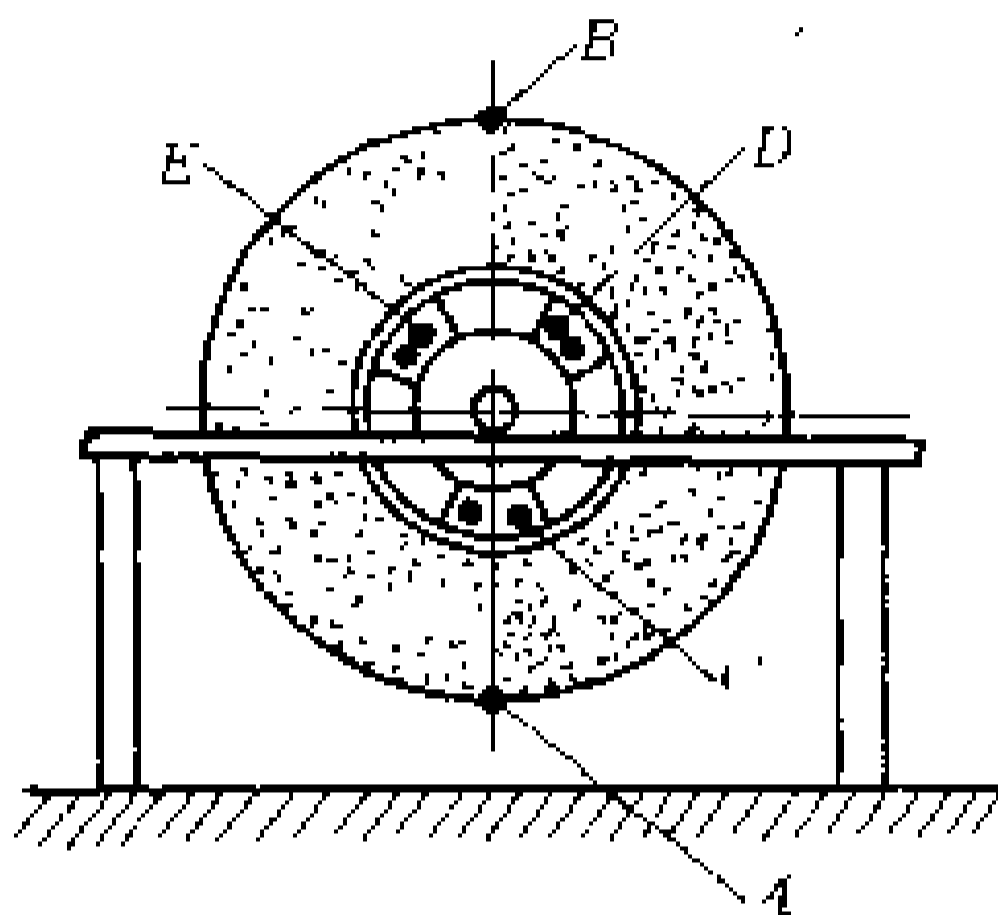
| 断面形状 | 代号 | 断面形状 | 代号 |
|------|--------|------|-------|
| | 1A1/T1 | | 1E6Q |
| | 1A1/T2 | | 14E6Q |
| | 1A1/T3 | | 14EE1 |
| | 14A1 | | 14E1 |
| | 1L1 | | 1DD1 |
| | 1A8 | | 4B1 |

(续)

| 断面形状 | 代号 | 断面形状 | 代号 |
|---|----------|---|-------|
|  | 1FF1 |  | 11V9 |
|  | 1F1 |  | 12V9 |
|  | 6A2 |  | 12V2 |
|  | 11A2 |  | 1V9 |
|  | 12A2/20° |  | 1EE1V |
|  | 12A2/45° |  | 1A6Q |
|  | 12D1 |  | 1A1R |
|  | 9A3 |  | HA |
|  | 6A9 |  | HH |
| | |  | HEE |

三 砂轮调整静平衡

1 砂轮调整平衡方法



- 1) 找出砂轮的重心最下位置点 A 。
- 2) 在 A 点同一直径上的对应点做一记号 B 。
- 3) 加入平衡块 C ，使 A 和 B 两点位置不变。
- 4) 再加入平衡块 D 、 E ，并仍使 A 和 B 两点位置不变，如有变动可以上下调整 D 、 E ，使 A 、 B 两点恢复原位，此时砂轮左右已平衡。
- 5) 将砂轮转动 90° ，如不平衡，将 D 、 E 同时向 A 或 B 点移动，直到 A 、 B 两点平衡为止。
- 6) 如此调整使砂轮能在任何方位上稳定下来，砂轮就平衡好了。根据砂轮直径的大小检查六个或八个方位即可。

2 砂轮调整静平衡时注意事项

- 1) 平衡架要放水平，特别是纵向方向。
- 2) 将砂轮中的冷却液甩净。
- 3) 砂轮要紧固，法兰盘、平衡块要洗净。
- 4) 砂轮法兰盘内锥孔与平衡心轴配合要紧密，心轴不应弯曲。
- 5) 砂轮平衡后，平衡块应紧固。
- 6) 平衡架最好采用刀口式，因与心轴接触面小，反映较灵敏。

3 砂轮的修整

(1) 修整砂轮的基本原则 砂轮的修整直接关系到工件表面的精度和生产效率。因此砂轮的修整是十分重要的。

一般根据工件表面的精度要求、砂轮的性质、工件的材料和加工形式等方面来决定砂轮表面修整的粗细及修整的方法。

表面精度要求高，砂轮修整得要平细。

材料硬、接触面大的，砂轮修整得要粗糙。

粗磨较精磨的砂轮修整得要粗糙。

横向、纵向进给量大时，砂轮表面要粗糙。

横向、纵向进给量小时，砂轮表面要平细。

在高光洁、高精度磨削时需要有适当的空进给。

(2) 正确使用金刚石工具 金刚石工具，具有很高

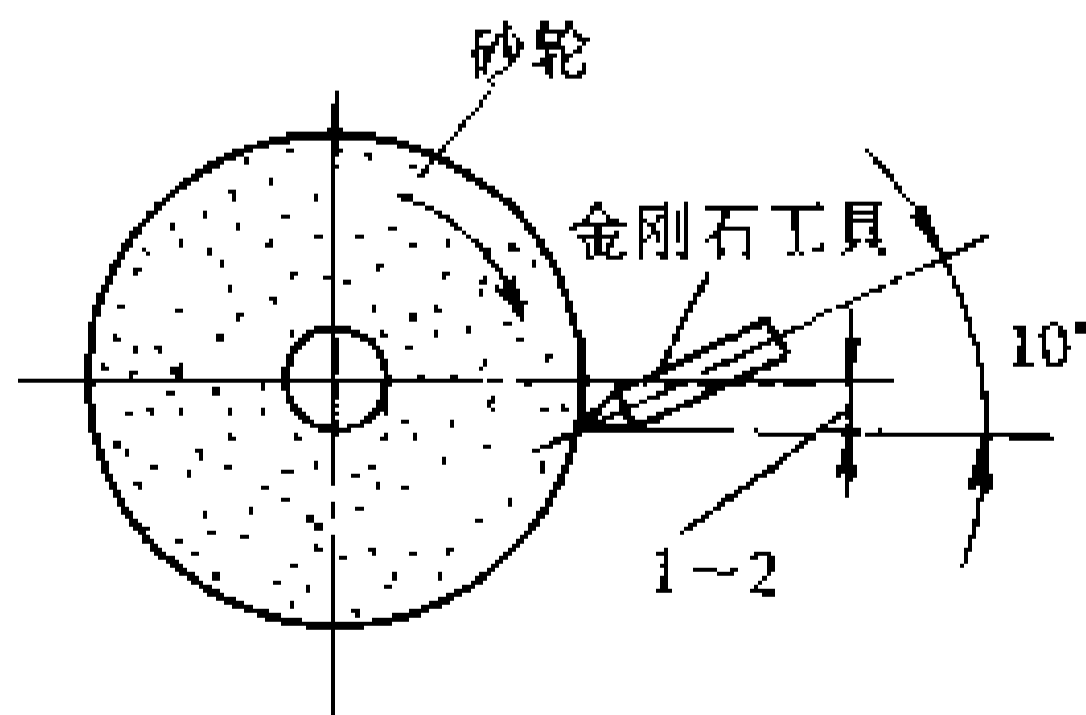
的硬度和耐磨性,因此是修整砂轮的主要工具。为了正确使用这类工具,需注意以下几点:

1) 根据砂轮的大小,选择金刚石的大小。金刚石的大小是以克拉(每克拉等于0.2克重)为单位。砂轮直径在100mm以下时,可选0.25克拉的金刚石;在300~100mm时,选1克拉的金刚石。

2) 金刚石的顶角,一般取 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 较为合理。并且应经常保持金刚石的锋利性。

3) 金刚石的安装角度一般取 10° (见图),这样可以保持金刚石的锋利性。

金刚石安装高度要低于砂轮中心1~2mm,如果高于砂轮中心,会使金刚石产生振动,影响修整磨粒微刃性和等高性的要求,而且金刚石尖锋也容易嵌入砂轮。



4) 金刚石刀杆的安装位置,应使砂轮在修整时与磨削工件时的位置相同。如果相差太大当砂轮架导轨与床身导轨不垂直或本身偏斜,会使砂轮在磨削时出现单面

接触，影响加工精度。

5) 修整时应浇注充分的冷却液，同时必须浇注在整个砂轮宽度上。绝对不允许断续地供给冷却液，以免金刚石因骤冷骤热而碎裂。

干磨修整砂轮时，修几刀后应停顿一下，使金刚石得以冷却。

四 常用磨削液的组成及使用性能

| 名称 | 组成(质量分数)/% | 使用性能 | |
|--------------|---------------------------|------|---|
| 69-1 乳 化液 | 石油磺酸钡 | 10 | 用于磨削钢与 铸铁件时，乳化液 质量分数为2%~ 5% |
| | 磺化蓖麻油 | 10 | |
| | 油酸 | 2.4 | |
| | 三乙醇胺 | 10 | |
| | 氢氧化钾 | 0.6 | |
| | L-AN10~L-AN15 全损耗 系统用油 | 余量 | |
| NL 乳 化液 | 石油磺酸钠 | 36 | 乳化剂含量高， 低浓度，为浅色透 明液 用于磨削黑色 及有色金属时，乳 化液质量分数为 2%~3% |
| | 蓖麻油酸钠皂 | 19 | |
| | 三乙醇胺 | 6 | |
| | 苯骈三氮唑 | 0.2 | |
| | L-AN10 全损耗系统用油 | 余量 | |

(续)

| 名称 | 组成(质量分数)/% | 使用性能 |
|--------------|---|---|
| 防锈乳 化液 | 石油磺酸钠 11~12 石油磺酸钡 8~9 环烷酸钠 12 三乙醇胺 1 L-AN22 全损耗系统用油 余量 | 用于磨削黑色金属及光学玻璃,加入 0.3%亚硝酸钠及 0.5%碳酸钠于已配好的乳化液中,可进一步提高防锈性能 乳化液质量分数 2%~5% |
| 半透明 乳化液 | 石油磺酸钠 39.4 三乙醇胺 8.7 油酸 16.7 乙酸 4.9 L-AN22 全损耗系统用油 34.9 | 用于精磨,配制时可加 0.2 苯乙醇胺,质量分数为 2%~3% |
| 极压乳 化液 | 防锈甘油络合物(硼酸 62 份、甘油 92 份、45%的氢氧化钠 65 份) 22.4 硫代硫酸钠 9.4 亚硝酸钠 11.7 三乙醇胺 7 聚乙二醇(分子量 400) 2.5 碳酸钠 5 水 余量 | 有良好的润滑和防锈性能,多用于黑色金属磨削,乳化液质量分数为 5%~10% |
| 420 号 磨削液 | 甘油 0.5 三乙醇胺 0.4 苯甲酸钠 0.5 亚硝酸钠 0.8~1 水 余量 | 用于高速磨削与缓进给磨削,有时要加削泡剂,如将甘油换为硫化油酸聚氧乙烯醚可提高磨削效果,如换为氯化硬脂酸聚氧乙烯醚适于磨 In-738 叶片 |

(续)

| 名称 | 组成(质量分数)/% | 使用性能 |
|------------|--|--|
| M-2 磨削液 | 油酸丁二酸-醇酰胺 葵二酸-乙醇胺 苯甲酸钠等 | 用于磨削加工 (不含亚硝酸钠) |
| 3号高负荷磨削液 | 硫化油酸 30 三乙醇胺 23.3 非离子型表面活性剂 16.7 硼酸盐 5 水 25 消泡剂(有机硅)另加 2.5/1000 | 具有良好的清洗、冷却等性能有较高的极压性(PK值>2500N) 适用于缓进给强力磨削,其磨削液质量分数为1.5%~3% |
| NY 802 磨削液 | 油酸钠 阴离子表面活性剂 聚乙二醇 亚硝酸钠 防腐剂 辅助润滑剂等 | 用于普通磨削和精磨时,磨削液质量分数为1%~2% |
| 磨削液 | 三乙醇胺 17.5 癸二酸 10 聚乙二醇(分子量400) 10 苯骈三氮唑 2 水 余量 | 用于磨削黑色金属与有色金属,不磨铜件,可不加苯骈三氮唑,磨削液质量分数为1%~2% |
| 101 磨削液 | 高分子化合物(PAM) 防锈剂 防腐剂 表面活性剂 | 可代替油类及乳化液,质量分数为2%~5% |

五 磨削余量的选择

271

1 外圆的磨削余量(直径余量) (mm)

| 工件直径 | 余量限度 | 磨削前 | | | | | | | | | | 相磨后 精磨前 | 精磨后 研磨前 | |
|-------|------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------------|-------------|--------------|------|------|------------|------------|-------|
| | | 未经热处理的轴 | | | | | 经热处理的轴 | | | | | | | |
| | | 轴 的 长 度 | | | | | | | | | | | | |
| | | 100 以下 | 101~ 200 | 201~ 400 | 401~ 700 | 100 以下 | 101~ 300 | 301~ 600 | 601~ 1000 | — | — | | | |
| ≤10 | max | 0.20 | — | — | — | 0.25 | — | — | — | — | — | — | 0.020 | 0.008 |
| | min | 0.10 | — | — | — | 0.15 | — | — | — | — | — | — | 0.015 | 0.005 |
| 11~18 | max | 0.25 | 0.30 | — | — | 0.30 | 0.35 | — | — | 0.30 | — | — | 0.025 | 0.008 |
| | min | 0.15 | 0.20 | — | — | 0.20 | 0.25 | — | — | 0.25 | — | — | 0.020 | 0.006 |
| 19~30 | max | 0.30 | 0.35 | 0.40 | — | 0.35 | 0.40 | 0.45 | — | 0.40 | 0.45 | — | 0.030 | 0.010 |
| | min | 0.20 | 0.25 | 0.30 | — | 0.25 | 0.30 | 0.35 | — | 0.30 | 0.35 | — | 0.025 | 0.007 |
| 31~50 | max | 0.30 | 0.35 | 0.40 | 0.45 | 0.40 | 0.50 | 0.55 | 0.70 | 0.50 | 0.55 | 0.70 | 0.035 | 0.010 |
| | min | 0.20 | 0.25 | 0.30 | 0.35 | 0.25 | 0.30 | 0.40 | 0.50 | 0.30 | 0.40 | 0.50 | 0.028 | 0.007 |

(续)

| 工件直径 | 余量限度 | 磨削前 | | | | | | | | | | 粗磨后 | | 精磨后 | | |
|---------|------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|----------|------|------|------|-------|-------|-------|
| | | 未经热处理的轴 | | | | | 经热处理的轴 | | | | | 粗磨前 | 精磨前 | 粗磨后 | 精磨后 | |
| | | 轴的 长 度 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 100 以下 | 101~200 | 201~400 | 401~700 | 700 以下 | 100 以下 | 101~300 | 300~600 | 601~1000 | | | | | | |
| 51~80 | max | 0.35 | 0.40 | 0.45 | 0.55 | 0.45 | 0.55 | 0.55 | 0.65 | 0.75 | 0.45 | 0.55 | 0.65 | 0.75 | 0.435 | 0.013 |
| | min | 0.20 | 0.25 | 0.30 | 0.35 | 0.30 | 0.35 | 0.30 | 0.35 | 0.30 | 0.30 | 0.35 | 0.30 | 0.028 | 0.008 | |
| 81~120 | max | 0.45 | 0.50 | 0.55 | 0.60 | 0.55 | 0.60 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.55 | 0.60 | 0.70 | 0.640 | 0.014 | |
| | min | 0.25 | 0.35 | 0.35 | 0.40 | 0.35 | 0.40 | 0.35 | 0.40 | 0.45 | 0.35 | 0.40 | 0.45 | 0.032 | 0.010 | |
| 121~180 | max | 0.50 | 0.55 | 0.60 | | 0.60 | 0.70 | 0.70 | 0.80 | | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.045 | 0.016 | |
| | min | 0.30 | 0.35 | 0.40 | | 0.40 | 0.50 | 0.55 | 0.55 | | 0.40 | 0.50 | 0.55 | 0.038 | 0.012 | |
| 181~260 | max | 0.60 | 0.60 | 0.65 | - | 0.70 | 0.75 | 0.85 | | - | 0.70 | 0.75 | 0.85 | 0.050 | 0.020 | |
| | min | 0.40 | 0.40 | 0.45 | - | 0.50 | 0.55 | 0.60 | | - | 0.50 | 0.55 | 0.60 | 0.040 | 0.015 | |

2 内圆的磨削余量 (mm)

| 孔径 范围 | 余量 限度 | 最后磨削前(粗及精) | | | | | | | | 粗磨后 精磨前 |
|----------|----------|------------|------------|-------------|-------------|-------|------------|-------------|-------------|------------|
| | | 未经淬火的孔 | | | | 经淬火的孔 | | | | |
| | | 孔 长 | | | | | | | | |
| | | <50 | 50~ 100 | 100~ 200 | 200~ 300 | <50 | 50~ 100 | 100~ 200 | 200~ 300 | |
| ≤10 | max | — | — | — | — | — | — | — | — | 0.020 |
| | min | — | — | — | — | — | — | — | — | 0.015 |
| 11~18 | max | 0.22 | 0.25 | — | — | 0.25 | 0.28 | — | — | 0.030 |
| | min | 0.12 | 0.13 | — | — | 0.15 | 0.18 | — | — | 0.020 |
| 19~30 | max | 0.28 | 0.28 | — | — | 0.30 | 0.30 | 0.35 | — | 0.040 |
| | min | 0.15 | 0.15 | — | — | 0.18 | 0.22 | 0.35 | — | 0.030 |
| 31~50 | max | 0.30 | 0.30 | 0.35 | — | 0.35 | 0.35 | 0.40 | — | 0.050 |
| | min | 0.15 | 0.15 | 0.20 | — | 0.20 | 0.25 | 0.28 | — | 0.040 |

(续)

| 孔径 范围 | 余量 限度 | 最后磨削前(粗及精) | | | | | | | | | | 粗磨后 精磨前 | |
|----------|----------|------------|------------|-------------|-------------|------|------------|-------------|-------------|------|------------|------------|-------------|
| | | 未经淬火的孔 | | | | | 经淬火的孔 | | | | | | |
| | | 孔 长 | | | | | | | | | | | |
| | | <50 | 50~ 100 | 100~ 200 | 200~ 300 | <50 | 50~ 100 | 100~ 200 | 200~ 300 | <50 | 50~ 100 | | 100~ 200 |
| 51~80 | max | 0.30 | 0.32 | 0.35 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.45 | 0.50 | 0.45 | 0.45 | 0.50 | 0.060 |
| | min | 0.15 | 0.18 | 0.20 | 0.25 | 0.25 | 0.28 | 0.30 | 0.35 | 0.30 | 0.30 | 0.35 | 0.050 |
| 81~120 | max | 0.37 | 0.40 | 0.45 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.55 | 0.60 | 0.55 | 0.55 | 0.60 | 0.070 |
| | min | 0.20 | 0.20 | 0.25 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.35 | 0.40 | 0.35 | 0.35 | 0.40 | 0.050 |
| 121~180 | max | 0.40 | 0.42 | 0.45 | 0.50 | 0.55 | 0.60 | 0.65 | 0.70 | 0.65 | 0.65 | 0.70 | 0.080 |
| | min | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.30 | 0.35 | 0.40 | 0.45 | 0.50 | 0.45 | 0.45 | 0.50 | 0.060 |
| 181~260 | max | 0.45 | 0.48 | 0.50 | 0.55 | 0.60 | 0.65 | 0.70 | 0.75 | 0.65 | 0.70 | 0.75 | 0.090 |
| | min | 0.25 | 0.28 | 0.30 | 0.35 | 0.40 | 0.45 | 0.50 | 0.55 | 0.50 | 0.50 | 0.55 | 0.065 |

注：表中推荐的数据，适合成批生产，要求有完整的工艺装备和合理的工艺规程，可根据具体情况选用。

3 平面的磨削余量

(mm)

| 加工性质 | 加工面长度 | 加工面宽度 | | | | | | | | |
|-----------------|------------|-------|------|------|----------|-----|------|-----------|--|--|
| | | ≤100 | | | >100~300 | | | >300~1000 | | |
| | | 余量 | 公差 | 余量 | 公差 | 余量 | 公差 | | | |
| 零件在装置时未经校准 | ≤300 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.12 | | | | | |
| | >300~1000 | 0.4 | 0.12 | 0.5 | 0.15 | 0.6 | 0.15 | | | |
| | >1000~2000 | 0.5 | 0.15 | 0.6 | 0.15 | 0.7 | 0.15 | | | |
| 零件装置在夹具中或用百分表校准 | ≤300 | 0.2 | 0.1 | 0.25 | 0.12 | | | | | |
| | >300~1000 | 0.25 | 0.12 | 0.3 | 0.15 | 0.4 | 0.15 | | | |
| | >1000~2000 | 0.3 | 0.15 | 0.4 | 0.15 | 0.4 | 0.15 | | | |

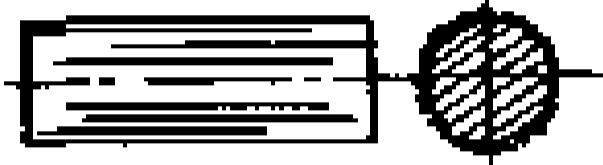

注：1. 表中数值系每一加工面的加工余量。

2. 如几个零件同时加工时，长度及宽度为装置在一起的各零件尺寸（长度或宽度）及各零件间的间隙之总和。



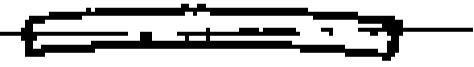
3. 热处理的零件磨削前的加工余量系将表中数值乘以 1.2。

4. 磨削的加工余量和公差用于有公差的表面的加工，其他尺寸按照自由尺寸的公差进行加工。



六 磨削时缺陷产生的原因和防止措施

| 缺陷名称 | 产生原因 | 防止措施 |
|--|--|--|
| <p data-bbox="421 664 832 729">直波形(多角形)</p>  | <p data-bbox="963 664 1421 1317">工件表面沿母线方向存在一条直线痕迹, 而从工件的断面看则为多角形。这是由于砂轮和电动机的不平衡、两顶尖的刚性差、砂轮切削刃变钝等原因引起振动的</p> | <p data-bbox="1442 664 1893 1546">1. 砂轮进行精细的静平衡 2. 砂轮切削刃钝化后应及时进行修整 3. 低粗糙度磨削时, 砂轮电动机应进行平衡, 电动机底脚要垫硬橡皮或木块, 进行消振, 传动带在一组内的长短、厚薄应一致 4. 工件两端中心孔需研磨</p> |
| <p data-bbox="544 1581 719 1646">螺旋形</p>  | <p data-bbox="963 1581 1421 2693">在工件表面上出现一条很浅的螺旋线痕迹, 这是由于: 1. 修整砂轮时, 冷却不够, 使金刚钻发热膨胀, 砂轮工作面修不平, 磨削时往往一个棱边接触工件, 引起的螺旋形与工件转速和工作台速度是一致的 2. 工作台润滑油浮力过大, 在运动中产生摆动, 引起的螺旋形与工作速度是不一致的</p> | <p data-bbox="1442 1581 1893 2222">1. 修整砂轮时, 工作台行程要平稳, 切削液要大量冲在金刚钻与砂轮接触点上 2. 砂轮两边尖角, 可用油石修圆 3. 工作台润滑油调节要恰当, 不宜过多, 但太少了也可能引起爬行</p> |

(续)

| 缺陷名称 | 产生原因 | 防止措施 |
|---|---|--|
| 划伤  | 磨削时磨粒脱落在砂轮与工件之间, 或者是切削液不干净所致 | 1. 换用硬度高一些的砂轮 2. 切削液采用过滤装置 |
| 烧伤  | 可分螺旋线烧伤和点线形烧伤, 烧伤痕迹一般都比较深。这是由于: 横进给量过大, 砂轮硬度和转速过高, 修整砂轮过细, 使微刃切削性能降低 | 1. 在普通磨削时, 砂轮硬度选用中软以下, 修整砂轮时加快行程, 采用大气孔砂轮或间断磨削 2. 在低粗糙度磨削时, 砂轮线速度降低到 16~20m/s, 减少横进给次数, 加大冷却液, 选用树脂加石墨细粒度砂轮 |
| 弯曲  | 特别是在磨削细长轴时, 更容易出现, 这是由于: 1. 一般细长轴本身刚性差, 承受不了磨削时的径向力 2. 砂轮工作面过宽, 自锐性能差, 砂轮钝化后没有及时修整, 使磨削时径向力增加, 一般容易使细长轴弯曲 | 1. 砂轮硬度选用软的, 并改小砂轮工作面 2. 宜采用高速磨削 3. 使用中心托架, 并采用万用电表控制托架与工件的接触推力 |

(续)

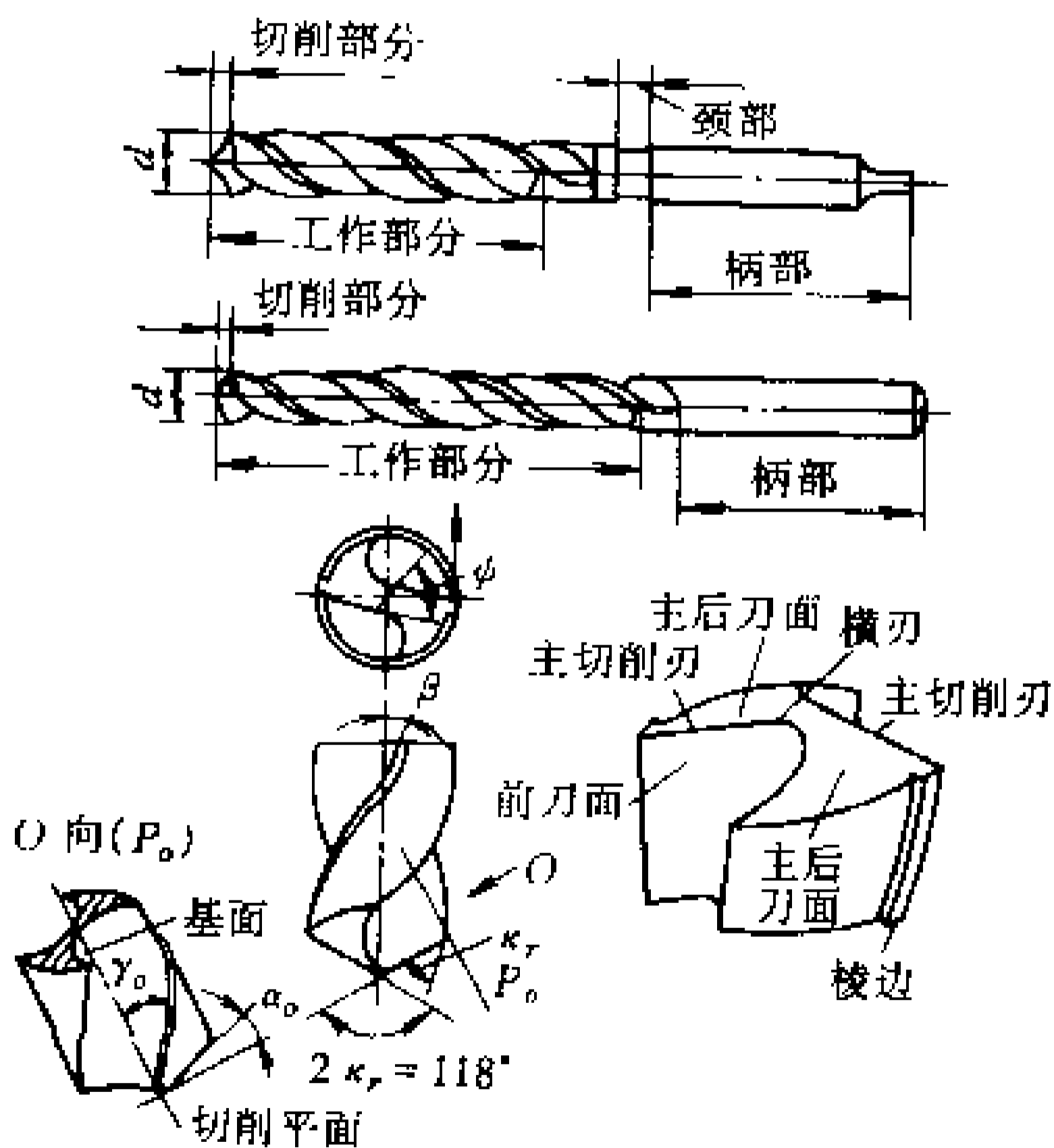
| 缺陷名称 | 产生原因 | 防止措施 |
|---|--|---|
| <p data-bbox="591 570 774 629">喇叭形</p>  | <p data-bbox="1021 570 1481 1228">一般在磨削小直径深孔时, 往往出现二头大中间小的缺陷。主要由磨杆细而无刚性, 当砂轮接触工件时, 磨杆产生弹性弯曲, 磨削用量越大, 弹性弯曲越大, 自线性越差</p> | <p data-bbox="1498 570 1951 1099">1. 可改用 YG8 等硬质合金制作磨杆 2. 砂轮可用无机粘结, 焊接在磨杆上, 并用钳夹头夹持磨杆, 连接在磨头心轴上</p> |
| <p data-bbox="591 1287 774 1346">翘曲</p>  | <p data-bbox="1021 1287 1481 1675">在磨削较薄而面积大的平面工件时, 常常会产生翘曲现象, 其主要原因是热变形和弹性变形的结果</p> | <p data-bbox="1498 1287 1951 2581">1. 采用间断磨削 2. 在磁力吸盘整流器内加装电阻, 或调压变压器, 减少磁力, 使工件能在自然状态下进行加工 3. 在磁力吸盘与工件之间垫一薄橡皮或油毡毡, 也可同样对工件减少磁力, 如果两平面要求高时, 可采用呢料来垫 以上措施有时需同时采用, 但尽可能将工件多翻几次身, 便于将小翘曲磨去</p> |

第十一章 钻、铰工作

钻削加工

一 标准麻花钻

1 麻花钻的结构与几何角度



$2\kappa_r$ —锋角 β 螺旋角 γ_o —前角
 α_o —后角 ψ 横刃斜角

2 通用型麻花钻的主要几何参数 (°)

| 钻头直径 d/mm | 螺旋角 β | 锋角 $2\kappa_r$ | 后角 α_o | 横刃斜角 ψ |
|-----------------------|----------------|-------------------|------------------|----------------|
| 0.1~0.28 | 19 | 118 | 28 | 10~60 |
| 0.29~0.35 | 20 | | | |
| 0.36~0.49 | | | 26 | |
| 0.50~0.70 | 22 | | 24 | |
| 0.72~0.98 | 23 | | | |
| 1.00~1.95 | 24 | | 22 | |
| 2.00~2.65 | 25 | | 20 | |
| 2.70~3.30 | 26 | | 18 | |
| 3.40~4.70 | 27 | | 16 | |
| 4.80~6.70 | 28 | | | |
| 6.80~7.50 | 29 | | 14 | |
| 7.60~8.50 | | | | |
| 8.6~18.00 | 30 | | 12 | |
| 18.25~23.00 | | | 10 | |
| 23.25~100 | | | 8 | |

3 钻孔切削用量的选择

1) 高速钢钻头钻削不同材料的切削用量

| 加工材料 | 硬 度 | | 切削速度 v' (m/min) | 钻头直径 d' mm | | 钻头 螺旋角 (°) | 钻头 锋角 (°) | | | |
|--------|-----------|-----------|-------------------------|-----------------|------|------------------|-----------------|------|-------|--------|
| | 布氏 HBS | 洛氏 HRB | | <3 | 3~6 | | | | | |
| | | | | 进给量 f' (mm/r) | | | | | | |
| 铝及铝合金 | 45~105 | ~52 | 105 | 0.08 | 0.15 | 0.25 | 0.46 | 0.18 | 32~12 | 90~118 |
| 铜及铜合金 | ~124 | 10~70 | 60 | 0.08 | 0.15 | 0.25 | 0.46 | 0.18 | 15~10 | 118 |
| 镁及镁合金 | 50~90 | ~32 | 45~125 | 0.08 | 0.15 | 0.25 | 0.46 | 0.48 | 25~35 | 118 |
| 锌合金 | 80~100 | 41~62 | 75 | 0.08 | 0.15 | 0.25 | 0.46 | 0.18 | 32~12 | 118 |
| ~0.25C | 125~175 | 71~88 | 24 | 0.08 | 0.13 | 0.20 | 0.26 | 0.32 | 25~35 | 118 |
| ~0.50C | 175~225 | 88~98 | 20 | 0.08 | 0.13 | 0.20 | 0.26 | 0.32 | 25~35 | 118 |
| ~0.90C | 175~225 | 88~98 | 17 | 0.08 | 0.13 | 0.20 | 0.26 | 0.32 | 25~35 | 118 |

(续)

| 加工材料 | 硬 度 | | 切削速度 v_c (m·min) | 钻头直径 d (mm) | | 钻头 螺旋角 ' (°) | 钻尖角 ' (°) |
|------|----------------|-----------|--------------------------|------------------------|-------------|--------------------|--------------|
| | 布氏 HBS | 洛氏 HRH | | <3 | 3~6 | | |
| 合金钢 | HBS | | 21 | 进给量 f (mm r) | | 118 | 118 |
| | 0.12~ 0.25C | 88~98 | | 0.08, 0.15, 0.20 | 0.48, 25~35 | | |
| 工具钢 | HBS | | 15~18 | 进给量 f (mm r) | | 118 | 118 |
| | 0.30~ 0.65C | 88~98 | | 0.05, 0.09, 0.15, 0.21 | 0.26, 25~35 | | |
| 灰铸铁 | 195 | | 18 | 进给量 f (mm r) | | 118 | 118 |
| | 软 | 91 | | 0.08, 0.13, 0.20, 0.26 | 0.32, 25~35 | | |
| 可锻铸铁 | 120~150 | | 13~16 | 进给量 f (mm r) | | 90~118 | 90~118 |
| | 中硬 | 80 | | 0.08, 0.15, 0.23, 0.40 | 0.18, 20~30 | | |
| 球墨铸铁 | 160~220 | | 24~34 | 进给量 f (mm r) | | 90~118 | 90~118 |
| | 硬 | 80~97 | | 0.08, 0.13, 0.20, 0.26 | 0.32, 14~25 | | |
| 塑料 | 112~126 | | 27~37 | 进给量 f (mm r) | | 20~30 | 90~118 |
| | 软 | 71 | | 0.08, 0.13, 0.20, 0.26 | 0.32, 20~30 | | |
| 硬橡胶 | 190~225 | | 18 | 进给量 f (mm r) | | 14~25 | 90~118 |
| | 硬 | 98 | | 0.08, 0.13, 0.20, 0.26 | 0.32, 14~25 | | |
| 硬橡胶 | — | | 30 | 进给量 f (mm r) | | 15~25 | 118 |
| | 软 | — | | 0.08, 0.13, 0.20, 0.26 | 0.32, 15~25 | | |
| 硬橡胶 | — | | 30~90 | 进给量 f (mm r) | | 10~20 | 90~118 |
| | 软 | — | | 0.05, 0.09, 0.15, 0.21 | 0.26, 10~20 | | |

2) 硬质合金钻头钻削不同材料的切削用量

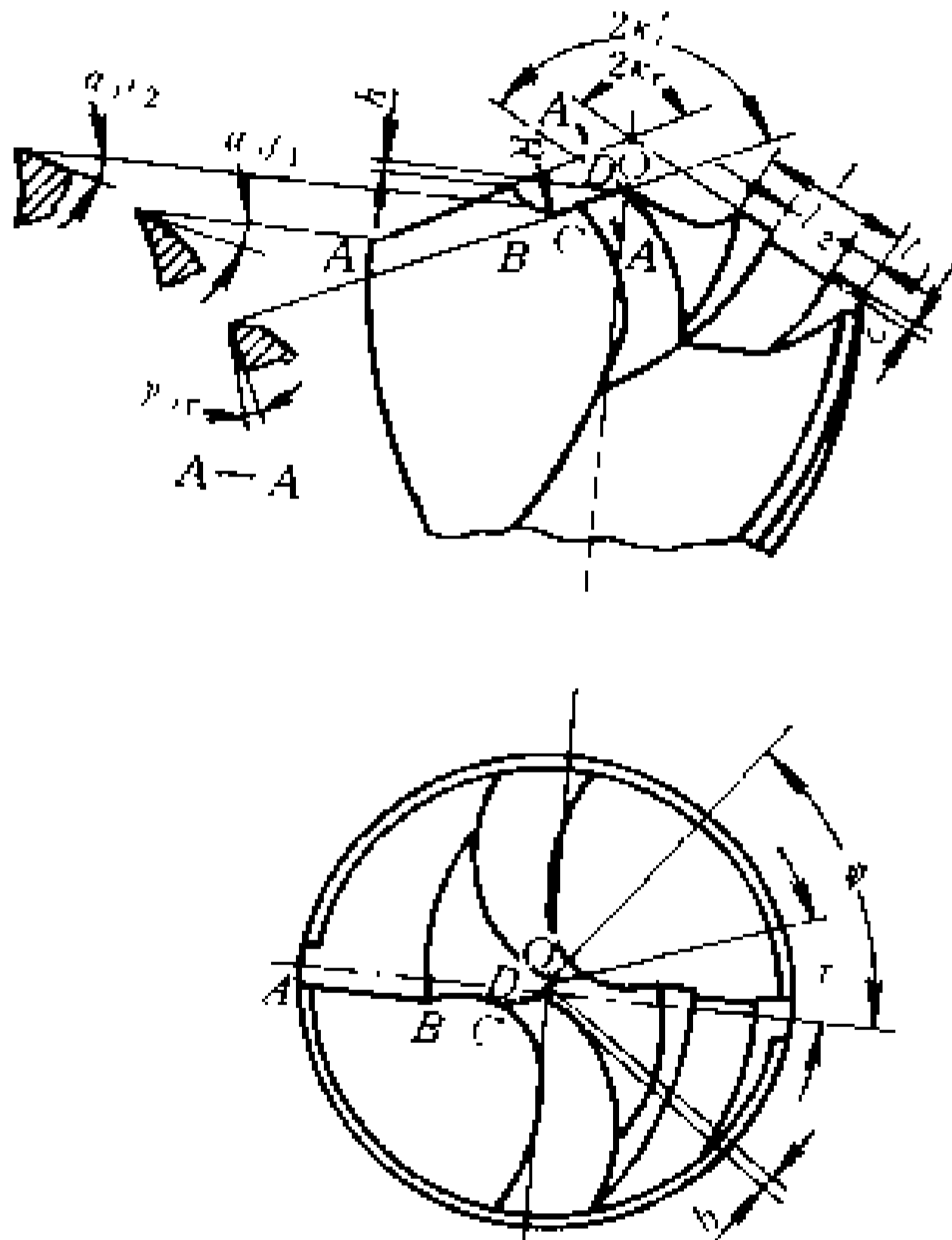
| 加工材料 | 抗拉强度 σ_b (MPa) | 硬度 HBS | 进给量 f / (mm/r) | | 切削速度 v / (m/min) | | 切削液 |
|------|--------------------------|-----------|------------------|--------------|--------------------|--------------|-------------|
| | | | d / mm | | | | |
| | | | $5 \sim 10$ | $11 \sim 30$ | $5 \sim 10$ | $11 \sim 30$ | |
| 工具钢 | 1000 | 300 | 0.08~0.12 | 0.12~0.2 | 35~40 | 40~45 | 非水溶性切削油 |
| | 1800~1900 | 500 | 0.04~0.15 | 0.05~0.08 | 8~11 | 11~14 | |
| | 2300 | 575 | <0.02 | <0.03 | <6 | 7~10 | |
| 镍铬钢 | 1000 | 300 | 0.08~0.12 | 0.12~0.2 | 35~40 | 40~45 | 非水溶性切削油 |
| | 1400 | 420 | 0.04~0.05 | 0.05~0.08 | 15~20 | 20~25 | |
| 铸钢 | 500~600 | — | 0.08~0.12 | 0.12~0.2 | 35~38 | 38~40 | 非水溶性切削油 |
| 不锈钢 | — | — | 0.08~0.12 | 0.12~0.2 | 25~27 | 27~35 | |
| 耐热钢 | — | — | 0.01~0.05 | 0.05~0.1 | 3~4 | 5~8 | 干切或乳化液 |
| 灰铸铁 | — | 200 | 0.2~0.3 | 0.3~0.5 | 40~45 | 45~60 | |
| 合金铸铁 | — | 230~350 | 0.03~0.07 | 0.05~0.1 | 20~40 | 25~45 | 非水溶性切削油或乳化液 |
| | — | 350~400 | 0.03~0.05 | 0.04~0.08 | 8~20 | 10~25 | |

(续)

| 加工材料 | 抗拉强度 σ_b 'MPa | 硬度 HBS | 进给量 f ' (mm/r) | | 切削速度 v (m/min) | | 切削液 |
|--------------|-------------------------|-----------|------------------|----------|------------------|---------|---------|
| | | | d ·mm | | | | |
| | | | 5~10 | 11~30 | 5~10 | 11~50 | |
| 可锻铸铁 | | | 0.15~0.2 | 0.2~0.4 | 35~38 | 38~40 | |
| 黄铜 | | | 0.07~0.15 | 0.1~0.2 | 70~100 | 90~100 | F-切或乳化液 |
| 铸造青铜 | — | — | 0.07~0.1 | 0.09~0.2 | 50~70 | 55~75 | |
| 铝 | | | 0.15~0.3 | 0.3~0.8 | 250~270 | 270~300 | 干切或汽油 |
| 硬橡胶 | | | 0.2~0.4 | | | 30~60 | |
| 热固性树脂 | — | — | 0.04~0.1 | | | 60~90 | |
| 塑料 | — | — | 0.05~0.25 | | | 30~60 | |
| 玻璃 | | | F-进 | | | 4.5~7.5 | |
| 玻璃纤维 复合材料 | — | — | 0.063~0.127 | | | 198 | |

二 几种群钻切削部分的几何参数

1 标准群钻切削部分几何参数表



特点口诀

三尖七刃锐当先，月牙弧槽分两边，一侧外刃宽分屑，横刃磨低窄又尖。

| 钻头直径 d | 钻头直径 d | | 圆弧外刃 半径长 R | | 槽距槽宽 l ₁ b ₂ | | 横刃长 l b | | 槽深槽数 c z | | 外刃锋角 2κ _r 2κ _r | | 内刃锋角 2κ _r | | 横刃斜角 ψ | | 内刃前角 γ _{os} | 内刃斜角 τ | 外刃后角 α _{os} | 圆弧后角 α _{os} ' | |
|-----------|-----------|------|------------------|-----|---------------------------------------|----------------|------------|-----|-------------|-----|---|-----------------|-------------------------|----|-----------|----|-------------------------|-----------|-------------------------|---------------------------|--|
| | h | b | l ₁ | l | l ₂ | b ₂ | l | b | c | z | 2κ _r | 2κ _r | ψ | | | | | | | | |
| 5~7 | 0.2 | 0.75 | 1.3 | ~ | ~ | 0.2 | 0.15 | | | | | | | | | | | | | | |
| >7~10 | 0.28 | 1 | 1.8 | ~ | ~ | 0.3 | 0.2 | | | | | | | 20 | 15 | | | | 18 | | |
| >10~15 | 0.35 | 1.5 | 2.6 | ~ | ~ | 0.4 | 0.3 | | | | | | | | | | | | | | |
| >15~20 | 0.55 | 1.3 | 5.5 | 1.4 | 2.7 | 0.5 | 0.4 | | | | | | | | | | | | | | |
| >20~25 | 0.7 | 2 | 7.0 | 1.8 | 3.1 | 0.5 | 0.48 | | | | | | | | | | | | | | |
| >25~30 | 0.85 | 2.5 | 8.5 | 2.2 | 4.2 | 0.75 | 0.55 | 1 | 1 | 125 | 110 | 135 | 65 | 60 | -10 | 25 | 12 | 15 | | | |
| >30~35 | 1 | 3 | 10 | 2.5 | 5 | 0.9 | 0.65 | | | | | | | | | | | | | | |
| >35~40 | 1.15 | 3.5 | 11.5 | 2.9 | 5.8 | 1.05 | 0.75 | | | | | | | | | | | | | | |
| >40~45 | 1.5 | 4 | 13 | 2.2 | 3.25 | 1.15 | 0.85 | | | | | | | | | | | | | | |
| >45~50 | 1.45 | 4.5 | 14.5 | 2.4 | 3.5 | 1.3 | 0.95 | 1.5 | 2 | | | | | | | | | | | | |
| >50~60 | 1.65 | 5 | 17 | 2.3 | 4.25 | 1.45 | 1.05 | | | | | | | | | | | | | | |

(条)

(°)

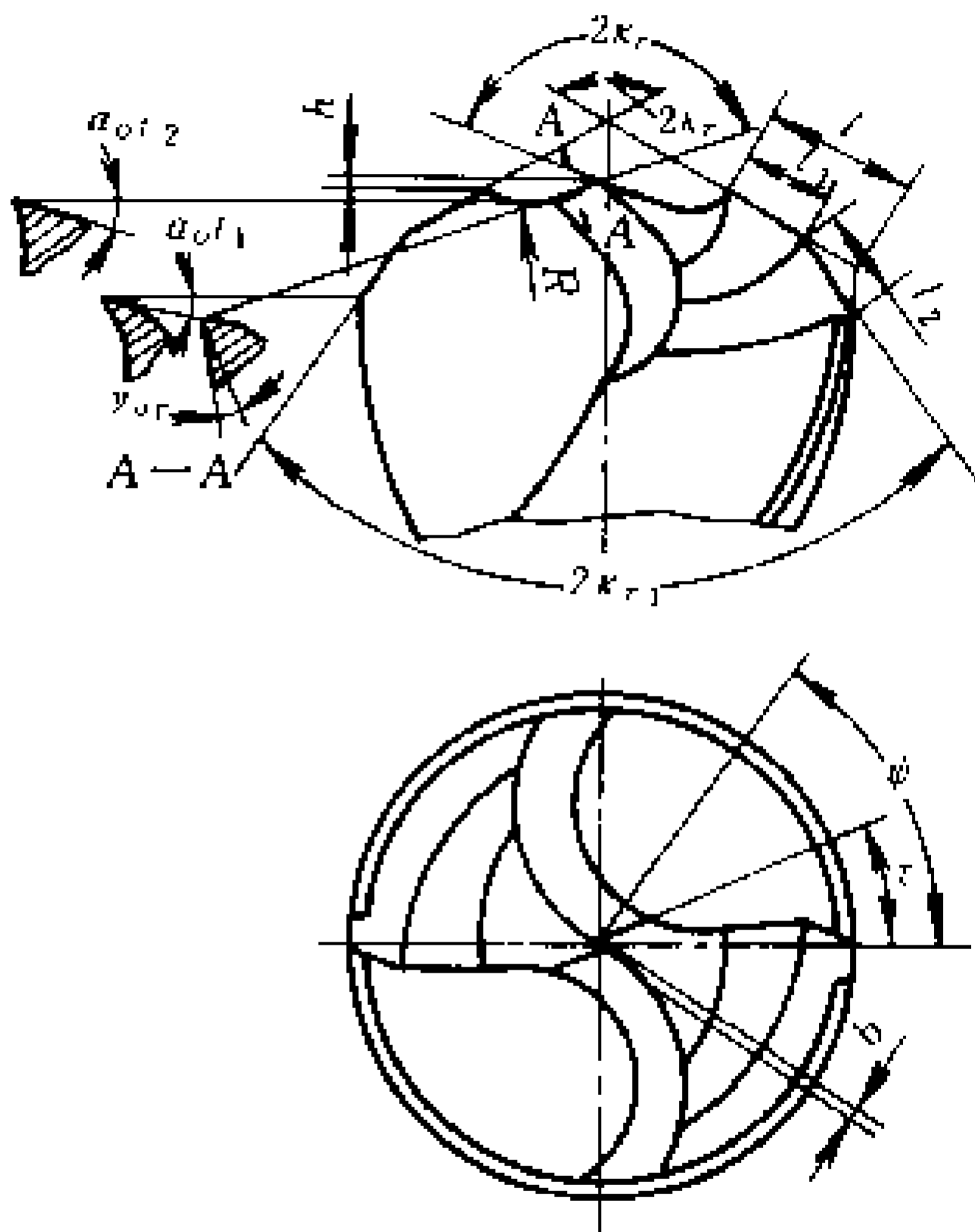
附注

- 1) I -- 加工一般钢材; II -- 加工铝合金
- 2) 参数值按直径范围的中值来定, 允许偏差为±
- 3) 钻铝合金时将前面、后面用油石背光至 R_a0.80μm 以上
- 4) 本表图形系直径 15~40mm 的中型标准群钻

近似比例

$h \approx 0.03d$
 $r \approx 0.1d$
 $(\approx 0.2d (d \leq 15))$
 $\quad 0.3d (d > 15)$
 $b \approx 0.03d (I)$
 $\quad \approx 0.02d (II)$

