

一. 本课程的性质和任务

准确地表达物体的形状、尺寸及其技术要求的图形，称为图样。

工程界的技术语言。

工程技术人员必须掌握这种技术语言，具备画图和看图的能力，也应该具备计算机绘图的能力。因此，作为培养高级工程科学技术人员的高等工科院校，在教学中把“机械制图”作为一门重要的技术基础课。“机械制图”课程的主要任务和要求是：

1. 学会用正投影理论并遵照国家《技术制图与机械制图标准》的规定，绘制和阅读机械图样的技能。
2. 培养学生空间想象能力、分析能力和对空间形体的表达能力。
3. 培养学生自学能力、分析和解决问题的能力、创造能力和审美能力等；初步掌握机械设计和机械制造的基础知识；为学习后续课程打下必要的基础。
4. 培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二. 本课程的学习方法

1. 认真听课及复习，掌握和领会空间想象、画图及读图的基本原理和方法。
2. 认真完成作业。只有通过作业的实践，才能牢牢掌握图学的基本原理，熟悉形体分析、线面分析和结构分析等方法的应用，提高动手能力。
3. 瞄准新方向、钻研新技术。特别对于计算机绘图的知识，应在本课程学习了其初步知识后，在通过自学或选修相关课程而加深了解和掌握。
4. 不断改进学习方法，提高学习效率，锻炼自学能力和独立工作能力。

第一章 制图的基本知识和技能

本章重点介绍：国家标准《机械制图》与《技术制图》中的有关规定；绘图工具及仪器的使用；几何图形及平面曲线的作图；平面图形的尺寸分析、绘图方法等。

1.1 国家标准《技术制图与机械制图》的基本规定

对图样的格式、画法、尺寸标注、有关代（符）号作统一的规定。设计和生产部门必须严格遵守国家标准《技术制图与机械制图》的统一规定，认真执行国家标准。

国家标准简称“国标”，代号为“GB”。

1.1.1 图纸幅面与格式（GB/T14689—93）

（1）图纸幅面尺寸

为了便于图样的绘制、使用和管理，绘制图样时，应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。

（2）图框格式

图框线必须用粗实线绘制。有留装订边和不留装订边两种格式，如图 1-1 所示。同一产品的图样应采用同一种图框格式。

为了便于图样的复制和缩微、摄影,可采用对中符号,对中符号是从纸边画入图框内约 5 毫米长的一段粗实线,如图 1-2(a)。为了便于修改图样,图幅可以分区,如图 1-2(b)。

(3) 标题栏 (GB10609.1—89)

标题栏是由图样的名称、代号区、签字区、其它区等栏目组成的。国家标准 GB10609·1—89 对标题栏的格式已作了统一规定,如图 1-3 所示。学校制图作业宜采用图 1-4 的格式。

标题栏的外框线采用粗实线绘制,右边与下边分别与图框线重合。标题栏的位置按图 1-1、要时,可按图 1-5 配置,标题栏中文字的方向为看图的方向。

1.1.2 比例 (GB/T14690—93)

图形与实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。

绘图时,应尽可能采用 1:1 比例,以便由图形直接看出机件的真实大小。

1.1.3 字体 (GB/T14691—93)

GB/T14691—93《技术制图字体》规定了文字、数字、字母的书写形式。

图样中书写的汉字、字母、数字必须做到:字体工整、笔划清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的高度 h 的公称尺寸系列为:1.8、2.5、3.5、7、10、14、20 毫米。汉字的高度不应小于 3.5 毫米。如字体的高度大于 20 毫米,则字体的高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体的宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

汉字规定用长仿宋字书写。

1.1.4 图线 (GB/T17450—1998)

为了使图样统一、清晰、便于阅读,绘制图样时,应遵循国家标准 GB/T17450—1998《技术制图图线》的规定。该规定包括基本线型、图线的构成和尺寸。基本线型适用于各种技术图样,机械制图的图线型式及应用,如表 1-5 所示。