2 加工铸铁用群钻切削部分几何参数表



特点口诀

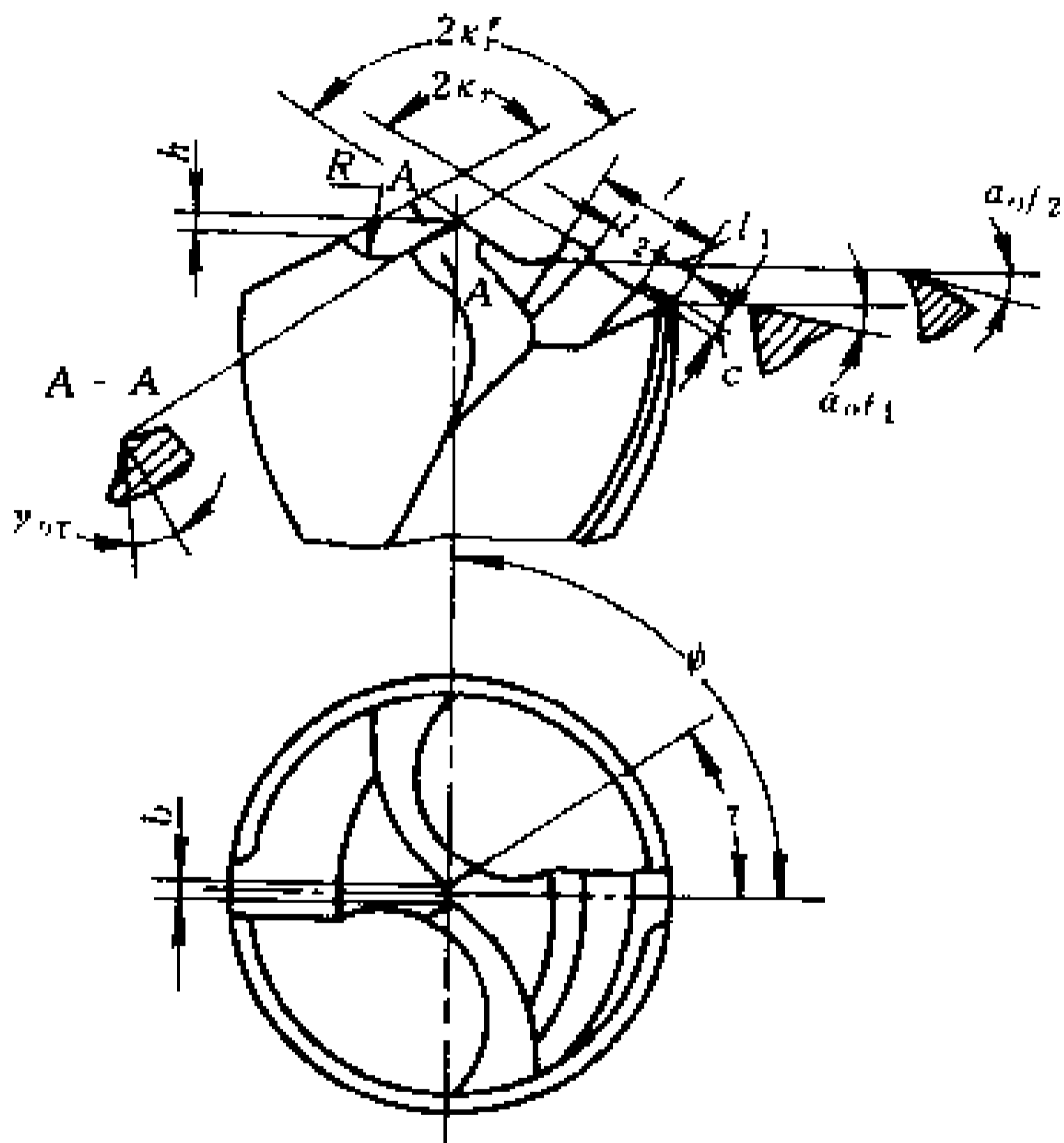
铸铁屑碎赛磨料，转速稍低大走刀，三尖刃利加冷却，双重锋角寿命高。

| 钻头直径 d | 尖高 h | 圆弧 半径 R | 横刃长 b | 总外 刃长 l | 分外 刃长 $l_1 = l_2$ | 外刃 锋角 $2\alpha_r$ | 第二 锋角 $2\alpha_{r1}$ | 内刃 锋角 $2\alpha_r$ | 横刃 斜角 ψ | 内刃前 角斜角 γ_{or} | 内刃 后角 α_{of1} | 圆弧 后角 α_{of2} |
|-----------------------|---|-----------------|------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 5~7 | 0.11 | 0.75 | 0.15 | 1.9 | | | | | | | | |
| >7~10 | 0.15 | 1.25 | 0.2 | 2.6 | | | | | | 20 | 18 | 20 |
| >10~15 | 0.2 | 1.75 | 0.3 | 4 | | | | | | | | |
| >15~20 | 0.3 | 2.25 | 0.4 | 5.5 | | | | | | | | |
| >20~25 | 0.4 | 2.75 | 0.48 | 7 | | | | | | | | |
| >25~30 | 0.5 | 3.5 | 0.55 | 8.5 | $\frac{3}{5}l$ | 120 | 70 | 135 | 65 | -10 | 13 | 18 |
| >30~35 | 0.6 | 4 | 0.65 | 11 | | | | | | | | |
| >35~40 | 0.7 | 4.5 | 0.75 | 11.5 | | | | | | | | |
| >40~45 | 0.8 | 5 | 0.85 | 13 | | | | | | | | |
| >45~50 | 0.9 | 6 | 0.95 | 14.5 | | | | | | | | |
| >50~60 | 1 | 7 | 1.1 | 17 | | | | | | | | |
| 附注 | 近似比例 | | | | | | | | | | | |
| 参数值按直径范围的中间值来定，允许偏差为± | $h \approx 0.02d$ $R \approx 0.12d$ $b \approx 0.02d$ $l \approx 0.3d$ $l_1 = l_2 \approx 0.6d$ | | | | | | | | | | | |

(°)

mm

3 加工紫銅用群钻切削部分几何参数表

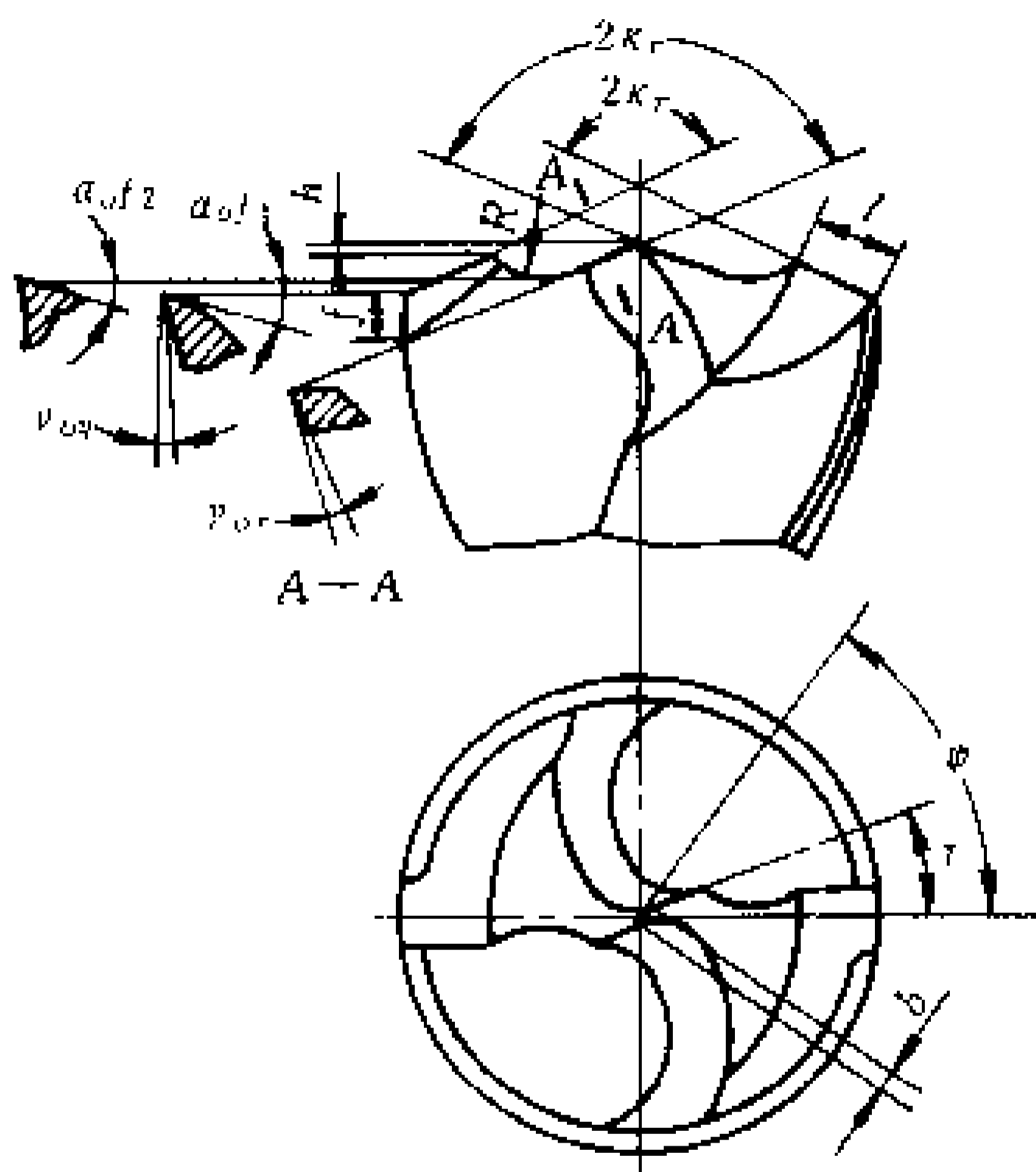


特点口诀

紫銅群钻钻心高，圆弧后角要减小，横刃斜角九十度，孔形光整无多角。

| 钻头 直径 d | 尖高 h | 圆弧 半径 R | 横刃长 b | 外刃长 l | 槽距 l_1 | 槽宽 l_2 | 槽数 z | 外刃 锋角 $2\kappa_r$ | 内刃 锋角 $2\kappa_r$ | 横刃 斜角 ψ | 内刃 前角 γ_{or} | 内刃 斜角 τ | 外刃 后角 $\alpha_o f_1$ | 圆弧 后角 $\alpha_o f_2$ | |
|-----------------|-----------------------|-----------------|------------|------------|-------------|-------------|-----------|-------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------|---|
| (条) | | | | | | | | | | | | | | | |
| (°) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5~7 | 0.35 | 1.25 | 0.15 | 1.3 | | | | | | | | | | | |
| >7~10 | 0.5 | 1.75 | 0.2 | 1.9 | | | | | | | | | | | |
| >10~15 | 0.8 | 2.25 | 0.3 | 2.6 | | | | | | | | 30 | 15 | 12 | |
| >15~20 | 1.1 | 3 | 0.4 | 3.8 | | | | | | | | | | | |
| >20~25 | 1.4 | 4 | 0.48 | 4.9 | | | | 120 | 115 | 90 | -25 | | | | |
| >25~30 | 1.7 | 4 | 0.55 | 8.5 | 2.2 | 4.2 | | | | | | | | | |
| >30~35 | 2 | 4.5 | 0.65 | 10 | 2.5 | 5 | 1 | | | | | 35 | 12 | 10 | |
| >35~40 | 2.3 | 5 | 0.75 | 11.5 | 2.9 | 5.8 | | | | | | | | | |
| 附注 | 参数值按直径范围的中间值来定，允许偏差为± | | | | | | | | | | 近似比例 | | | | $h \approx 0.06d$ $R \approx 0.2d (d \leq 25)$ $\approx 0.15d (d > 25)$ $b \approx 0.02d$ $l \approx 0.2d (d \leq 25)$ $\approx 0.3d (d > 25)$ |

4 加工黄铜用群钻切削部分几何参数表

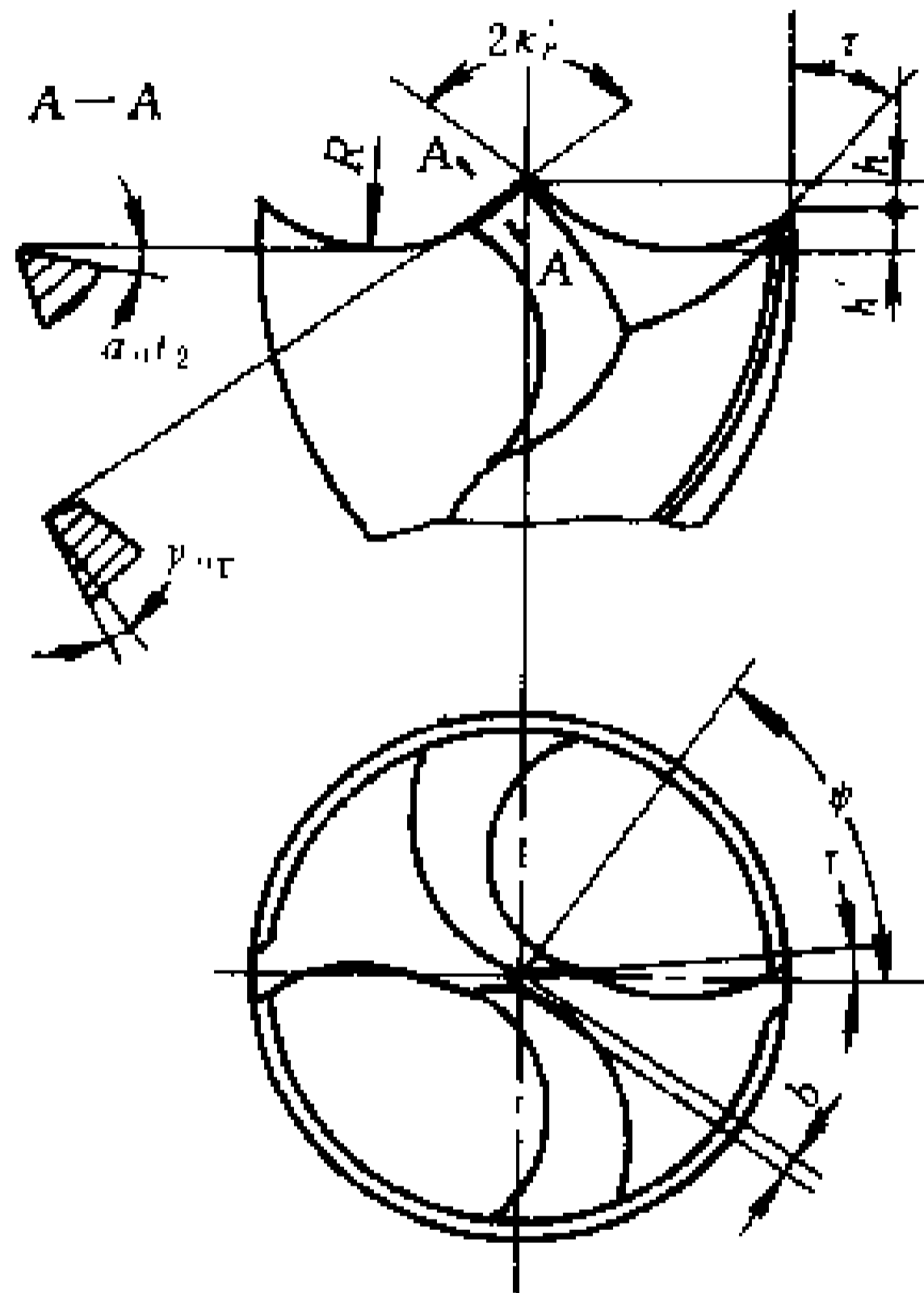


特点口诀

黄铜钻孔易“扎刀”，外刃前角要减小，棱边磨窄、修圆弧，孔圆、光整质量高。

| 钻头直径 d | 尖高 h | 圆弧半径 R | 横刃长 b | 外刃长 l | 修磨长度 f | 外刃锋角 | | 内刃锋角 $2\kappa_r$ | 横刃斜角 ϕ | 外刃纵向前角 γ_{os} | 内刃前角 γ_{os} | 内刃斜角 τ | 外刃后角 α_{of} | 圆弧后角 α_{of} |
|-------------|--|-------------|------------|------------|-------------|------|-----------|---------------------|----------------|-------------------------|-----------------------|----------------|--|-----------------------|
| | | | | | | i | λ | | | | | | | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | |
| 5~7 | 0.2 | 0.75 | 0.15 | 1.3 | | | | | | | | | | |
| >7~10 | 0.3 | 1 | 0.2 | 1.9 | 1.5 | | | | | | | 20 | 15 | 18 |
| >10~15 | 0.4 | 1.5 | 0.3 | 2.6 | | | | | | | | | | |
| >15~20 | 0.55 | 2 | 0.4 | 3.8 | | | | | | | | | | |
| >20~25 | 0.70 | 2.5 | 0.48 | 4.9 | | 125 | 110 | 135 | 65 | 8 | 10 | | | |
| >25~30 | 0.85 | 3 | 0.55 | 6 | 3 | | | | | | | | 25 | 12 |
| >30~35 | 1 | 3.5 | 0.65 | 7.1 | | | | | | | | | | 15 |
| >35~40 | 1.15 | 4 | 0.75 | 8.2 | | | | | | | | | | |
| 附注 | 1) 1——钴黄铜； 2) 参数值按直径范围的中值来定，允许偏差为± 3) 钻胶木时不必修磨前角 4) γ_{os} 指外缘点纵向修磨前角，便于观察控制 | | | | | | | | | | 近似比例 | | $h \approx 1.05d$ $R \approx 0.1d$ $b \approx 0.02d$ $l \approx 0.2d$ | |

5 加工薄板用群钻切削部分几何参数表



特点口诀

迂回、钳制靠三尖，内定中心外切圈，压力减轻变形小，孔形圆整又安全。

| 钻头直径 d | 横刃长 b | 尖高 h | 圆弧半径 R | 圆弧深度 h' | 内刃锋角 $2\kappa_r$ | 刃尖角 ϵ | 内刃前角 γ_{os} | 圆弧后角 d_{of_2} |
|-------------|------------|-----------|-------------|---------------|---------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|
| mm | | | | | | | | |
| 5~7 | 0.15 | | 用单圆弧 连接 | $>(\delta-1)$ | 110 | 10 | 10 | 15 |
| >7~10 | 0.20 | 0.5 | | | | | | |
| >10~15 | 0.30 | | | | | | | |
| >15~20 | 0.40 | | 用双圆弧 连接 | $>(\delta-1)$ | 110 | 10 | 10 | 12 |
| >20~25 | 0.48 | 1 | | | | | | |
| >25~30 | 0.55 | | | | | | | |
| >30~35 | 0.65 | | | | | | | |
| >35~40 | 0.75 | 1.5 | | | | | | |

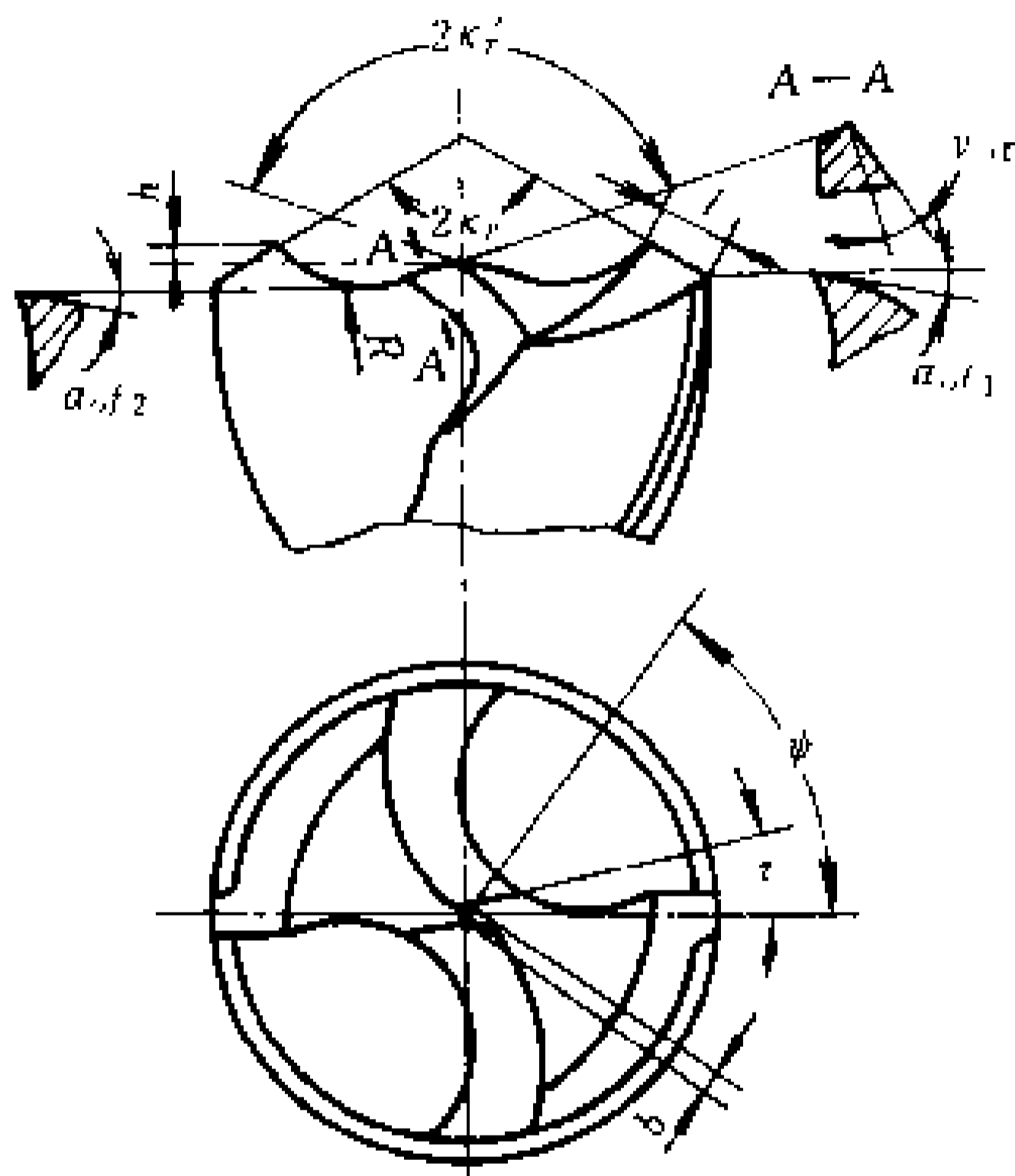
附

1) δ 是指料厚

注

2) 参数值按直径范围的中间值来定, 允许偏差为 \pm 。 ψ 、 τ 可参考其他钻头选取

6 加工毛坯用扩孔群钻切削部分几何参数表



特点口诀

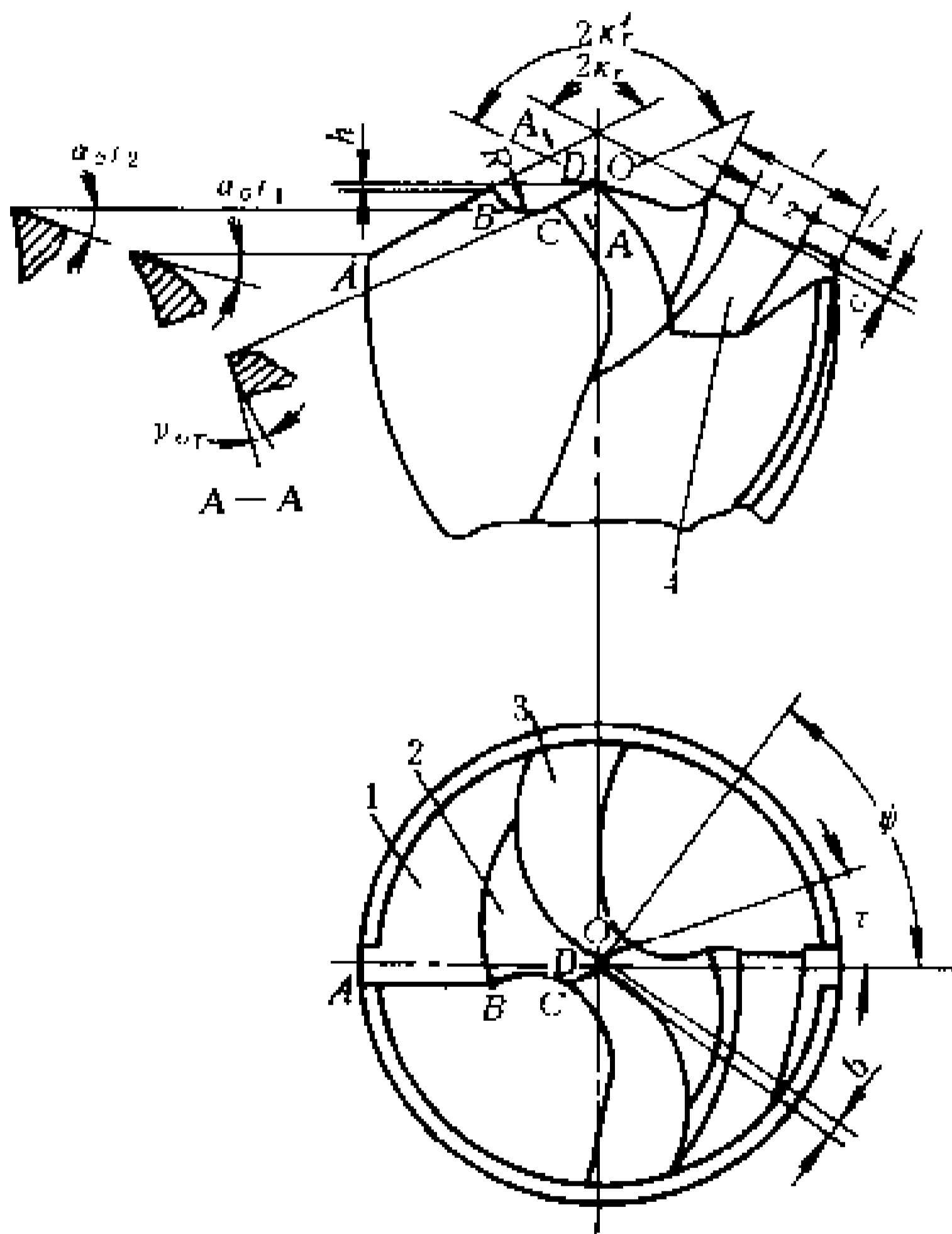
毛坯扩孔定心难，
 钻心低于两外尖，
 外刃切入手进给，
 再用机进也不偏。

| 钻头直径 d | 尖高 h | 圆弧 半径 R | 横刃长 b | 外刃长 l | 外刃 锋角 $2\alpha_r$ | 内刃 锋角 $2\alpha_r'$ | 横刃 斜角 ψ | 内刃 前角 γ_{or} | 内刃 斜角 τ | 外刃 后角 $\alpha_{or}f_1$ | 圆弧 后角 $\alpha_{or}f_2$ |
|-------------|-----------|-----------------|------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| (°) | | | | | | | | | | | |
| 30~46 | 1.5 | 5 | 1.5 | 按扩 孔余 量决 定 | 120 | 120 | 65 | -15 | 30 | 12 | 12 |
| >45~60 | 2 | 7 | 2 | | 120 | 120 | 65 | -15 | 35 | 10 | 10 |
| >60~80 | 2.5 | 8 | 2.5 | | 120 | 120 | 65 | -15 | 40 | 8 | 8 |

附注

参数值按直径范围的中间值来定，允许偏差为±

三 群钻的手工刃磨方法



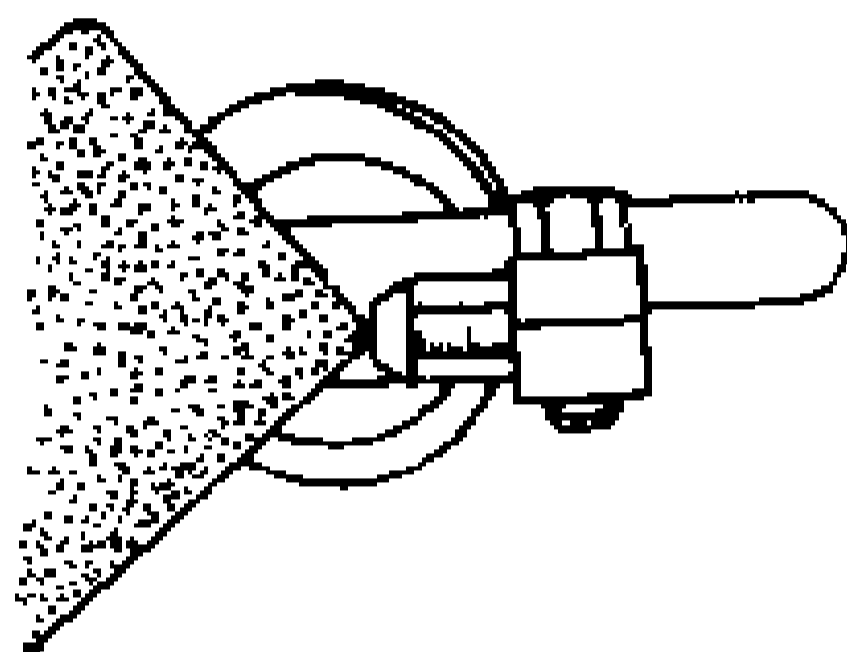
标准中型群钻(直径 15~40mm)几何角度

1—外刃后面 2—月牙槽后面

3—内刃前面

前面介绍了几种群钻的几何参数，要保证这些几何参数，必须掌握群钻的刃磨方法。下面以中等尺寸的标准群钻（见×××页图）为例，来介绍它的刃磨方法。

1 刃磨前准备——修整砂轮



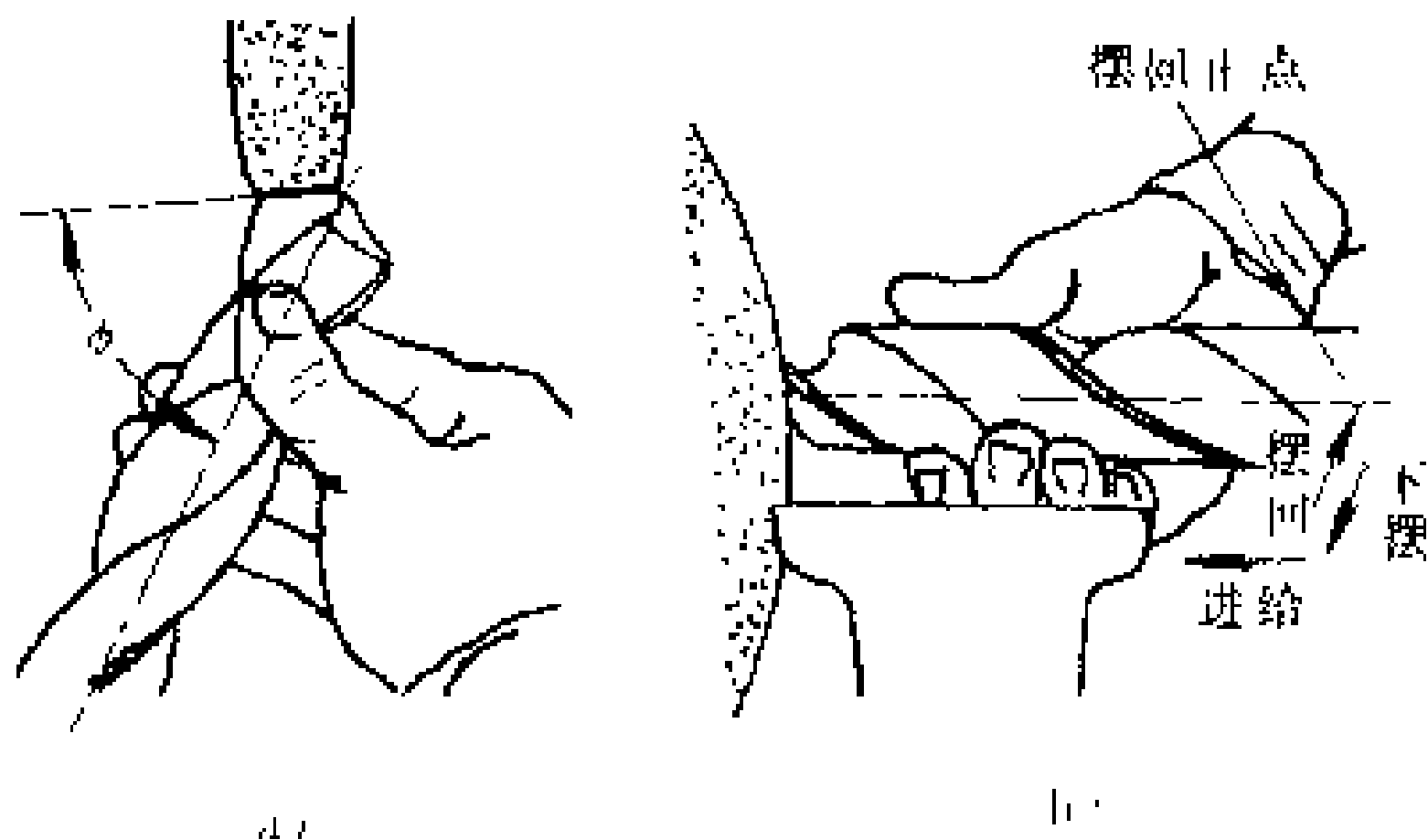
〔口诀〕 砂轮要求不特殊，
通用砂轮就满足。
外圆轮侧修平整，
圆角可小月牙弧。

〔注意事项〕

(1) 砂轮型号建议用 A46~60K、L。

(2) 砂轮圆角不得大于参数表中标出的圆弧半径 (R) 值。

2 磨外直刃



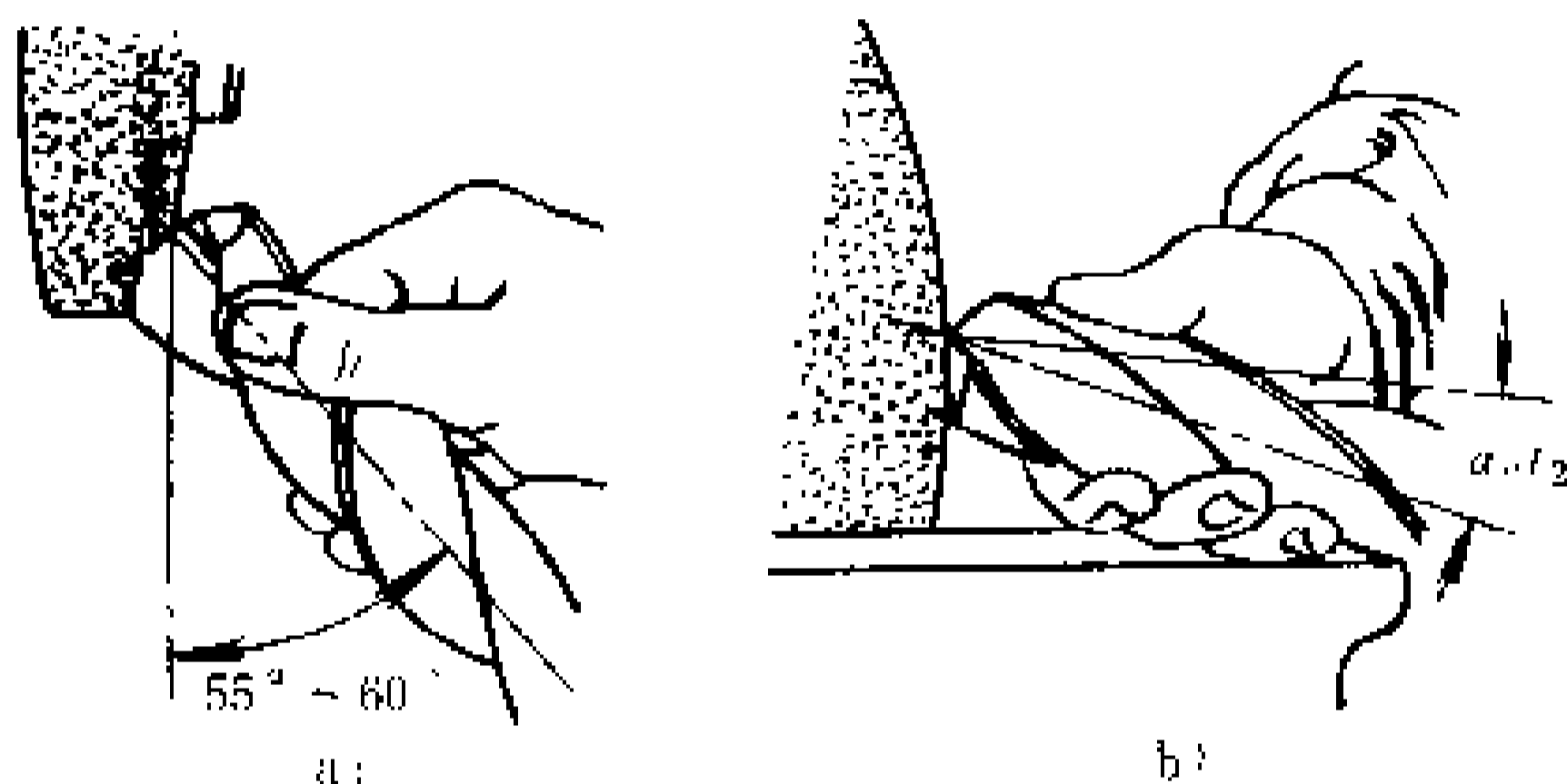
〔口诀〕 钻刃摆平轮面靠，
 钻轴左斜出锋角，
 由刃向背磨后面，
 上下摆动尾别翘。

〔注意事项〕

- (1) 开始刃磨，钻刃接触砂轮，一手握住钻头某个固定的部位作定位支点，一手将钻尾上下摆动，同时吃刀，磨出后面1，保证外刃后角(α_1)。
- (2) 钻尾摆动时不得高出水平面，以防止磨出负后角。
- (3) 当切削刃即将磨好成型时，注意磨削不可由刃

背向刃口方向进行，以免刃口退火。

3 磨月牙槽



〔口诀〕 刀对轮角、刃别翘，
 钻尾压下弧后角(α_{f_2})，
 轮侧、钻轴夹 55° ，
 上下勿动平进刀。

〔注意事项〕

(1) 手拿钻头，使钻头主切削刃基本水平，以保证横刃斜角适当，和 B 点处的侧后角为正值。

若外直刃外缘点向上翘，会使 B 点处出负值后角，

并使横刃斜角(ψ)变小。

(2) 开始刃磨, 钻头水平向前缓慢平稳送进, 磨出后面 2, 形成圆弧刃, 应保证圆弧半径(R)和外刃长(l)。如果砂轮圆角小于要求的圆弧半径(R)值, 则钻头还应在水平面作微小的摆动, 以得到表中的 R 值。

(3) 钻头千万不可在垂直面内上下摆动, 或绕钻轴转动, 否则横刃变成 S 形, 横刃斜角变小, 而且圆弧形状也不易控制对称。

(4) 对圆弧和钻心尖的对称性要求较严, 在翻转 180° 磨另一边的后面 2 时, 应特别注意。

4 修磨横刃

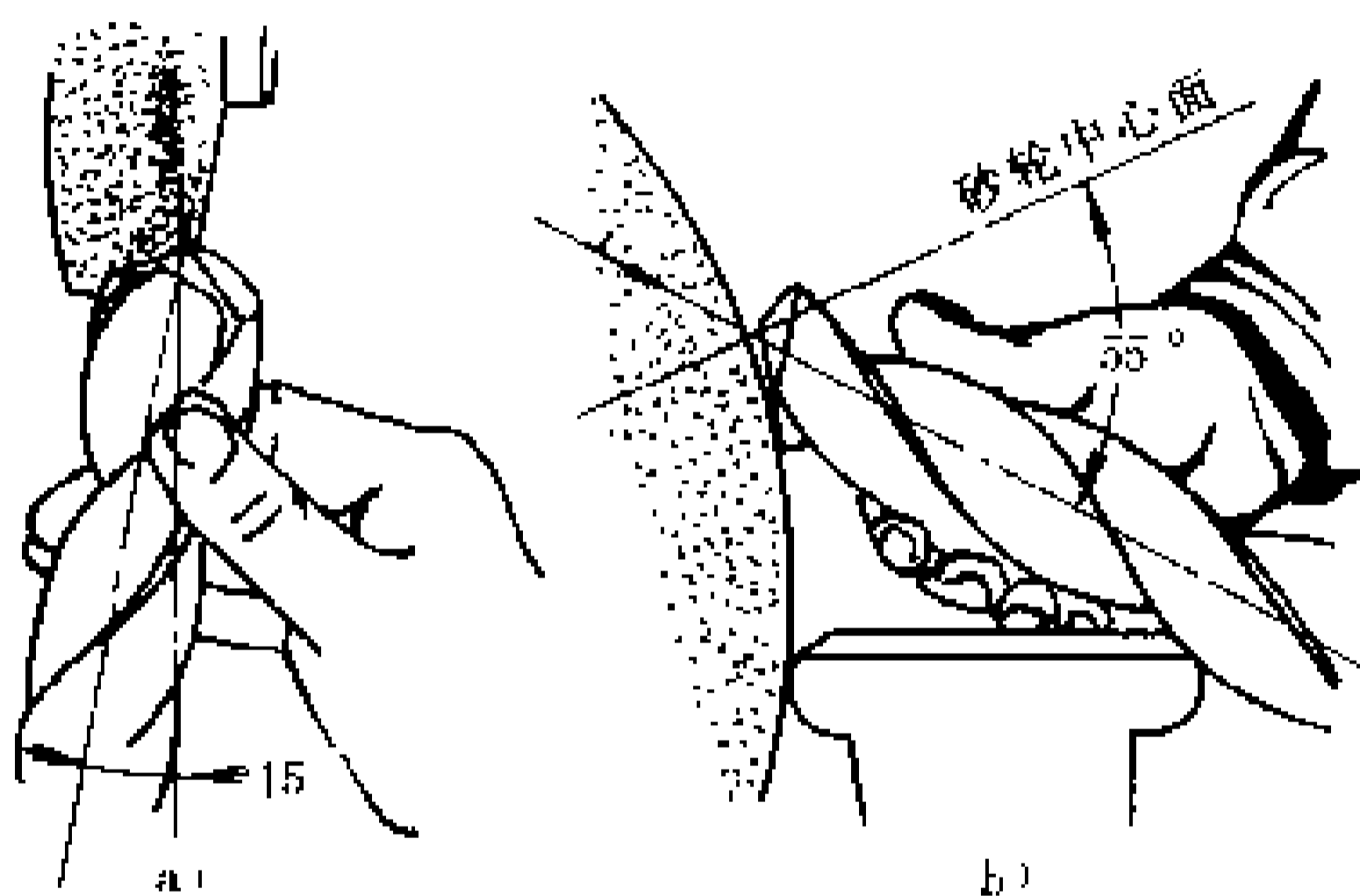
[注意事项]

(1) 开始刃磨, 钻头上的磨削点逐渐由外刃背向钻心移动, 磨出前面 3, 保证内刃斜角(τ)和内刃前角(γ_{or})。

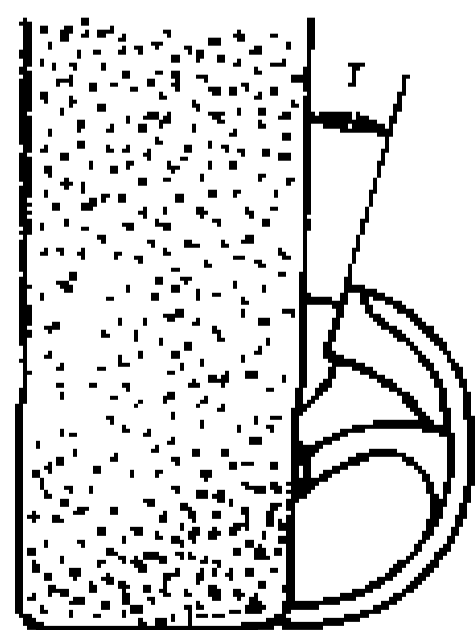
(2) 由外向里刃磨时, 磨削量应由大到小, 磨至钻心时要轻, 防止刃口退火(烧糊)。

(3) 刃磨时, 要严防由于外直刃与轮侧的夹角(τ)太小, 而磨到圆弧刃甚至外直刃。这个角度的大小, 要求不严。但必须强调两个“ τ ”角的一致性。

(4) 钻心不要磨得过薄。



A 向

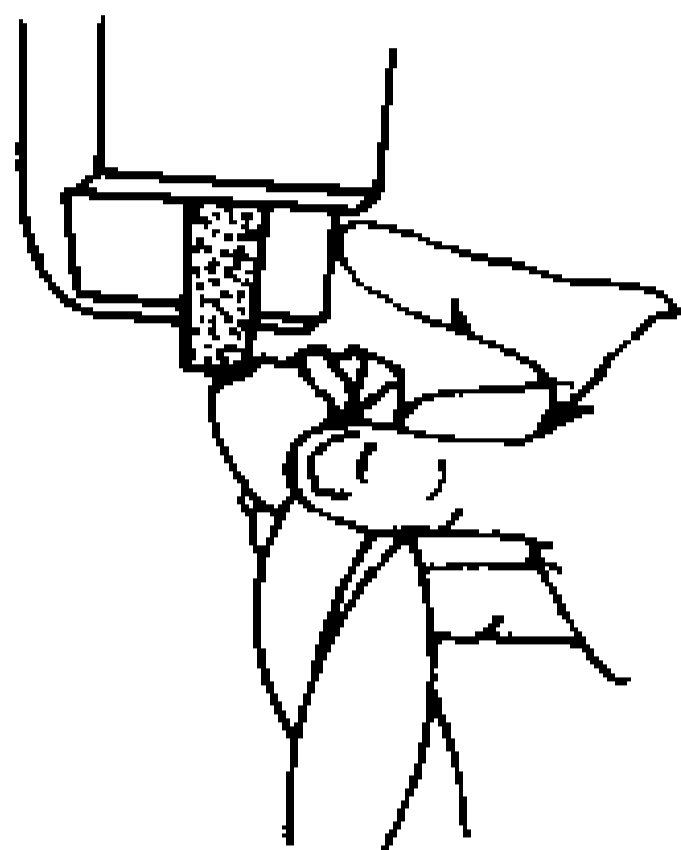


C.

〔口诀〕

钻轴左倾 15 度，
 尾柄下压约 55°，
 外刃、轮侧夹“τ”角，
 钻心缓进别烧糊。

5 磨外直刃上的分屑槽



〔口诀〕 片砂轮或小砂轮，
垂直刃口两平分，
开槽选在高刃上，
槽侧后角要留心。

〔注意事项〕

(1) 最好选用橡胶切割砂轮，也可用普通小砂轮，但砂轮圆角半径要修小一点。

(2) 手拿钻头，目测两外直刃，如两外直刃有高有低，选定较高的一刃，使片砂轮侧面(或小砂轮的圆角平分面)与它垂直，并对准外直刃的中间。

(3) 开始刃磨，钻头接触砂轮，同时在垂直面内摆动钻尾，磨出分屑槽 4 和分屑槽侧后角，保证槽距(L_1)、槽

宽(l_2)和槽深(c)。

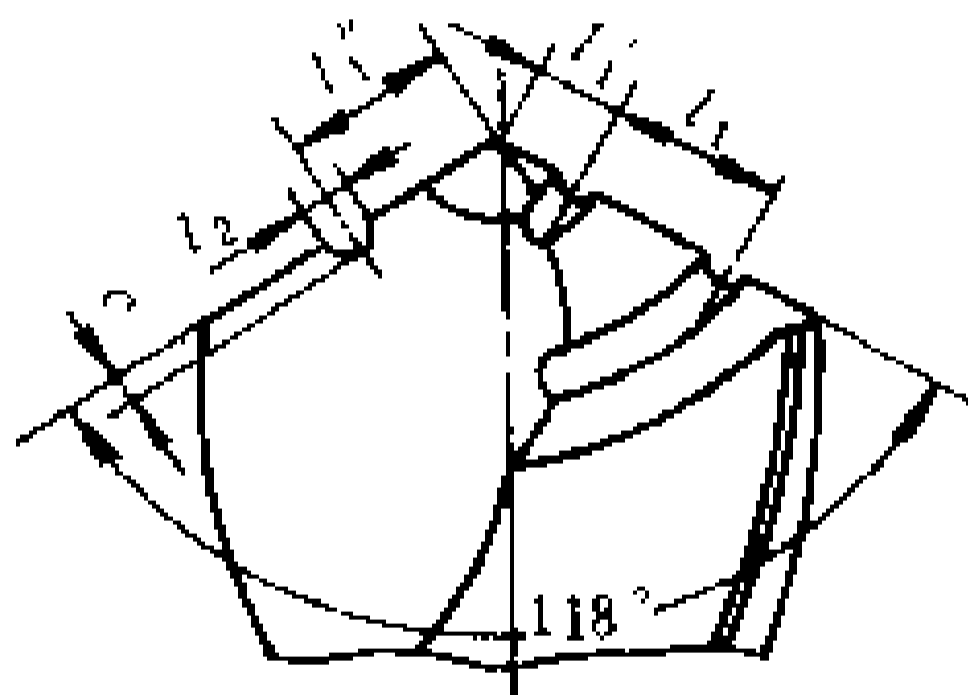
四 几种其他典型钻头

1 分屑钻头

[加工范围]

碳素钢与合金结构钢。

[几何形状]



(1) 分屑槽尺寸见下表：

(mm)

| 钻头直径 | 总槽数 | l_2 | c | l_1 | l_1 | l_1 |
|--------|-----|----------|---------|-------|-------|-------|
| 12~18 | 2 | 0.85~1.3 | 0.6~0.9 | 2.3 | 4.6 | — |
| >18~35 | 3 | 1.3~2.1 | 0.9~1.5 | 3.6 | 7.2 | 7.2 |
| >35~50 | 5 | 2.1~3 | 1.5~2 | 5 | 10 | 10* |

注：有两条槽时，则槽距应为10mm，具体尺寸可按钻头直径决定。

(2) 横刃长度为 $0.75 \sim 1.5\text{mm}$ ，应注意修磨对称。

〔钻削特点〕

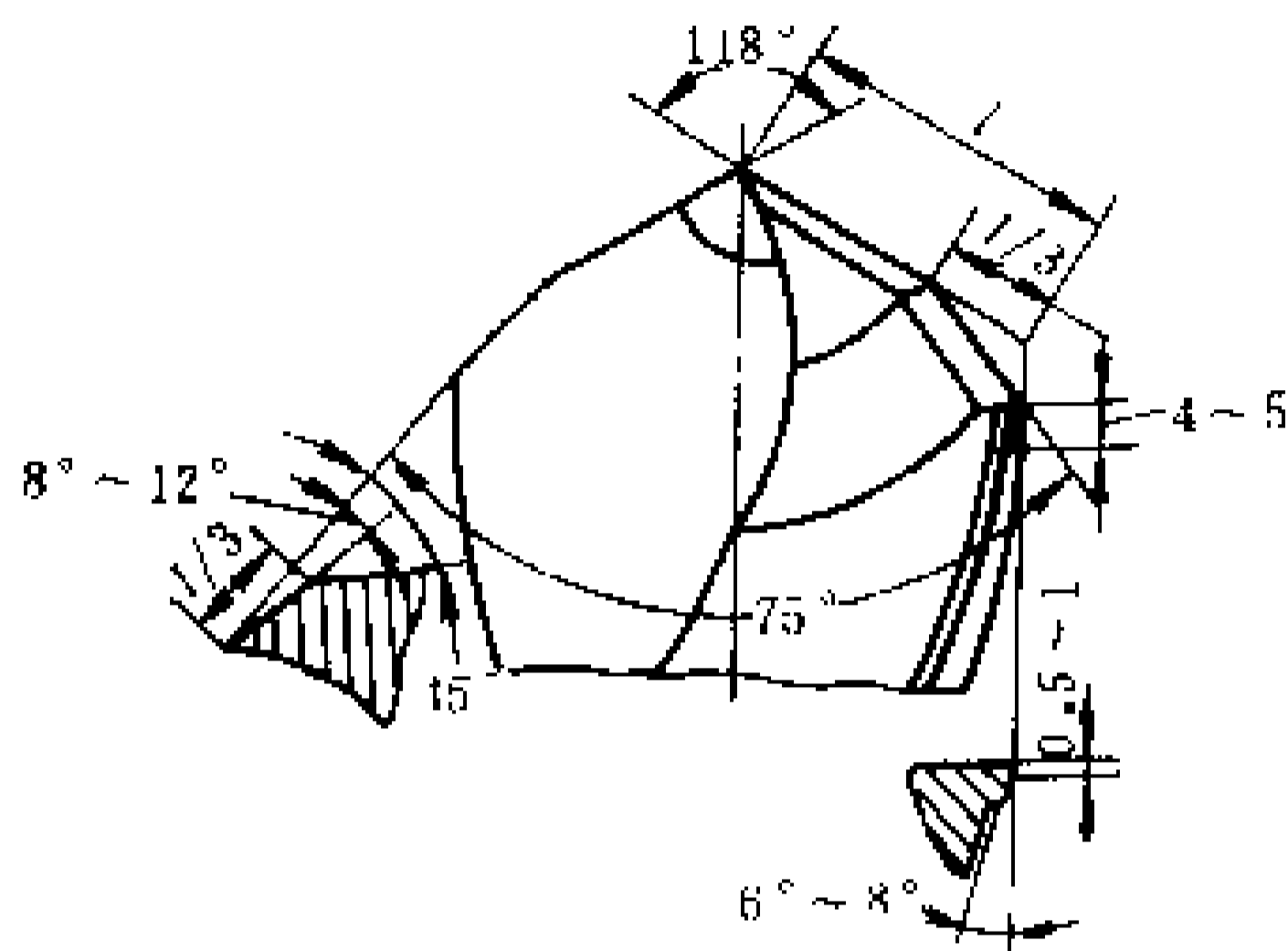
1) 切削用量见下表：

| 钻头直径 d/mm | 进给量 f' (mm/r) | 行程长度 L/mm | 转 数 n (r/min) | 钻削速度 v (m/min) |
|-----------------------|---|-----------------------|---|--|
| 16 | 0.4 | 50 | 1200 | 61 |
| 20 | 0.56 | 60 | 1000 | 64 |
| 35 | 0.56 | 80 | 500 | 56 |
| 57 | 0.56 | 100 | 255 | 46 |

2) 加工表面粗糙度可达 $R_a 6.3 \sim R_a 3.2\mu\text{m}$ ，刀具寿命为 $2 \sim 3\text{h}$ 。效率可提高 $2 \sim 3$ 倍。

3) 修磨横刃和分屑槽后，可加大进给量，但要小于分屑槽深度 (c)。排屑良好，有利于冷却。

2 综合钻头



〔加工范围〕

铸铁。

〔几何形状〕

- (1) 横刃长度为 $0.5 \sim 1\text{mm}$ 。
- (2) 双后角： $1/3$ 的后面为 $\alpha_0 = 8^\circ \sim 12^\circ$ ，其余为 45° 。
- (3) 双重锋角：近外圆处为 75° 。
- (4) 在 $4 \sim 5\text{mm}$ 长度的棱边上磨出副后角 $6^\circ \sim 8^\circ$ 。
- (5) 两主切削刃和过渡刀刃要修磨对称，棱边根据加工材料修磨。

〔钻削特点〕

- (1) 切削用量见下表：

| 钻头直径 d/mm | 进给量 f_r (mm/r) | 行程长度 l/mm | 转数 n (r/min) | 钻削速度 v_f (m/min) |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|
| 20 | 1.2 | 50 | 500 | 32 |
| 32 | 1 | 120 | 335 | 34 |
| 40 | 0.8 | 135 | 255 | 33 |
| 50 | 0.56 | 140 | 180 | 29 |

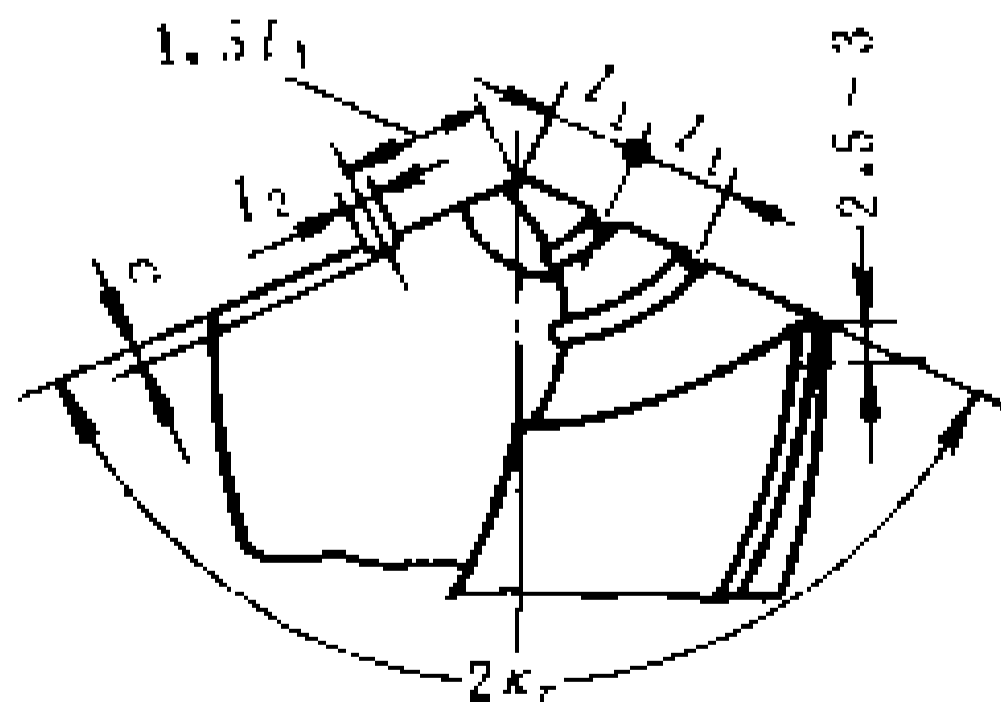
(2) 表面粗糙度可达 $R_a 6.3\mu\text{m} \sim R_a 3.2\mu\text{m}$, 刀具寿命为 $4\text{h} \sim 5\text{h}$, 效率可提高 $2 \sim 4$ 倍。

3 钻不锈钢钻头

〔加工范围〕

不锈钢与耐热钢。

〔几何形状〕



(1) 分屑槽尺寸: $l_2 = 1.5 \sim 1.75\text{mm}$

$c = 0.5 \sim 0.6\text{mm}$

$$l_1 = \frac{d}{6} \sim \frac{d}{7} \quad (\text{mm})$$

(2) 修磨横刃, 使该处为正前角。横刃长见下表:

| | | | |
|--------------------|---------|---------|---------|
| 钻头直径 d/mm | 6~25 | >25~30 | >30 |
| 横刃长/mm | 0.4~0.5 | 0.6~0.7 | 0.7~0.8 |

(3) 锋角与后角见下表:

| | | |
|--------------------|------------------------|-----------------------|
| 钻头直径 d/mm | 锋角 $2\kappa_r/(\circ)$ | 后角 $\alpha_o/(\circ)$ |
| <15 | 135~140 | 12~15 |
| >15~30 | 130~135 | 10~12 |
| >30~40 | 125~130 | 8~10 |
| >40 | 120~125 | 7~8 |

(4) 修磨棱边, 宽度为 0.5~1mm, 后角为 30°。

[钻削特点]

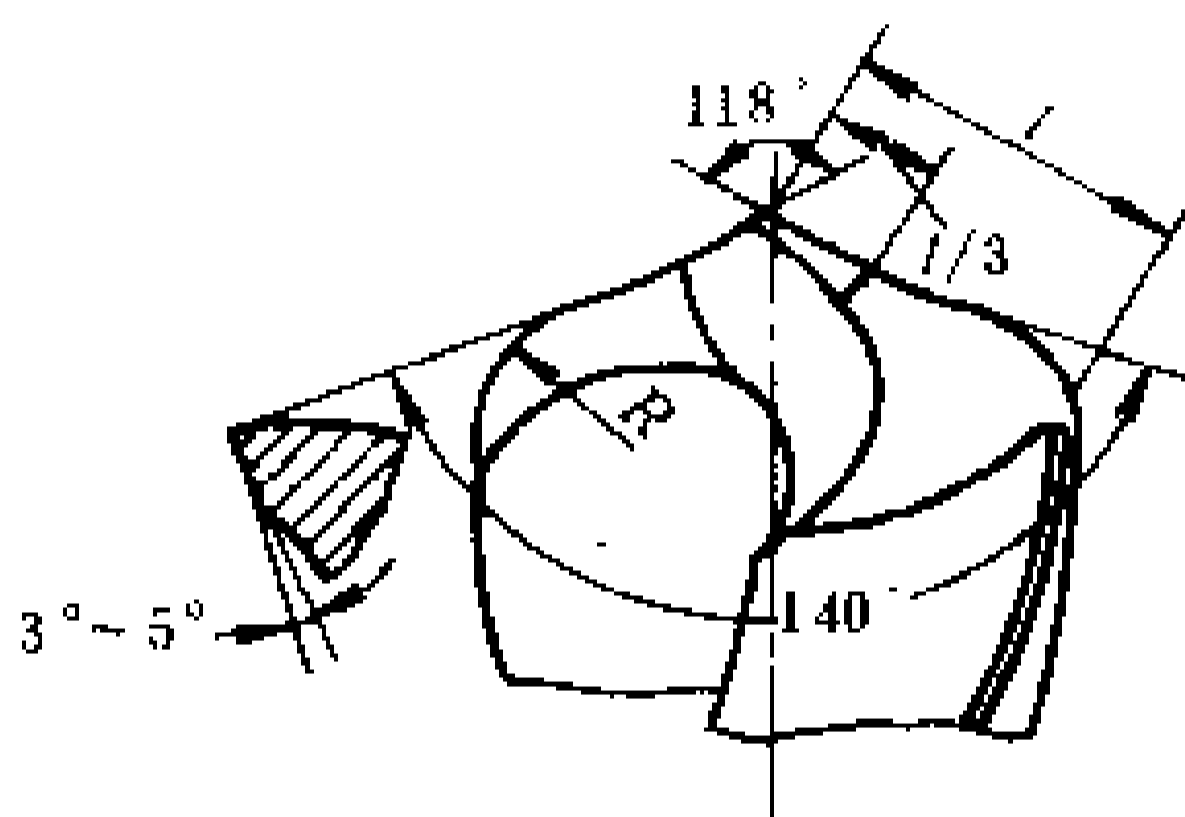
(1) 切削用量见下表:

| | | | | |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| 加工材料 | 1Cr18Ni9Ti | | 0Cr17Ni16Mo7 | |
| 钻孔直径 d/mm | 钻削 速度 $v/$ (m/min) | 进给量 $f/$ (mm/r) | 钻削 速度 $v/$ (m/min) | 进给量 $f/$ (mm/r) |
| 8~18 | 10~12 | 0.12~0.16 | 8~10 | 0.12~0.16 |
| >18 | 8~10 | 0.12~0.2 | 7~8 | 0.12~0.2 |

(2) 表面粗糙度可达 $R_{a}6.3 \sim R_{a}3.2 \mu\text{m}$ ，效率提高 1~2 倍，刀具寿命为 1~2h。

(3) 注意经常清除切削刃上的刀瘤，钻头未退出孔以前，不要停车。

4 钻铝合金钻头



〔加工范围〕

铝合金。

〔几何形状〕

(1) 前角 $\gamma_0 = 3^\circ \sim 5^\circ$ 。

(2) 外刃圆角半径

$$R = \frac{d}{4}$$

(3) 横刃与前面一起修磨成光滑圆弧连接。

〔钻削特点〕

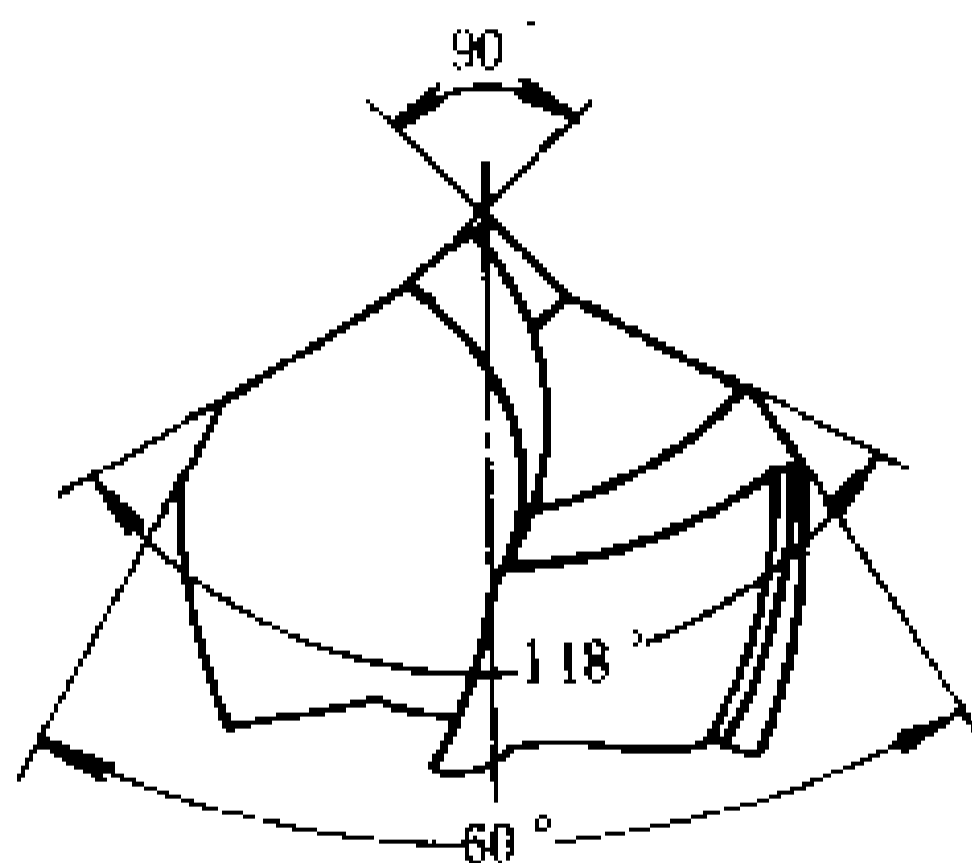
(1) 切削用量:

钻 $\phi 13 \sim \phi 17\text{mm}$ 孔时: $n = 2000 \sim 3000\text{r/min}$, $f = 0.4 \sim 0.6\text{mm/r}$ (加切削液)。

(2) 表面粗糙度可达 $R_a 6.3 \sim R_a 3.2\mu\text{m}$, 刀具寿命为 $1 \sim 2\text{h}$ 。效率提高 4 倍。

(3) 前面背光, 不易粘刀瘤, 切屑象弧叶般顺利排出。

5 钻紫铜钻头



〔加工范围〕

紫铜。

〔几何形状〕

横刃斜角为 30° 。

〔钻削特点〕

(1) 切削用量:

钻 $\phi 17.3\text{mm}$ 孔时: $n = 1700\text{r/min}$, $f = 0.5 \sim 1\text{mm/r}$ 。

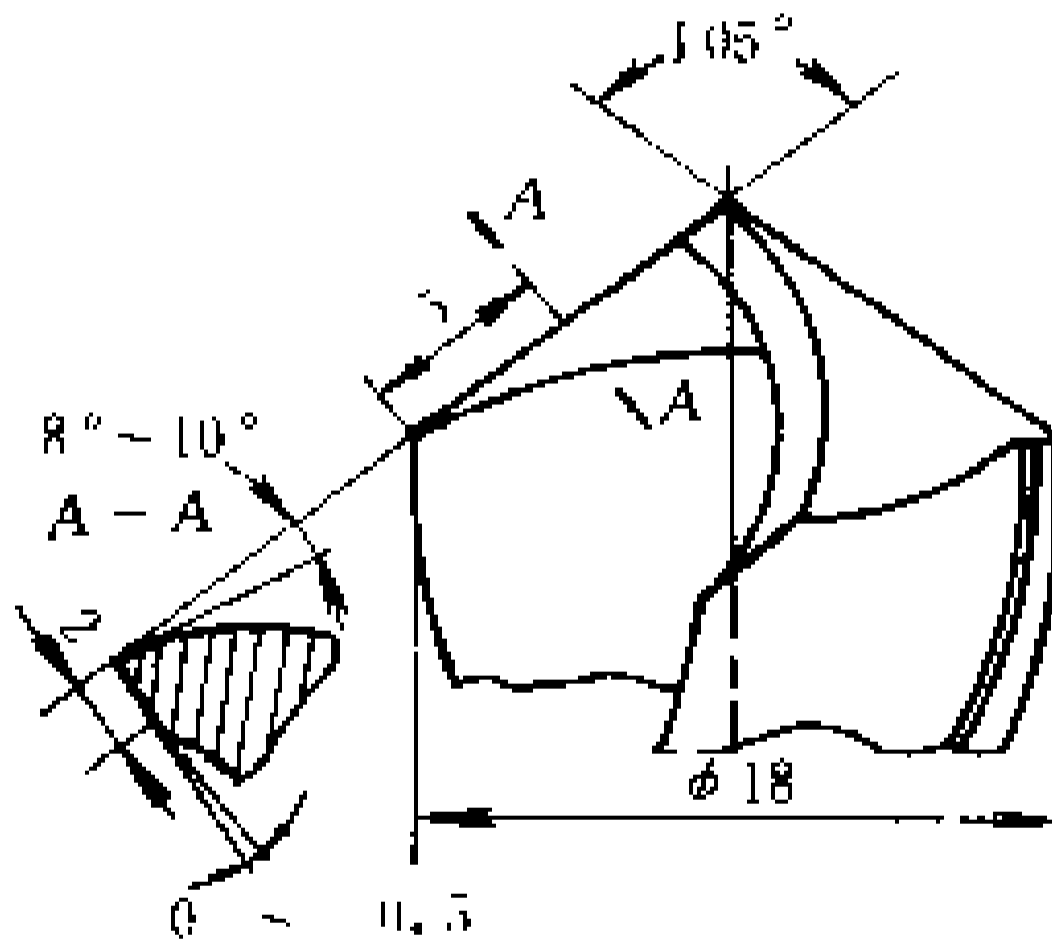
- (2) 三重锋角可分屑, 排屑顺利, 钻头不致被咬住。
- (3) 横刃窄, 钻心锋角小, 定心好。
- (4) 表面粗糙度可达 $R_a 6.3 \sim R_a 3.2 \mu\text{m}$, 刀具寿命 $2 \sim 3\text{h}$ 。效率提高 3 倍。

6 钻青铜钻头

[加工范围]

青铜。

[几何形状]



- (1) 横刃长为 $0.5 \sim 0.75\text{mm}$ 。
- (2) 后角 $\alpha_0 = 8^\circ \sim 10^\circ$ 。
- (3) 修磨前面, 减小前角到 $0^\circ \sim 0.5^\circ$ 。

[钻削特点]

(1) 切削用量:

钻 $\phi 18\text{mm}$ 孔时:

$n=600\sim 1000\text{r/min}$, $f=0.4\sim 0.6\text{mm/r}$ 。

(2) 表面粗糙度可达 $R_a 3.2\mu\text{m}$, 效率提高 5 倍。

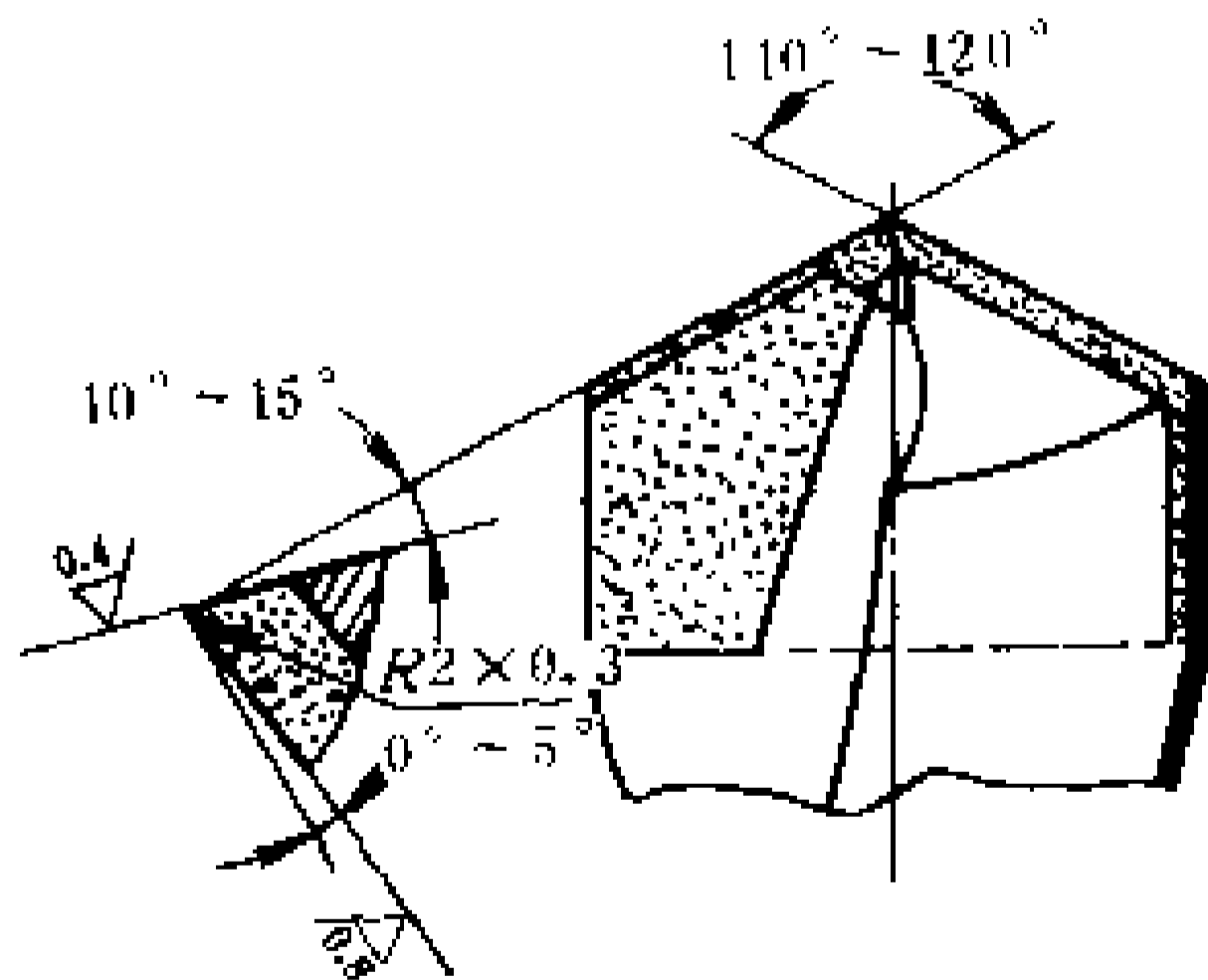
(3) 前角小, 避免钻头梗死, 出口无毛边, 安全可靠。

7 钻高锰钢的硬质合金钻头

[加工范围]

高锰钢。

[几何形状]



(1) 前角 $\gamma_0=0^\circ\sim 5^\circ$ 。

(2) 后角 $\alpha_0=10^\circ\sim 15^\circ$ 。

(3) 横刃斜角 $\phi=77^\circ$ 。

(4) 横刃(b)长:

$$d = 16 \sim 18\text{mm}, b = 1.2\text{mm},$$

$$d = 20 \sim 22\text{mm}, b = 1.5\text{mm},$$

$$d = 24 \sim 30\text{mm}, b = 1.8 \sim 2\text{mm}.$$

(5) YG8 刀片, 焊装斜角为 6° 、增大刀片部分的倒锥。

(钻削特点):

(1) 切削用量:

钻 $\phi 18\text{mm}$ 孔时: $v = 15\text{m}/\text{min}$,

钻 $\phi 28\text{mm}$ 孔时: $v = 24\text{m}/\text{min}$,

进给量(f)见下表:

| 直径 d/mm | 16 | 18 | 20 | 24 | 28 | 30 |
|---|-------|------|-------|-------|-------|------|
| 进给量 $f/$ (mm/r) | 0.045 | 0.05 | 0.065 | 0.075 | 0.085 | 0.09 |

(2) 最好用硫化乳化液冷却, 流量要充足, $8 \sim 10\text{L}/\text{min}$ 。

(3) 耐用度可达 40min 以上。

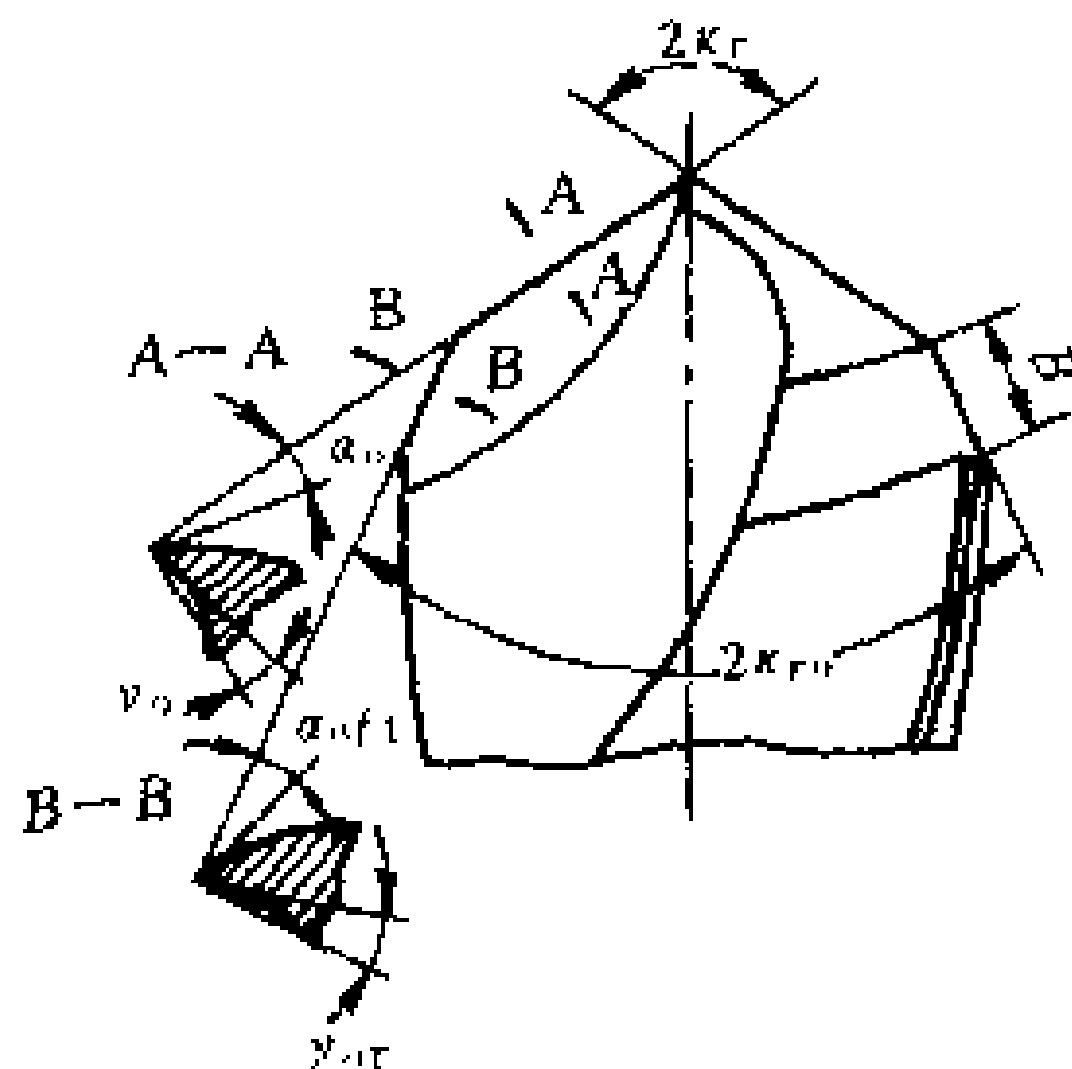
8 精钻孔钻头

(加工范围)

低碳钢、中碳钢和 $1\text{Cr}18\text{Ni}9\text{Ti}$ 不锈钢扩钻精孔。

(几何形状)

- (1) 后角 $\alpha_n \approx 15^\circ \sim 17^\circ$ ，最外缘处 $\approx 30^\circ$ 。
- (2) 锋角修磨时要尽量保证对称，其数值见下表。
- (3) 前角 $\gamma_n = 15^\circ \sim 20^\circ$ 。
- (4) $B \approx 0.2d$ 。



| 加工材料 | $2\kappa_r$ | $2\kappa_{rn}$ |
|------|----------------------------|--------------------------|
| 脆性材料 | $100^\circ \sim 115^\circ$ | $50^\circ \sim 60^\circ$ |
| 韧性材料 | $100^\circ \sim 110^\circ$ | $45^\circ \sim 50^\circ$ |

- (5) 棱边宽度为 $0.2 \sim 0.4\text{mm}$ 。副后角 $= 6^\circ \sim 8^\circ$ 。

[钻削特点]

(1) 精度可达 2~4 级，表面粗糙度可达 $R_a 0.80 \sim R_a 0.40 \mu\text{m}$ 。

(2) 切削用量： $v = 2 \sim 10 \text{m/min}$ ， $f = 0.04 \sim 0.14 \text{mm/r}$ ， $a_p = 0.15 \sim 0.5 \text{mm}$ (单边余量)。

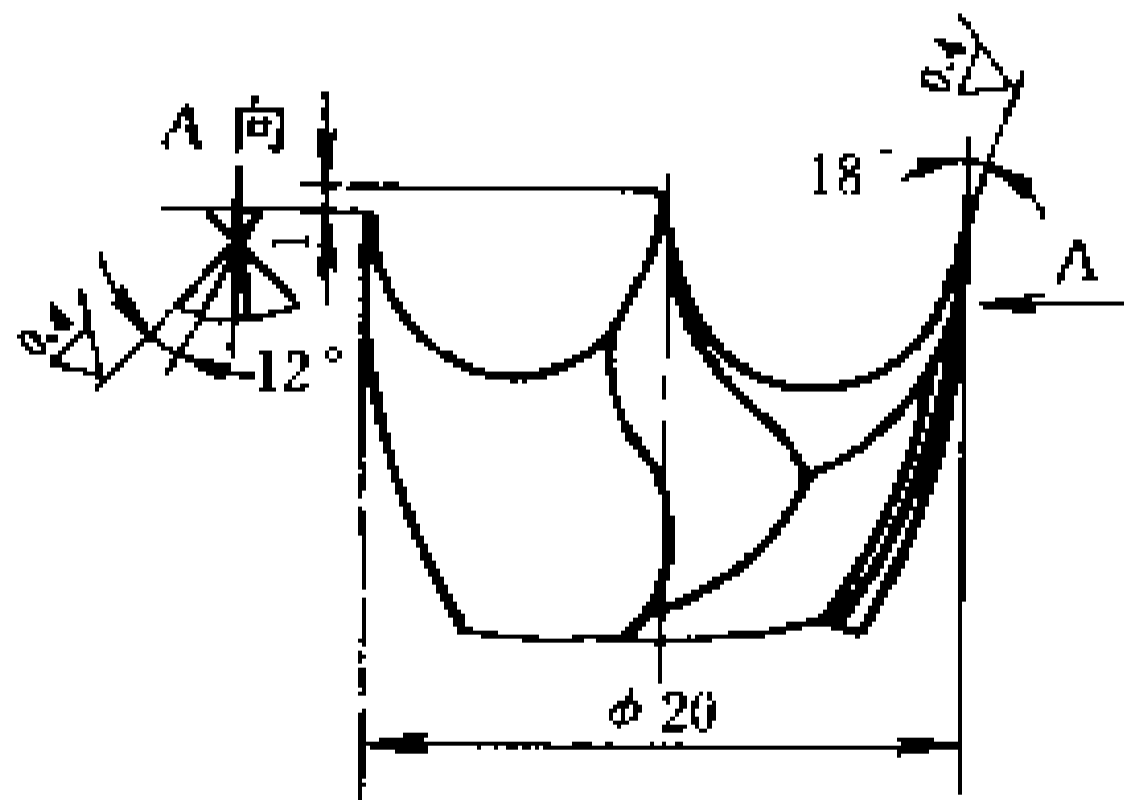
(3) 用高压泵送进清洁的乳化液加矿物油进行冷却。

9 钻软橡胶钻头

〔加工范围〕

软橡胶。

〔几何形状〕



〔钻削特点〕

(1) 表面粗糙度可达 $R_a 6.3 \mu\text{m}$ 。

(2) 切削用量： $n = 1000 \text{r/min}$

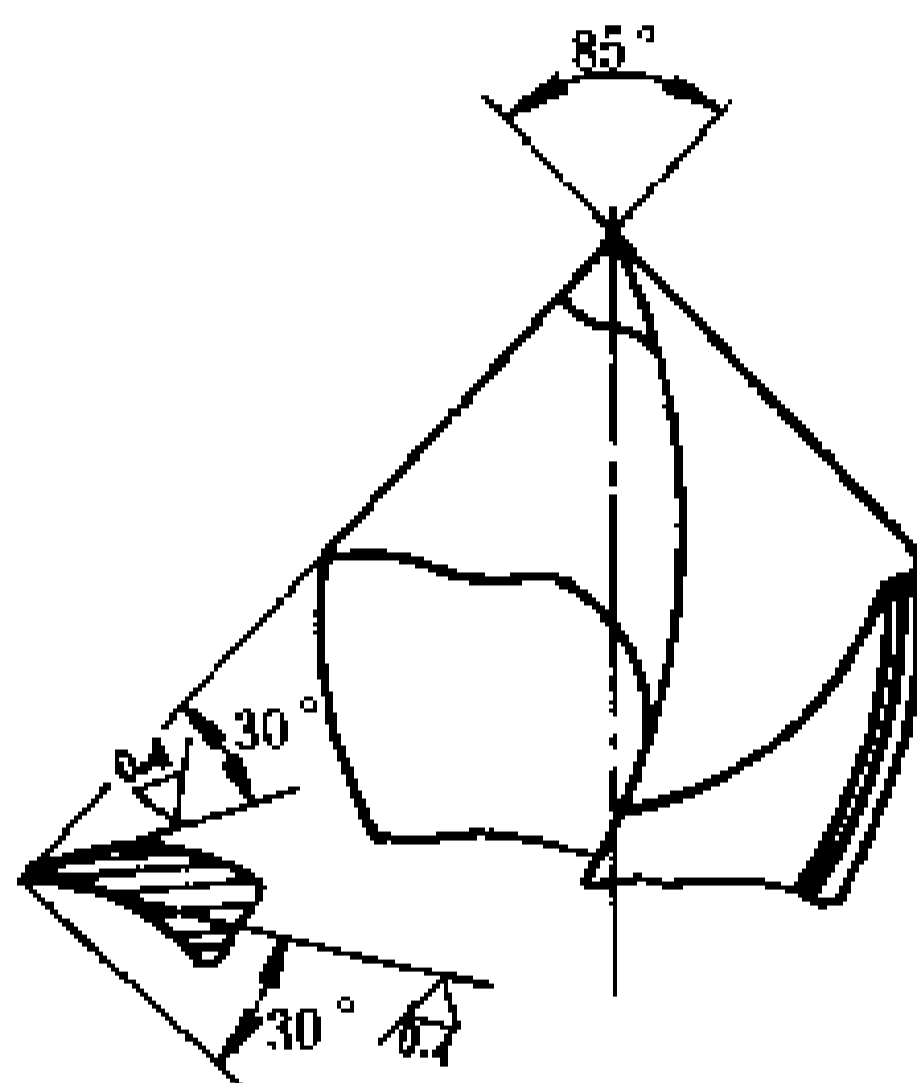
$f = 0.3 \text{mm/r}$

10 钻软塑料、硬橡胶钻头

〔加工范围〕

塑料与橡胶。

〔几何形状〕



(1) 修磨前面，加大前角。

(2) 大后角， $\alpha_o = 30^\circ$ 。

(3) 横刃长为 0.3mm。

〔钻削特点〕

(1) 切削用量：

钻 $\phi 18\text{mm}$ 孔时； $n = 1000\text{r/min}$ ， $f = 0.5\text{mm/r}$ 。

(2) 表面粗糙度可达 $R_a 6.3\mu\text{m}$ ，效率提高 1~2 倍。

五 麻花钻钻孔中常见缺陷的原因和解决办法

| 序号 | 缺陷内容 | 产生原因 | 解决办法 |
|----|----------|--|---|
| 1 | 孔径增大、误差大 | 1) 钻头左、右切削刃不对称,摆差大 2) 钻头横刃太长 3) 钻头刃口崩刃 4) 钻头刃带上有积屑瘤 5) 钻头弯曲 6) 进给量太大 7) 钻床主轴摆差大或松动 | 1) 刃磨时保证钻头左、右切削刃对称,摆差在允许范围内 2) 修磨横刃,减小横刃长度 3) 及时发现崩刃情况,并更换钻头 4) 将刃带上的积屑瘤用油石修整到合格 5) 校直或更换 6) 降低进给量 7) 及时调整和维修钻床 |

(续)

| 序号 | 缺陷内容 | 产生原因 | 解决办法 |
|----|-------------|---|--|
| 2 | 孔径小 | 1) 钻头刃带已严重磨损 2) 钻出的孔不圆 | 1) 更换合格钻头 2) 见序号 3 的解决办法 |
| 3 | 钻孔时产生振动或孔不圆 | 1) 钻头后角太大 2) 无导向套或导向套与钻头配合间隙过大 3) 钻头左、右切削刃不对称, 摆差大 4) 主轴轴承松动 5) 工件夹紧不牢 6) 工件表面不平整, 有气孔砂眼 7) 工件内部有缺陷、交叉孔 | 1) 减小钻头后角 2) 钻杆伸出过长时必须要有导向套, 采用合适间隙的导向套或先打中心孔再钻孔 3) 刃磨时保证钻头左、右切削刃对称, 摆差在允许范围内 4) 调整或更换轴承 5) 改进夹具与定位装置 6) 更换合格毛坯 7) 改变工序顺序或改变工件结构 |

(续)

| 序号 | 缺陷内容 | 产生原因 | 解决办法 |
|----|-----------|--|---|
| 4 | 孔位超差, 孔歪斜 | 1) 钻头已磨钝 2) 钻头左、右切削刃不对称, 摆差大 3) 钻头横刃太长 4) 钻头与导向套配合间隙过大 5) 主轴与导向套中心线不同心, 主轴与工作台面不垂直 6) 钻头在切削时振动 7) 工件表面不平整, 有气孔砂眼 | 1) 重磨钻头 2) 刃磨时保证钻头左、右切削刃对称, 摆差在允许范围内 3) 修磨横刃, 减小横刃长度 4) 采用合适间隙的导向套 5) 校正机床夹具位置, 检查钻床主轴的垂直度 6) 先打中心孔再钻孔, 采用导向套 7) 更换合格毛坯 |

(续)

| 序号 | 缺陷内容 | 产生原因 | 解决办法 |
|----|-----------|---|---|
| 4 | 孔位超差, 孔歪斜 | 8) 工件内部有缺口、交叉孔 9) 导向套底端面与工件表面间的距离大, 导向套长度短 10) 工件夹紧不牢 11) 工件表面倾斜 12) 进给量不均匀 | 8) 改变工序顺序或改变工件结构 9) 加长导向套长度 10) 改进夹具与定位装置 11) 正确定位安装 12) 使进给量均匀 |
| 5 | 钻头折断 | 1) 切削用量选择不当 2) 钻头崩刃 3) 钻头横刃太长 | 1) 减少进给量和切削速度 2) 及时发现崩刃情况, 当加工较硬的钢件时, 后角要适当减小 3) 修磨横刃, 减小横刃长度 |

(续)

| 序号 | 缺陷内容 | 产生原因 | 解决办法 |
|----|------|--|---|
| 5 | 钻头折断 | <p>4) 钻头已钝, 刃带严重磨损呈正锥形</p> <p>5) 导向套底端面与工件表面间的距离太小, 排屑困难</p> <p>6) 切削液供应不足</p> <p>7) 切屑堵塞钻头的螺旋槽, 或切屑卷在钻头上, 使切削液不能进入孔内</p> <p>8) 导向套磨损成倒锥形, 退刀时, 钻屑夹在钻头与导向套之间</p> | <p>4) 及时更换钻头, 刃磨时将磨损部分全部磨掉</p> <p>5) 加大导向套与工件间的距离</p> <p>6) 切削液喷嘴对准加工孔口, 加大切削液流量</p> <p>7) 减小切削速度、进给量; 采用断屑措施; 或采用分级进给方式, 使钻头退出数次</p> <p>8) 及时更换导向套</p> |

(续)

| 序号 | 缺陷内容 | 产生原因 | 解决办法 |
|----|------|---|--|
| 5 | 钻头折断 | <p>9) 快速行程終了位置距工件太近,快速行程转向工件进给时误差大</p> <p>10) 孔钻通时,由于进给阻力迅速下降而进给量突然增加</p> <p>11) 工件或夹具刚性不足,钻通时弹性恢复,使进给量突然增加</p> <p>12) 进给丝杠磨损,动力头重锤重量不足。动力液压缸反压力不足,当孔钻通时,动力头自动下落,使进给量增大</p> | <p>9) 增加工作行程距离</p> <p>10) 修磨钻头顶角,尽可能降低钻孔轴向力;孔将要钻通时,改为手动进给,并控制进给量</p> <p>11) 减少机床、工件、夹具的弹性变形;改进夹紧定位,增加工件、夹具刚性;增加二次进给</p> <p>12) 及时维修机床,增加动力头重锤重量;增加二次进给</p> |

(续)

| 序号 | 缺陷内容 | 产生原因 | 解决办法 |
|----|-------|--|--|
| 5 | 钻头折断 | 13) 钻铸件时遇到缩孔 14) 锥柄扁尾折断 | 13) 对估计有缩孔的铸件要减少进给量 14) 更换钻头,并注意擦净锥柄油污 |
| 6 | 钻头寿命低 | 1) 同第5项之1)、3)、4)、5)、6)、7) 2) 钻头切削部分几何形状与所加工的材料不适应 | 1) 同第5项之1)、3)、4)、5)、6)、7) 2) 加工铜件时,钻头应选用较小后角,避免钻头自动钻入工件,使进给量突然增加;加工低碳钢时,可适当增大后角,以增加钻头寿命;加工较硬的钢材时,可采用双重钻头顶角,开分屑槽或修磨横刃等,以增加钻头寿命 |

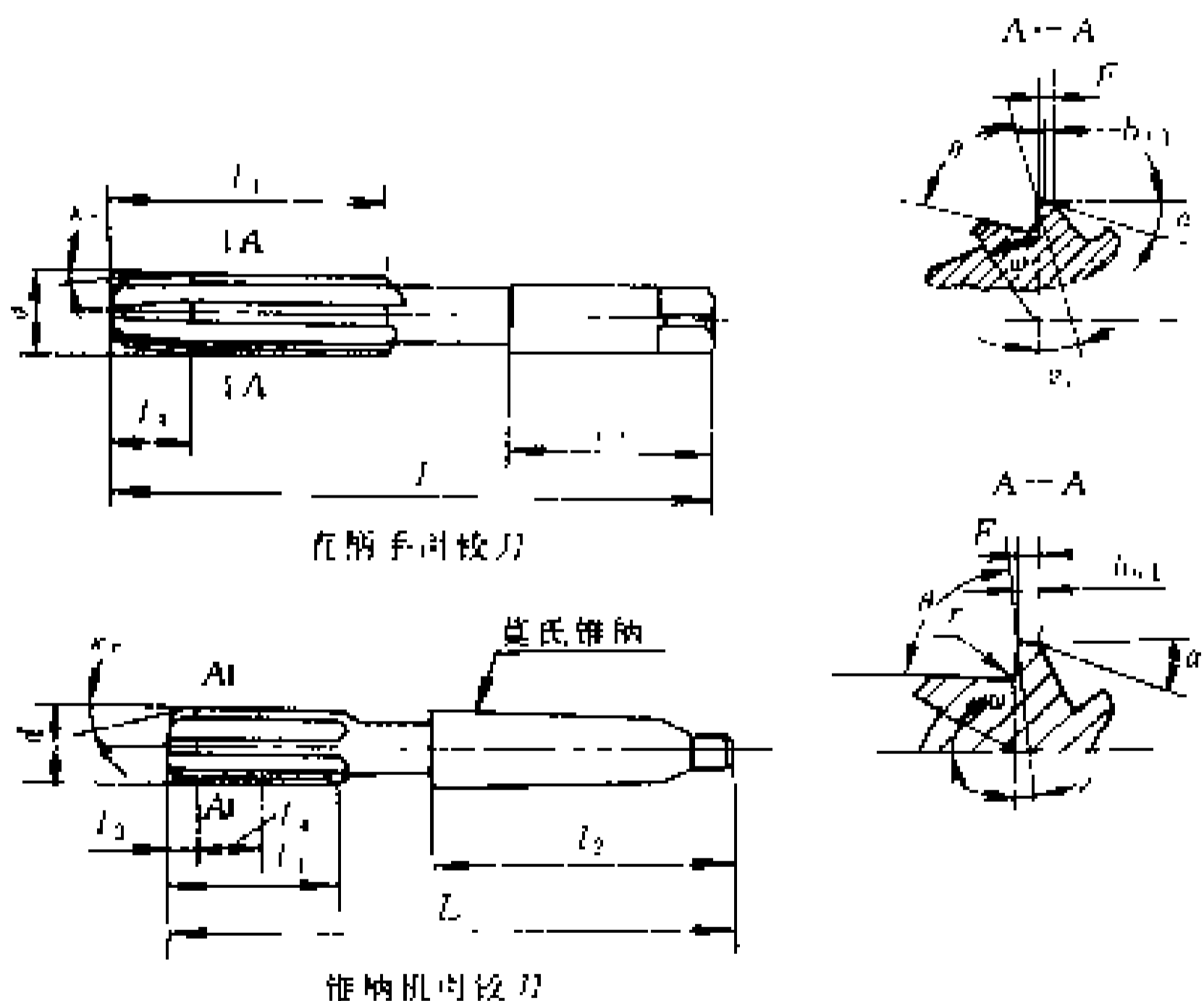
(续)

| 序号 | 缺陷内容 | 产生原因 | 解决办法 |
|----|--------|--|--|
| 6 | 钻头寿命低 | 3) 其他 | 5) 改用新型适用的高速钢(铝高速钢、钴高速钢)钻头或采用涂层刀具;消除加工件的夹砂、硬点等不正常情况 |
| 7 | 孔壁表面粗糙 | 1) 钻头不锋利 2) 后角太大 3) 进给量太大 4) 切削液供给不足, 切削液性能差 5) 切屑堵塞钻头的螺旋槽 6) 夹具刚性不够 7) 工件材料硬度过低 | 1) 将钻头磨锋利 2) 采用适当后角 3) 减少进给量 4) 加大切削液流量, 选择性能好的切削液 5) 见第5项之7) 6) 改进夹具 7) 增加热处理工序, 适当提高工件硬度 |