图线的宽度分粗、细两种,粗线的宽度为 b 。根据图形的大小和复杂程度,并考虑图样的复制条件, b 在 0.5~2 毫米范围内选用,细线的宽度约为 $b/3$ 。图线 b 的推荐系列为:0.18、0.25、0.35、0.7、1、1.4、2 毫米。为了便于图样复制,尽可能不采用 0.18 毫米。图 1-7 为常见图线的应用示例。

绘制图样时,应遵守以下规定和要求:

(1) 同一张图样中,同类图线的宽度基本一致。虚线、点划线和双点划线的线段长度和间隔,应各自大致相等。

(2) 两条平行线(包括剖面线)之间的距离,应不小于粗实线的两倍宽度,其最小距离不得小于 0.7 毫米。

(3) 轴线、对称中心线、双点划线应超出轮廓线 2~5 毫米。点划线和双点划线的末端应是线段,而不是短划。若圆的直径较小,两条点划线可用细实线代替。

(4) 虚线、点划线与其它图线相交时,应在线段处相交,不应在空隙或短划处相交。当虚线是粗实线的延长线时,粗实线应画到分界点,而虚线与分界点之间应留有空隙。当虚

线圆弧与虚线直线相切时，虚线圆弧的线段应画到切点处，虚线直线至切点之间应留有空隙，如图 1-8 所示。

1.1.5 尺寸标注 (GB/T16675.2—1996)

标注尺寸是一项非常重要的工作，遗漏尺寸或标注错误都会给生产造成困难或损失。所以，标注尺寸必须严格遵守国家标准中规定的原则和标注方法。

1、基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据，与图形的大小和绘图的准确度无关。

(2) 机械图样中的尺寸以毫米为单位，图中不需要注明该尺寸的单位名称或代号。如采用其它单位时，则必须注明该单位的名称或代号，如角度、弧度、英寸等。

(3) 图样中所标注的尺寸为该机件的最后完工尺寸，否则另作说明。

(4) 机件的每一个尺寸，一般在图样上只标注一次，且应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2、尺寸组成

一个完整的尺寸标注，由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字组成，如图 1-9。

(1) 尺寸界线

尺寸界线表示所注尺寸的范围。

(2) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制，轮廓线、中心线或它们的延长线均不得作为尺寸线。

尺寸线必须与其所标注的线段平行。几条互相平行的尺寸线，一般是大尺寸注在小尺寸的外面，以免尺寸线与尺寸界线相交。

(3) 尺寸数字

线性尺寸的尺寸数字应注写在尺寸线的上方或中断处。尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸，无法避免时，可如图 1-11(b) 予以标注