铰削加工

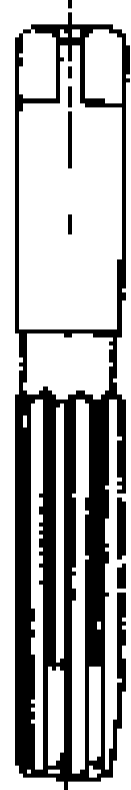
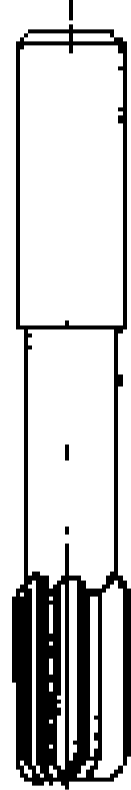
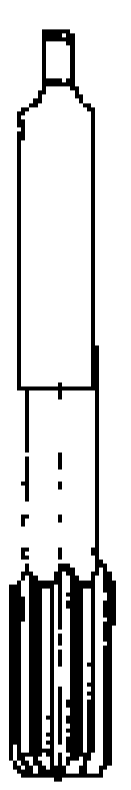
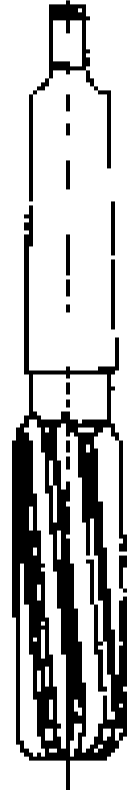
一 铰刀的结构、代号和几何角度

1 铰刀的结构和几何角度

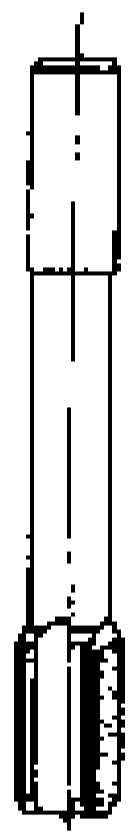
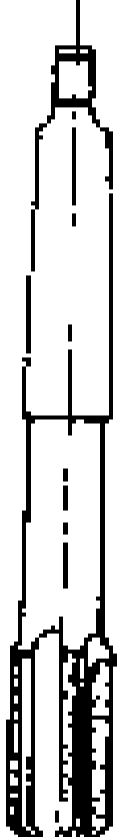
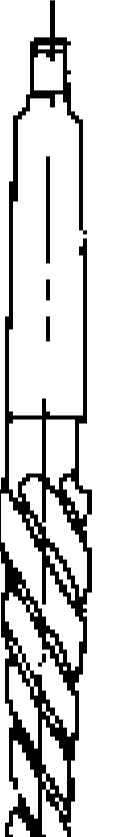
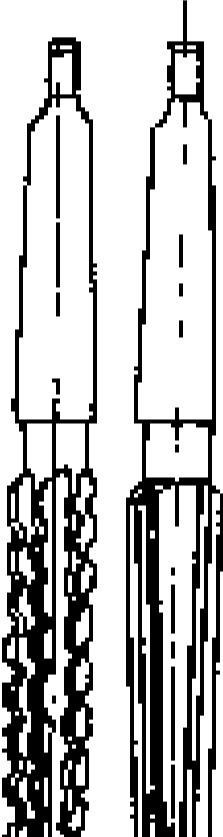


d —铰刀直径 L —总长 l_1 —工作部分 l_2 柄部
 l_3 —切削部分 l_4 圆柱校准部分 θ —齿槽截形夹角
 κ_r —主偏角 γ_0 —前角 α_0 —后角 ω —齿间夹角
 b_{p1} —棱边 F —齿背宽度

2 高速钢(硬质合金)铰刀的类型和用途

| 名称 | 直径范围 /mm | 简图 | 用途 |
|-------------------------|-------------|---|---------------------|
| 手用铰刀 (GB1131-84) | 1.0~75.0 |  | 在单件或大批生产的加工和装配工作中使用 |
| 直柄机用铰刀 (GB1132-84) | 1.0~20.0 |  | 成批生产时在机床上使用 |
| 锥柄机用铰刀 (GB1133-84) | >5.3~50 |  | 成批生产时在机床上使用 |
| 锥柄长刃机用铰刀 (GB4243-84) | >6.7~50 |  | 成批生产时在机床上加工较深孔用 |

(续)

| 名称 | 直径范围 /mm | 简图 | 用途 |
|-----------------------------------|----------------------|---|------------------------|
| 硬质合金直柄 机用铰刀 (GB4251-84) | $>5.3 \sim 20$ |  | 成批或大量生产时在机床上使用 |
| 硬质合金锥柄 机用铰刀 (GB4252-84) | $>7.5 \sim 10$ |  | 成批或大量生产时在机床上使用 |
| 锥柄机用1:50 锥度销子铰刀 (GB1138-84) | $5 \sim 30$ |  | 装配工作中在机床上铰削较大直径圆锥销的锥度孔 |
| 锥柄莫氏圆锥 和公制圆锥铰刀 (GB1140-84) | 莫氏0~6号 公制 4~6号 |  | 成批生产时在机床上铰莫氏圆锥和公制圆锥孔 |

3 铰刀几何参数的选择

(1) 铰刀的切削刃主偏角 κ_r

| 铰刀类型 | 加工材料(或孔形式) | κ_r |
|------|------------|----------------------------------|
| 手用铰刀 | 各种材料 | $0^{\circ}30' \sim 1^{\circ}30'$ |
| 机用铰刀 | 铸 铁 | $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ |
| | 钢 | $12^{\circ} \sim 15^{\circ}$ |
| | 盲 孔 | 15° |

(2) 铰刀的前角 γ_0 和后角 α_0

通用高速钢铰刀 γ_0 一般取 $0^{\circ} \sim 4^{\circ}$ ，加工韧性大的材料取 $8^{\circ} \sim 12^{\circ}$ ，加工铜合金 $\gamma_0 = 0^{\circ} \sim 5^{\circ}$ ，镁合金 $\gamma_0 = 5^{\circ} \sim 8^{\circ}$ ；铝和铝合金 $\gamma_0 = 5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ ，黄铜 $\gamma_0 = 5^{\circ}$ ，中硬钢 $\gamma_0 = 5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。

高速钢铰刀切削部分与校准部分的后角 $\alpha_0 = 6^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。

对于加工钢和铸铁的硬质合金铰刀 $\gamma_0 = 5^{\circ}$ ；后角则采用：铸铁件 $\alpha_0 = 8^{\circ} \sim 10^{\circ}$ ，钢件 $\alpha_0 = 6^{\circ}$ 。

对于较高强度淬火钢的硬质合金铰刀 $\gamma_0 = -15^{\circ}$ ， $\alpha_0 = 6^{\circ}$ 。

4 铰刀齿数选取表

(mm)

| 高速钢机用铰刀 | 铰刀直径 d_0 | z | | | |
|-------------|------------|---------|---------|-----------|---------|
| | | 1~2.8 | >2.8~20 | >20~30 | >30~40 |
| 高速钢带刃倾角机用铰刀 | | >3.3~12 | >12~30 | >30~40 | |
| 硬质合金机用铰刀 | | >3.3~12 | ~3~31.5 | ~31.5~100 | |
| | | 1 | 9 | 8 | |
| 高速钢机用铰刀 | 铰刀直径 d_0 | >30~40 | >40~50 | >50.8~80 | >80~100 |
| 高速钢带刃倾角机用铰刀 | | - | - | - | - |
| 硬质合金机用铰刀 | | 12~42 | 65~80 | 82~100 | |
| | | 10 | 12 | 14 | 16 |

注：本表根据1984年铰刀国家标准归纳整理。

5 切削液的选择

| 加工材料 | 切 削 液 | |
|--------|-------|------------------------------------|
| 钢 | 1 | 10%~20%的乳化液 |
| | 2 | 铰孔要求高时,采用30%菜油加70%肥皂水 |
| | 3 | 铰孔的精度要求更高时,可用菜油、柴油、猪油等 |
| 铸 铁 | 1 | 一般不用 |
| | 2 | 煤油。注意:煤油会引起孔径缩小,最大收缩量可达0.02~0.04mm |
| | 3 | 低浓度乳化液 |
| 铝 | | 煤油 |
| 铜 | | 乳化液 |

二 铰孔切削用量的选择

1034

1 高速钢铰刀加工不同材料的切削用量

| 铰刀直径 d / mm | 低碳钢 120~200HBS | | 低合金钢 200~300HBS | | 高合金钢 300~400HBS | | 软铸铁 130HBS | | 中硬铸铁 175HBS | | 硬铸铁 230HBS | |
|------------------|-------------------|-----|--------------------|-----|--------------------|-----|---------------|------|----------------|-----|---------------|-----|
| | f | v | f | v | f | v | f | v | f | v | f | v |
| 6 | 0.16 | 23 | 0.10 | 18 | 0.10 | 7.5 | 0.15 | 30.5 | 0.13 | 26 | 0.15 | 21 |
| 9 | 0.18 | 23 | 0.18 | 18 | 0.13 | 7.5 | 0.20 | 30.5 | 0.20 | 26 | 0.20 | 21 |
| 12 | 0.20 | 27 | 0.20 | 21 | 0.18 | 9 | 0.25 | 36.5 | 0.25 | 29 | 0.25 | 24 |
| 15 | 0.25 | 27 | 0.25 | 21 | 0.20 | 9 | 0.30 | 36.5 | 0.30 | 29 | 0.30 | 24 |
| 19 | 0.30 | 27 | 0.30 | 21 | 0.25 | 9 | 0.38 | 36.5 | 0.38 | 29 | 0.36 | 24 |
| 22 | 0.33 | 27 | 0.33 | 21 | 0.25 | 9 | 0.43 | 36.5 | 0.43 | 29 | 0.41 | 24 |
| 25 | 0.51 | 27 | 0.38 | 21 | 0.30 | 9 | 0.51 | 36.5 | 0.51 | 29 | 0.41 | 24 |

(续)

| 铰刀直径 d_0/mm | 可锻铸铁 | | 铸造黄铜 及青铜 | | 铸造铝合金及 锌合金 | | 塑料 | | 不锈钢 | | 钛合金 | |
|-------------------------|------|------|-------------|------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | f | v | f | v | f | v | f | v | f | v | f | v |
| | 6 | 0.10 | 17 | 0.13 | 46 | 0.15 | 43 | 0.13 | 21 | 0.05 | 7.5 | 0.15 |
| 9 | 0.18 | 20 | 0.18 | 46 | 0.20 | 43 | 0.18 | 21 | 0.10 | 7.5 | 0.20 | 9 |
| 12 | 0.20 | 20 | 0.23 | 52 | 0.25 | 49 | 0.20 | 24 | 0.15 | 9 | 0.25 | 12 |
| 15 | 0.25 | 20 | 0.30 | 52 | 0.30 | 49 | 0.25 | 24 | 0.20 | 9 | 0.25 | 12 |
| 19 | 0.30 | 20 | 0.41 | 52 | 0.38 | 49 | 0.30 | 24 | 0.25 | 11 | 0.30 | 12 |
| 22 | 0.33 | 20 | 0.43 | 52 | 0.43 | 49 | 0.33 | 24 | 0.30 | 12 | 0.38 | 18 |
| 25 | 0.38 | 20 | 0.51 | 52 | 0.51 | 49 | 0.51 | 24 | 0.36 | 14 | 0.51 | 18 |

注：单位 v' (m/min); f' (mm r)。

2 硬质合金铰刀铰孔的切削用量

| 加工材料 | | 铰刀直径 d_0/mm | 切削深度 a_p/mm | 进给量 f (mm/r) | 切削速度 v_c (m/min) |
|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|--|--|
| 钢 | σ_b (MPa) | <10 | 0.08~0.12 | 0.15~0.25 | 6~12 |
| | | 10~20 | 0.12~0.15 | 0.20~0.35 | |
| | | 20~40 | 0.15~0.20 | 0.30~0.50 | |
| | >1000 | <10 | 0.08~0.12 | 0.15~0.25 | 4~10 |
| | | 10~20 | 0.12~0.15 | 0.20~0.35 | |
| | | 20~40 | 0.15~0.20 | 0.30~0.50 | |
| 铸钢 $\sigma_b \leq 700\text{MPa}$ | | <10 | 0.08~0.12 | 0.15~0.25 | 6~10 |
| | | 10~20 | 0.12~0.15 | 0.20~0.35 | |
| | | 20~40 | 0.15~0.20 | 0.30~0.50 | |

(续)

| 加工材料 | 铰刀直径 d_2/mm | 切削深度 a_p/mm | 进给量 f (mm/r) | 切削速度 v_c (m/min) |
|--------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| | <10 | 0.08~0.12 | 0.15~0.25 | 8~15 |
| | 10~20 | 0.12~0.15 | 0.20~0.35 | |
| | 20~40 | 0.15~0.20 | 0.30~0.50 | |
| 灰铸铁 HB | <10 | 0.08~0.12 | 0.15~0.25 | 5~10 |
| | 10~20 | 0.12~0.15 | 0.20~0.35 | |
| | 20~40 | 0.15~0.20 | 0.30~0.50 | |
| 冷硬铸铁 HS65~80 | <10 | 0.08~0.12 | 0.15~0.25 | 3~5 |
| | 10~20 | 0.12~0.15 | 0.20~0.35 | |
| | 20~40 | 0.15~0.20 | 0.30~0.50 | |

三 铰孔中常见缺陷的原因和解决办法

| 序号 | 缺陷内容 | 产生原因 | 解决办法 |
|----|----------|---|--|
| 1 | 孔径增大,误差大 | 1) 铰刀外径尺寸设计值偏大或铰刀刃口有毛刺 2) 切削速度过高 3) 进给量不当或加工余量太大 4) 铰刀主偏角过大 5) 铰刀弯曲 6) 铰刀刃口上粘附着切屑瘤 7) 铰刀时铰刀刃口摆动超差 8) 切削液选择不合适 9) 安装铰刀时,锥柄表面油污未擦干净,或锥面有磕、碰伤 10) 锥柄的扁尾偏位,装入机床主轴后与锥柄圆锥干涉 11) 主轴弯曲或主轴轴承过松或损坏 12) 铰刀浮动不灵活,与工件不同轴 13) 手铰孔时两手用力不均匀,使铰刀左右晃动 | 1) 根据具体情况适当减小铰刀外径:将铰刀刃口毛刺修光 2) 降低切削速度 3) 适当调整进给量或减少加工余量 4) 适当减小主偏角 5) 校正或报废弯曲铰刀 6) 用油石摆仔修到合格 7) 控制冷却液性能较好的切削液 8) 选择铰刀前必须将铰刀锥柄及机床主轴锥孔内部油污擦干净,锥面有磕、碰伤处用油石修光 9) 修整铰刀扁尾 10) 调整或更换主轴轴承 11) 重新调整浮动卡头,并调整同轴度 12) 注意正确操作 13) |

(续)

| 序号 | 缺陷内容 | 产生原因 | 解决办法 |
|----|------|--|---|
| 2 | 孔径小 | 1) 铰刀外径尺寸设计值偏小 2) 切削速度过低 3) 进给量过大 4) 铰刀主偏角过小 5) 切削液选择不合适 6) 铰刀已磨损，刃磨时磨损部分未磨去 7) 铰薄壁钢件时，铰完孔后内孔弹性恢复使孔径缩小 8) 铰钢料时，余量太大或铰刀不锋利，亦易产生弹性恢复，使孔径缩小 9) 内孔不圆，孔径不合格 | 1) 更改铰刀外径尺寸 2) 适当提高切削速度 3) 适当降低进给量 4) 适当增大主偏角 5) 选择润滑性能好的油性切削液 6) 定期更换铰刀，正确刃磨铰刀切削部分 7) 设计铰刀尺寸时应考虑此因素，或根据实际情况取值 8) 作试验性切削，取合适余量，将铰刀磨锋利 9) 见序号三 |
| 3 | 内孔不圆 | 1) 铰刀过长，刚性不足，铰削时产生振动 2) 铰刀主偏角过小 3) 铰刀刃带窄 4) 铰孔余量偏小 | 1) 刚性不足的铰刀可采用不等分齿距的铰刀；铰刀的安装应采用刚性联接 2) 增大主偏角 3) 选用合格铰刀 4) 控制预加工工序的孔位误差 |

(续)

| 序号 | 缺陷内容 | 产生原因 | 解决办法 |
|----|-----------|--|--|
| 3 | 内孔不圆 | 5) 孔表面有缺口、交叉孔 6) 孔表面有砂眼、气孔 7) 主轴轴承松动, 尤导向套, 或铰刀与导向套配合间隙过大 | 5) 采用不等分齿距的铰刀; 采用较长、较精密的导向套 6) 选用合格毛坯 7) 采用等齿距铰刀铰较精密的孔时, 对机床上轴间隙与导向套的配合间隙要求较高 8) 采用恰当的夹紧方法, 减小夹紧力 |
| 4 | 孔表面有明显的棱面 | 8) 由于薄壁工件装夹得过紧, 卸下后工件变形 1) 铰孔余量过大 2) 铰刀切削部分后角过大 3) 铰刀刃带过宽 4) 工件表面有气孔砂眼 5) 主轴摆差大 | 1) 减小铰孔余量 2) 减小切削部分后角 3) 修磨刃带宽度 4) 选用合格毛坯 5) 调整机床主轴 |
| 5 | 孔表面粗糙 | 1) 切削速度过高 2) 切削液选择不合适 3) 铰刀主偏角过大, 铰刀刃口不 等 1) 铰孔余量太大 5) 铰孔余量不均匀或太小, 局部 表面未铰到 | 1) 降低切削速度 2) 根据加工材料选择切削液 3) 适当减小主偏角, 正确刃磨铰刀刃口 4) 适当减小铰孔余量 5) 提高铰孔前底孔位置精度与质量, 或增加铰孔余量 |

(续)

| 序号 | 缺陷内容 | 产生原因 | 解决办法 |
|----|-------|--|--|
| 5 | 孔表面粗糙 | 6) 铰刀切削部分摆差超差, 刃口不锋利, 表面粗糙 7) 铰刀刃带过宽 8) 铰孔时排屑不良 9) 铰刀过度磨损 10) 铰刀碰伤, 刃口留有毛刺或崩刃 11) 刃口有积屑瘤 12) 由于材料关系, 不适用零度前角或负前角铰刀 | 5) 选用合格铰刀 7) 修磨刃带宽度 8) 根据具体情况减少铰刀齿数, 加大容屑空间; 或采用带刃倾角铰刀, 使排屑顺利 9) 定期更换铰刀, 刃磨时把磨损区全部磨去 10) 铰刀在刃磨、使用及运输过程中应采取保护措施, 避免磕、碰伤; 对已碰伤的铰刀, 应用特细的油石将磕、碰伤修好, 或更换铰刀 11) 用油石修整到合格 12) 采用前角为 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 的铰刀 |
| 6 | 铰刀寿命低 | 1) 铰刀材料不合适 2) 铰刀在刃磨时烧伤 | 1) 根据加工材料选择铰刀材料, 可采用硬质合金铰刀或涂层铰刀 2) 严格控制刃磨切削用量, 避免烧伤 |

(续)

| 序号 | 缺陷内容 | 产生原因 | 解决办法 |
|----|---------|---|---|
| 6 | 铰刀寿命低 | 3) 切削液选择不合适切削液未能顺利地流到切削处 4) 铰刀刃磨后表面粗糙度太粗 | 3) 根据加工材料正确选择切削液; 经常清除切屑槽内的切屑, 用足够压力的切削液 4) 通过精磨或研磨达到要求 |
| 7 | 孔位置精度超差 | 1) 导向套磨损 2) 导向套底端距工件太远, 导向套长度短, 精度差 3) 主轴轴承松动 | 1) 定期更换导向套 2) 加长导向套, 提高导向套与铰刀间的配合精度 3) 及时维修机床, 调整主轴轴承间隙 |
| 8 | 铰刀刀齿崩刃 | 1) 铰孔余量过大 2) 工件材料硬度过高 3) 切削刃摆差过大, 切削负荷不均 4) 铰刀主偏角太小, 使切削宽度增大 5) 铰深孔或盲孔时, 切屑太多, 未及时清除 6) 刃磨时刀齿已磨裂 | 1) 修改预加工的孔径尺寸 2) 降低材料硬度, 或改用负前角铰刀或硬质合金铰刀 3) 控制摆差在合格范围内 4) 加大主偏角 5) 注意及时清除切屑或采用带刃倾角铰刀 6) 注意刃磨质量 |

(续)

| 序号 | 缺陷内容 | 产生原因 | 解决办法 |
|----|------------|--|--|
| 9 | 铰刀柄部折断 | 1) 铰孔余量过大 2) 铰锥孔时,粗、精铰削余量分配及切削用量选择不合适 3) 铰刀刀齿容屑空间小,切屑堵塞 | 1) 修改预加工的孔径尺寸 2) 修改余量分配,合理选择切削用量 3) 减少铰刀齿数,加大容屑空间,或将刀齿间隔磨去一齿 |
| 10 | 铰孔后孔的中心线不直 | 1) 铰孔前的钻孔不直,特别是孔径较小时,由于铰刀刚性较差,不能纠正原有的弯曲度 2) 铰刀主偏角过大,导向不良,使铰刀在切削中容易偏差方向 3) 切削部分倒锥过大 4) 铰刀在断续孔中部间隙处位移 5) 手铰孔时,在一个方向上用力过大,迫使铰刀向一边倾斜,破坏了铰孔的垂直度 | 1) 增加扩孔或镗孔工序校正孔 2) 减小主偏角 3) 调换合适的铰刀 4) 调换有导向部分或加长切削部分的铰刀 5) 注意正确操作 |

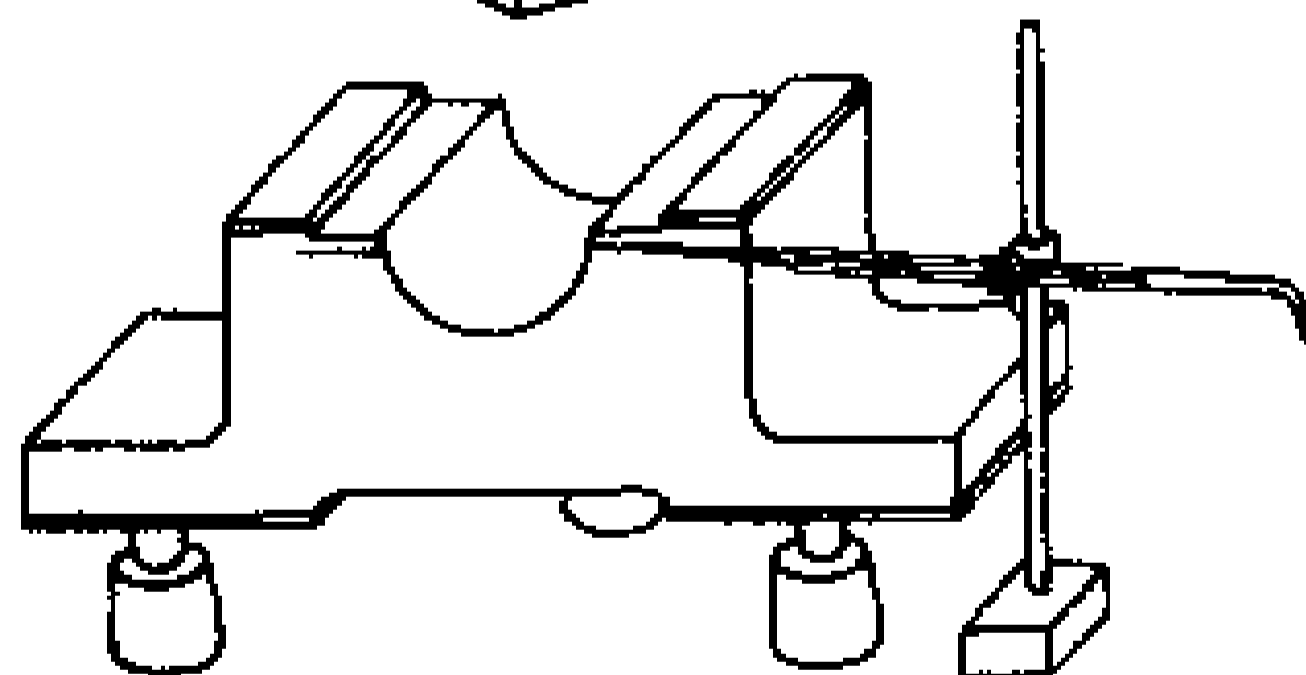
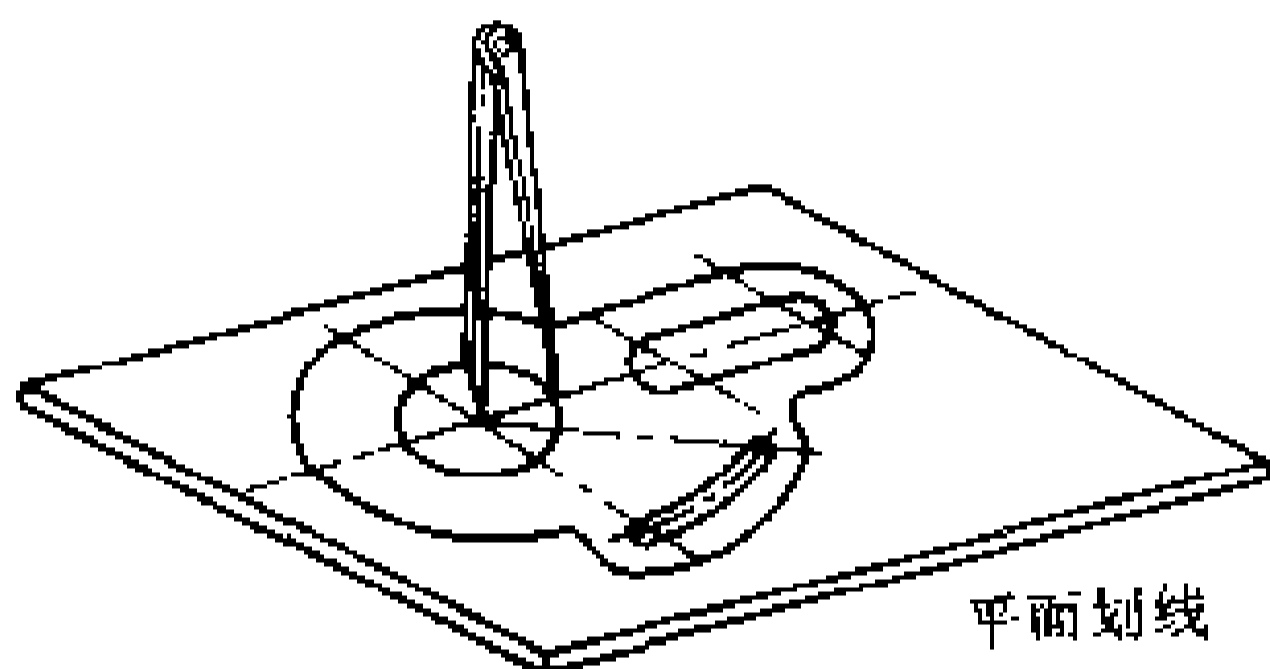
第十二章 钳工工作

划 线

一 划线种类和划线工具

1 划线种类

划线分平面划线和立体划线两种，见下图。

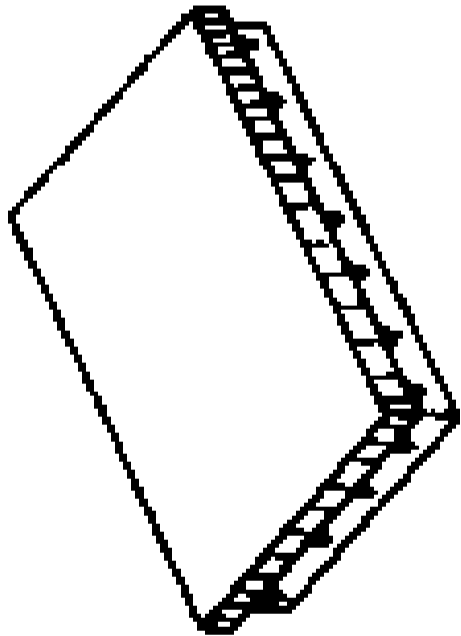
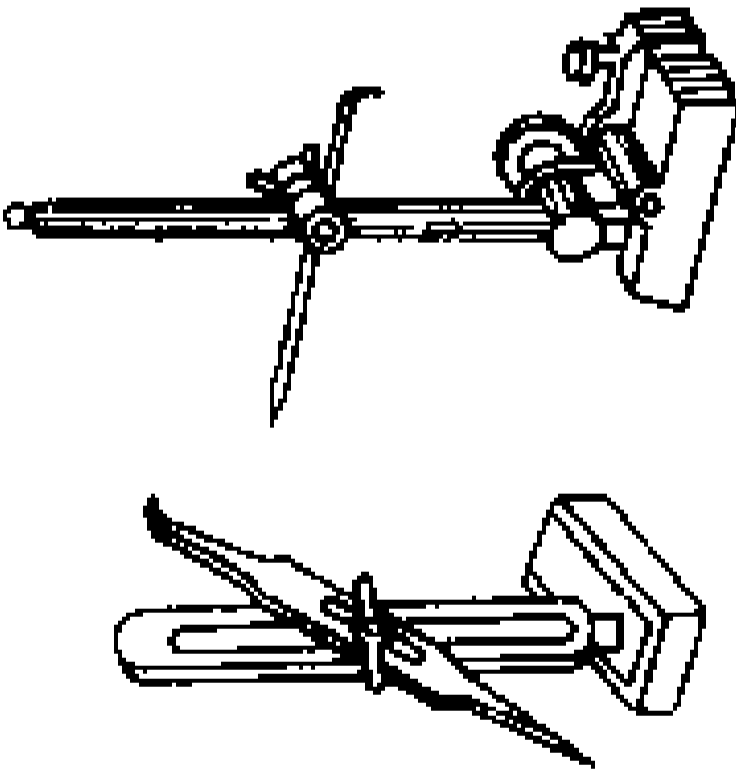


立体划线

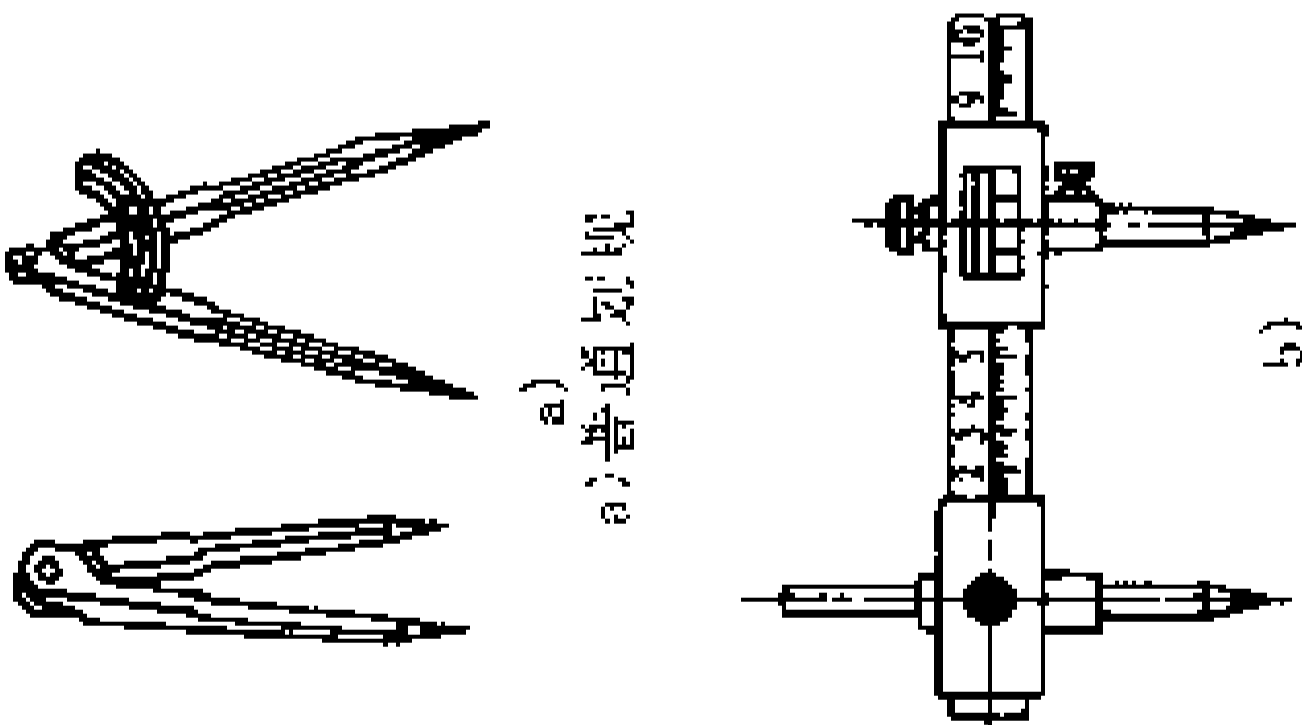
平面划线是在零件的一个表面上进行划线。立体划线是在零件(或毛坯)的几个不同的表面上进行划线。

平面划线是立体划线的基础，立体划线是平面划线的复合应用。

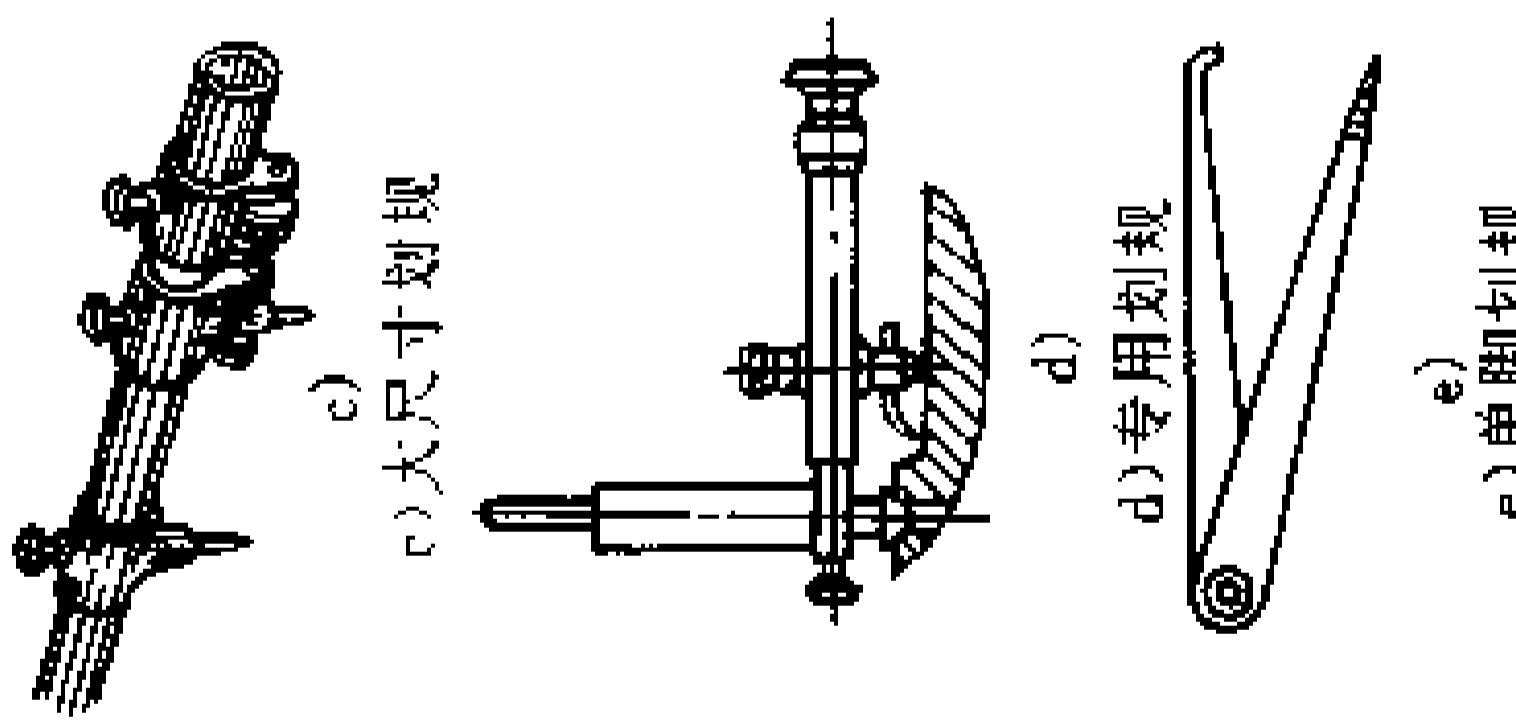
2 常用划线工具名称及用途

| 工具名称 | 型式 | 用途 |
|------|---|--|
| 平板 |  | <p>用铸铁制成, 表面经过精刨或刮削加工。它的工作表面是划线及检测的基准。</p> |
| 划线盘 |  | <p>划线盘调整使用方便, 划针的一端即有高速铍尖, 一端弯成钩状, 便于找正使用。</p> |

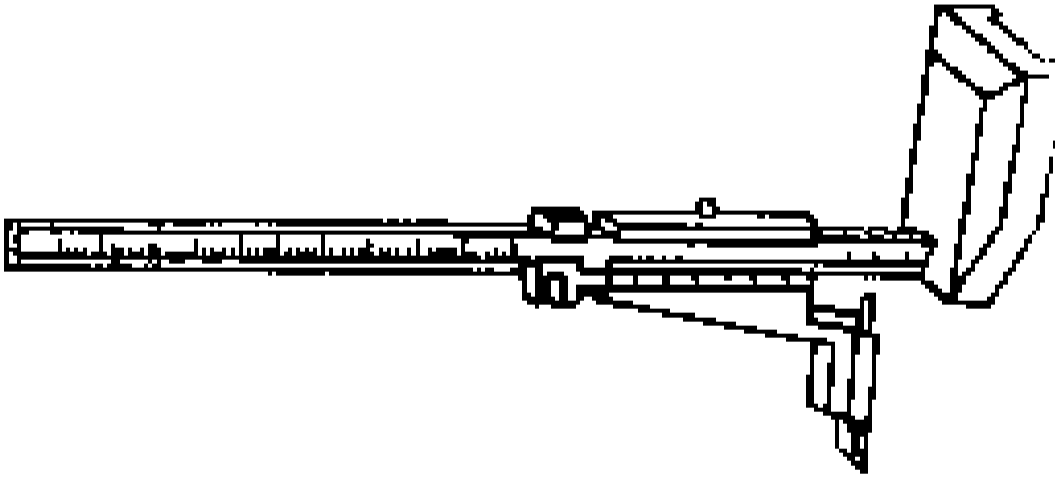
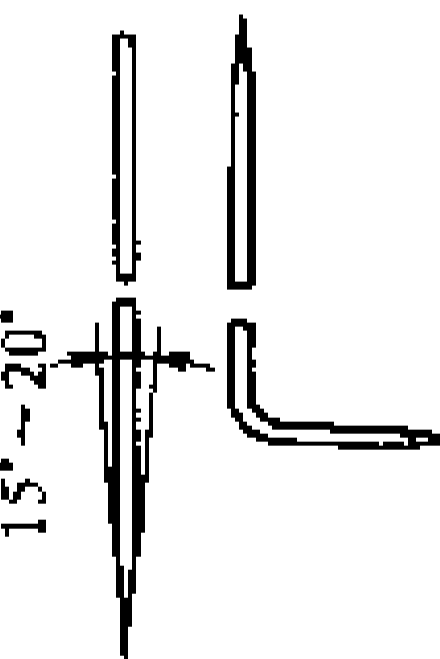
(续)

| 工具名称 | 型式 | 用途 |
|------|--|--|
| 划规 |  <p>a) 普通划规</p> <p>b) 游标划规</p> | <p>划规又叫圆规,其型式多样,用途较广。</p> <p>1) 普通划规:用于划圆、圆弧、等分角度及等分线段等</p> <p>2) 游标划规和尺寸划规:适用于大尺寸划线和在阶梯面上划线</p> |

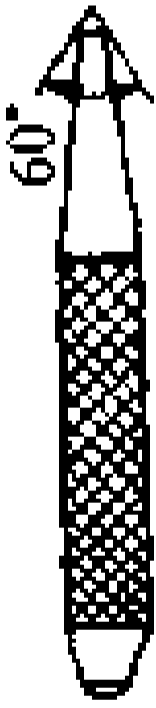
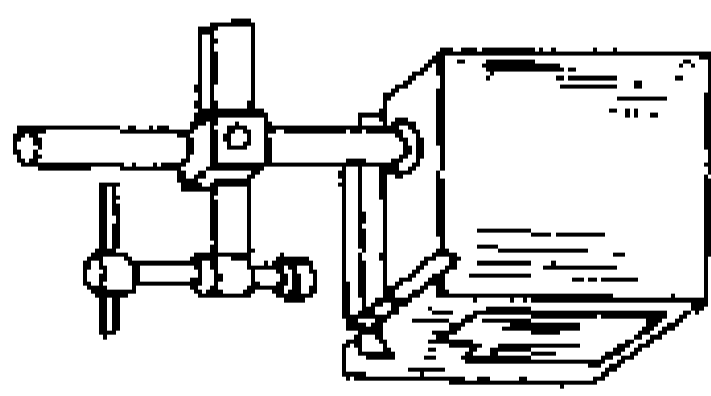
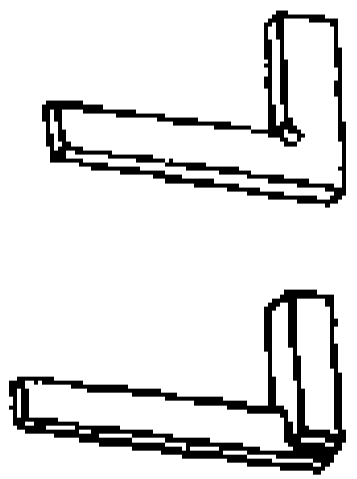
(续)

| 工具名称 | 型式 | 用途 |
|------|--|---|
| 划规 |  <p data-bbox="744 1675 872 2028">c) 大尺寸划规</p> <p data-bbox="1383 1675 1510 1999">d) 专用划规</p> <p data-bbox="1744 1675 1872 1999">e) 单脚划规</p> | <p data-bbox="936 382 1191 1234">3) 专用划规: 可利用零件上的孔为圆心划同心圆或弧, 也可在阶梯面上划线</p> <p data-bbox="1574 382 1744 1234">4) 单脚划规用于求圆形工件的中心, 沿加工好的直面划平行线</p> |

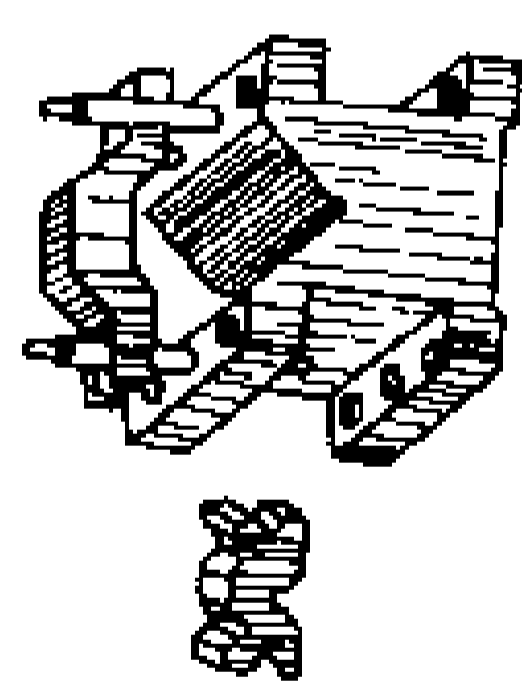
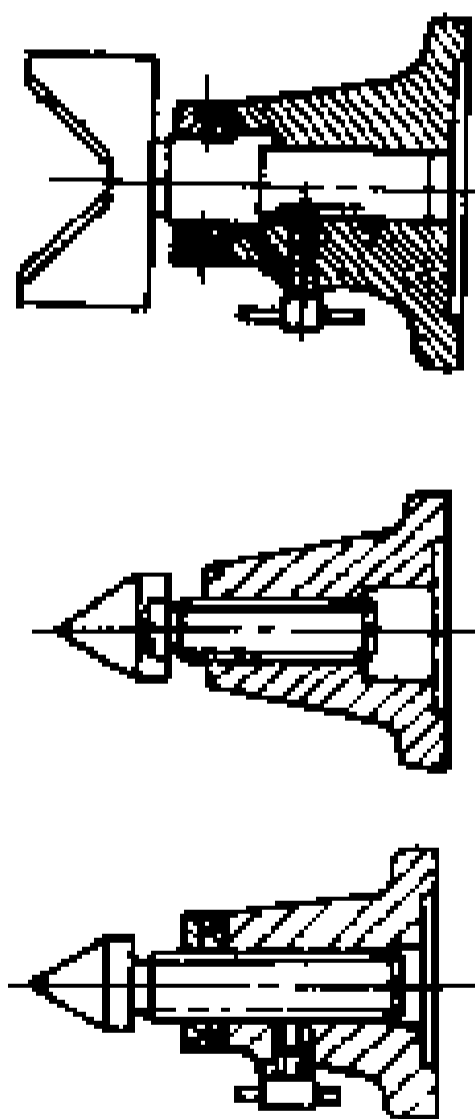
(续)

| 工具名称 | 型式 | 用途 |
|-----------|---|---|
| 游标 高度尺 |  | <p>是一种精密的划线与测量结合的工具，要注意保护划刀刃</p> |
| 划针 |  | <p>一般用 $\phi 3 \sim \phi 6$ 钢丝直接磨成，而且要进行淬火</p> |

(续)

| 工具名称 | 型式 | 用途 |
|------------|---|---|
| 样冲 |  | 用工具钢制成，经淬火后使用，也可用报废的刀具改制，用于在已划好的线上冲眼 |
| 方箱 |  | 用铸铁制成，各表面均经过刮削加工，并互成直角。用于夹持工件，并能方便地翻转。 方箱上的V形槽平行于相应平面，是放置圆柱形工件用的 |
| 90° 直角尺 |  | 划线时用来找正工件在平台上的竖直位置。也可用作划垂直线或平行线的导向工具 |

(续)

| 工具名称 | 型式 | 用途 |
|------|---|-----------------------------------|
| V形铁 |  | 用铸铁或碳钢精制而成, 相邻各面互相垂直, 划线时用来支承轴类零件 |
| 千斤顶 |  | 划线时, 用于支承毛坯或形状不规则的工件面进行找正 |

二 基本线条的划法

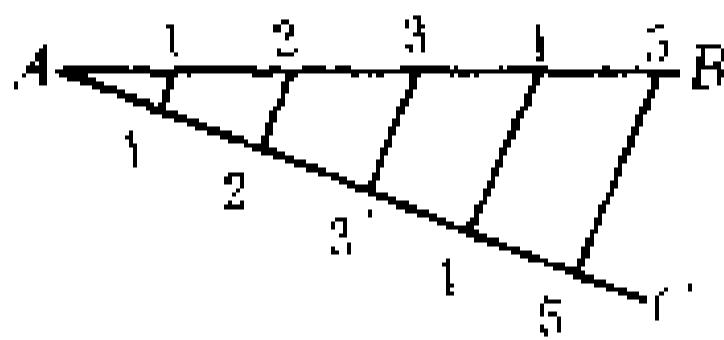
任何复杂的图形都是由直线、圆弧、圆和角度或曲线等组成的。要掌握好划线的方法，应学会基本线条的划法

1 几种常用几何作图方法

(1) 线段任意等分

例如，将线段 AB 分为 5 等分：

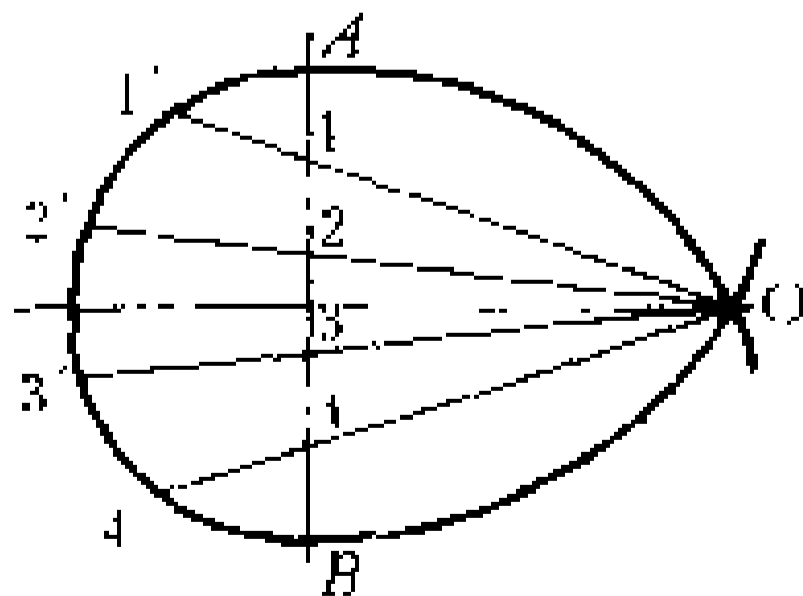
- 1) 从 A 点作一直线 AC' 与 AB 成一角度(最好 $20^\circ \sim 40^\circ$)。
- 2) 由 A 点起在 AC' 上截取任意 5 等分 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ 、 $5'$ 。



- 3) 连接 $B5'$ ，通过 $4'$ 、 $3'$ 、 $2'$ 、 $1'$ 分别作 $B5'$ 的平行线，在 AB 上所交的点，即把线段 AB 分为 5 等分。

(2) 半圆的任意近似等分

例如，将半圆分为 5 等分：



1) 把半圆的直径 AB 分为 5 等分。

2) 分别以 A 、 B 为圆心, AB 长为半径, 作圆弧交于 O 点。

3) 作 O 与各分点的连线并延长交半圆于 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$, 即把半圆分成 5 等分。

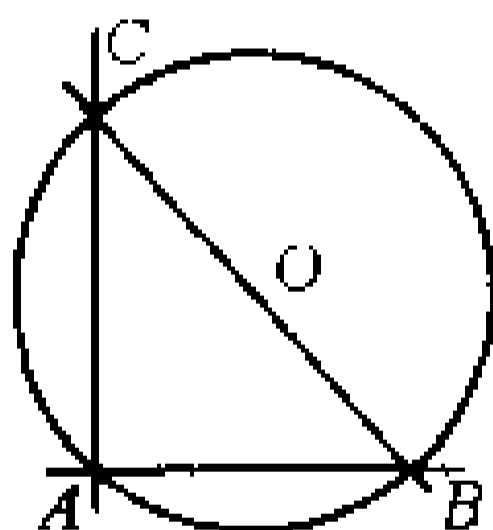
(3) 直角的画法(一)

1) 画任意水平线。

2) 作任意斜线与水平线相交于 B 点。

3) 在斜线上任找一点 O 。

4) 以 O 为圆心, OB 为半径作圆弧分别与水平线、斜线交于 A 、 C 两点, 连接 CA , CA 即垂直于 AB 。



(4) 直角的画法(二)

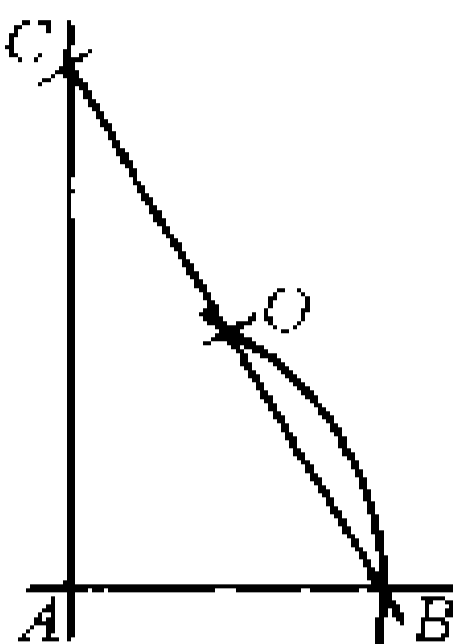
1) 画任意水平线, 并在此线上任找一点 A 。

2) 以 A 为圆心, 以任意长 AB 为半径作圆弧。

3) 以 B 为圆心, AB 为半径作圆弧与上一圆弧交于 O 点, 连接 BO 并延长。

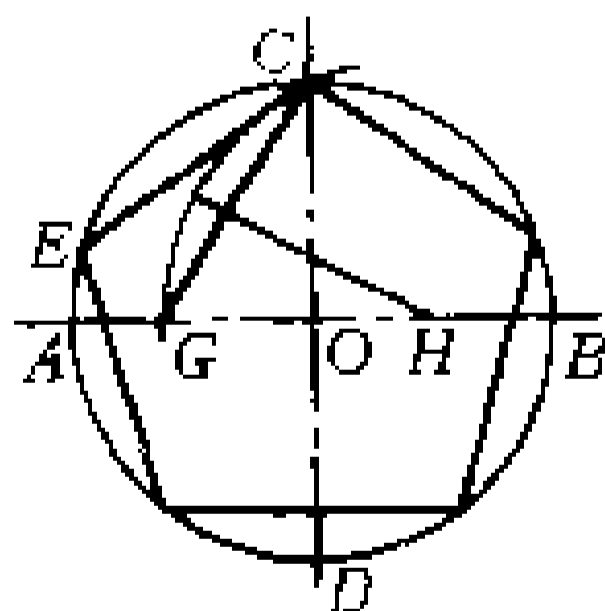
4) 以 O 为圆心, AB 为半径画一圆弧交 BO 延长线于 C 点。

5) 连接 CA , CA 即垂直于 AB 。



(5) 内接正五边形、正七边形的近似画法
正五边形：

- 1) 作圆的垂直中心线 AB 、 CD 。
- 2) 取 OB 的中点 H 。
- 3) 以 H 为圆心、 HC 为半径画圆弧交 AB 于 G 点。
- 4) CG 就是内接正五边形的边长。

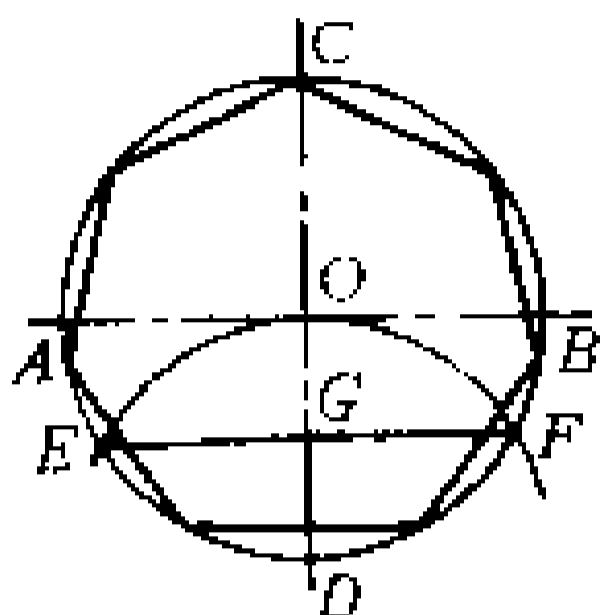


内接正五边形

正七边形：

- 1) 作圆的垂直中心线 AB 、 CD 。

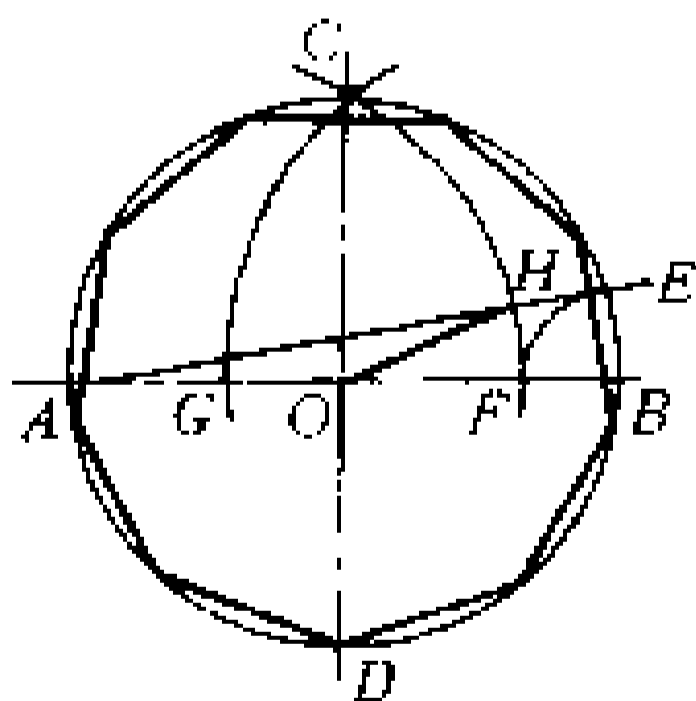
2) 以 D 为圆心, DO 为半径作圆弧交圆周于 E 、 F 点, 连接 EF 交 CD 于 G 点。 GF 就是内接正七边形的边长。



内接正七边形

(6) 内接正九边形的近似画法

1) 作圆的垂直中心线 AB 、 CD 。



2) 以 B 为圆心, BC' 为半径作圆弧与 AB 交于 G 点。

3) 以 G 为圆心, GC 为半径作圆弧交 AB 于 F 点。

4) 以 B 为圆心, BF 为半径作圆弧交圆周于 E 点。

5) 连接 AE 交圆弧 \widehat{CF} 于 H 点。

6) 连接 OH , OH 就是内接正九边形的边长。

(7) 内接任意正多边形的近似画法

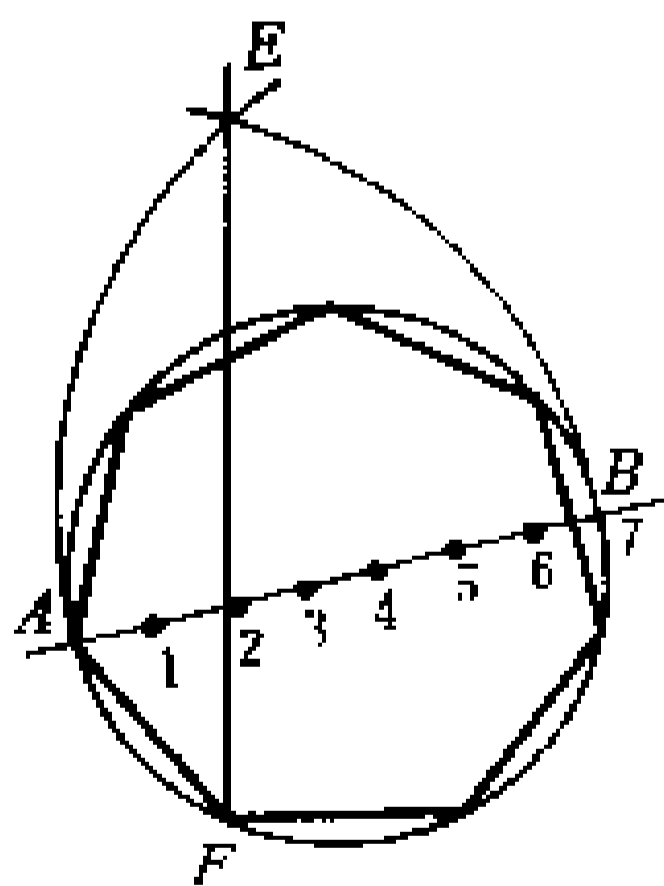
1) AB 为圆的直径。

2) 把直径 AB 等分成所求的多边形边数(例如图中分成七边形)。

3) 分别以 A 、 B 为圆心, AB 长为半径作圆弧交于 E 点。

4) 连接 $E2$, 并延长交圆周于 F 点(作任意正多边形都要通过 2 点)。

5) AF 即为所求正多边形的边长。



(8) 卵圆形的近似画法

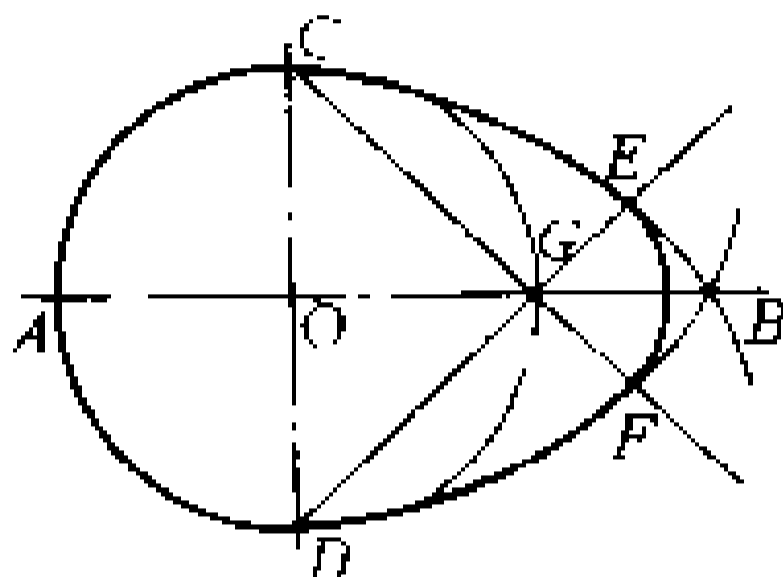
1) 画垂直线 AB , CD 交于 O 点。

2) 以 O 为圆心, OC 为半径作圆交 AB 于 G 点。

3) 分别以 D 、 C 为圆心, DC 长为半径作圆弧交于 B 点。

4) 连接 CG 和 DG 并延长交圆弧于 E 、 F 两点。

5) 以 G 为圆心, GE 为半径作圆弧。鸭蛋圆形即得。



(9) 椭圆形的近似画法

1) 画长轴 AB , 短轴 CD , AB 和 CD 互相垂直平分于 O 点。

2) 连接 AC 。

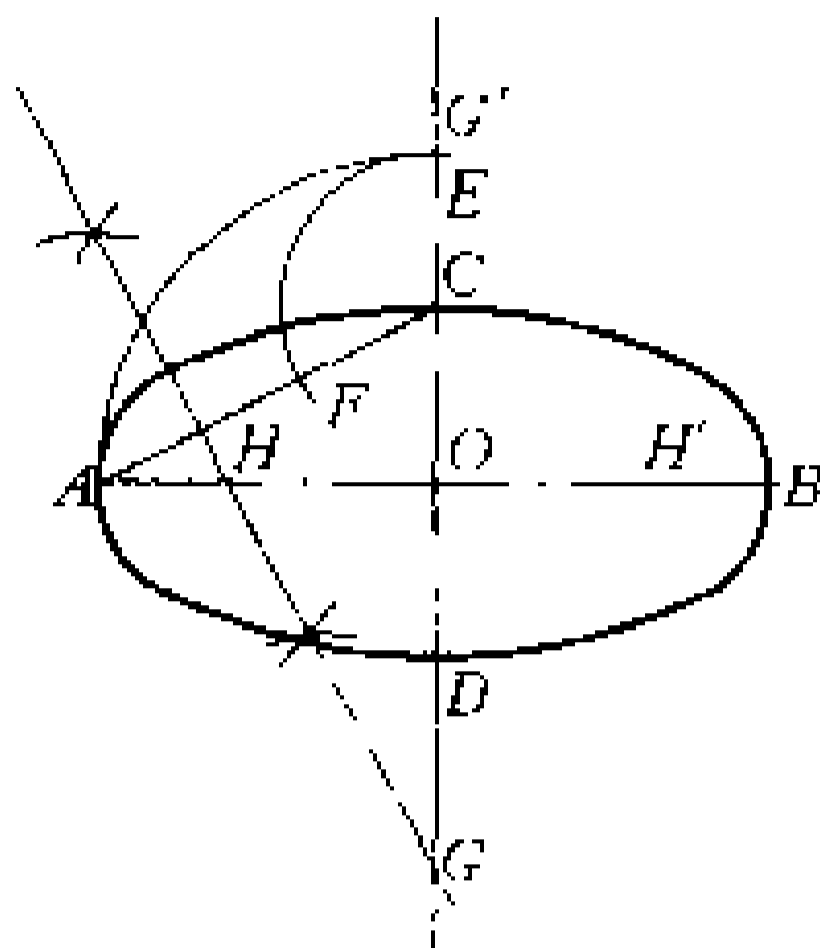
3) 以 O 为圆心 OA 为半径作圆弧交 OC 延长线于 E 点。

4) 以 C 为圆心, CE 为半径作圆弧与 AC 交于 F 点。

5) 作 AF 的垂直平分线交 CD 延长线于 G 点, 交 AB 于 H 点。

6) 截取 H 、 G 对于 O 点的对称点 H' 、 G' 。

7) H 、 H' 则为长轴圆心, G 、 G' 则为短轴圆心。



2 几种典型的钣金展开图划法

(1) 一端截 45° 圆管。

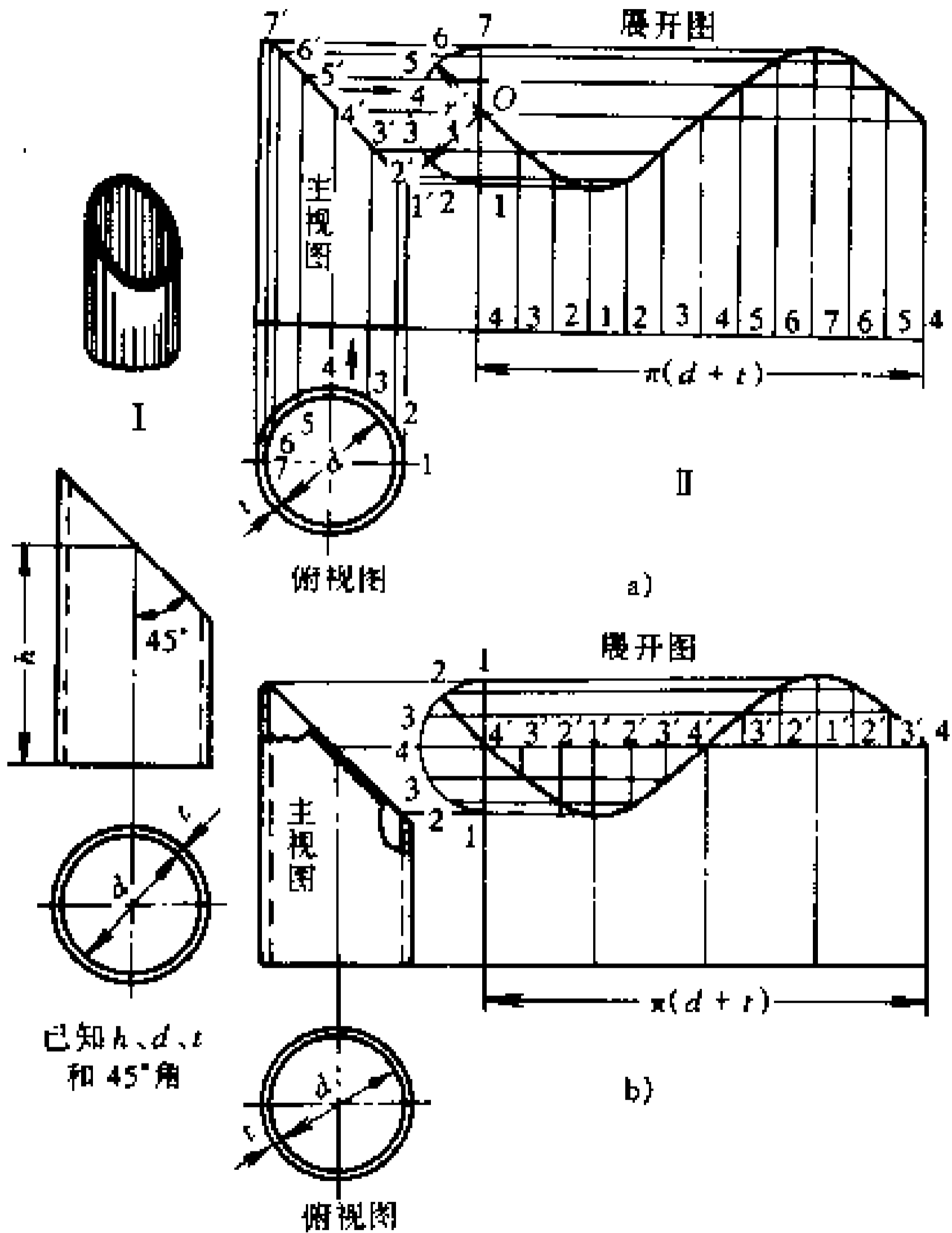
- 1) 零件型式及尺寸(见图 1)
- 2) 展开图画法(见图 1)

图 a 的俯视图和主视图为放样图。当圆管斜截后不铲坡口还能保持斜截角度时,可根据此放样图画展开图,只要求出 r 、 r' 即可,其计算式为:

$$r = \frac{d + 2t}{2} \quad r' = \frac{d}{2}$$

展开图画法 计算出展开长度并分为 12 等分(不等于俯视图的等分)。由各等分点向上引垂线,由圆 O 的圆周等分点向右引水平线。把垂线和水平线的对应交点连成曲线,即得所求展开图见图 a。

当圆管斜截成 45° 后要求外面铲坡口时,只求出 r' 即

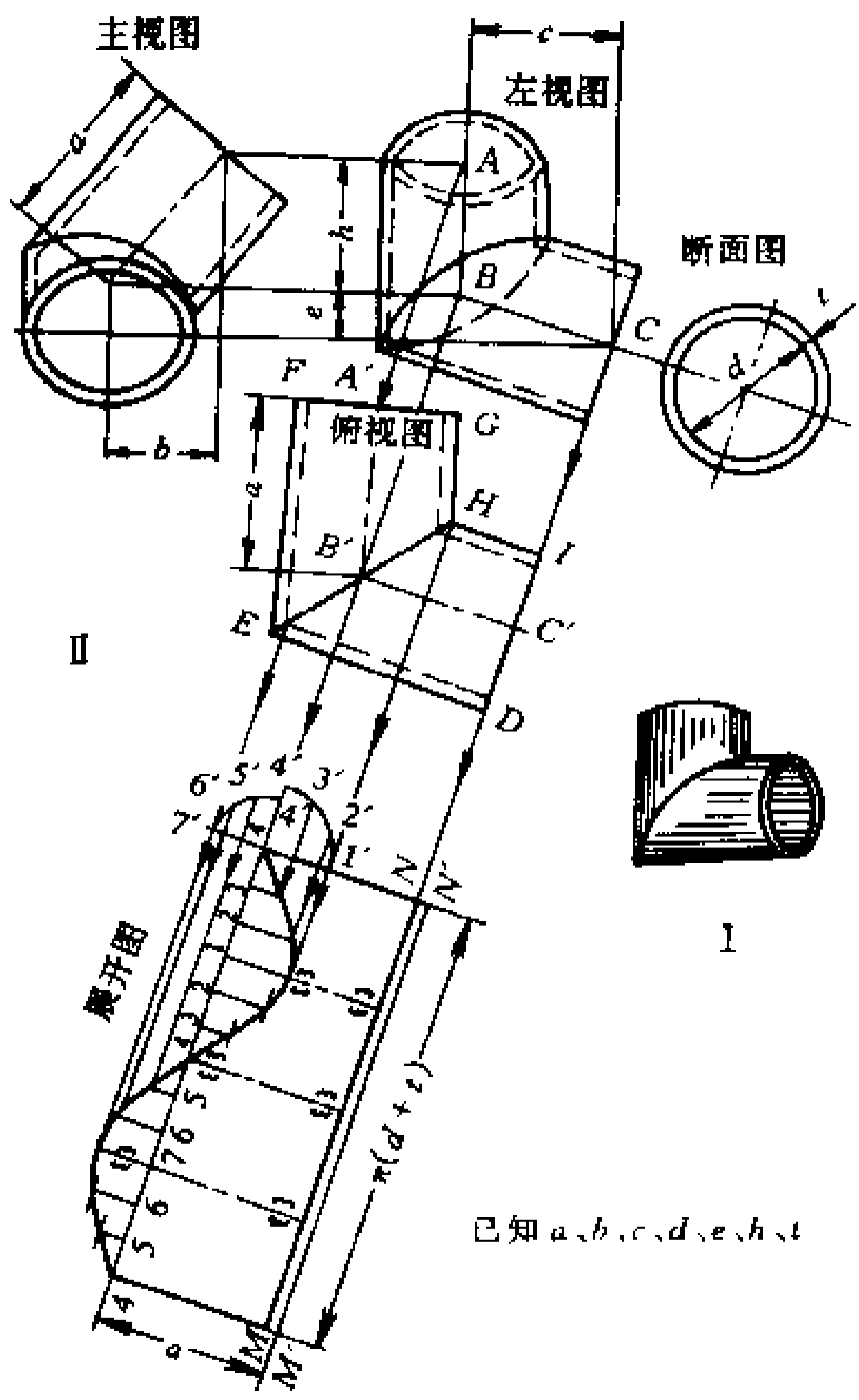


可作展开图，如图 b

(2) 圆管弯头

1) 零件型式及尺寸(见图 I)

2) 展开图画法(见图 I)



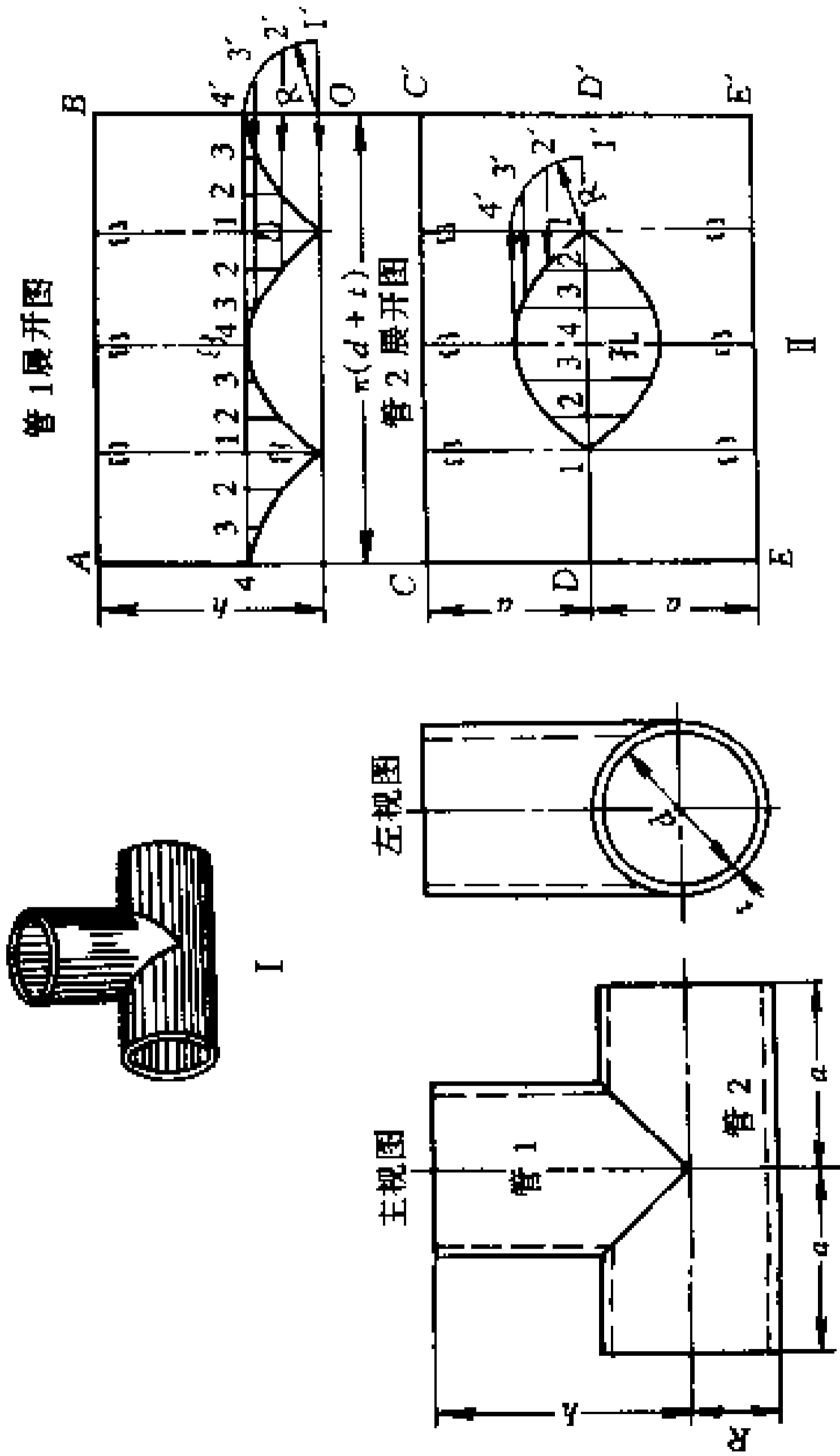
先画辅视图再画展开图

辅视图画法 作 $B'C'$ 线与左视图的 BC 线平行且相等, BB' 、 CC' 垂直于 BC 。再由 A 作 BB' 的平行线, 并与以 B' 为中心、主视图中的 a 为半径所画圆弧交于 A' 点。连接 $A'B'$, 则 $A'B'$ 、 $B'C'$ 即为两管的中心线, $\angle A'B'C'$ 即为实际角。再用已知半径的距离 $(\frac{d}{2} + t)$ 引与中心线的对称平行线, 对应交点连线即得出接合线 EH , 再由点 A' 、 C' 分别引对中心线的垂直线得交点为 F 、 G 、 I 、 D , 即完成辅视图

展开图画法 在 ID 延长线上截取 MN 等于接管子中径的展开长度。由 M 、 N 点引 MN 的垂线 $4-M$ 、 $4-N$ 。取 $4-M$ 、 $4-N$ 等于辅视图 $B'C'$ 。12 等分 $4-4$ 直线, 等分点为 4 、 5 、 6 、 7 、 $6\cdots$ 、 2 、 1 、 2 、 3 、 4 。由各等分点引 $4-4$ 的垂线, $4-4$ 一端的垂线 $4-N$ 与由接合线点 E (里皮)、 B' 、 H (外皮)所作的 ID 的平行线的交点为 $7'$ 、 $4'$ 、 $1'$ 。以点 4 为中心, $7'-4$ 、 $4-1'$ 为半径画同心 $1/4$ 圆周。分别 3 等分 $1/4$ 圆周, 等分点为 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ 、 $5'$ 、 $6'$ 、 $7'$ 。由各等分点作 $4-4$ 的平行线, 将其与 $4-4$ 各垂线的对应交点连成曲线, 即得出下管展开图。再用主视图 pa 的距离作 $4-4$ 的平行线 $M'N'$, 则 $4-N'-M'-4$ 即为上管展开图

(3) 直交等径三通管

1) 零件型式及尺寸(见下图 1)



已知 a, d, h, t, R

2) 展开图画法(见图 I)

管 1 画法 画水平线 AB 等于管 1 中径的展开长度 $\pi(d+t)$ 。由点 B 引 AB 的垂线, 在该垂线上截取 BO 等于已知尺寸 h 。以 O 为圆心, R 为半径画 $1/4$ 圆周, 3 等分 $1/4$ 圆周, 等分点为 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ 。由点 $4'$ 向左引水平线, 与由点 A 引 AB 的垂线交于点 4 。12 等分 $4-4'$ 线, 由各等分点引 $4-4'$ 的垂线, 将其与由 $1/4$ 圆周各等分点向左引水平线的对应交点连成曲线, 即为所求的展开图

管 2 画法 在 $A-4$ 向下延长线上取 CD 和 DE 等于已知尺寸 a 。由 C 、 D 、 E 向右引水平线, 与 BO 向下延长线相交, 得交点 C'' 、 D'' 、 E'' 。4 等分 CC'' , 由各等分点引 CC'' 的下垂线与 EE'' 相交为圆管卷成后的表面中心线, 即得出所求展开图。

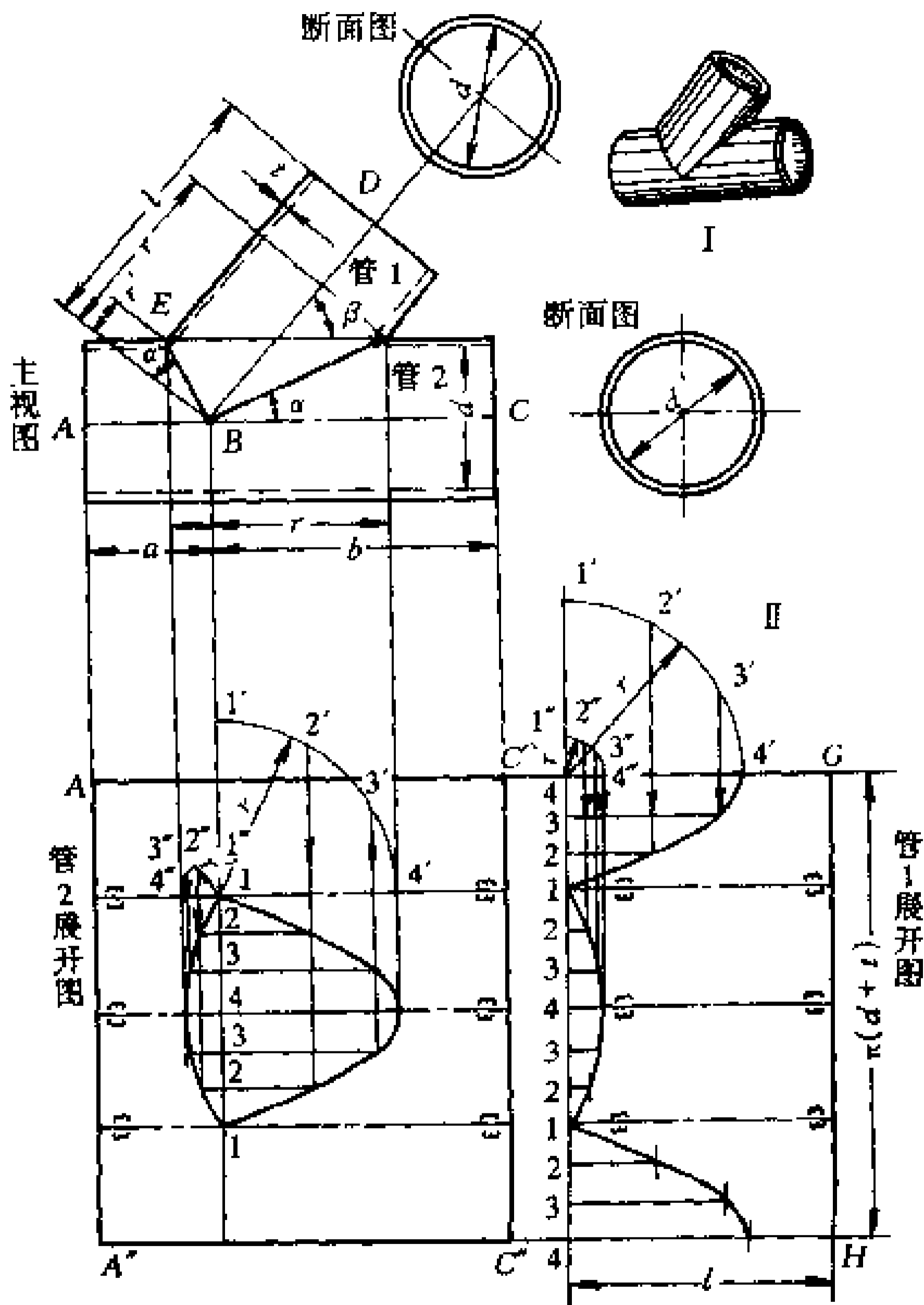
切孔的画法 6 等分管 2 展开图的 1-1。以点 1 为中心 R 作半径画 $1/4$ 圆周, 3 等分 $1/4$ 圆周, 等分点为 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ 。由各等分点向左引水平线与 1-1 各等分点引出的垂线相交, 将各交点连成曲线, 并在 1-1 下边画对称曲线, 即得出切孔实形

(4) 斜接等径三通管

1) 零件型式及尺寸(见图 I)

2) 展开图画法(见图 I)

作展开图要计算出 r' 、 r 两个尺寸, 计算公式为



已知 a, b, d, t 及角 β

$$\alpha = \frac{\beta}{2} \quad r' = \frac{d+2t}{2} \operatorname{tg} \alpha \quad r = \frac{d+2t}{2} \operatorname{ctg} \alpha$$

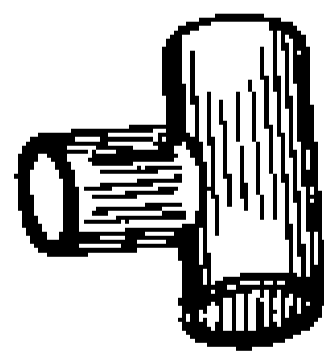
管Ⅱ展开图画法 由点A引AC下垂线,取A'A''等于接管2中径的展开长度 $\pi(d+t)$,由A'A''向右引水平线,与由点C引AC'的下垂线的对应交点为C''C'''.A'A''C''C'''即为管Ⅱ的展开图。4等分A'A'',由等分点向右引水平线与C''C'''相交,即为圆管卷成后的表面中心线

切孔的画法 由接合线点E、B、F引下垂线,与上中心线的对应交点为4''、1、4'。以点1为中心,1-4'、1-4''为半径画同心1/4圆周。分别3等分1/4圆周,等分点为1'、2'、3'、4'及1''、2''、3''、4''。由各等分点引下垂线,6等分1-1,等分点为1、2、3、4、3、2、1。各等分点引水平线与下垂线相交,将各交点连成曲线,即得出切孔实形

管Ⅰ展开图画法 在A'C''向右延长线上取4-G等于主视图上的尺寸 l ,由点4、G引下垂线与A''C'''向右延长线相交,得交点为4、II。12等分4-4,等分点为4、3、2、…、2、3、4。由各等分点向右画水平线,以点1为圆心, r 、 r' 作半径画同心1/4圆周,分别3等分1/4圆周,等分点为1'、2'、3'、4'及1''、2''、3''、4''。由各等分点引下垂线与水平线相交,将各交点连成曲线,即为所求的展开图

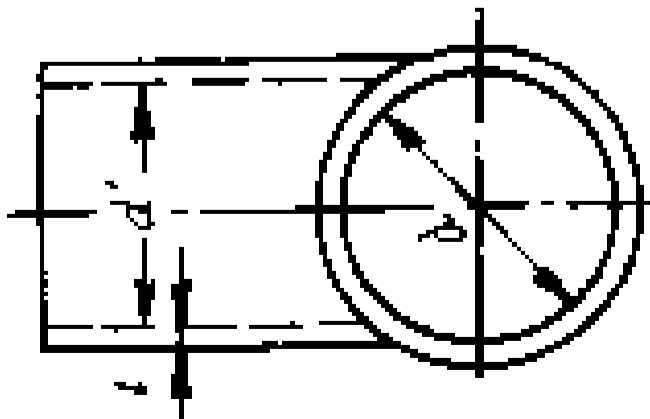
(5) 直交不等径三通管

1) 零件型式及尺寸(见图1)

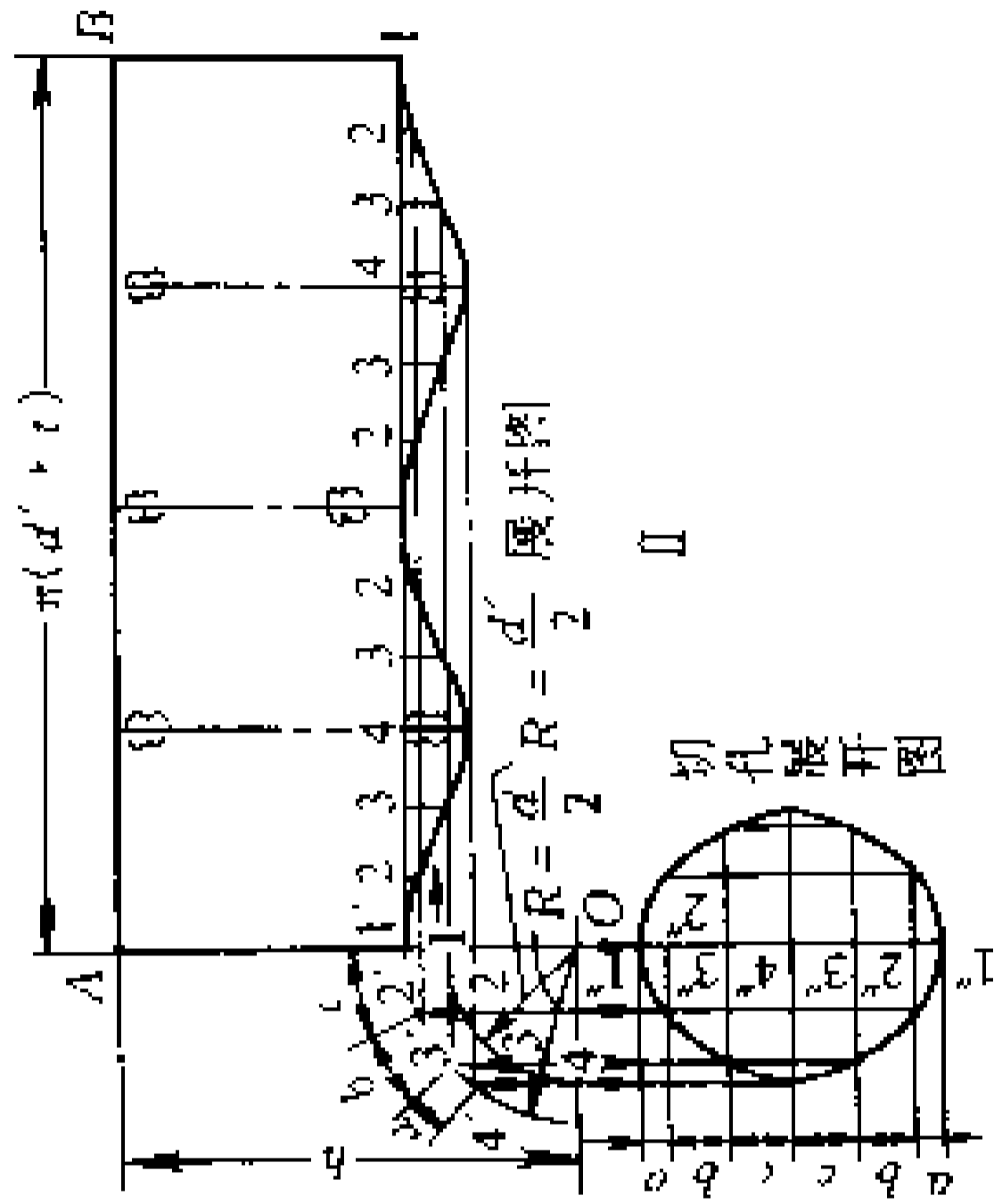
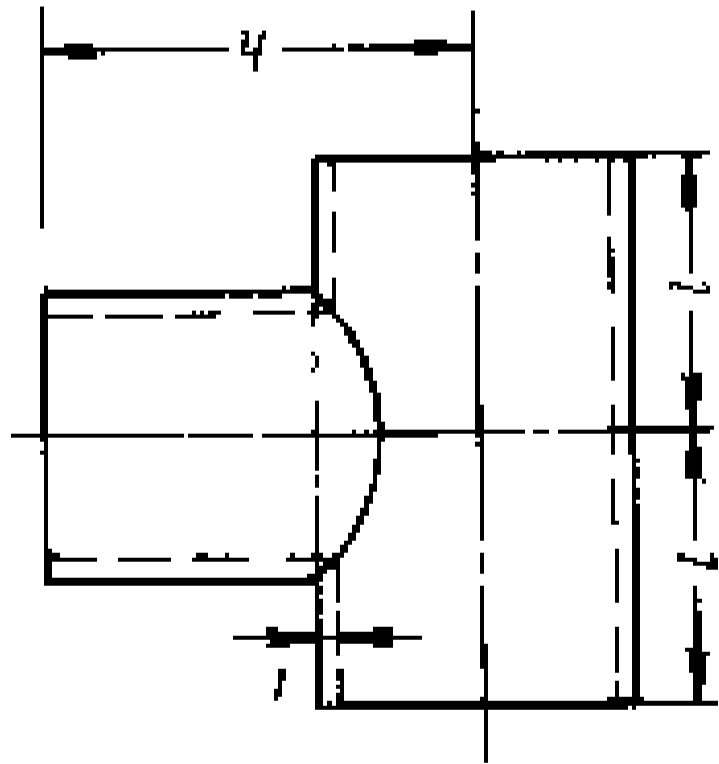


I

右视图



主视图



已知 h, l, d, d', r

2) 展开图画法(见图 I)

小圆管的展开图画法 画水平线 AB 等于小管中径展开长度 $\pi(d' + t)$ 。由 A 引 AB 的垂线 AO 且等于已知尺寸 h 。以 O 为圆心支管内径 $1/2$ 作半径画 $1/4$ 圆周, 3 等分 $1/4$ 圆周, 等分点为 1、2、3、4。再以 O 为圆心、 $\frac{d}{2}$ 作半径画圆弧, 与由点 1、2、3、4 引 AO 的平行线相交, 得交点为 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$, 即得小圆管与大圆管相交的接合点。由 $1'$ 引 AB 的平行线 $1'-1$, 其长等于 AB 。12 等分 $1'-1$, 由各等分点引下垂线, 与由点 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ 向右引的 AB 的平行线相交, 将各交点连成曲线, 即为所求的展开图

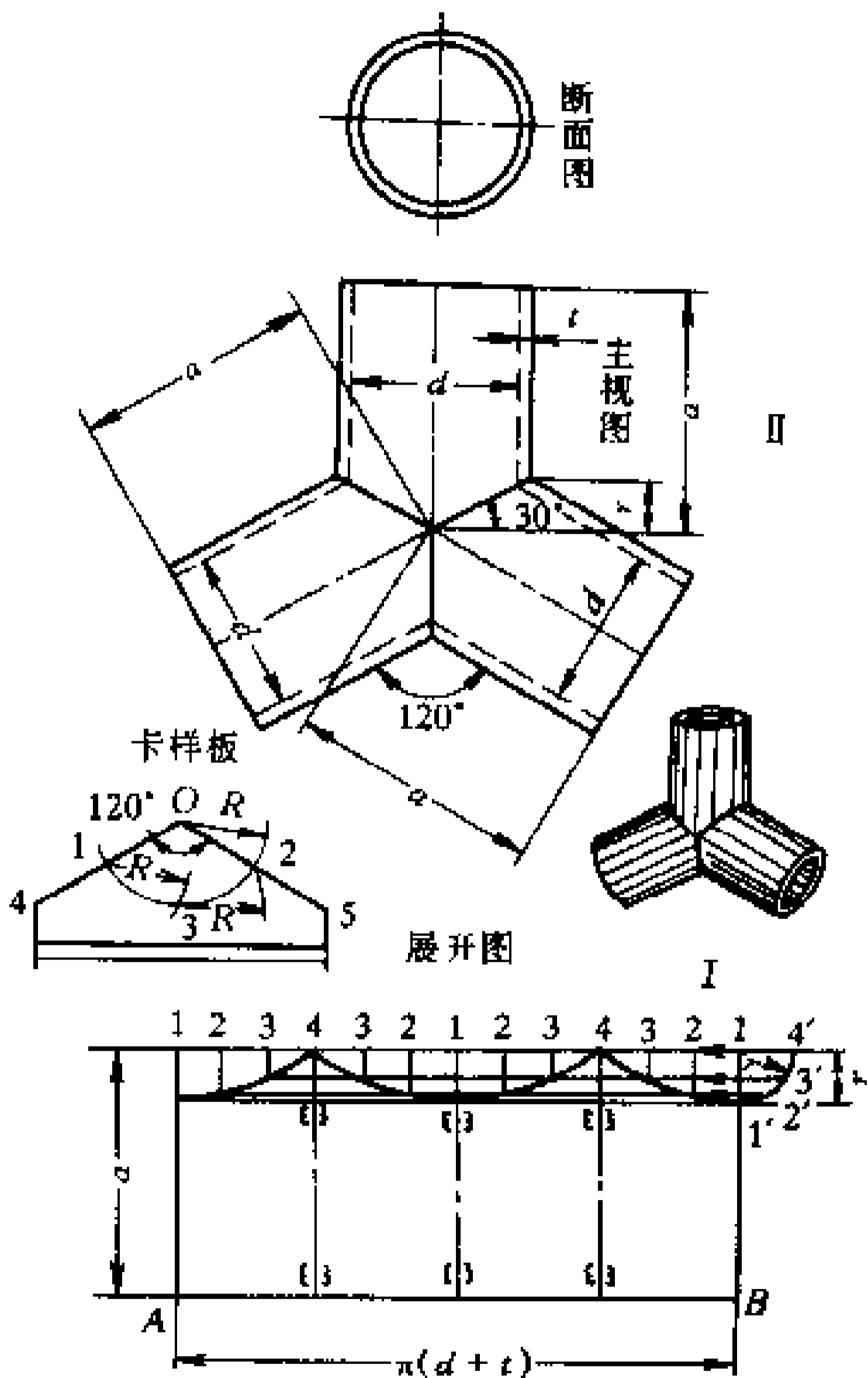
切孔展开图画法 切孔展开图须用大圆管外径作展开(大圆管则按普通圆管展开, 不先开孔, 故本例未作大圆管展开图)。当小圆管直径较小时, 则可用样板画开孔切割线

在 AO 延长线上取 $1''-4''-1''$ 等于大圆弧 $1'-4'$ 伸直的二倍, 在其上照画各点, 并作水平线, 与由点 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ 向下引 AO 的平行线相交, 将各交点连成曲线, 并在右边画对称曲线, 得出所求的展开图

(6) 等角 Y 形等径三通管

1) 零件型式及尺寸(见图 I)

2) 展开图画法(见图 I)



已知 a, t, d 三通管直径相等，
且角度均为 120°

首先用计算法求出 r 的距离, $r = \frac{d + 2t}{2} \tan 30^\circ$ 。再作展开图。

展开图画法 画 AB 等于管子中径的展开长度 $\pi(d + t)$, 由 A 、 B 点引 AB 的垂线 $A-1$ 、 $B-1$ 。取 $A-1$ 等于主视图中的尺寸 a , 由 1 向右引 AB 的平行线与 $B-1$ 相交, 交点为 1 。12 等分 $1-1$ 。由各等分点引下垂线, 以点 1 为圆心、 r 作半径画 $1/4$ 圆周。3 等分 $1/4$ 圆周, 等分点为 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ 。由各等分点向左引水平线与垂线相交, 将各交点连成曲线, 即得出所求的展开图。

卡样板的画法 卡样板主要要求是角度精确, 样板的长度按实际情况决定。画 $O-4$ 直线。以 O 为圆心, 取任意长度 R 作半径画圆弧 $1-2$, 与 $O-4$ 交点为 1 。以点 1 为圆心、 R 作半径画圆弧与 $1-2$ 圆弧交点为 3 。以点 3 为圆心、 R 作半径画圆弧与 $1-2$ 圆弧交于 2 。连接 $O-2$, $\angle 1O2$ 即为所求卡样板的实际角度 120° 。 $4-O$ 和 $O-5$ 的长度应根据三通管的实际大小决定