尺寸数字不可被任何图线所通过，无法避免时，可将图线断开。

3、各种尺寸标注示例，如表 1-6。

1.2 绘图工具和仪器的使用方法

常用的绘图工具和仪器有图板、丁字尺、铅笔、绘图仪器、绘图模板、比例尺、绘图仪等。

1.2.1 图板、丁字尺和三角板

(1) 图板

图板是用来铺放图纸的，它的表面必须平坦、光滑，左右两导边必须平直。

(2) 丁字尺

丁字尺是画水平线的长尺。

(3) 三角板

三角板有两块，一块是 45° 的等腰直角三角板，另一块是 60° 、 30° 角组成的直角三角板。它们与丁字尺配合使用。

两块三角板联合使用，可画出任意斜线的平行线及其垂直线，如图 1-14 所示。

三角板与丁字尺联合使用，还可以画出 15° 倍角的斜线和等分圆周，如图 1-15。

1.2.2 绘图铅笔

铅笔主要用于绘图和写字。常采用 B、HB、H、2H 等绘图铅笔，字母 B 和 H 表示铅芯的软硬。

削铅笔时，应从无标记的一端削，以保留铅芯的硬度符号。画图时，铅笔可以略向前进方向倾斜，并尽量使铅笔紧靠尺面，保持铅笔与尺面大致垂直。

1.2.3 分规和圆规

1、分规

分规是用来量取尺寸和等分线段的。

2、圆规

圆规是用来画圆或圆弧的，有大圆规、弹簧规和点圆规三种。

1.2.4 曲线板

曲线板是用来描画非圆曲线的工具，如图 1-20(a)。

1.2.5 多功能模板

多功能模板的种类很多，如椭圆模板、几何制图板、六角螺栓头模板等。图 1-21(b) 所示是一种供书写仿宋字用格和其它符号的字格符号模板。

1.2.6 其它绘图工具

其它常用的绘图工具有：削铅笔的小刀、橡皮、量角器、掸灰屑用的小毛刷、固定图纸用的胶带纸等。

1.3 几何作图

机件的形状多种多样，但在图样中，机件的轮廓基本上都是由直线、圆弧和其它一些曲线组合成的几何图形。

下面介绍几种最基本的几何作图方法。

1.3.1 平行线和垂直线

用两块三角板可通过某定点作已知直线的平行线或垂线，作图方法见图 1-22。

1.3.2 圆内接正多边形

用绘图工具可绘制圆内接正多边形，如正五、六、七边形，见表 1-7。

1.3.3 斜度和锥度

(1) 斜度

斜度是一直线（或平面）对另一直线（或平面）的倾斜程度。其大小用二者之间夹角的正切表示，并将此值化为 1:n 的形式。在图样中，标注斜度时，在 1:n 前面加注斜度符号“ $\angle$ ”，符号“ $\angle$ ”的方向应与斜度方向一致。

（2）锥度

锥度是指正圆锥体的底圆直径 D 与圆锥高 L 之比。如为圆锥台，则是圆锥台底圆和顶圆的直径 $D-d$ 与圆锥台高度 l 之比，其大小为 $2\lg \alpha = D/L = D-d/l$ ，并将此值化为 1:n 予以标注，如图 1-24(a)、(b)。在图样中标注锥度时，须在 1:n 前面加注锥度符号“ $\angle$ ”，其方向应与锥度方向一致。锥度的画法与标注见图 1-24(c)。

1.3.4 圆弧连接

机件的表面上常有一个面（平面或曲面）光滑过渡到另一个面的情况，这种过渡实际上为两面相切，在表达机件的图形中，则为两线段相切，机械制图中称这种相切为连接，切点为连接点。常见的连接是用圆弧连接两条已知线段，此圆弧称为连接圆弧。

1、圆弧连接的作图原理

2、圆弧连接的作图方法

- （1）用半径为 R 的圆弧连接两已知直线 L_1 和 L_2
- （2）用半径 R 的圆弧连接两已知圆弧
- （3）用半径为 R 的圆弧连接直线和圆弧

1.3.5 作已知圆或圆弧的切线

绘图时，经常需作已知圆或圆弧的切线。作图的关键是准确地找出切线与已知圆或圆弧的切点。下面介绍用三角板作圆或圆弧的切线的几种情况的作图方法。

- （1）过圆上已知点 P 作切线
- （2）过圆外已知点 P 作圆的切线
- （3）作两已知圆的公切线

1.3.6 平面曲线

非圆平面曲线有很多种，下面介绍工程上常用的椭圆、渐开线、涡线的画法。

1、椭圆

已知椭圆的长短轴画椭圆的方法有多种，这里仅介绍两种常用的画法。

四心扁圆法（近似画法）

（2）同心圆法

1.4 平面图形的尺寸分析和画图步骤

1.4.1 平面图形和尺寸分析

（1）基准

标注尺寸的起点称为基准。

（2）定形尺寸

确定平面图形中各线段形状大小的尺寸称为定形尺寸，如直线段的长度、圆或圆弧的直径和半径、角度的大小等。图 1-35 中的定形尺寸有 $\phi 20$ 、 $\phi 5$ 、 $R15$ 、 $R12$ 、 $R50$ 、 $R10$ 、15。