3 标准齿轮齿形画法

(1) 齿形的第一种近似画法

这种画法是用两段圆弧代替渐开线齿形的近似画法。

已知模数 m , 齿数 z , 压力角 $\alpha = 20^\circ$ 。

根据以下公式求出分度圆直径、齿根圆直径、齿顶圆

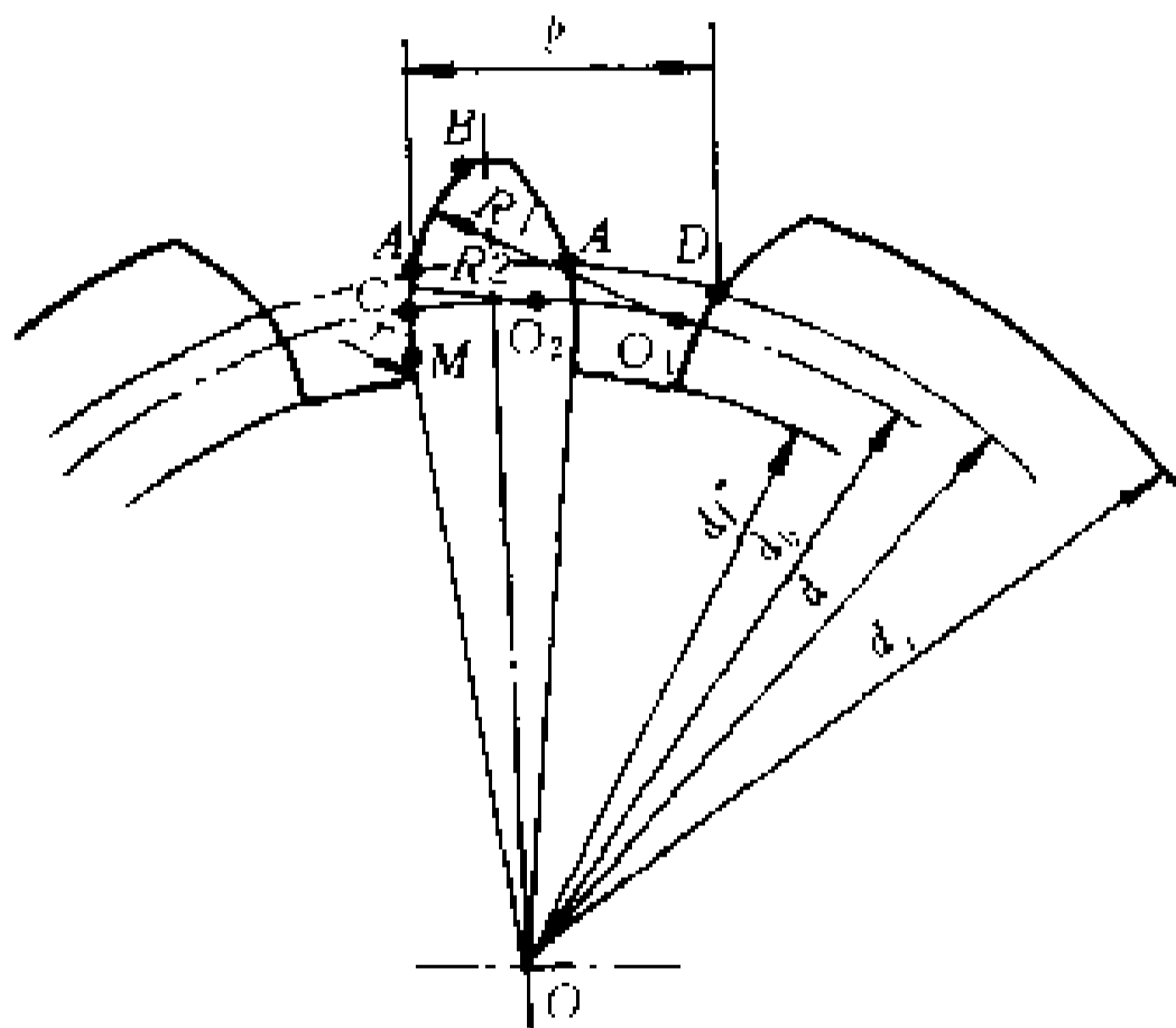
直径和基圆直径：

$$\text{分度圆直径 } d = zm$$

$$\text{齿顶圆直径 } d_a = (z + 2)m$$

$$\text{齿根圆直径 } d_f = (z - 2.5)m$$

$$\text{基圆直径 } d_b = d \cos \alpha = d \cos 20^\circ = 0.94d$$



1) 画图步骤

① 以 O 为圆心, 画出分度圆、齿顶圆、齿根圆和基圆。

② 在节圆圆周上按齿数截取等分点(或近似以 $p = \pi m$ 为弦长截取)。

③ 以等分点为起点截取齿厚和齿间。图中 AA' 和 $A'D$ 的线段长度可根据以下公式来选取：

作齿轮刀具时 $AA' = \frac{39}{80}p$, $A'D = \frac{41}{80}p$

如果不考虑齿厚减薄时 $AA' = A'D = \frac{1}{2}p$

铸造齿轮 $AA' = \frac{19}{40}p$, $A'D = \frac{21}{40}p$

④ 根据以下公式求得齿形圆弧半径 R_1 和 R_2 ：

$$R_1 = b'm, R_2 = c'm$$

公式中 b' 和 c' 的数值可根据齿数由系数表查得。也可接下面公式计算：

$$b' = \frac{z}{2} \sqrt{1 - \cos^2 \alpha \frac{z-1}{z+1}}$$

$$c' = \frac{z^2 \sin^2 \alpha}{4b'}$$

⑤ 以 A 点为圆心，以 R_1 和 R_2 为半径在基圆上截取 O_1 和 O_2 两点。

⑥ 以 O_1 为圆心， R_1 为半径作圆弧 \widehat{AB} ，即为齿顶圆到节圆之间齿形轮廓线。

⑦ 以 O_2 为圆心， R_2 为半径作圆弧 \widehat{AC} ，同圆弧 \widehat{AB} 相切于 A 点，圆弧 \widehat{AC} 即为节圆到基圆之间的齿形轮廓线。

⑧ 连接 CO ， CM 为齿形直线部分。

⑨ 以 $r = 0.2m$ 为半径，作齿根处圆角与齿根圆和直线部分 CM 相切。

⑩ 根据以上步骤或用截取对应点的方法可以画出

另一边的近似齿形轮廓。

2) 齿轮 b' 和 c' 系数表 ($\alpha = 20^\circ$)

| z_v | b' | c' | z_v | b' | c' | z_v | b' | c' |
|-------|------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| 8 | 2.22 | 0.84 | 24 | 5.20 | 3.24 | 40 | 8.01 | 5.84 |
| 9 | 2.43 | 0.98 | 25 | 5.38 | 3.40 | 42 | 8.35 | 6.18 |
| 10 | 2.64 | 1.11 | 26 | 5.55 | 3.56 | 45 | 8.90 | 6.66 |
| 11 | 2.83 | 1.25 | 27 | 5.75 | 3.72 | 48 | 9.39 | 7.18 |
| 12 | 3.02 | 1.39 | 28 | 5.93 | 3.86 | 49 | 9.56 | 7.34 |
| 13 | 3.22 | 1.54 | 29 | 6.10 | 4.04 | 50 | 9.75 | 7.50 |
| 14 | 3.40 | 1.68 | 30 | 6.26 | 4.20 | 55 | 10.60 | 8.36 |
| 15 | 3.58 | 1.84 | 31 | 6.45 | 4.35 | 60 | 11.50 | 9.20 |
| 16 | 3.77 | 1.98 | 32 | 6.62 | 4.51 | 65 | 12.31 | 10.01 |
| 17 | 3.95 | 2.14 | 33 | 6.81 | 4.67 | 70 | 13.15 | 10.85 |
| 18 | 4.13 | 2.29 | 34 | 7.00 | 4.83 | 80 | 14.87 | 12.55 |
| 19 | 4.31 | 2.45 | 35 | 7.16 | 5.00 | 90 | 16.58 | 14.30 |
| 20 | 4.48 | 2.61 | 36 | 7.35 | 5.17 | 100 | 18.20 | 16.05 |
| 21 | 4.66 | 2.77 | 37 | 7.51 | 5.33 | 120 | 21.60 | 19.51 |
| 22 | 4.83 | 2.92 | 38 | 7.66 | 5.51 | 140 | 24.84 | 22.89 |
| 23 | 5.01 | 3.08 | 39 | 7.85 | 5.67 | | | |

注：1. z_v ——当量齿数，直齿圆柱齿轮 $z_v = z$ 。

2. 齿数在 55 以上的齿轮，其渐开线画法允许用一个半径 (R_1) 完成。

3. 锥齿轮、斜齿轮应以当量齿数查表。

3) 齿轮 b' 和 c' 系数表 ($\alpha=15^\circ$)

| z | b' | c' | z | b' | c' | z_0 | b' | c' |
|-----|------|------|-----|------|------|---------|-------|-------|
| 10 | 2.28 | 0.69 | 22 | 3.49 | 2.06 | 34 | 4.34 | 3.10 |
| 11 | 2.40 | 0.83 | 23 | 3.57 | 2.15 | 35 | 4.39 | 3.16 |
| 12 | 2.51 | 0.96 | 24 | 3.64 | 2.24 | 36 | 4.45 | 3.23 |
| 13 | 2.62 | 1.09 | 25 | 3.71 | 2.33 | 37~40 | 4.50 | 4.50 |
| 14 | 2.72 | 1.22 | 26 | 3.73 | 2.42 | 41~45 | 4.63 | 4.63 |
| 15 | 2.82 | 1.34 | 27 | 3.85 | 2.50 | 46~51 | 5.06 | 5.06 |
| 16 | 2.92 | 1.46 | 28 | 3.92 | 2.59 | 52~60 | 5.79 | 5.76 |
| 17 | 3.02 | 1.58 | 29 | 3.99 | 2.67 | 61~70 | 6.52 | 6.52 |
| 18 | 3.12 | 1.69 | 30 | 4.06 | 2.76 | 71~90 | 7.72 | 7.72 |
| 19 | 3.22 | 1.79 | 31 | 4.13 | 2.85 | 91~120 | 9.78 | 9.78 |
| 20 | 3.32 | 1.89 | 32 | 4.20 | 2.93 | 121~180 | 13.38 | 13.38 |
| 21 | 3.41 | 1.98 | 33 | 4.27 | 3.00 | 181~360 | 21.62 | 21.62 |

注：1. z_0 为当量齿数，直齿圆柱齿轮 $z_0=z$ ，锥齿轮、斜齿轮应用当量齿数查表。

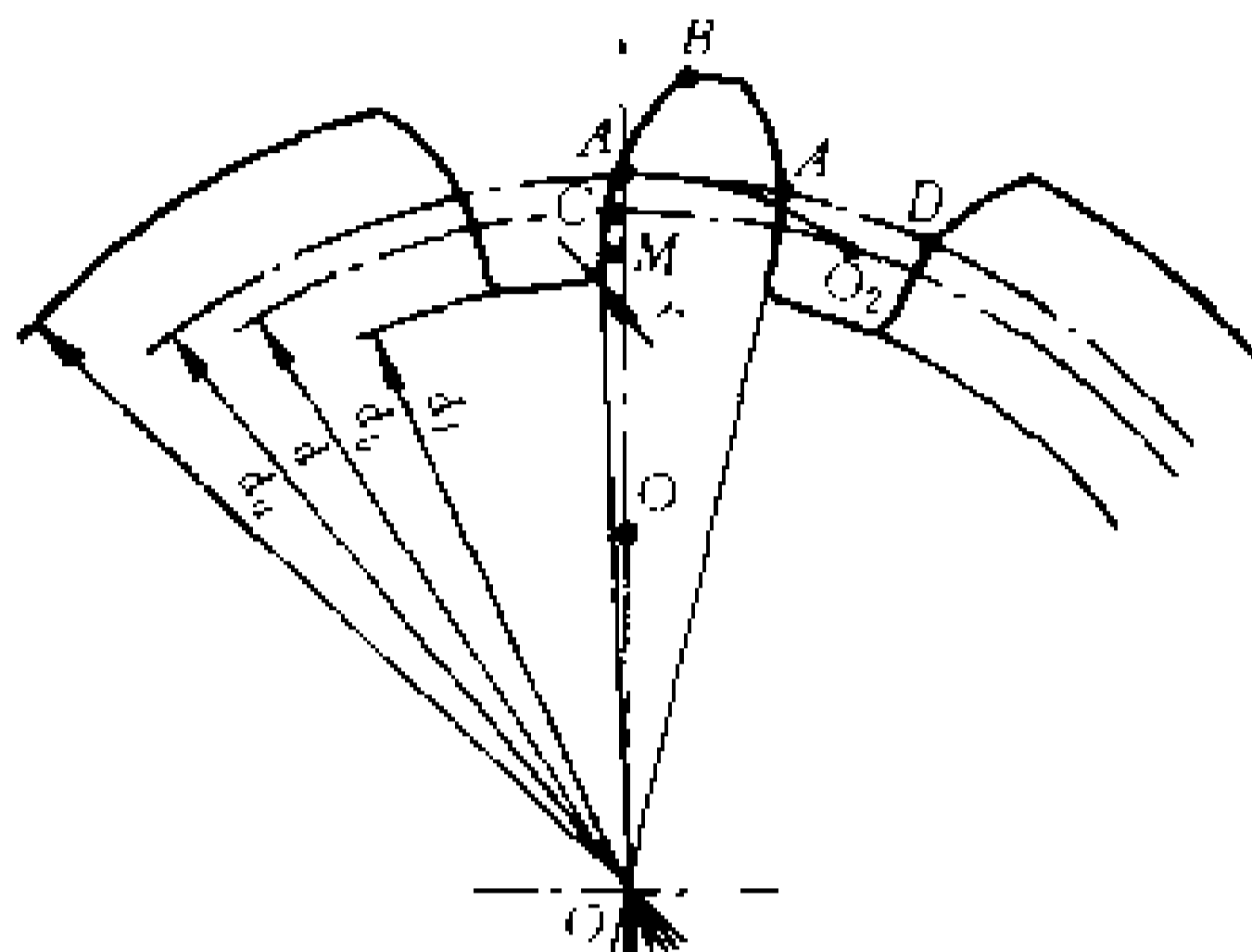
2. 当 $\alpha=20^\circ$ ， z 大于 41 齿和 $\alpha=15^\circ$ ， z 大于 62 齿时，基圆小于齿根圆。

(2) 齿形的第二种近似画法

这种画法是用一段圆弧代替渐开线齿形的近似画法，一般不能用在刀具制造上，是铸造齿轮齿形的常用画法。

已知模数 m ，齿数 z ，压力角 α 。

先计算出分度圆直径、齿顶圆直径、齿根圆直径、齿距和齿厚。公式与第一种画法相同。



① 以 O 为圆心,画出分度圆、齿顶圆、齿根圆和基圆。

基圆直径 $d_b = d \cos \alpha$

当压力角 $\alpha = 20^\circ$ 时 $d_b = d \cos 20^\circ = 0.94d$

当压力角 $\alpha = 15^\circ$ 时 $d_b = d \cos 15^\circ = 0.96d$

② 在分度圆圆周上按齿数截取等分点(或近似以 $p = \pi m$ 为弦长截取)。以等分点为起点截取 $AA' = \frac{19}{40} p$,

$A'D = \frac{21}{40} p$ 。

③ 求出 OA 的中点 O_1 。

④ 以 O_1 为圆心, O_1A 为半径作圆弧,交基圆于 O_2 点。

⑤ 以 O_2 为圆心, O_2A 为半径作圆弧 \widehat{CB} , \widehat{CB} 就是基圆到齿顶圆之间的齿形轮廓线。

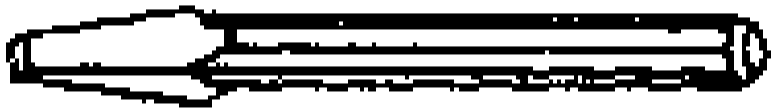
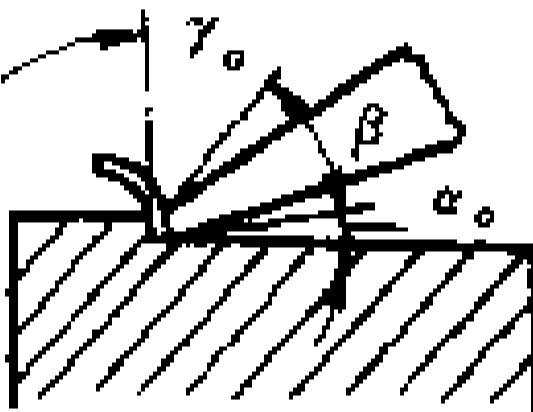
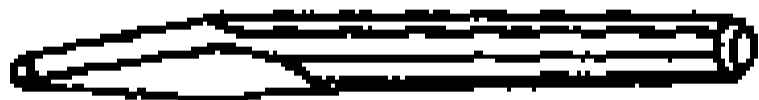
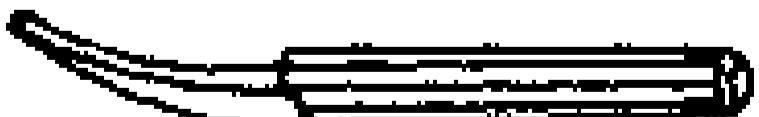
⑥ 连接 CO , CM 为齿形直线部分。

⑦ 以 $r=0.2m$ 为半径, 作齿根处圆角。

以上两种齿形近似画法, 当基圆小于齿根圆时, 没有 CM 直线部分, 以基圆上 O_2 点为圆心所作的弧线直接与齿根圆相交, 并在齿根处画出圆角即可。

整 削

I 整 子 种 类 及 用 途

| 名称及型式 | 后角及楔角 | 用 途 |
|---|--|--|
|  <p data-bbox="478 1552 776 1617">扁整(阔整)</p> |  | <p>切削部分扁平, 切削刃略带圆弧, 常用于去除凸缘、毛边和分割材料</p> |
|  <p data-bbox="478 2160 776 2228">狭整(尖整)</p> | <p>后角 α_0 一般取 $5^\circ \sim 8^\circ$ 楔角 β 与工件材料有关: 工具钢、铸铁取 $60^\circ \sim 70^\circ$; 结构钢取 $50^\circ \sim 60^\circ$; 铜取 $30^\circ \sim 45^\circ$; 铝、锌取 $30^\circ \sim 40^\circ$</p> | <p>切削刃较短, 切削部分的两个侧面从切削刃起向柄部逐渐变狭。主要用于整槽和分割曲线形板料</p> |
|  <p data-bbox="542 2660 712 2728">油槽整</p> | | <p>切削刃短, 并呈圆弧形或菱形。切削部分常做成弯曲形状, 主要用来整削润滑油槽</p> |

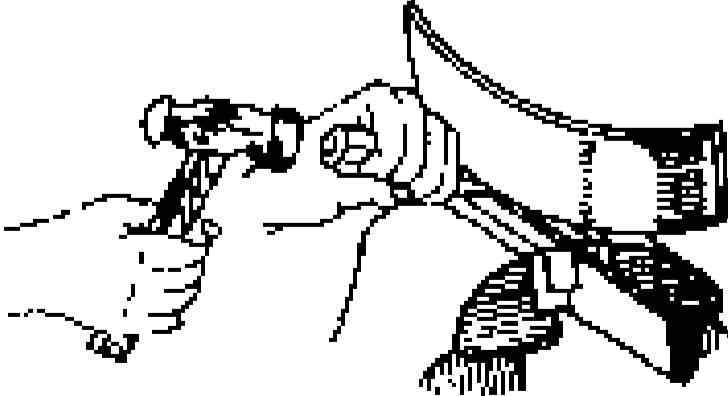
2 鑿子的材料和淬火方法

鑿子是用碳素工具鋼(八角鋼)鍛成, 並經刃磨和淬火後才能使用。

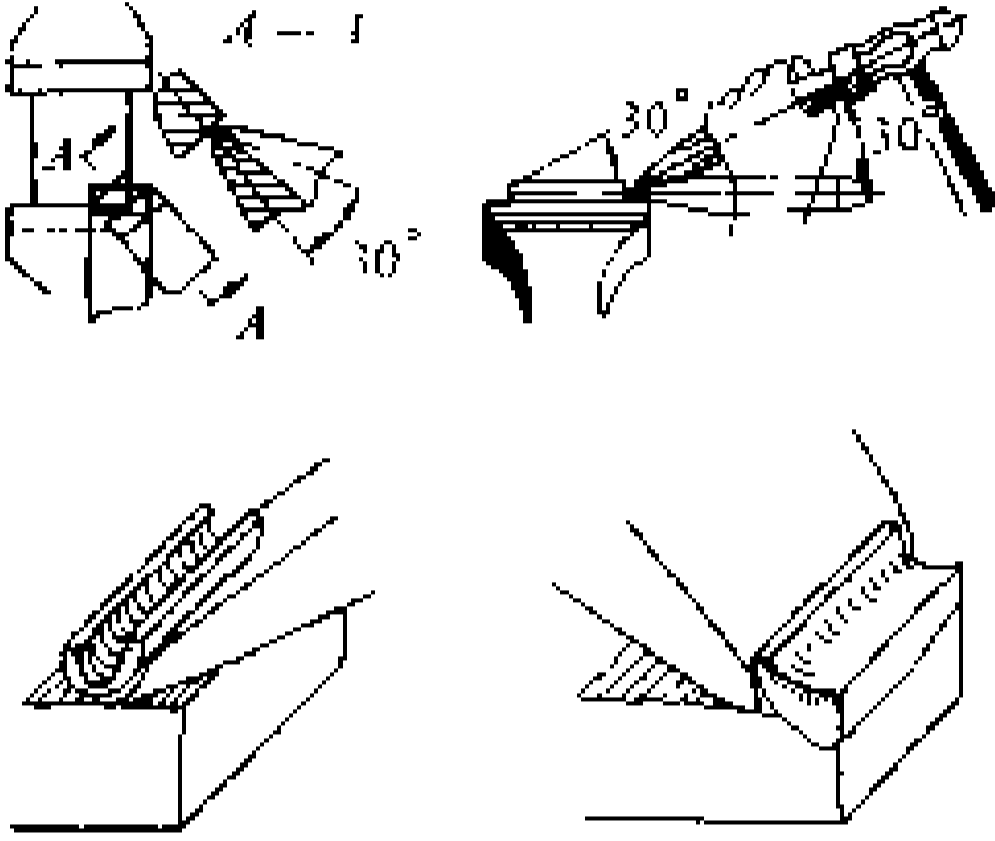
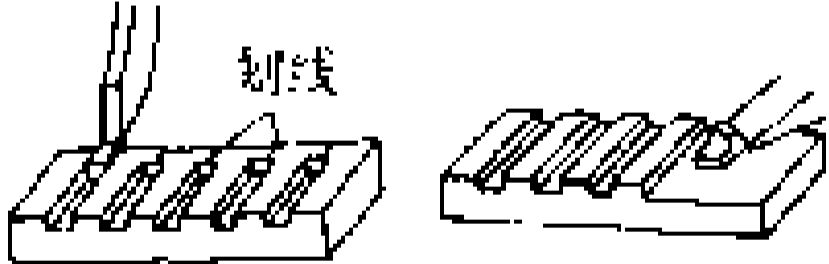
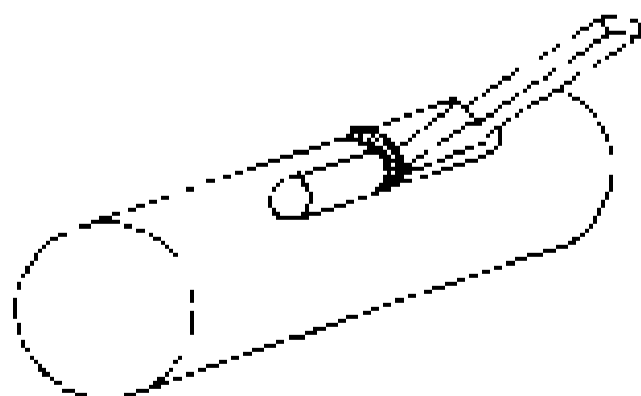
淬火方法: 把鑿子頭部長約 20mm 加熱到暗桔紅色(760~780℃)後, 垂直的放入冷水中約 4~6mm, 當鑿子露出水面部分呈黑色時, 由水中取出, 利用上部熱量進行余热回火。這時要注意觀察鑿尖顏色: 剛出水時的顏色是白色, 刃口的溫度逐漸上升, 顏色也隨着改變, 由白色變為黃色, 由黃色變為藍色。當鑿尖呈現黃色時, 把鑿子全部放入冷水中冷卻(俗稱得黃火), 得到的鑿子比較脆; 當鑿尖呈現藍色時, 把鑿子全部放入冷水中冷卻(俗稱得藍火), 可得較滿意的硬度。

鑿尖出水後, 由白色變為黃色, 由黃色變為藍色, 時間很短, 只有幾秒鐘, 必須很好掌握。因為第二次把鑿子全部浸入冷水中時間的早晚, 對刃口硬度關係極大, 如第二次下水太早, 刃口太脆, 如下水太晚, 刃口太軟。

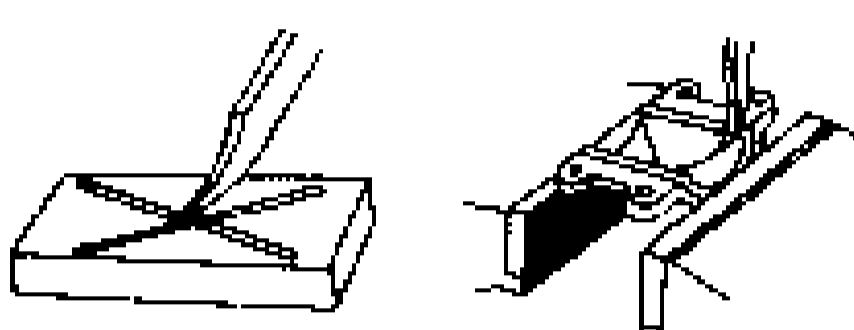
3 鑿削方法

| 鑿削類型 | 圖 示 | 操作過程 |
|------|--|--|
| 鑿切板料 |  | <p>工件的切斷線與鉗口保持平齊, 用扁鑿沿鉗口並斜對板面(約 45°)自右往左進行鑿削</p> |

(续)

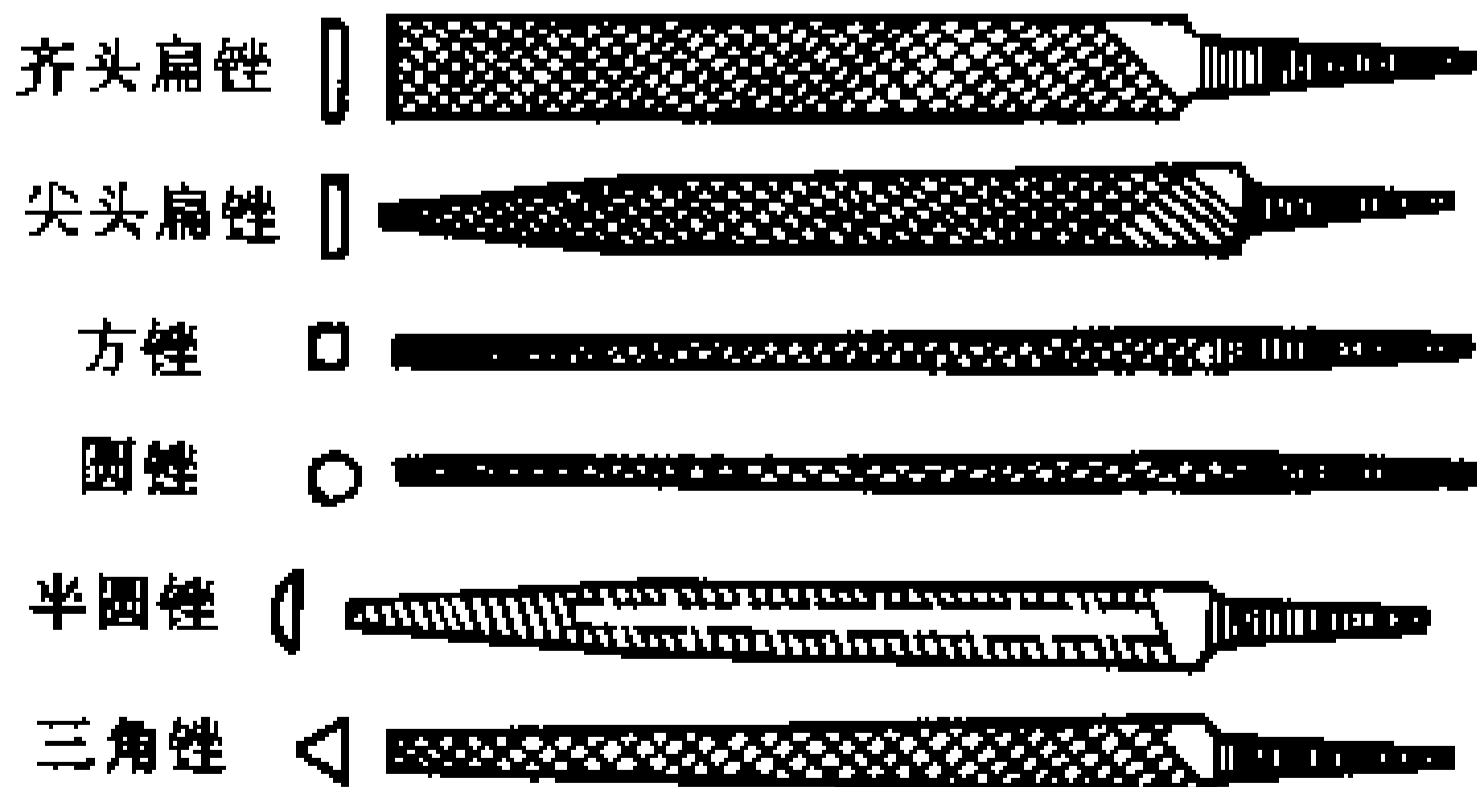
| 整削类型 | 图 示 | 操作过程 |
|-------|---|--|
| 整削平面 |  <p style="text-align: center;">正确 错误</p> | <p>用扁整每次整切掉的材料厚度一般为(0.5~2)mm,起整可由工件中部或两端进行,整削接近尽头时,应从另一端整削余下部分</p> |
| 整削大平面 |  | <p>整切大平面,先用尖整开槽,再用扁整整平</p> |
| 整削键槽 |  | <p>对于带圆弧的键槽,应先在键槽两端钻出与槽宽相同的两个盲孔,再用狭整整削</p> |

(续)

| 整削类型 | 图 示 | 操作过程 |
|------|---|--|
| 整削油槽 |  | <p>选用宽度等于油槽宽度的油槽整整削。在平面上整油槽，方法与整削平面相同。在曲面上整油槽，整子的倾斜度要随曲面而变动，以保证正常的切削角度</p> |

锉 削

1 钳工锉的种类(GB5810-86)

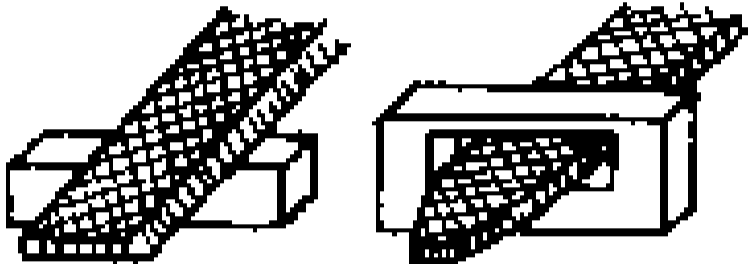
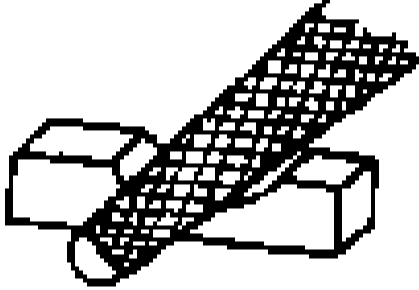
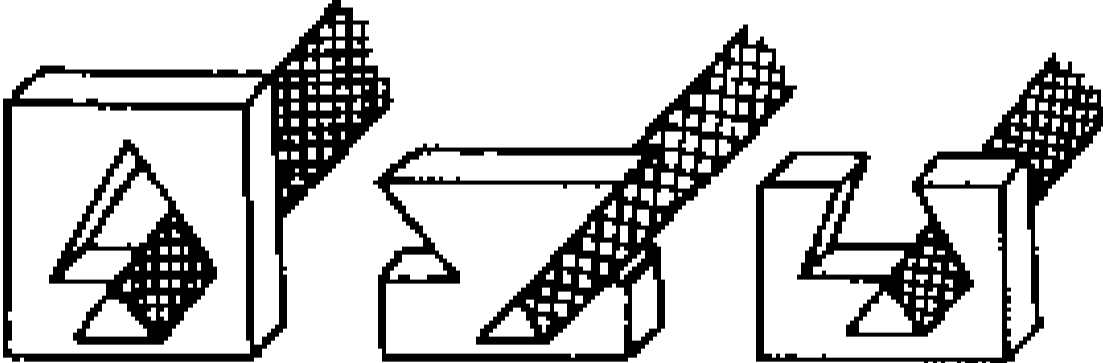
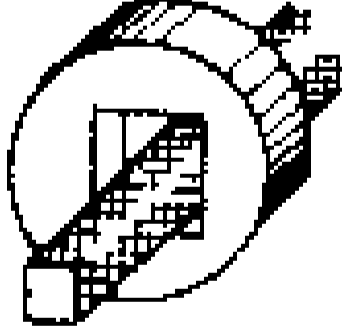
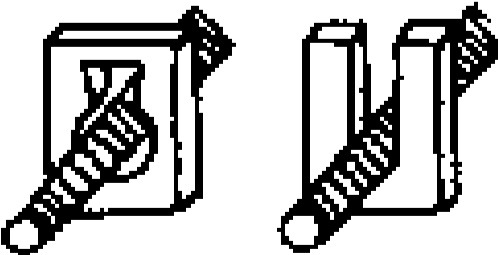


2 锉刀类别和型式代号

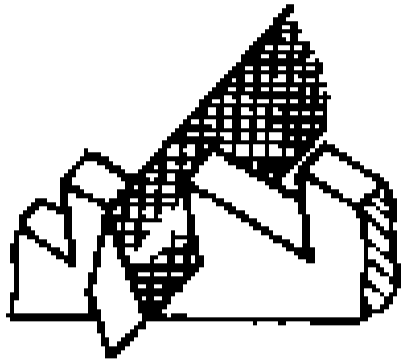
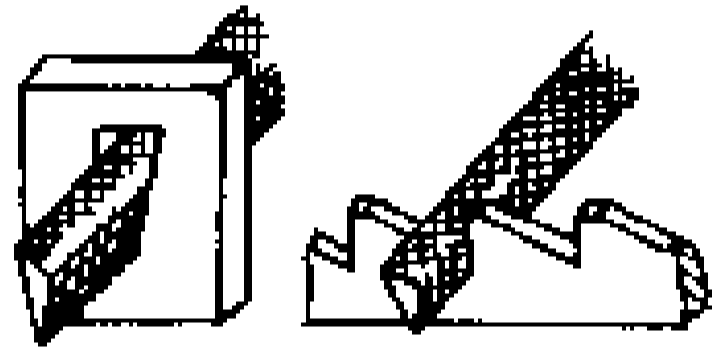
| 类 别 | 类别代号 | 型式代号 | 型 式 |
|----------------------|------|-------|--------|
| 钳工锉 (GB5810-1986) | Q | 01 | 齐头扁锉 |
| | | 02 | 尖头扁锉 |
| | | 03 | 半圆锉 |
| | | 04 | 三角锉 |
| | | 05 | 方锉 |
| | | 06 | 圆锉 |
| 异形锉 (GB5813-1986) | Y | 01~06 | 同钳工锉 |
| | | 07 | 单面三角锉 |
| | | 08 | 刀形锉 |
| | | 09 | 双半圆锉 |
| 整形锉 (GB5812-1986) | Z | 10 | 椭圆锉 |
| | | 01~06 | 同钳工锉 |
| | | 07~10 | 同异形锉 |
| 整形锉 (GB5812-1986) | Z | 11 | 圆边扁锉 |
| | | 12 | 菱形锉 |
| | | 01 | 齐头三角锯锉 |
| 锯锉 (GB5811-1986) | J | 02 | 齐头三角锯锉 |
| | | 03 | 齐头扁锯锉 |
| | | 04 | 尖头扁锯锉 |
| | | 05 | 菱形锯锉 |
| | | 06 | 弧面菱形锯锉 |
| | | 07 | 弧面三角锯锉 |
| | | 钟表整形锉 | B |
| 10 | 棱边锉 | | |

3 锉刀的选用

(1) 按锉刀形状选用

| 锉刀类别 | 用途 | 示 例 |
|------|------------------|---|
| 扁锉 | 锉平面、外圆面、凸弧面 |  |
| 半圆锉 | 锉凹弧面、平面 |  |
| 三角锉 | 锉内角、三角孔、平面 |  |
| 方 锉 | 锉方孔、长方孔 |  |
| 圆 锉 | 锉圆孔、半径较小的凹弧面、椭圆面 |  |

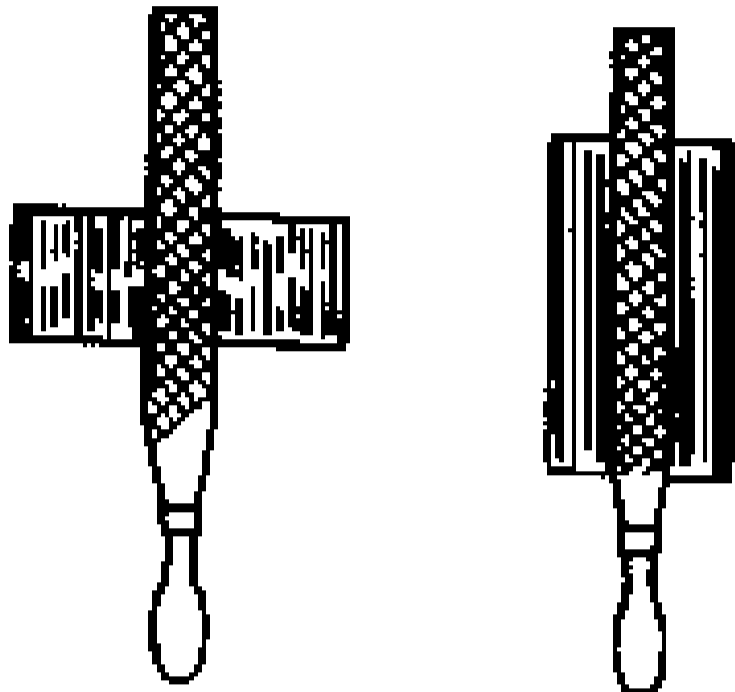
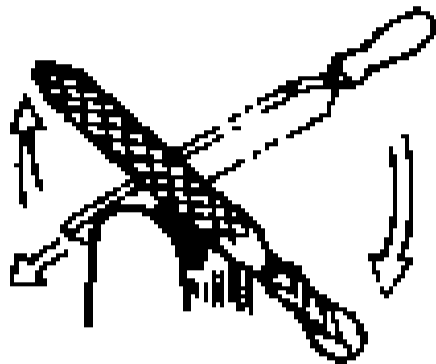
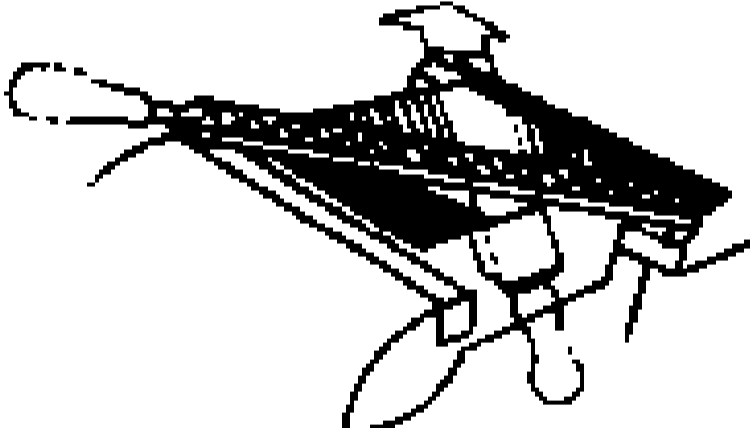

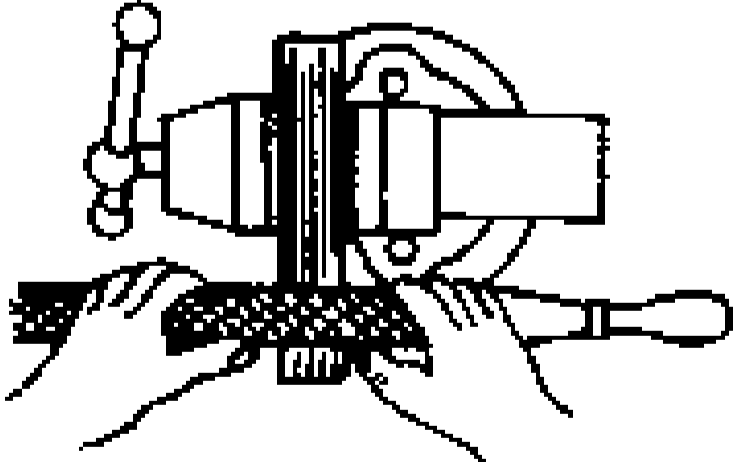

(续)

| 锉刀类别 | 用途 | 示例 |
|------|---------------------------|---|
| 菱形锉 | 锉菱形孔、锐角槽 |  |
| 刀形锉 | 锉内角、窄槽、楔形槽、锉方孔、三角孔、长方孔的平面 |  |

(2) 按加工精度选用锉刀

| 锉刀类别 | 适用场合 | | |
|-------|-----------|-----------|-------------------------|
| | 锉削余量/mm | 尺寸精度/mm | 表面粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$ |
| 粗齿锉刀 | 0.5~1 | 0.2~0.5 | 50~12.5 |
| 中齿锉刀 | 0.2~0.5 | 0.05~0.20 | 6.3~3.2 |
| 细齿锉刀 | 0.02~0.05 | 0.02~0.05 | 6.3~1.6 |
| 双细齿锉刀 | 0.03~0.05 | 0.01~0.02 | 3.2~0.8 |
| 油光锉 | 0.03以下 | 0.01 | 0.8~0.4 |

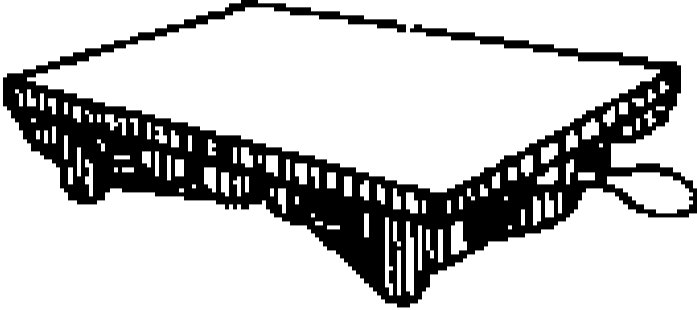
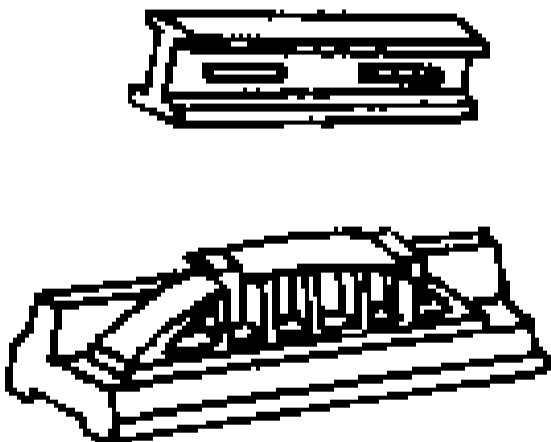

4 锉削方法

| 锉削型式 | 锉削平面 | 锉削曲面 |
|------------------|--|---|
| 锉 削 方 法 |  <p data-bbox="640 1228 1364 1370">顺向锉 用于锉削小平面和最后精锉</p> |  <p data-bbox="1464 1228 1881 1370">顺凸圆弧锉 用于锉削外圆弧</p> |
| |  <p data-bbox="821 1840 1178 1981">交叉锉 用于粗锉加工</p> |  <p data-bbox="1464 1840 1881 1981">横凸圆弧锉 用于锉削外圆弧</p> |
| |  <p data-bbox="661 2472 1321 2678">推 锉 用于锉削狭长平面和加工 余量小或修正尺寸时</p> |  <p data-bbox="1421 2501 1902 2643">直、摆、转结合锉 用于锉削内圆弧</p> |

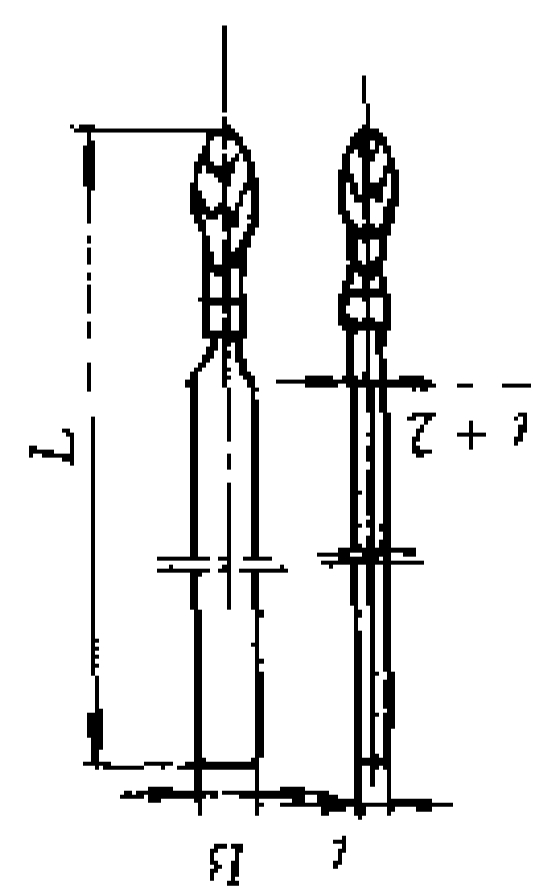
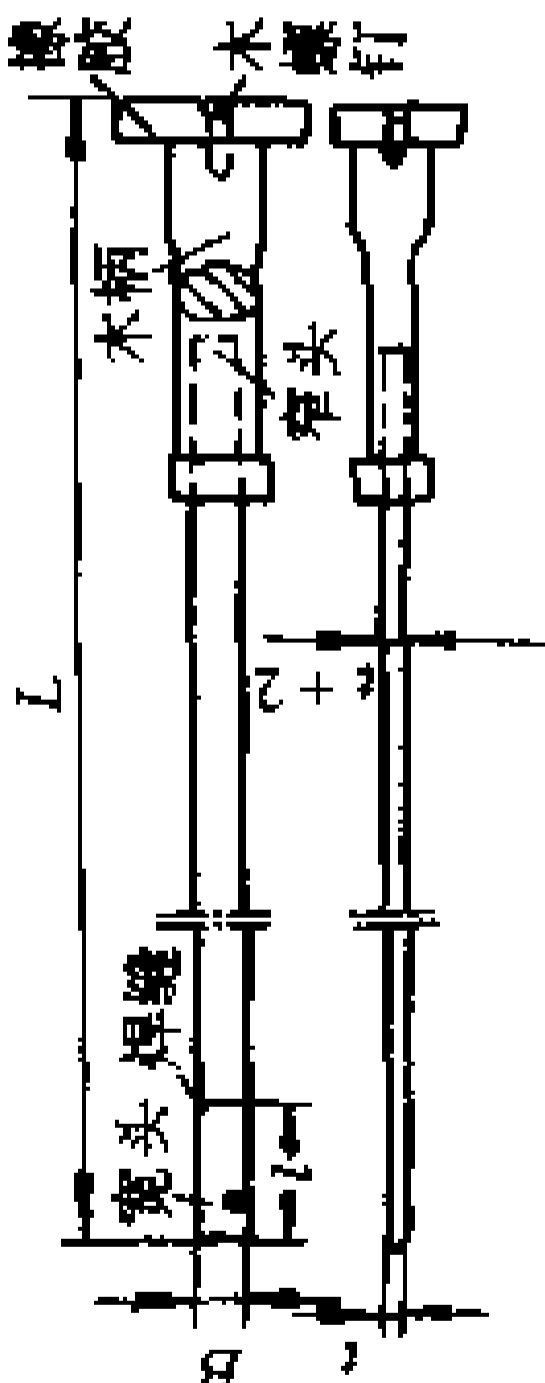
刮 削

1 刮削工具

(1) 常用校正工具

| 工具名称 | 型 式 | 用 途 |
|------|--|---|
| 标准平板 |  | 检验宽的平面 |
| 校正直尺 |  | <p>桥型校正直尺主要用来检验大导轨的平面度。工字校正直尺分单面和双面两种。单面工字直尺常用于检验较短导轨的平面度，双面工字直尺用来检验狭长平面相对位置的准确性。</p> |
| 角度直尺 |  | 检验两个已刮面互成角度的组合平面 |

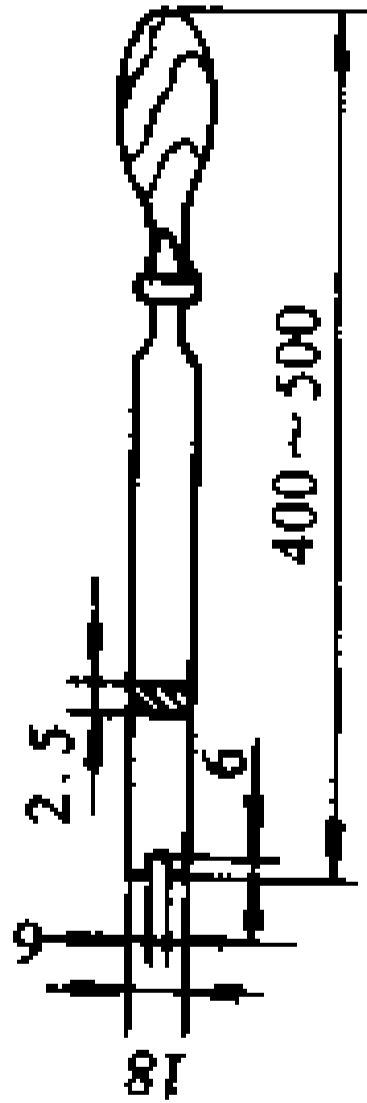
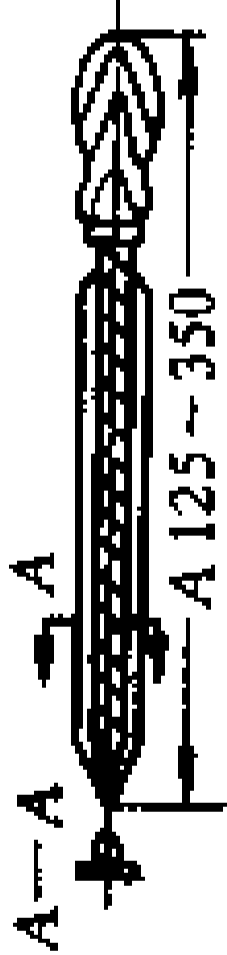
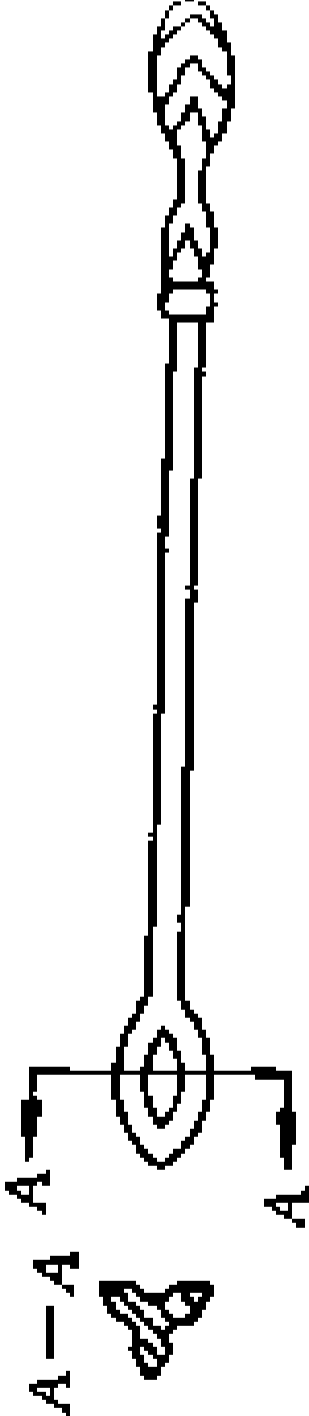
(2) 刮刀的种类

| 刮刀名称 | 型式 | 用途 |
|------|---|---|
| 平面刮刀 |  | 刀体较短，多用于粗刮 |
| 挺刮刀 |  | 刀片采用 T10A 或 GCr15 材料与刀体焊接而成。弹性好，可用于粗、精刮 |

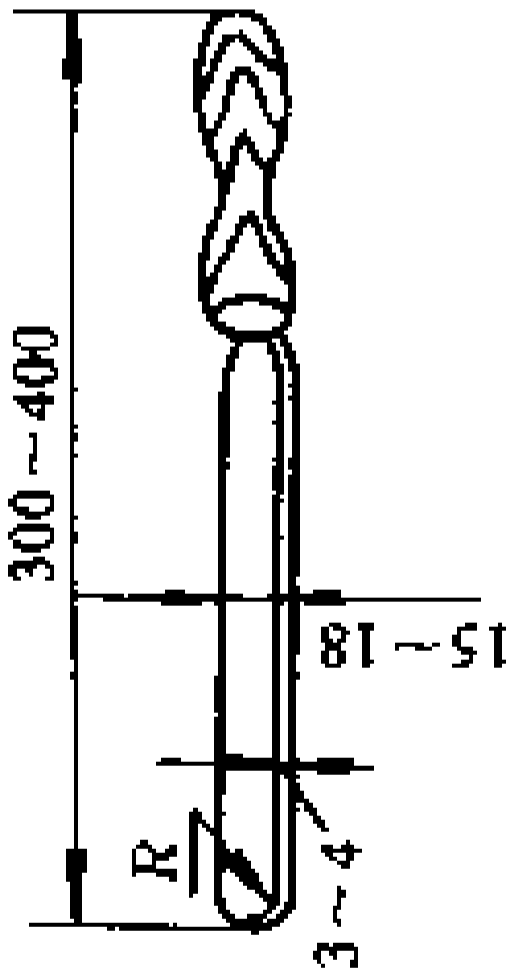
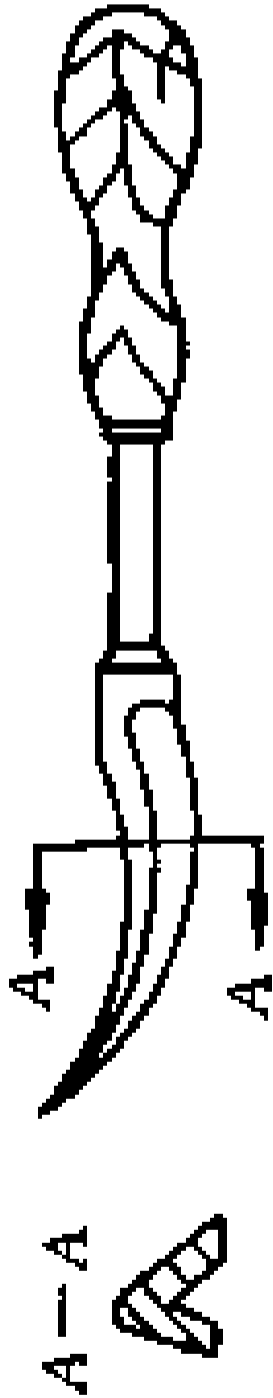
(续)

| 刮刀名称 | 型式 | 用途 |
|------|----|------------------------------|
| 弯头刮刀 | | <p>刀体呈弯曲形状，弹性较好，常用于精刮和刮花</p> |
| 拉刮刀 | | <p>用于精刮和刮花，还可拉刮带有台阶的平面</p> |

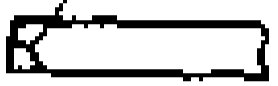
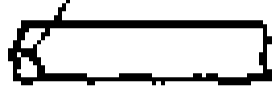
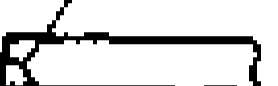


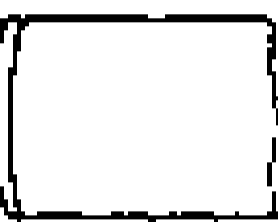
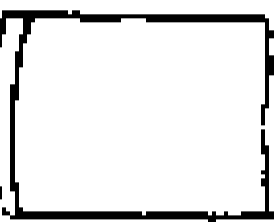
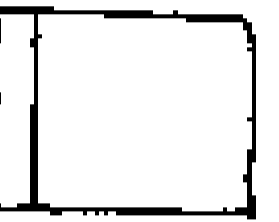
(续)

| 刮刀名称 | 型式 | 用途 |
|-------|---|---|
| 双刃刮花刀 |  | <p>专用于刮削交叉花纹</p> |
| 三角刮刀 |  | <p>常用三角锉刀改制而成,用于刮削各种曲面</p> |
| 蛇头刮刀 |  | <p>刀头部有4个带圆弧形的刃,两平面磨有凹槽,刀刃圆弧的大小,根据粗、精刮削而定,常用于精刮各种曲面</p> |

(续)

| 刮刀名称 | 型式 | 用途 |
|-------|---|--------------------------------------|
| 半圆头刮刀 |  | 用于对开轴承, 以及较长且直径较大的套形轴承的刮削 |
| 柳叶刮刀 |  | 刀头部有两个刃口, 口的中部有一弧形钩槽, 适用于刮削对开轴承及套形轴承 |

(3) 平面刮刀刀头形状和角度

| 种类 | 粗刮刀 | 细刮刀 | 精刮刀 | 韧性材料刮刀 |
|------------------|---|--|---|--|
| 刀头形状 及 角 度 | $\beta = 92.5^\circ$  | $\beta = 95^\circ$  | $\beta = 97.5^\circ$  | $\beta = 75^\circ - 85^\circ$  |
| |  |  |  |  |

(4) 刮削用显示剂

| 种 类 | 应 用 范 围 |
|-------|---|
| 红丹粉 | 分铁丹(氧化铁,呈红褐色)和铅丹(氧化铅,呈桔黄色)两种,使用时用机油或柴油调合。适用于钢和铸铁工件的刮削 |
| 蓝 油 | 用普鲁士蓝粉、蓖麻油及适量机油调合而成,其色呈深蓝色,常用于有色金属的刮削 |
| 松节油 | 适用于精密平板刮削 |
| 酒 精 | 用于极精密的刮削工作中,如原始平板的刮削等 |
| 油彩、油墨 | 用于精密轴承的刮削 |

2 刮削方法

(1) 刮削余量

(mm)

| 平面的刮削余量 | | | | | |
|---------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 平面宽度 | 平面长度 | | | | |
| | 100~500 | 500~1000 | 1000~2000 | 2000~4000 | 4000~6000 |
| ~100 | 0.10 | 0.15 | 0.2 | 0.25 | 0.30 |
| 100~500 | 0.15 | 0.20 | 0.25 | 0.30 | 0.40 |

| 孔的刮削余量 | | | |
|---------|------|---------|---------|
| 内孔直径 | 内孔长度 | | |
| | ~100 | 100~200 | 200~300 |
| ~80 | 0.05 | 0.08 | 0.20 |
| 80~180 | 0.10 | 0.15 | 0.25 |
| 180~300 | 0.15 | 0.20 | 0.35 |

(2) 各种平面接触精度的研点数

| 平面种类 | 每 25mm×25mm 内的研点数 | 应 用 |
|------|----------------------|-------|
| | | |
| | 5~8 | 一般结合面 |

(续)

| 平面种类 | 每 25mm × 25mm 内的研点数 | 应 用 |
|-------|---------------------|------------------------|
| 一般平面 | 8 ~ 12 | 机器台面、一般基准面、机床导向面、密封结合面 |
| | 12 ~ 16 | 机床导轨及导向面、工具基准面、量具接触面 |
| 精密平面 | 16 ~ 20 | 精密机床导轨、直尺 |
| | 20 ~ 25 | 1 级平板、精密量具 |
| 超精密平面 | ≥ 25 | 0 级平板、高精度机床导轨、精密量具 |

(3) 滑动轴承的研点数

| 轴承直径 /mm | 机床或精密机械主轴轴承 | | | 锻压设备、通用机械的轴承 | | 动力机械、冶金设备的轴承 | |
|-------------|--------------------------------|----|----|--------------|----|--------------|----|
| | 高精度 | 精密 | 普通 | 重要 | 普通 | 重要 | 普通 |
| | 每 25 × 25mm ² 内的研点数 | | | | | | |
| ≤ 120 | 25 | 20 | 16 | 12 | 8 | 8 | 5 |
| > 120 | 20 | 16 | 10 | 8 | 6 | 6 | 2 |

(4) 导轨面的研点数

| 机床类别 | 静压、滑 (滚)动导轨 移置导轨 | | | | 主轴滑 动轴承 | | 镶条、 压板滑 动面 | 特别重 要固定 结合面 |
|-------|------------------------|------|------|------|------------|------|------------------|-------------------|
| | 每条导轨宽厚/mm | | | | 直径/mm | | | |
| | ≤250 | >250 | ≤100 | >100 | ≤120 | >120 | | |
| 高精度机床 | 20 | 16 | 16 | 12 | 20 | 16 | 12 | 12 |
| 精密机床 | 16 | 12 | 12 | 10 | 16 | 12 | 10 | 8 |
| 普通机床 | 10 | 8 | 8 | 6 | 12 | 10 | 6 | 6 |

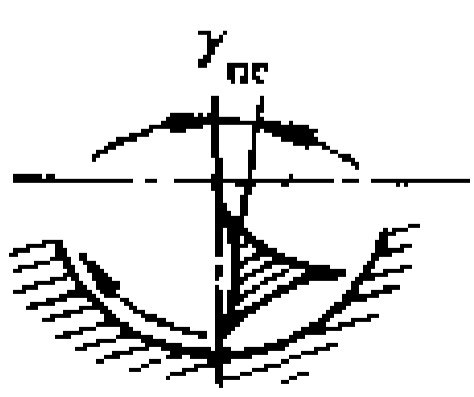
(5) 平面刮削要点

| 类别 | 刮 削 要 点 |
|----|---|
| 粗刮 | 在整个刮削面上采用连续推铲的方法,使刮出的刀迹连成长片。粗刮时有时会出现平面四周高中间低的现象,故四周必须多刮几次,且每刮一遍应转过 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 的角度交叉刮削,直至每 $25\text{mm}\times 25\text{mm}$ 内含4~6个研点为止 |
| 细刮 | 采用刮刀宽以15mm为宜。刮削时,刀迹长度不超过刀刃的宽度,每刮一遍要变换一个方向,以形成 $15^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 的网纹。整个细刮过程中随着研点的增多,刀迹应逐渐缩短,直至每 $25\text{mm}\times 25\text{mm}$ 内含12~25个研点为止 |

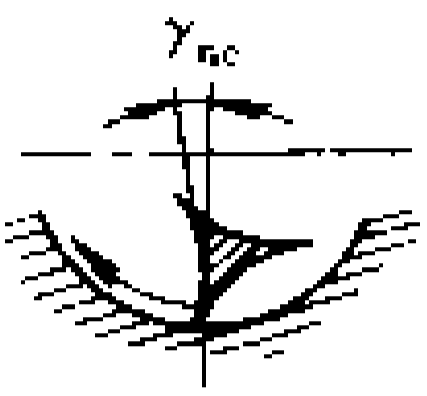
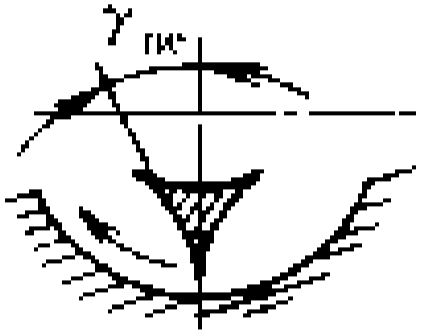
(续)

| 类别 | 刮 削 要 点 |
|----|--|
| 精刮 | <p>刀迹长度一般为 5mm 左右。落刀要轻，起刀后迅速挑起，每个研点上只能刮一刀，不能重复，并始终交叉进行。当研点增至每 25mm × 25mm 内有 20 个研点时，应按以下三个步骤刮削，直至达到规定的研点数：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 最大最亮的研点全部刮去； (2) 中等研点在其顶点刮去一小片； (3) 小研点不刮。 |
| 刮花 | <p>常见花纹有斜纹花和月牙花两种。</p> <p>刮斜纹花时精刮刀与工件边成 45° 方向刮削，花纹大小视刮削面大小而定。刮削时应一个方向刮定再刮另一个方向。</p> <p>刮月牙花时左手按刮刀前部，起压和掌握方向的作用，右手握刮刀中部作适当的扭动，然后起刀，以形成花纹。依次交叉成 45° 方向连续推扭刮削。</p> |

(6) 曲面刮削要点

| 类别 | 刮 削 要 点 |
|----|---|
| 粗刮 | <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>刮刀呈正前角，刮出的切屑较厚，故能获得较高的刮削效率。</p> </div> </div> |

(续)

| 类别 | 刮 削 要 点 | |
|----|--|---|
| 粗刮 |  | 刮刀具有较小的负前角,刮出的切屑较薄,能很好地刮去研点,并能较快地把各处集中的研点改变成均匀分布的研点 |
| 精刮 |  | 刮刀具有较大的负前角,刮出的切屑极薄,不会产生凹痕,故能获得较好的表面粗糙度 |

研 磨

— 研磨的分类

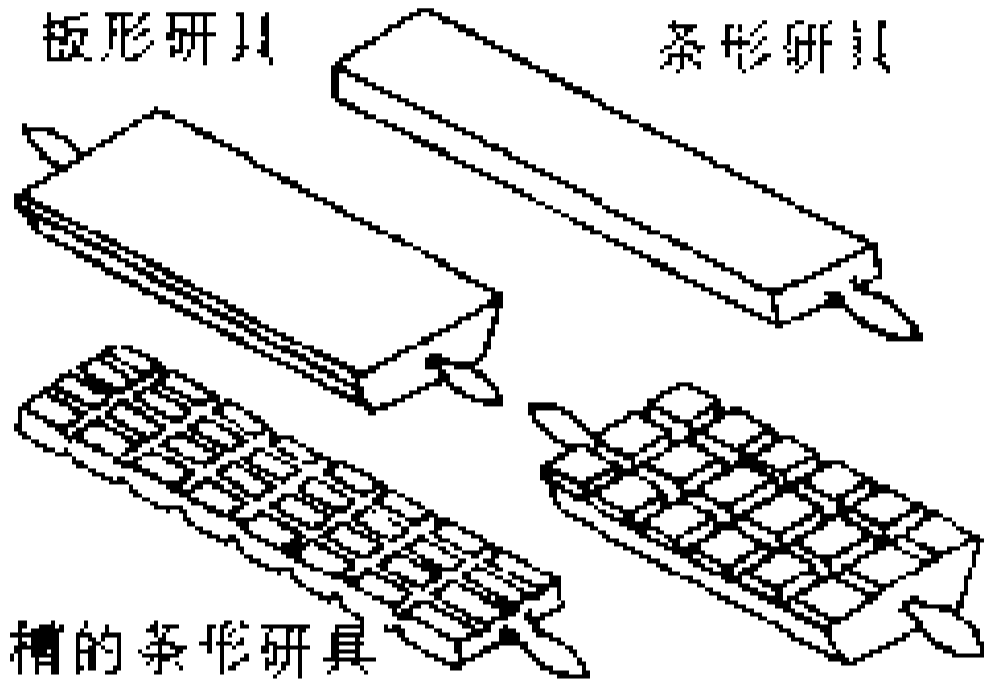
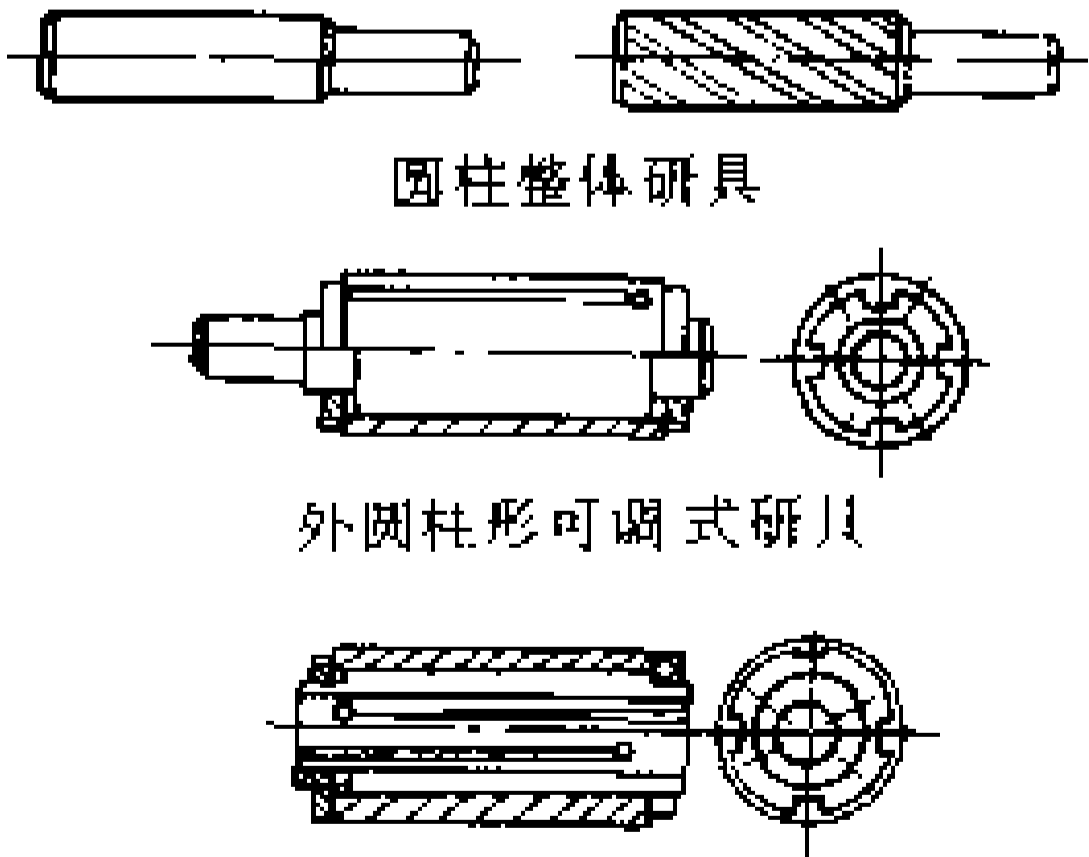
按研磨剂使用的条件,研磨可分三类:

1) 湿研 又称敷料研磨。把研磨剂连续加注或涂敷于研具表面,磨料在工件与研具间不停地滚动或滑动,形成对工件的切削运动,一般用于粗研磨。

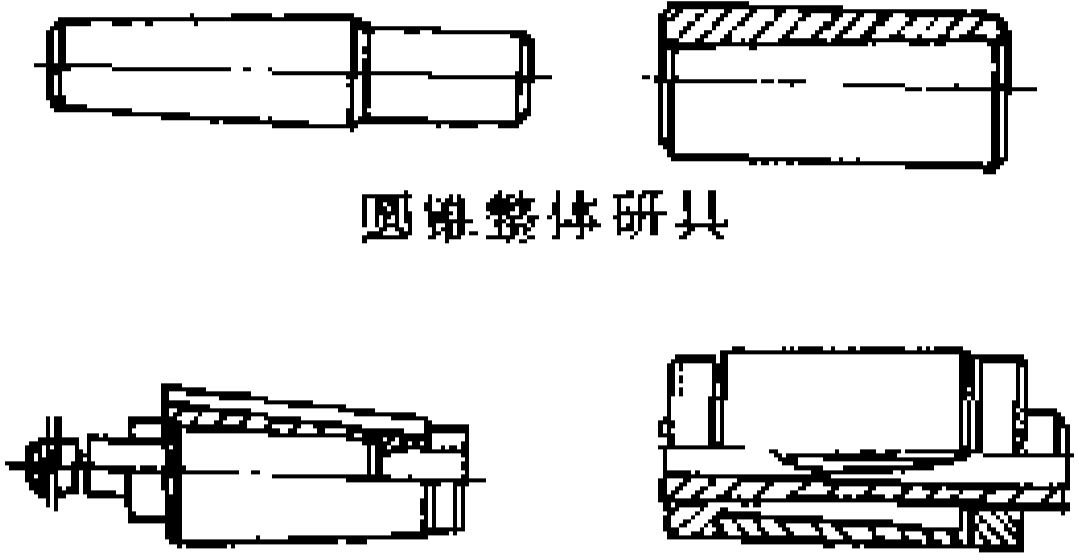
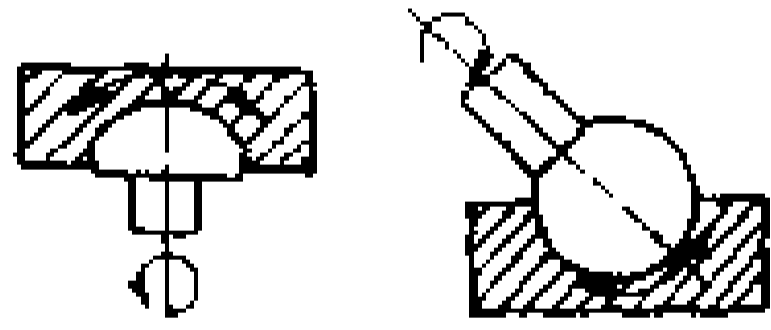
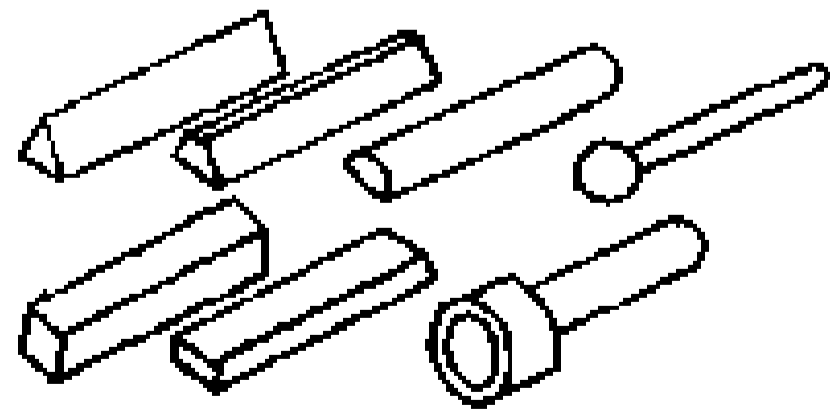
2) 干研 又称嵌砂研磨或压砂研磨。在一定压力下,将磨粒均匀地压嵌在研具的表面层,研磨时只需在研具表面涂以少量的润滑剂,一般用于精研磨。

3) 半干研 类似湿研,采用的研磨剂是浆糊状的研磨膏,粗、精研均可采用。

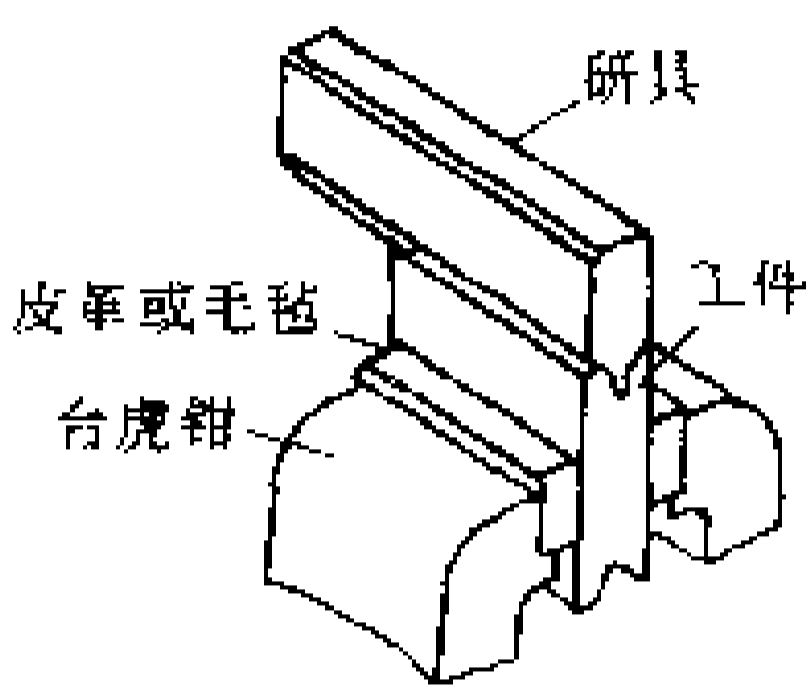
二 研磨工具的种类及用途

| 研具名称 | 型式 | 用途 |
|-------|---|---|
| 条板形研具 |  <p>板形研具 条形研具</p> <p>带沟槽的条形研具 带角度的条形研具</p> | <p>用来研 磨量块和 各种精密 量具,也常 用来对外 圆柱形或 外圆锥形 工件进行 抛光加工</p> |
| 圆柱形研具 |  <p>圆柱整体研具</p> <p>外圆柱形可调式研具</p> <p>内圆柱形可调式研具</p> | <p>研磨工 件的内、外 圆柱表面。 研具可分 为整体和 可调两种 型式</p> |

(续)

| 研具名称 | 型式 | 用途 |
|-------|---|------------------------------------|
| 圆锥形研具 |  <p style="text-align: center;">圆锥整体研具</p> <p style="text-align: center;">外圆锥形可调式研具 内圆锥形可调式研具</p> | <p>研磨工件的内、外圆锥表面。研具一般采用整体型式</p> |
| 球形研具 |  | <p>几何形状应与工件的要求完全一致。用于研磨弧形和球面工件</p> |
| 异形研具 |  | <p>研磨工件的异形部位</p> |

(续)

| 研具名称 | 型 式 | 用 途 |
|-------|---|--------------------------------|
| V形槽研具 |  | 几何形状应与工件的要求完全一致, 是用于研磨V形槽的专用研具 |

三 研具材料和研磨剂的选择

1 研具材料的选择

| 材 料 | 性能与要求 | 用 途 |
|-----|--|----------|
| 灰铸铁 | 120~160HBS, 金相组织以铁素体为主, 可适当增加珠光体比例, 用石墨球化及磷共晶等办法提高使用性能 | 用于湿式研磨平板 |

(续)

| 材 料 | 性能与要求 | 用 途 |
|--------------|---|--|
| 高磷铸铁 | 160~200HBS, 以均匀分布的珠光体(70%~85%)为基体, 可提高平板的使用性能 | 用于十式研磨平板及液砂平板 |
| 10、20 低碳钢 | 强度较高 | 用于铸铁研具强度不足时, 如 M5 以下螺紋孔, ϕ -8mm 小孔及窄槽等的研磨 |
| 黄铜、紫铜 | 磨粒易嵌入, 研磨效率高, 但强度低, 不能承受过大的压力, 耐磨性差, 加工表面粗糙度好 | 用于余量大的工件粗研及青铜件和小孔研磨 |
| 木材 | 要求本质紧密, 细致, 纹理整齐、无节疤、虫物 | 用于研磨制或其他软金属 |
| 沥青 | 磨粒易嵌入, 不能承受大的压力 | 用于玻璃、水晶、电子元件等的精研与镜面研磨 |
| 玻璃 | 脆性大, 一般要求 10mm 厚度, 并经 150℃ 退火, 处理 | 用于精研, 并配用氧化铬研磨膏, 可获得良好研磨效果 |

2 研磨剂的选择

(1) 常用研磨液配方

| 工件材料 | | 研 磨 液 |
|---------|----|--|
| 钢 | 粗研 | 煤油 3 份, 10 号机械油 1 份, 透平油或锭子油(少量), 轻质矿物油(适量) |
| | 精研 | 10 号机械油 |
| 铸铁 | | 煤油 |
| 铜 | | 动物油(熟猪油与磨料拌成糊状, 后加 30 倍煤油), 锭子油(少量), 植物油(适量) |
| 淬火钢、不锈钢 | | 植物油、透平油或乳化液 |
| 硬质合金 | | 航空汽油 |
| 金刚石 | | 橄榄油、圆度仪油或蒸馏水 |
| 金、银、白金 | | 酒精或氨水 |
| 玻璃、水晶 | | 水 |

(2) 压砂常用的研磨剂配方

| 成 分 | 备 注 |
|---------------------------------|-----------|
| 白刚玉(W3.5~W1) 15 g | 使用时不加任何辅料 |
| 硬脂酸混合脂 8 g | |
| 航空汽油 200 ml | |
| 煤油 35 ml | |

(续)

| 成 分 | 备 注 |
|---|--|
| 白刚玉 (W3.5 ~ W1) 25 g 硬脂酸混合脂 0.5 g 航空汽油 200 ml | 使用时, 平板表面涂以少量硬脂酸混合脂, 并加数滴煤油 |
| 白刚玉 50 g 硬脂酸混合脂 1~5 g 航空汽油及煤油配成 500 ml | 航空汽油与煤油的比例取决于磨料的粒度: W3.5: 汽油 9 份, 煤油 1 份 W5: 汽油 7 份, 煤油 3 份 |
| 刚玉 (W10 ~ W3.5) 适量, 煤油 6~20 滴, 直接放在平板上用氧化铬研磨膏调成稀糊状 | |

(3) 刚玉研磨膏

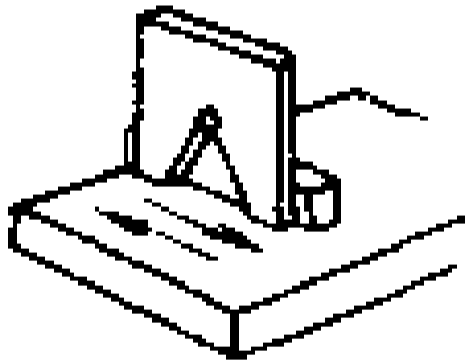
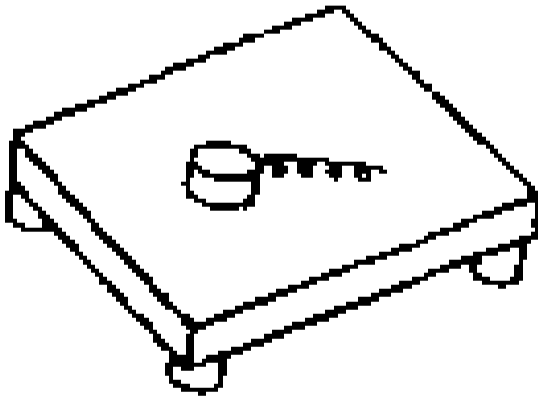
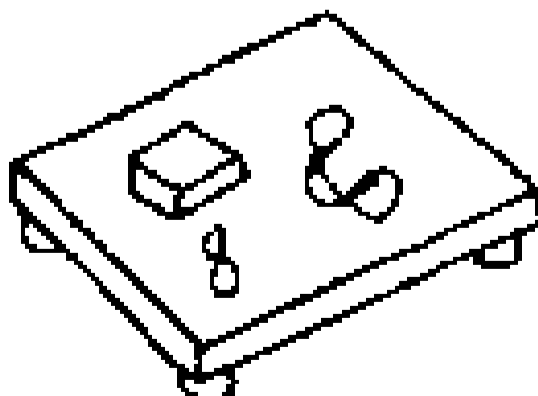
| 粒度号 | 成分及比例 (%) | | | | 用 途 |
|-----|-----------|-----|----|-------------|-----------|
| | 微粉 | 混合脂 | 油酸 | 其 他 | |
| W20 | 52 | 26 | 20 | 硫化油 2 或煤油少许 | 粗研 |
| W14 | 16 | 28 | 26 | 煤油少许 | 半精研及研窄长表面 |
| W10 | 12 | 30 | 28 | 煤油少许 | 半精研 |
| W7 | 41 | 31 | 28 | 煤油少许 | 精研及研端面 |

(续)

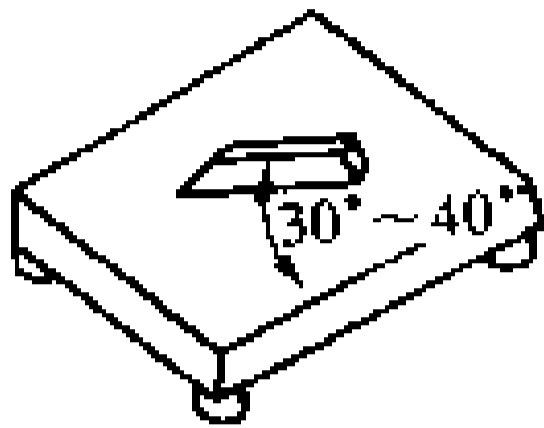
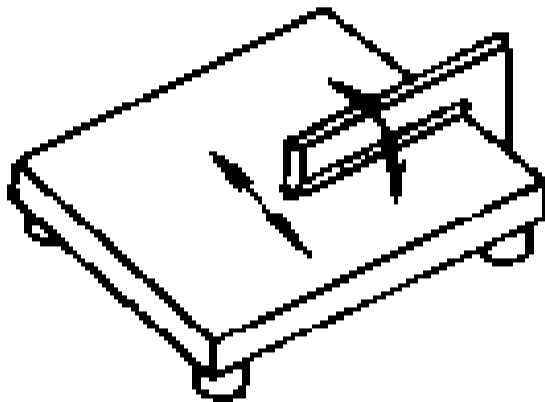
| 粒度号 | 成分及比例 % | | | | 用途 |
|------|---------|-----|----|--------|--------|
| | 微粉 | 混合脂 | 油酸 | 其他 | |
| W5 | 10 | 32 | 28 | 煤油少许 | 精研 |
| W3.5 | 10 | 26 | 26 | 凡士林 8 | 精细研 |
| W1.5 | 25 | 35 | 30 | 凡士林 10 | 精细研及抛光 |

四 研磨方法

1 手工研磨运动轨迹形式

| 轨迹名称 | 轨迹形式 | 用途 |
|-------|--|-----------------------------|
| 直线往复式 |  | 用于研磨有台阶的狭长平面, 如平面样板、角尺的测量面等 |
| 螺旋式 |  | 用于研磨圆片或圆柱形零件的端面 |
| 8字式 |  | 用于研磨小平面工件和研磨平板的修整 |

(续)

| 轨迹名称 | 轨迹形式 | 用途 |
|------|--|-----------------------------|
| 弧线式 |  | 用于研磨或修理刀口、平尺及四棱平尺等 |
| 摆动式 |  | 用于研磨某些圆弧面，如样板角尺、双斜面直尺的圆弧测量面 |

2 研磨压力和研磨速度的选择

| 研磨类型 | 研磨压力, $\times 10^3 \text{ Pa} (\text{kgf/cm}^2)$ | | | | |
|------|---|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| | 平面 | 外圆 | 内圆 ^① | 其它 | |
| 湿研 | 1.0~2.5 | 1.5~2.5 | 1.2~2.8 | 0.8~1.2 | |
| 干研 | 0.1~1.0 | 0.5~1.5 | 0.1~1.6 | 0.3~1.0 | |
| 研磨类型 | 研磨速度, $\text{m}^3/\text{s} (\text{m}/\text{min})$ | | | | |
| | 单面 | 双面 | 外圆 | 内圆 ^② | 其它 |
| 湿研 | 0.33~2.0 (20~120) | 0.33~1.0 (20~60) | 0.83~1.25 (50~75) | 0.83~1.67 (50~100) | 0.17~1.17 (10~70) |
| 干研 | 0.17~0.5 (10~30) | 0.17~0.25 (10~15) | 0.17~0.42 (10~25) | 0.17~0.33 (10~20) | 0.03~0.13 (2~8) |

① 孔径范围为 $\phi 5 \sim \phi 20$; ② 孔径范围为 $\phi 6 \sim \phi 10$ 。

3 研磨余量的选择

(1) 平面研磨余量

(mm)

| 平面长度 | 平面宽度 | | |
|---------|-------------|-------------|-------------|
| | ≤25 | 26~75 | 76~150 |
| ≤25 | 0.005~0.007 | 0.007~0.010 | 0.010~0.011 |
| 26~75 | 0.007~0.010 | 0.010~0.016 | 0.016~0.020 |
| 76~150 | 0.010~0.014 | 0.016~0.020 | 0.020~0.024 |
| 151~250 | 0.014~0.018 | 0.020~0.027 | 0.024~0.030 |

注：经过精磨的工件手工研磨余量，每面为(3~5) μm ，机械研磨余量每面为(5~10) μm 。

(2) 外圆研磨余量

(mm)

| 直径 | 余量 | 直径 | 余量 |
|-------|-------------|---------|-------------|
| ≤10 | 0.005~0.008 | 51~80 | 0.008~0.012 |
| 11~18 | 0.006~0.008 | 81~120 | 0.010~0.014 |
| 19~30 | 0.007~0.010 | 121~180 | 0.012~0.016 |
| 31~50 | 0.008~0.010 | 181~260 | 0.015~0.020 |

注：经过精磨的工件，手工研磨余量为(3~8) μm ，机械研磨余量为(8~15) μm 。

(3) 内孔研磨余量 (mm)

| 孔 径 | 铸 铁 | 钢 |
|---------|-------------|-------------|
| 25~125 | 0.020~0.100 | 0.010~0.040 |
| 150~275 | 0.080~0.160 | 0.020~0.050 |
| 300~500 | 0.120~0.200 | 0.040~0.060 |

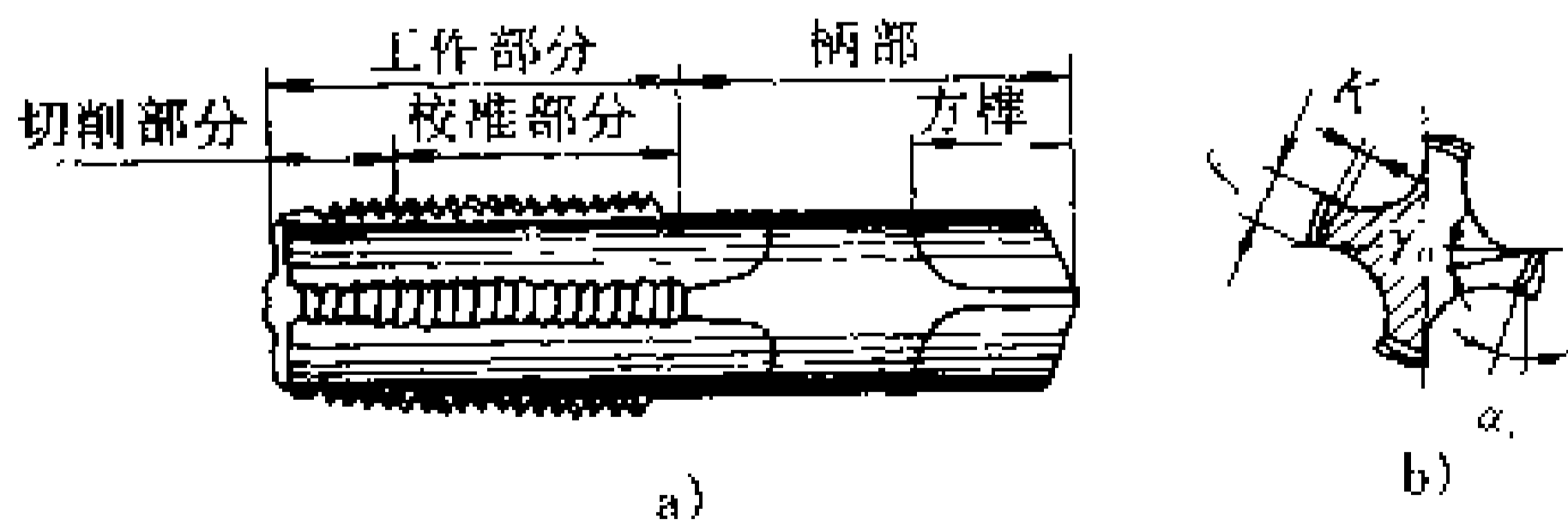
注：经过精磨的工件，手工研磨直径余量为 $(5 \sim 10)\mu\text{m}$ 。

攻螺纹和套螺纹

一 丝锥攻螺纹

1 丝锥结构与名称

丝锥分为手用和机用两种，其工作原理和结构特点、基本尺寸等都相似，见下图。



手用丝锥有两支或三支一套之分，通常 M6 ~ M24 的丝锥一套两支，M6 以下及 M21 以上的丝锥一套有三支的。机用丝锥一套也有两支的。攻通孔螺纹，一般用初锥一次攻出，不通孔螺纹才用精锥再攻一次。

2 丝锥前角、后角的选择


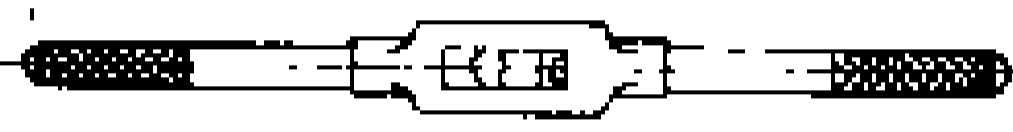

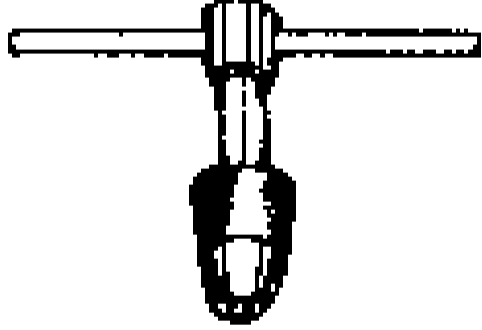
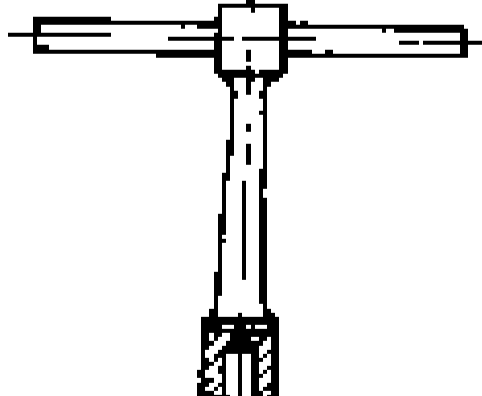
| 工件材料 | 前角 γ_0 | 后角 α_0 | 工件材料 | 前角 γ_0 | 后角 α_0 |
|------|--------------------------|-------------------------|------|--------------------------|-------------------------|
| 低碳钢 | $10^\circ \sim 13^\circ$ | $8^\circ \sim 12^\circ$ | 铝 | $6^\circ \sim 20^\circ$ | $8^\circ \sim 12^\circ$ |
| 中碳钢 | $8^\circ \sim 10^\circ$ | $6^\circ \sim 8^\circ$ | 铝合金 | $12^\circ \sim 14^\circ$ | $8^\circ \sim 12^\circ$ |
| 高碳钢 | $5^\circ \sim 7^\circ$ | $4^\circ \sim 6^\circ$ | 铜 | $11^\circ \sim 15^\circ$ | $8^\circ \sim 12^\circ$ |
| 铬、锰钢 | $10^\circ \sim 13^\circ$ | $8^\circ \sim 12^\circ$ | 黄铜 | $3^\circ \sim 5^\circ$ | $1^\circ \sim 3^\circ$ |
| 铸铁 | $2^\circ \sim 4^\circ$ | $4^\circ \sim 6^\circ$ | 青铜 | $1^\circ \sim 3^\circ$ | $4^\circ \sim 6^\circ$ |

注：1. 主偏角应根据螺纹的加工精度、表面粗糙度和丝锥类别综合选择，加工精度高的应取小值。

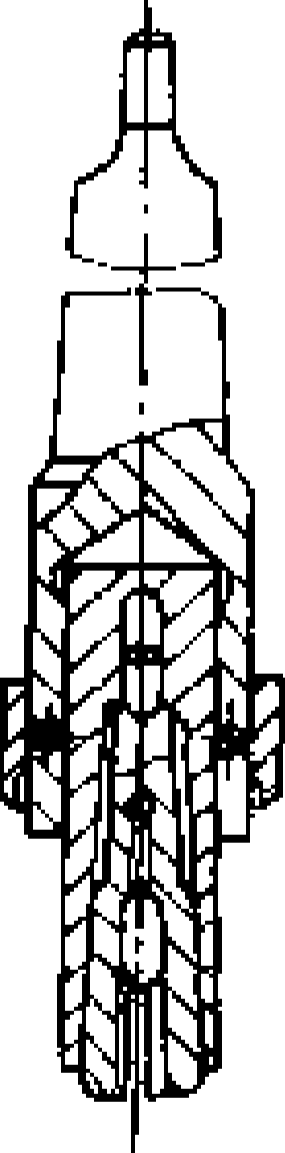
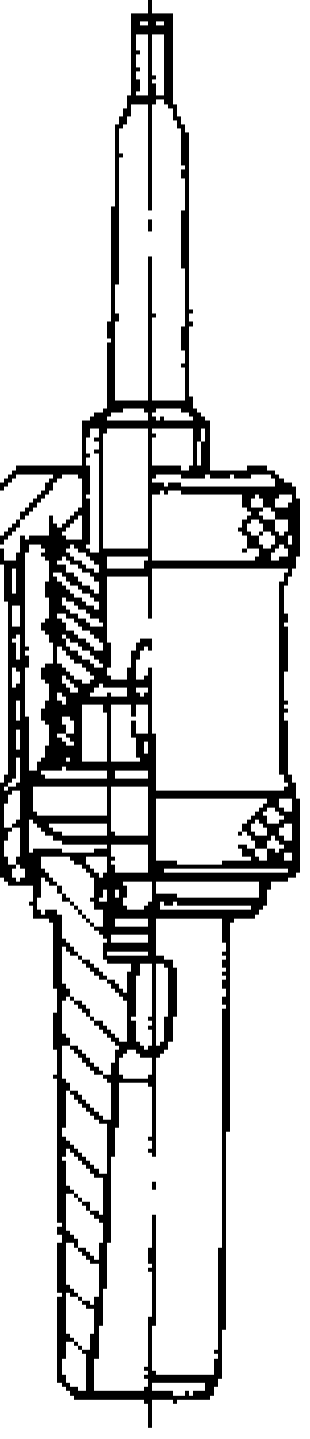
2. 当加工通孔螺纹时，为保证攻螺纹时切屑顺利排出，对标准直槽丝锥切削部分可磨出刃倾角 λ ，一般取 $5^\circ \sim 15^\circ$ ，这部分的前角为 $12^\circ \sim 15^\circ$ 。

3 攻螺纹辅助工具

(1) 校手类型及应用

| 类型 | 图 示 | 应 用 |
|-----------------------|--|--|
| 固定式 |  | 攻 M5 以下 螺纹孔 |
| 普通 铰杠 |   | 攻 M6 ~ M21 以上螺 纹孔 |
| 丁 字 形 铰 杠 |  | 可調式可攻 M6 以下螺紋 孔，大尺寸 的 絞手都是固 定 式 的 |
| 可 調 式 |  | |

(2) 夹头辅具

| 辅具名称 | 辅具简图 | 特点与使用范围 |
|------|--|---|
| 快换夹头 |  | <p>无补偿作用，主要用于单轴钻床手动攻螺纹，尤其适用于在同一工序中完成钻孔、倒角、攻螺纹</p> |
| 保险夹头 |  | <p>利用摩擦力传递扭矩，可防止丝锥过载而折断，主要用于单轴钻床手动攻螺纹</p> |

4 攻螺纹切削液的选择

| 工件材料 | 切削液 | 工件材料 | 切削液 |
|------|---------------------|------|----------------|
| 结构钢 | 硫化油、乳化液 | 铜合金 | 煤油—矿物油，机械油，硫化油 |
| 合金钢 | | 铝及合金 | 85%煤油+15%亚麻油 |
| 灰铸铁 | 75%煤油—25%植物油，乳化液，煤油 | | 50%煤油+50%机械油 |
| | | | 煤油，松节油，极压乳化油 |

5 攻螺纹前底孔直径的确定

攻米制螺纹

$$P < 1\text{mm}; d_0 = d - P$$

$$P > 1\text{mm}; d_0 = d - (1.04 \sim 1.06)P$$

式中 P —— 螺距(mm);

d_0 —— 钻头直径(mm);

d —— 螺纹公称直径(mm)。

攻不通孔螺纹

$$\text{钻孔深度} = \text{所需螺孔深度} + 0.7d$$

另外, 也可查表求得:

(1) 普通螺纹攻螺纹前底孔的钻头直径

| 螺纹公称直径 d | 螺 距 P | 钻头直径 d_0 | |
|------------|---------|--------------|---------------|
| | | 铸铁、青 钢、黄铜 | 钢、可锻铸铁、 紫铜 |
| 2 | 0.4 | 1.6 | 1.6 |
| | 0.25 | 1.75 | 1.75 |
| 2.5 | 0.45 | 2.05 | 2.05 |
| | 0.35 | 2.15 | 2.15 |
| 3 | 0.5 | 2.5 | 2.5 |
| | 0.35 | 2.65 | 2.65 |
| 4 | 0.7 | 3.3 | 3.3 |
| | 0.5 | 3.5 | 3.5 |
| 5 | 0.8 | 4.1 | 4.2 |
| | 0.5 | 4.5 | 4.5 |

(续)

| 螺纹公称直径 d | 螺 距 P | 钻头直径 d_0 | |
|------------|---------|--------------|---------------|
| | | 铸铁、青 铜、黄铜 | 钢、可锻铸铁、 紫铜 |
| 6 | 1 | 4.9 | 5 |
| | 0.75 | 5.2 | 5.2 |
| 8 | 1.25 | 6.6 | 6.7 |
| | 1 | 6.9 | 7 |
| | 0.75 | 7.1 | 7.2 |
| 10 | 1.5 | 8.4 | 8.5 |
| | 1.25 | 8.6 | 8.7 |
| | 1 | 8.9 | 9 |
| | 0.75 | 9.1 | 9.2 |
| 12 | 1.75 | 10.1 | 10.2 |
| | 1.5 | 10.4 | 10.5 |
| | 1.25 | 10.6 | 10.7 |
| | 1 | 10.9 | 11 |
| 14 | 2 | 11.8 | 12 |
| | 1.5 | 12.4 | 12.5 |
| | 1 | 12.9 | 13 |
| 16 | 2 | 13.8 | 14 |
| | 1.5 | 14.4 | 14.5 |
| | 1 | 14.9 | 15 |

(续)

| 螺纹公称直径 d | 螺 距 P | 钻头直径 d_0 | |
|------------|---------|--------------|---------------|
| | | 铸铁、青 铜、黄铜 | 钢、可锻铸铁、 紫铜 |
| 18 | 2.5 | 15.5 | 15.5 |
| | 2 | 15.8 | 16 |
| | 1.5 | 16.1 | 16.5 |
| | 1 | 16.9 | 17 |
| 20 | 2.5 | 17.3 | 17.5 |
| | 2 | 17.8 | 18 |
| | 1.5 | 18.1 | 18.5 |
| | 1 | 18.9 | 19 |
| 22 | 2.5 | 19.3 | 19.5 |
| | 2 | 19.8 | 20 |
| | 1.5 | 20.4 | 20.5 |
| | 1 | 20.9 | 21 |
| 24 | 3 | 20.7 | 21 |
| | 2 | 21.8 | 22 |
| | 1.5 | 22.4 | 22.5 |
| | 1 | 22.9 | 23 |

(2) 非螺纹密封的管螺纹攻螺纹前钻底孔的钻头直径

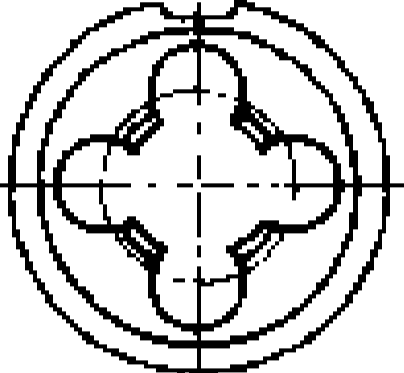
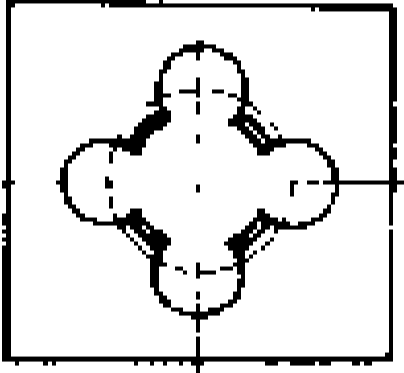
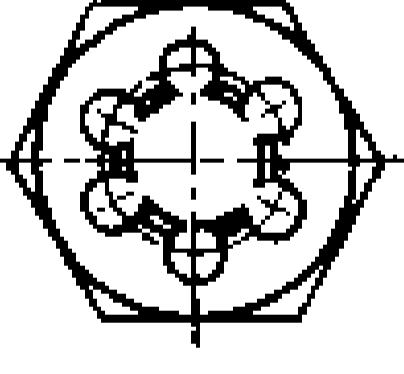

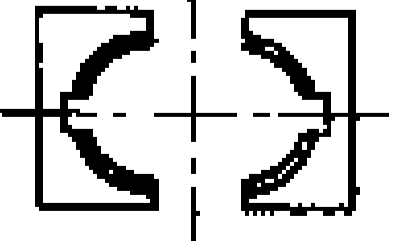
| 螺纹公称直径 D(英寸) | 每 25.4mm 内的牙数 | 钻头直径 mm |
|-----------------|------------------|------------|
| 1/8 | 28 | 8.8 |
| 1/4 | 19 | 11.7 |
| 3/8 | 19 | 15.2 |
| 1/2 | 14 | 18.9 |
| 3/4 | 14 | 24.1 |
| 1 | 11 | 30.6 |
| 1 1/4 | 11 | 39.2 |
| 1 1/2 | 11 | 44.5 |
| 1 3/4 | 11 | 55.1 |

(3) 英制锥管螺纹和英制锥螺纹攻丝前钻底孔的钻头直径

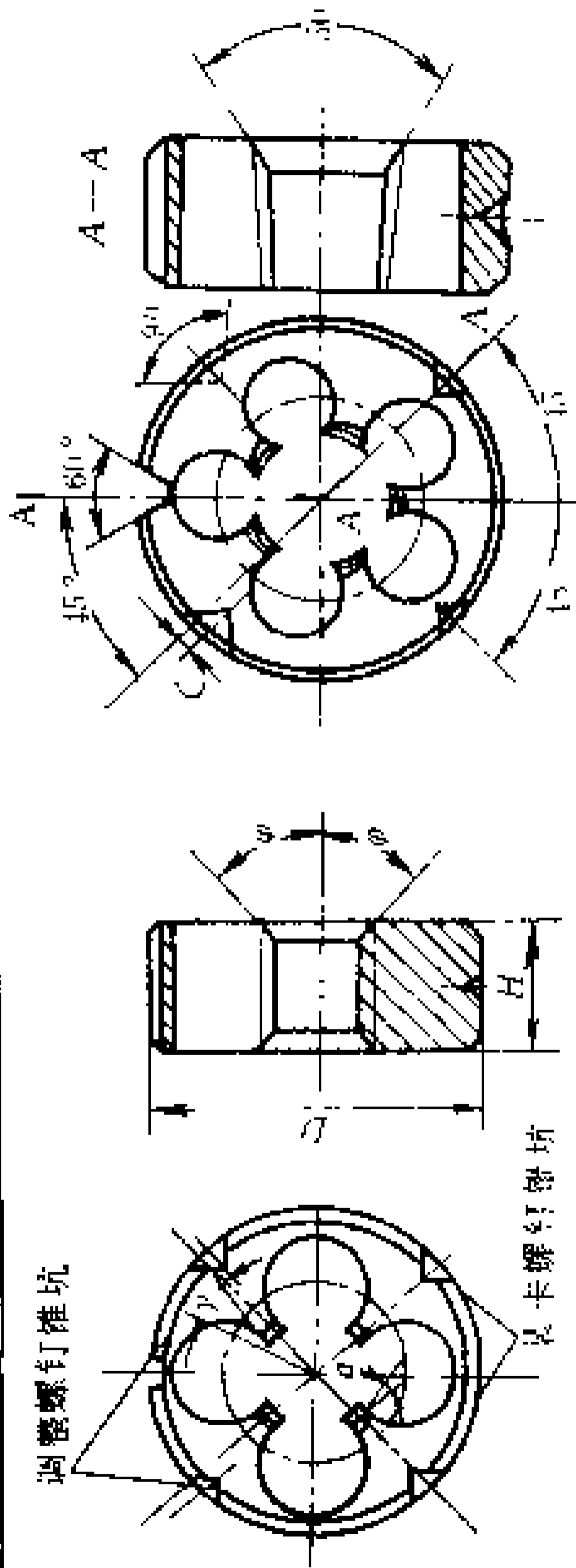
| 英制锥管螺纹 | | | 英制锥螺纹 | | |
|---------|------------------|---------|---------|------------------|---------|
| 公称直径/英寸 | 每 25.4mm 内的牙数 | 钻头直径/mm | 公称直径/英寸 | 每 25.4mm 内的牙数 | 钻头直径/mm |
| 1/8 | 28 | 8.4 | 1/8 | 27 | 8.6 |
| 1/4 | 19 | 11.2 | 1/4 | 18 | 11.1 |
| 3/8 | 19 | 14.7 | 3/8 | 18 | 14.5 |
| 1/2 | 14 | 18.3 | 1/2 | 14 | 17.9 |
| 3/4 | 14 | 23.6 | 3/4 | 14 | 23.2 |
| 1 | 11 | 29.7 | 1 | 11 1/2 | 29.2 |
| 1 1/4 | 11 | 38.5 | 1 1/4 | 11 1/2 | 37.9 |
| 1 1/2 | 11 | 44.1 | 1 1/2 | 11 1/2 | 43.9 |
| 2 | 11 | 55.8 | 2 | 11 1/2 | 56 |

二 板牙套螺纹

I 板牙种类和使用范围

| 名 称 | 简 图 | 使用范围 |
|--------|--|-------------------------|
| 固定式圆板牙 |  | 用于普通螺纹和锥形螺纹，手动也可在机床上套螺纹 |
| 方板牙 |  | 用方扳手，手动套螺纹 |
| 六角板牙 |  | 用方角扳手，手动套螺纹 |
| 管形板牙 |  | 用于车床和自动车床上套螺纹 |
| 钳工板牙 |  | 利用板牙架手动套螺纹 |

2 圆板牙的几何参数



1. 对于标准圆板牙:

主偏角 $\kappa_1 = 20^\circ \sim 25^\circ$ (即 $2\kappa_1 = 40^\circ \sim 50^\circ$)

2. 前角根据材料不同来选取:

硬材料 $\gamma_1 = 10^\circ \sim 12^\circ$, 中硬材料 $\gamma_1 = 15^\circ \sim 20^\circ$

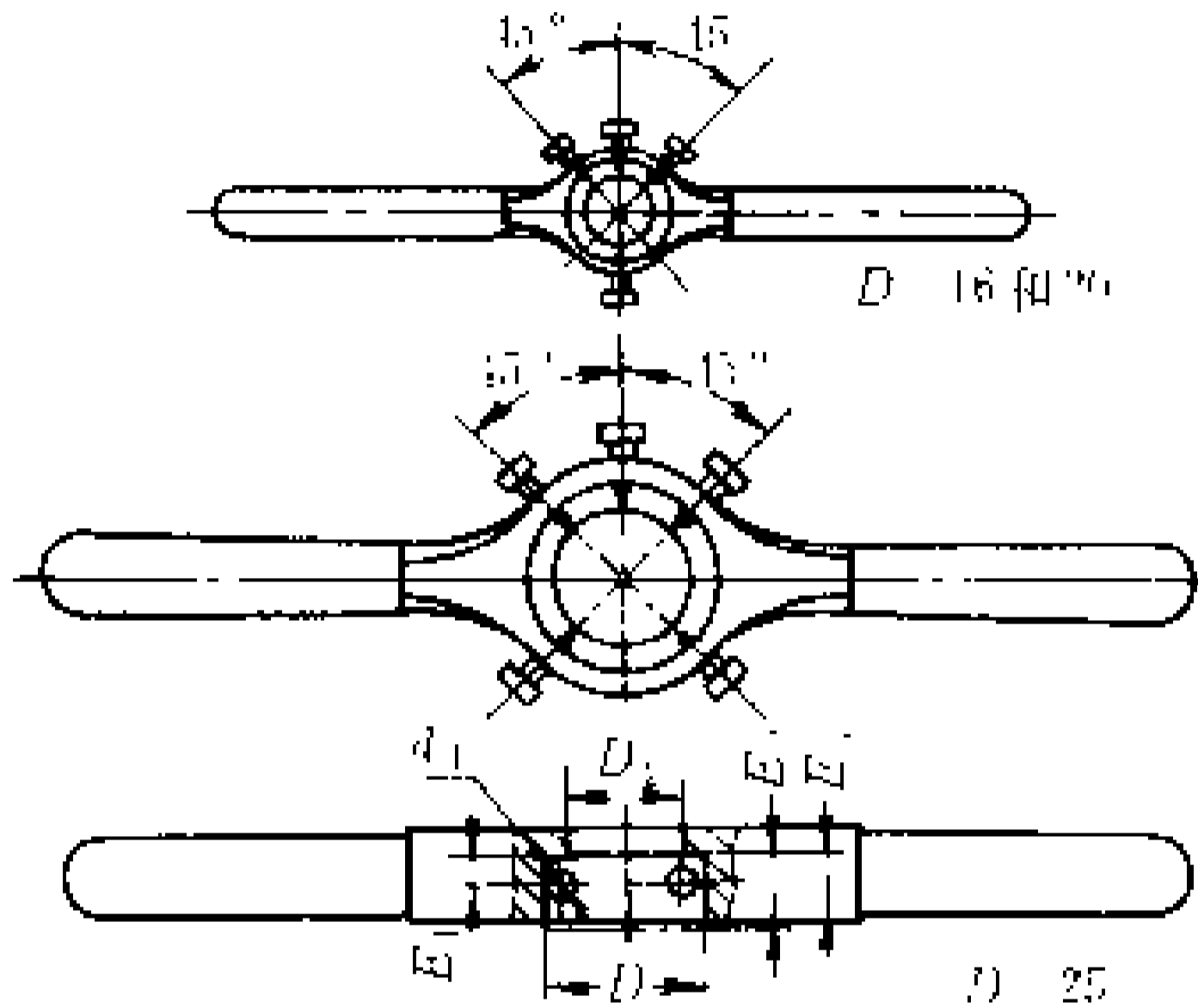
软材料 $\gamma_1 = 20^\circ \sim 25^\circ$

3. 后角是经过铲磨后形成, $\alpha_1 = 7^\circ \sim 9^\circ$

注: 1. 前角大小在小径处前角 γ_{11} 最大, 大径处前角 γ_1 最小,

2. M3.5 以上的圆板牙, 其外圆上有 4 个紧定螺钉坑和一条 V 形槽。

3 板牙架型式和尺寸



| D | F_1 | F_2 | F () | L | d_1 |
|-----|-------|-------|------------|-----|-------|
| 16 | 5 | 1.8 | 2.1 | 11 | M3 |
| 20 | 7 | 6.5 | 3.1 | 17 | M4 |
| 25 | 9 | 8.5 | 4.4 | 20 | M5 |
| 30 | 11 | 10 | 5.3 | 25 | M5 |

$(\frac{A}{d_1})$

| D | E_1 | E_2 | E_1 ($\frac{E_1}{D}$) | D_1 | d_1 | |
|-----|-------|-------|------------------------------|-------|-------|----|
| 38 | 10 | 9 | 4.8 | 32 | M6 | |
| | 14 | 13 | 6.8 | | | |
| 45 | 18 | 17 | 8.8 | 38 | | |
| | 16 | 15 | 7.8 | | | |
| 55 | 22 | 20 | 10.7 | 48 | | |
| | 18 | 17 | 8.8 | | | |
| 65 | 25 | 23 | 12.2 | 58 | | M8 |
| | 20 | 18 | 9.7 | | | |
| 75 | 30 | 28 | 14.7 | 68 | | |
| | 22 | 20 | 10.7 | | | |
| 90 | 36 | 34 | 17.7 | 82 | | |
| | 22 | 20 | 10.7 | | | |
| 105 | 36 | 34 | 17.7 | 95 | M10 | |
| | 22 | 20 | 10.7 | | | |
| 120 | 36 | 34 | 17.7 | 107 | | |
| | 22 | 20 | 10.7 | | | |

4 板牙套螺纹前圆杆直径的确定

(mm)

| 粗牙普通螺纹 | | | | 英制管螺纹 | | |
|--------|----------------|-------|-------|-------------|------|------|
| 螺纹公称直径 | 螺距 <i>P</i> | 螺杆直径 | | 螺纹直径 (") | 管子外径 | |
| | | 最小直径 | 最大直径 | | 最小直径 | 最大直径 |
| M6 | 1 | 5.8 | 5.9 | 1/8 | 9.4 | 9.5 |
| M8 | 1.25 | 7.8 | 7.9 | 1/4 | 12.7 | 13 |
| M10 | 1.5 | 9.75 | 9.85 | 3/8 | 15.2 | 16.3 |
| M12 | 1.75 | 11.75 | 11.9 | 1/2 | 20.5 | 20.8 |
| M14 | 2 | 13.7 | 13.85 | 5/8 | 22.5 | 23.8 |
| M16 | 2 | 15.7 | 15.85 | 3/4 | 26 | 26.3 |
| M18 | 2.5 | 17.7 | 17.85 | 7/8 | 29.8 | 30.1 |
| M20 | 2.5 | 19.7 | 19.85 | 1 | 32.8 | 33.1 |
| M22 | 2.5 | 21.7 | 21.85 | 1 1/8 | 37.4 | 37.7 |
| M24 | 3 | 23.65 | 23.8 | 1 1/4 | 41.4 | 41.7 |
| M27 | 3 | 26.65 | 26.6 | 1 3/8 | 43.8 | 44.1 |
| M30 | 3.5 | 29.6 | 29.8 | 1 1/2 | 47.3 | 47.6 |
| M36 | 4 | 35.6 | 35.8 | — | — | — |
| M42 | 4.5 | 41.55 | 41.75 | — | — | — |
| M48 | 5 | 47.5 | 47.7 | — | — | — |
| M52 | 5 | 51.5 | 51.7 | — | — | — |
| M60 | 5.5 | 59.45 | 59.7 | — | — | — |
| M64 | 6 | 63.4 | 63.7 | — | — | — |
| M68 | 6 | 67.4 | 67.8 | — | — | — |

5 套螺纹切削液的选择

| 被加工材料 | 切 削 液 |
|-------|--------------|
| 碳 钢 | 硫化切削油 |
| 合 金 钢 | 硫化切削油 |
| 灰 铸 铁 | 乳化液 |
| 铝 合 金 | 50%煤油+50%机械油 |
| 可锻铸铁 | 乳化液 |
| 铜 合 金 | 硫化切削油, 机械油 |

管材的弯形

1 管材弯形的方法

管材的弯形采用冷弯和热弯两种方法。

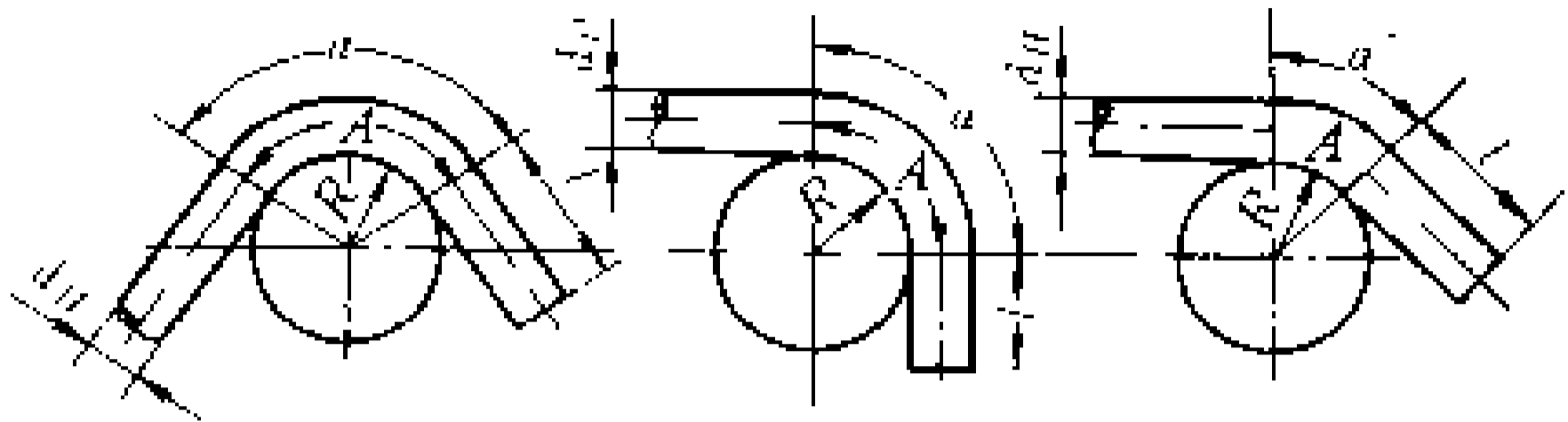
(1) 冷弯。采用灌铅或穿芯弯形。

在管径 $<40\text{mm}$ 时, 可以用手动弯管器弯形;

在管径 $>40\sim 100\text{mm}$ 左右时, 穿芯后可以用弯管机弯形。弯管机由传动部分和弯管部分组成, 弯管部分的结构见下页图。

(2) 热弯。采用灌砂弯形。

2 管材最小弯形半径数值表 (mm)



$$l = \pi \left(R + \frac{d_H}{2} \right) \frac{\alpha'}{180}$$

紫铜管与黄铜管

对接钢管

| d_H | 壁厚 | R | l_{\min} | | d_H | 壁厚 | R | | l_{\min} |
|-------|-----|-----|------------|-------|--------|------|-----|-----|------------|
| | | | | | | | 热 | 冷 | |
| 5 | 1 | 10 | | 13.5 | 1 1/4" | | 40 | 80 | 40 |
| 6 | 1 | 10 | 18 | 17 | 3/8" | | 50 | 100 | 45 |
| 7 | 1 | 15 | | 21.25 | 1 1/2" | 2.75 | 65 | 130 | 50 |
| 8 | 1 | 15 | 25 | 26.75 | 3/4" | 2.75 | 80 | 160 | 55 |
| 10 | 1 | 15 | 30 | 33.5 | 1" | 3.25 | 100 | 200 | 70 |
| 12 | 1 | 20 | 35 | 42.25 | 1 1/4" | 3.25 | 130 | 250 | 85 |
| 14 | 1 | 20 | | 48 | 1 1/2" | 3.5 | 150 | 290 | 100 |
| 15 | 1 | 30 | 45 | 60 | 2" | 3.5 | 180 | 360 | 120 |
| 16 | 1.5 | 30 | | 75.5 | 2 1/2" | 3.75 | 225 | 450 | 150 |
| 18 | 1.5 | 30 | 50 | 88.5 | 3" | 4 | 265 | 630 | 170 |
| 20 | 1.5 | 30 | | 111 | 4" | 4 | 340 | 680 | 230 |
| 24 | 1.5 | 40 | 55 | | 5" | | 400 | | |
| 25 | 1.5 | 40 | | | 6" | | 500 | | |
| 28 | 1.5 | 50 | | | | | | | |
| 35 | 1.5 | 60 | | | | | | | |

(续)

| 无缝钢管 | | | 不锈钢管 | | | 不锈钢无缝钢管 | | |
|-------|-----|-----|--------|-----|-----|---------|-----|-----|
| d_H | 壁厚 | R | d_H | 壁厚 | R | d_H | 壁厚 | R |
| 45 | 1.5 | 80 | | | | | | |
| 55 | 2 | 100 | | | | | | |
| 6 | | | | | | 6 | 1 | 15 |
| 8 | 1 | 15 | 14 | 2 | 18 | 8 | 1 | 15 |
| 10 | 1 | 17 | 18 | 2 | 28 | 10 | 1.5 | 20 |
| 12 | 1.5 | 20 | (22) | 2 | 50 | 12 | 1.5 | 25 |
| 14 | 1.5 | 27 | 25 | 2 | 50 | 14 | 1.5 | 30 |
| 14 | 1.5 | 30 | 32 | 2.5 | 60 | 16 | 1.5 | 30 |
| 16 | 3 | 18 | 38 | 2.5 | 70 | 18 | 1.5 | 40 |
| 18 | 1.5 | 30 | 45 | 2.5 | 90 | 20 | 1.5 | 40 |
| 18 | 1.5 | 40 | 57 | 2.5 | 110 | 22 | 1.5 | 60 |
| 20 | 3 | 28 | (76) | 3.5 | 225 | 25 | 3 | 60 |
| 22 | 1.5 | 40 | 89 | 1 | 250 | 32 | 2 | 80 |
| 25 | 3 | 50 | 102 | | | 38 | 3 | 80 |
| 32 | 3 | 50 | (108) | 1 | 360 | 41 | 3 | 100 |
| 32 | 3 | 60 | 133 | 4 | 400 | 57 | 4 | 180 |
| 38 | 3.5 | 60 | 139 | 4 | 450 | 76 | 4 | 220 |
| 38 | 3 | 80 | | | | 89 | 4 | 270 |
| 44.5 | 3.5 | 70 | | | | 102 | | |
| 45 | 3 | 100 | 硬聚氯乙烯管 | | | 108 | 6 | 340 |
| 57 | 3.5 | 90 | | | | 133 | 6 | 420 |
| 57 | 3.5 | 110 | | | | 159 | 6 | 600 |
| 76 | 4 | 150 | | | | 194 | 10 | 800 |

(续)

| 无缝钢管 | | | 不锈钢管 | | | 不锈钢无缝管 | | |
|-------|-----|------|-------|------|-----|--------|-----|-----|
| d_H | 壁厚 | R | d_H | 壁厚 | R | d_H | 壁厚 | R |
| 89 | 4 | 180 | 12.5 | 2.25 | 30 | 219 | 12 | 900 |
| 102 | 4 | 220 | 15 | 2.25 | 45 | 铝管 | | |
| 108 | | | 25 | 2 | 60 | 6 | 1 | 10 |
| | 4 | 270 | 25 | 2 | 80 | 8 | 1 | 15 |
| 133 | 4 | 340 | 32 | 3 | 110 | 10 | 1 | 15 |
| 159 | 4.5 | 450 | 40 | 3.5 | 150 | 12 | 1 | 20 |
| 159 | 6 | 420 | 51 | 4 | 180 | 14 | 1 | 20 |
| 191 | 6 | 500 | 65 | 4.5 | 240 | 16 | 1.5 | 30 |
| 219 | 6 | 500 | 76 | 5 | 330 | 20 | 1.5 | 30 |
| 245 | 6 | 600 | 90 | 6 | 400 | 25 | 1.5 | 50 |
| 273 | 8 | 700 | 114 | 7 | 500 | 30 | 1.5 | 60 |
| 325 | 8 | 800 | 140 | 8 | 600 | 40 | 1.5 | 80 |
| 371 | 10 | 900 | 166 | 8 | 800 | 50 | 2 | 100 |
| 426 | 10 | 1000 | | | | 60 | 2 | 125 |

3 弯曲管子时管内填充材料的选择

| 管子材料 | 管内填充材料 | 弯曲管子条件 |
|------|--------|-----------------------|
| 钢管 | 普通黄砂 | 将黄砂充分烘炒干燥后，填入管内，热弯或冷弯 |

(续)

| 管子材料 | 管内填充材料 | 弯曲管子条件 |
|-----------|----------------|-----------------------------------|
| 一般紫铜管、黄铜管 | 铅或松香 | 将铜管退火后，再填充冷弯。应注意：铅在热熔时，要严防滴水，以免溅伤 |
| 薄壁紫铜管、黄铜管 | 水 | 将铜管退火后灌水冰冻冷弯 |
| 塑料管 | 细黄砂 (也可不填充) | 温热软化后迅速弯曲 |

[G e n e r a l I n f o r m a t i o n]

书名 = 机械工人切削手册

作者 =

页数 = 1 1 1 9

SS号 = 1 0 4 2 0 8 6 6

出版日期 =

| | |
|-----------------------------|--|
| 封面页 | |
| 书名页 | |
| 版权页 | |
| 前言页 | |
| 目录页 | |
| 第5版前言 | |
| 第一章 常用数据和公式 | |
| 常用资料 | |
| 1 汉语拼音字母 | |
| 2 英文字母 | |
| 3 希腊字母 | |
| 4 俄文字母 | |
| 5 国内部分标准代号 | |
| 6 主要元素的化学符号和密度 | |
| 7 常用材料的熔点 | |
| 8 常用材料的密度 | |
| 数学计算 | |
| 一 常用数表 | |
| 1 的重要函数表 | |
| 2 的近似分数 | |
| 3 25.4的近似分数 | |
| 二 常用三角计算 | |
| 1 常用三角计算公式 | |
| 2 30°、45°、60°的三角函数值 | |
| 3 三角函数表 | |
| 三 几何图形计算 | |
| 1 常用几何图形的面积计算公式 | |
| 2 常用几何体的表面积和体积的计算公式 | |
| 3 计算查用表 | |
| 四 法定计量单位及其换算 | |
| 1 国际单位制(摘自GB 3100—1993) | |
| 2 国际单位制词头 | |
| 3 可与国际单位制单位并用的我国法定计量单位 | |
| 4 常用法定计量单位及其换算 | |
| 五、常用测量计算 | |
| 第二章 极限与配合,形状和位置公差,表面粗糙度 | |
| 极限与配合(GB/T 1800.1—1997) | |
| 一 术语和定义 | |
| 二 基本规定 | |
| 1 基本尺寸分段 | |
| 2 标准公差的等级、代号及数值 | |
| 3 基本偏差的代号 | |
| 4 偏差代号 | |
| 5 轴的极限偏差 | |
| 6 孔的极限偏差 | |
| 7 公差带代号 | |
| 8 基准制 | |
| 9 配合代号 | |
| 10 配合分类 | |
| 11 公差带及配合的选用原则 | |
| 12 极限尺寸判断原则 | |
| 三 尺寸至500mm孔、轴公差与配合 | |
| 1 轴的常用和优先公差带(尺寸 500mm) | |
| 2 孔的常用和优先公差带(尺寸 500mm) | |
| 3 轴的极限偏差 | |
| 4 孔的极限偏差 | |
| 5 基孔制与基轴制优先、常用配合 | |
| 四 未注公差尺寸的极限偏差(GB 1804—1979) | |
| 五 新旧国家标准对照表 | |
| 1 新旧国家标准公差等级对照表 | |
| 2 公差与配合新旧国家标准对照表 | |
| 形状和位置公差(GB/T 1182—1996) | |
| 一 形状和位置公差符号 | |

- 1 形位公差特征项目的符号
- 2 被测要素、基准要素的标注方法
 - 二 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
- 2 位置公差的未注公差值
 - 三 图样上注出公差值的规定 (GB/T 1184—1996)
 - 四 公差值表
- 1 直线度、平面度公差值表
- 2 圆度、圆柱度公差值表
- 3 平行度、垂直度、倾斜度公差值表
- 4 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动公差值表
- 5 位置度数系
 - 表面粗糙度 (GB/T 1031—1995)
 - 1 表面粗糙度的评定参数
 - 2 表面粗糙度代(符)号 (GB/T 131—1993)
 - 3 各级表面粗糙度的表面特征、经济加工方法及应用举例

第三章 常用材料

钢

- 一 常用钢牌号表示方法
 - 二 常用钢的牌号、性能及用途
 - 1 碳素结构钢牌号及用途
 - 2 常用的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 部分不锈钢、耐热钢、耐酸钢的牌号及用途
 - 7 碳素工具钢的牌号及用途 (GB 1289—1986)
 - 8 易切削钢牌号及用途
 - 9 合金工具钢的牌号及用途 (GB 1299—1985)
 - 10 高速工具钢的牌号及用途
 - 三 常用钢的热处理规范
 - 1 有关材料力学性能名词解释
 - 2 热处理名词解释
 - 3 主要合金元素对钢性能的影响
 - 4 常用钢的力学性能及热处理规范
 - 四 常用钢的火花鉴别法
 - 1 有关火花图的基本知识
 - 2 低碳钢的火花图
 - 3 中碳钢的火花图
 - 4 高碳钢的火花图
 - 5 铬钢的火花图
 - 6 锰钢的火花图
 - 7 高速工具钢的火花图
 - 五 钢材的涂色标记
- 铸铁
 - 一 铸铁名称、代号及牌号表示示例
 - 二 常用铸铁牌号表示方法 (新旧标准对照)
 - 三 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
- 有色金属及其合金
 - 一 有色金属及其合金产品代号表示方法
 - 二 铜及铜合金
 - 1 工业纯铜加工产品的代号及用途
 - 2 常用的铸造铜合金代号及用途
 - 3 常用的加工铜合金代号及用途
 - 4 常用的锡基和铅基轴承合金代号及用途
 - 二 铝及铝合金
 - 1 常用的铸造铝合金代号及用途
 - 2 常用的变形铝合金代号及用途
- 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
- 其他材料
- 1 常用工程塑料主要性能及应用
 - 2 润滑油及润滑脂

第四章 机械零件

螺纹

一 普通螺纹 (GB 192—1981)

- 1 基本牙型与尺寸计算
- 2 代号与标记
- 3 直径和螺距表
- 4 公差与配合 (GB 197—1981)
- 5 螺纹公差带的选用 (GB 2516—1981)

二 梯形螺纹 (GB 5796.1—1986)

- 1 基本牙型
- 2 代号和标记
- 3 基本尺寸计算
- 4 直径与螺距表 (GB 5796.2—1986)
- 5 各直径基本尺寸 (GB 5796.3—1986)
- 6 梯形螺纹公差 (GB 5796.4—1986)
- 7 多线螺纹

三 管螺纹

(一) 一般知识

- 1 基本类型及标记代号
- 2 标记示例

(二) 用螺纹密封的管螺纹 (GB 7306—1987)

- 1 圆锥外螺纹基本牙型及尺寸计算
- 2 圆柱内螺纹基本牙型及尺寸计算
- 3 螺纹基本尺寸
- 4 螺纹公差

(三) 非螺纹密封的管螺纹 (55°) (GB 7307—1987)

- 1 基本牙型及尺寸计算
- 2 基本尺寸及公差

(四) 60°圆锥管螺纹 (GB/T 12716—1991)

- 1 基本牙型及尺寸计算
- 2 基本尺寸

(五) 米制锥螺纹 (GB/T 1415—1992)

- 1 基本牙型
- 2 基本尺寸
- 3 公差与检验
- 4 米制锥螺纹的标记
- 5 标记示例

四 锯齿形螺纹 (GB/T 13576.1—1992)

- 1 基本牙型与尺寸计算
- 2 锯齿形 (3°, 30°) 螺纹直径与基本尺寸 (GB/T 13576.3—1992)
- 3 锯齿形 (3°, 30°) 螺纹公差
- 4 锯齿形螺纹标记的规定

五 英制螺纹

- 1 基本牙型及尺寸计算
- 2 英制螺纹基本尺寸表
- 3 英制螺纹公差

渐开线齿轮

一、一般资料

- 1 齿轮基本齿廓 (GB 1356—1988)
- 2 齿轮模数系列
- 3 渐开线圆柱齿轮精度等级 (GB 10095—1988)

二 圆柱齿轮

(一) 标准圆柱齿轮

- 1 直齿圆柱齿轮几何计算
- 2 斜齿圆柱齿轮几何计算
- 3 内齿轮几何计算
- 4 齿条几何计算

(二) 变位直齿圆柱齿轮

5 普通V带传动计算

工具圆锥、锥度、锥角及公差

— 工具柄自锁圆锥的尺寸和公差 (GB 1443—1985)

1 不带扁尾的外圆锥和内圆锥

2 带扁尾的外圆锥和内圆锥

3 工具柄自锁圆锥的尺寸和公差

二 铣床主轴用刀杆尾部圆锥

三 锥度、锥角及公差

1 锥度与锥角 (GB 157—1989)

2 锥度和角度公差

3 自由锥度和角度公差

第五章 常用零件结构要素

— 中心孔

1 60°中心孔 (GB 145—1985)

2 75°、90°中心孔 (JB/ZQ 4236~4237—1986)

二 滚花 (GB 6403.3—1986)

1 滚花的型式

2 滚花花纹的形状

3 滚花的尺寸

4 标记示例

三 各类槽

1 退刀槽 (JB/ZQ 4238—1986)

2 砂轮越程槽 (GB 6403.5—1986)

3 润滑槽 (GB 6403.2—1986)

4 T形槽 (GB 158—1984)

5 燕尾槽 (JB/ZQ 4241—1986)

四 零件倒圆与倒角 (GB 6403.4—1986)

1 倒圆倒角尺寸R、C系列值

2 内角倒角、外角倒圆时C的最大值C_{max}与R₁的关系

3 与直径相应的倒角C,倒圆R的推荐值

五 球面半径 (GB 6403.1—1986)

六 螺纹零件

1 紧固件外螺纹零件的末端 (GB 2—1985)

2 普通螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角尺寸 (GB 3—1979)

3 普通内螺纹的螺纹收尾、肩距、退刀槽和倒角尺寸 (GB 3—1979)

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 (JB/ZQ 4247—1986)

5 紧固件用通孔和沉孔

6 梯形螺纹收尾、刀槽和倒角尺寸 (JB/GQ 0138—1980)

7 米制锥螺纹的结构要素

8 圆柱管螺纹收尾、退刀槽和倒角尺寸 (JB/GQ 0129—1980)

第六章 刀具

— 刀具基本知识

1 刀具切削部分的名称及定义

2 确定刀具角度的辅助平面

3 刀具切削部分的角度

4 刀具角度的合理选择

二 刀具材料

1 碳素工具钢和高速工具钢的化学成分(质量分数)及用途

2 硬质合金

三 刀具的结构形式

1 结构形式

2 结构特点与应用范围

四 硬质合金焊接刀片

1 常用焊接车刀刀片 (GB 5244—1985)

2 基本型硬质合金焊接刀片 (GB 5245—1985)

五 可转位硬质合金刀片

1 可转位硬质合金刀片代号编号方法

2 可转位硬质合金刀片型号表示规则示意图

3 车削用刀片型号表示方法

4 铣削用刀片型号表示方法

第七章 车工工作

车锥体

一 锥体各部分名称和计算

- 1 锥体各部分名称及代号
 - 2 锥体各部分尺寸的计算公式
- ## 二 车锥体的方法
- 1 转动小刀架车锥体
 - 2 用靠模板车锥体
 - 3 车标准锥度和常用锥度时小刀架和靠模板转动角度表
 - 4 用偏移尾座法车锥体
- ## 车螺纹
- ### 一 车螺纹的刀尖宽度尺寸
- 1 车梯形螺纹的刀尖宽度尺寸
 - 2 车模数蜗杆的刀尖宽度尺寸
 - 3 车径节蜗杆的刀尖宽度尺寸
- ### 二 车螺纹时交换齿轮的计算
- 1 无进给箱车床交换齿轮的计算
 - 2 有进给箱车床交换齿轮的计算
- ### 三 螺纹车削方法
- 1 三角形螺纹车削方法
 - 2 梯形螺纹车削方法
 - 3 矩形螺纹车削方法
- ### 四 螺纹三针测量法
- 1 计算公式
 - 2 测量普通螺纹时的M值
 - 3 测量梯形螺纹时的M值
 - 4 测量英制螺纹时的M值
- ### 五 车螺纹常见问题、产生原因及解决方法
- ### 六 冷绕弹簧
- 1 卧式车床可绕制弹簧的种类
 - 2 绕制圆柱形螺旋弹簧用心轴直径的计算
 - 3 弹簧心轴直径
- ### 七 利用三爪自定心卡盘车偏心

第八章 铣工工作

分度头

一 简介

- 1 分度头结构型式及代号表示方法
- 2 分度头型号规格及其传动系统

二 分度方法及计算

- 1 单式分度法
- 2 差动分度法
- 3 近似分度法
- 4 角度分度法

铣四方和六方

- 1 铣四方
- 2 铣六方

铣离合器

一 铣矩形齿离合器

- 1 奇数齿离合器的铣削
 - 2 偶数齿离合器的铣削
- #### 二 梯形齿、尖齿和锯齿形齿的铣削

- 1 铣梯形齿离合器
- 2 铣尖齿离合器
- 3 铣锯齿形离合器

刀具开齿计算

一 对前角 $\alpha = 0^\circ$ 的铣刀开齿

- 1 用单角铣刀开齿方法
- 2 用双角铣刀开齿方法

二 对前角 $\alpha > 0^\circ$ 的铣刀开齿

- 1 用单角铣刀开齿方法
- 2 用双角铣刀开齿方法

三 圆柱螺旋齿铣刀刀坯的铣削

- 1 刀具的选择
- 2 工作台转角度的确定
- 3 传动比的计算

- 4 偏移量 S 和升高量 H 的计算
 - 四 麻花钻的铣削
 - 五 端面齿的铣削
- 1 刀具的选择
- 2 分度头倾斜角 λ 的计算公式
- 3 偏移量 S 的计算
 - 六 锥面齿的铣削
 - 七 铰刀的开齿
 - 铣圆球
 - 1 铣整球
 - 2 铣带柄圆球
 - 3 铣内球面
 - 铣凸轮
 - 一 凸轮传动的三要素
- 1 升高量 H
- 2 升高率 h
- 3 导程 P h
 - 二 铣削等速圆盘凸轮
- 1 垂直铣削法
- 2 扳角度铣削法
 - 三 铣削等速圆柱凸轮
 - 四 铣削等速凸轮传动比简易计算方法
 - 铣直齿圆柱齿轮
 - 1 一组 8 把模数铣刀和径节铣刀所铣的齿轮齿数表
 - 2 一组 15 把模数铣刀所铣的齿轮齿数表
 - 铣齿轮
 - 一 铣刀号数的选择
- 1 选择铣刀号的数用当量齿数的计算公式
- 2 选择铣刀号数用系数表
- 3 铣斜齿圆柱齿轮用铣刀号数表
 - 二 交换齿轮计算及配轮装置
- 1 交换齿轮计算公式
- 2 配轮装置示意图
- 3 工件旋转方向和工作台转动方向及中间轮装置表
 - 一 铣直齿锥齿轮
 - 一 铣刀号数的选择
- 1 计算法
- 2 铣直齿锥齿轮用铣刀号数表
 - 二 直齿锥齿轮的铣削方法
- 1 分度头扳起角度计算
- 2 横向移动位置 S 的计算
- 3 铣削过程
 - 三 直齿锥齿轮一刀成型的铣削方法
 - 飞刀展成铣蜗轮
 - 1 工作原理
 - 2 铣削方法
 - 3 交换齿轮计算
 - 4 铣头扳角度方向和工件旋转方向及中间轮装置
 - 5 飞刀各部分尺寸计算公式表
 - 滚齿工作
 - 一 滚齿机传动系统
- 1 Y 3 8 滚齿机传动系统图
- 2 Y 3 7 滚齿机传动系统图
 - 二 滚刀安装角度和工作台转动方向及中间轮装置
- 1 在 Y 3 8 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
- 2 在 Y 3 8 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
- 3 在 Y 3 7 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
- 4 在 Y 3 7 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
- 三 交换齿轮计算
- 1 分齿、进给、差动交换齿轮计算公式
- 2 Y 3 7、Y 3 8 滚齿机定数表
 - 四 滚铣大质数齿轮 (以 Y 3 8 为例)

- 1 滚铣大质数直齿圆柱齿轮时各组交换齿轮计算
- 2 滚铣大质数斜齿圆柱齿轮时各组交换齿轮计算
 - 五 分齿及差动交换齿轮表
- 1 Y 3 8 滚齿机加工直齿斜齿圆柱齿轮时的分齿交换齿轮表
- 2 Y 3 8 滚齿机加工大质数直齿圆柱齿轮时,分齿差动交换齿轮表
 - 六 滚齿加工常见缺陷及消除方法
 - 插齿工作
 - 一 插齿机传动系统及工作精度
- 1 Y 5 4 插齿机传动系统图
- 2 常用插齿机的工作精度
 - 二 插齿刀具及安装
- 1 插齿刀的类型和用途
- 2 插齿刀安装方法及适用范围
- 3 插齿刀安装精度要求
- 4 插齿刀旋转方向
 - 三 插直齿圆柱外齿轮(以Y 5 4为例)
- 1 插齿刀行程长度的确定
- 2 插齿刀往复行程数的确定
- 2 分齿交换齿轮计算
- 4 圆周进给交换齿轮计算
- 5 径向进给交换齿轮计算
- 6 计算实例
 - 四 插直齿圆柱内齿轮
- 1 插齿刀最大变位系数 0_{max} 值的确定
- 2 插齿刀最小变位系数 0_{min} 值的确定
 - 五 插齿加工中常出现的缺陷及消除方法
 - 齿轮的测量
 - 一 公法线长度的测量
- 1 标准直齿圆柱齿轮公法线长度测量
- 2 斜齿圆柱齿轮公法线长度测量
- 3 渐开线函数表
 - 二 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($m = 1$)
 - 三 固定弦齿厚的测量
- 1 计算公式
- 2 固定弦齿厚测量尺寸表
- 3 固定弦齿厚的最小减薄量 $m S$ 及其公差 S
 - 四 内齿轮齿厚测量
- 1 测量内齿轮用圆柱直径表($\alpha_n = 20^\circ, m = 1$)
- 2 测量尺寸M值表($\alpha_n = 20^\circ, m = 1$)

第九章 刨工工作

刨削范围与刨削用量

- 1 刨削范围与刨刀
- 2 刨刀切削角度的选择
- 3 常用刨削用量

装夹方法与刨削工具

- 1 刨削常用装夹方法
- 2 刨削工具

刨削废品产生的原因和防止方法

- 1 刨平面、平行面及简单关联面废品产生的原因和防止方法
- 2 刨垂直面及阶台面废品产生的原因和防止方法
- 3 刨斜面废品产生的原因和防止方法
- 4 切断时废品产生的原因和防止方法
- 5 刨直角槽及V形槽废品产生的原因和防止方法

第十章 磨工工作

一 普通磨料磨具

- 1 磨料品种、代号及其应用范围(GB/T 2476—1994)
- 2 磨料粒度号及其选择(GB 2477—1983)
- 3 磨具硬度等级及其代号(GB/T 2484—1994)
- 4 结合剂代号、性能及其适用范围(GB/T 2484—1994)
- 5 普通磨具的标志方法(GB/T 2484—1994)
- 6 磨具产品分类与代号(GB/T 2484—1994)

- 7 普通磨具的最高工作线速度
- 二 超硬磨料磨具
 - 1 超硬磨料的品种、代号及应用范围 (GB/T 6405—1994、GB 6966—1986)
 - 2 超硬磨料的粒度号及尺寸范围
 - 3 超硬磨料结合剂及其代号、性能和应用范围
 - 4 超硬磨具的标志方法
 - 5 磨具断面形状及其代号
- 三 砂轮调整静平衡
 - 1 砂轮调整平衡方法
 - 2 砂轮调整静平衡时注意事项
 - 3 砂轮的修整
- 四 常用磨削液的组成及使用性能
- 五 磨削余量的选择
 - 1 外圆的磨削余量 (直径余量)
 - 2 内圆的磨削余量
 - 3 平面的磨削余量
- 六 磨削时缺陷产生的原因和防止措施

第十一章 钻、铰工作

钻削加工

一 标准麻花钻

- 1 麻花钻的结构与几何角度
- 2 通用型麻花钻的主要几何参数
- 3 钻孔切削用量的选择
- 二 几种群钻切削部分的几何参数
 - 1 标准群钻切削部分几何参数表
 - 2 加工铸铁用群钻切削部分几何参数表
 - 3 加工紫铜用群钻切削部分几何参数表
 - 4 加工黄铜用群钻切削部分几何参数表
 - 5 加工薄板用群钻切削部分几何参数表
 - 6 加工毛坯用扩孔群钻切削部分几何参数表

三 群钻的手工刃磨方法

- 1 刃磨前准备——修整砂轮
- 2 磨外直刃
- 3 磨月牙槽
- 4 修磨横刃
- 5 磨外直刃上的分屑槽

四 几种其他典型钻头

- 1 分屑钻头
- 2 综合钻头
- 3 钻不锈钢钻头
- 4 钻铝合金钻头
- 5 钻紫铜钻头
- 6 钻青铜钻头
- 7 钻高锰钢的硬质合金钻头
- 8 精钻孔钻头
- 9 钻软橡胶钻头
- 10 钻软塑料、硬橡胶钻头

五 麻花钻钻孔中常见缺陷的原因和解决办法

铰削加工

一 铰刀的结构、代号和几何角度

- 1 铰刀的结构和几何角度
- 2 高速钢 (硬质合金) 铰刀的类型和用途
- 3 铰刀几何参数的选择
- 4 铰刀齿数选取表
- 5 切削液的选择

二 铰孔切削用量的选择

- 1 高速钢铰刀加工不同材料的切削用量
- 2 硬质合金铰刀铰孔的切削用量

三 铰孔中常见缺陷的原因和解决办法

第十二章 钳工工作

划线

一 划线种类和划线工具

- 1 划线种类

- 2 常用划线工具名称及用途
 - 二 基本线条的划法
- 1 几种常用几何作图方法
- 2 几种典型的钣金展开图划法
- 3 标准齿轮齿形画法
 - 錾削
 - 1 錾子种类及用途
 - 2 錾子的材料和淬火方法
 - 3 錾削方法
 - 锉削
 - 1 钳工锉的种类 (GB 5810—86)
 - 2 锉刀类别和型式代号
 - 3 锉刀的选用
 - 4 锉削方法
 - 刮削
 - 1 刮削工具
 - 2 刮削方法
 - 研磨
 - 一 研磨的分类
 - 二 研磨工具的种类及用途
 - 三 研具材料和研磨剂的选择
- 1 研具材料的选择
- 2 研磨剂的选择
 - 四 研磨方法
- 1 手工研磨运动轨迹形式
- 2 研磨压力和研磨速度的选择
- 3 研磨余量的选择
 - 攻螺纹和套螺纹
 - 一 丝锥攻螺纹
 - 1 丝锥结构与名称
 - 2 丝锥前角、后角的选择
 - 3 攻螺纹辅助工具
 - 4 攻螺纹切削液的选择
 - 5 攻螺纹前底孔直径的确定
 - 二 板牙套螺纹
 - 1 板牙种类和使用范围
 - 2 圆板牙的几何参数
 - 3 板牙架型式和尺寸
 - 4 板牙套螺纹前圆杆直径的确定
 - 5 套螺纹切削液的选择
 - 管材的弯形
 - 1 管材弯形的方法
 - 2 管材最小弯形半径数值表
 - 3 弯曲管子时管内填充材料的选择

附录页