（3）定位尺寸

平面图形中确定各线段或线框之间相对位置的尺寸称为定位尺寸。图 1-35 中的定位尺寸有 8、 $\phi 32$ 、75。

1.4.2 平面图形的线段分析

根据平面图形中标注的尺寸和线段之间的连接关系，可以将线段分为三类：

(1) 已知线段

已知定形尺寸和两个方向的定位尺寸的线段称为已知线段，画图时，可按所注尺寸直接画出。

(2) 中间线段

已知定形尺寸和一个方向的定位尺寸，缺少另一个方向的定位尺寸的线段称为中间线段。

(3) 连接线段

缺少两个方向的定位尺寸，仅已知定形尺寸的线段称为连接线段。如两已知圆弧的公切线；两端均与已知圆弧相切的半径为 R 的圆弧。

1.4.3 平面图形的画图步骤

绘制平面图形之前，应分析图中的尺寸基准，分析哪些是定形尺寸，哪些是定位尺寸，然后，进行线段分析，以便确定画图步骤。现以图 1-35 所示手柄为例，说明平面图形的画图步骤，见图 1-36。

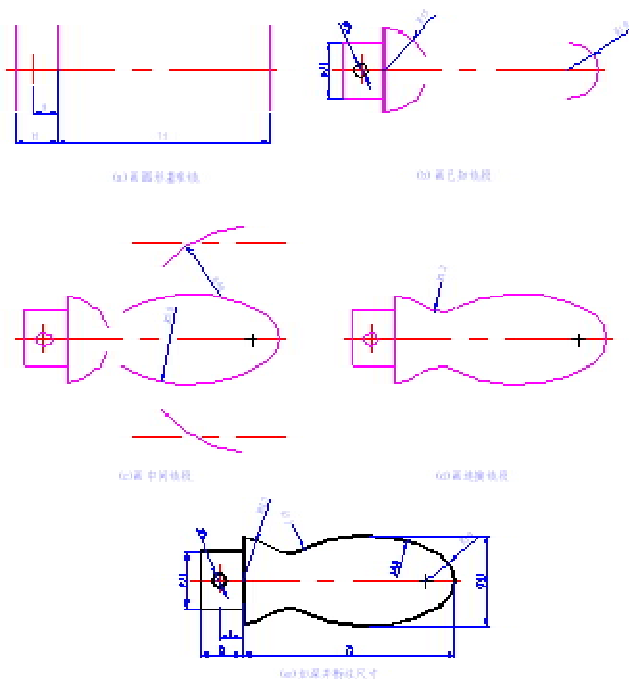


图 1-36 手柄的作图步骤

1.4.4 平面图形的尺寸标注

平面图形中的线段分析是根据图中尺寸进行的。因此，平面图形的尺寸标注应齐全、不重复、不遗漏。根据线段连接的要求进行标注，即在两条已知线段之间，可以有任意条中间线段，但必须有，也只能有一条连接线段。

标注尺寸的步骤，请参看图 1-37 所示支架的平面图形。

- (a) 分析平面图形的构成，确定基准。
- (b) 标注各线段的定形尺寸。
- (c) 标注定位尺寸。
- (d) 检查。检查尺寸是否标注齐全。

1.5 绘图的方法和步骤

为了保证图样的质量，提高绘图速度，必须熟悉国家标准，正确使用绘图工具，掌握几何作图的方法，此外，还应掌握正确的绘图程序及绘制仪器图和徒手图的方法步骤。

1.5.1 绘仪器图的方法步骤

具体步骤如下：

(1) 做好画图前的准备工作

- (a) 准备工具，安排工作地点。
- (b) 固定图纸。
- (c) 画图框和标题栏。
- (d) 布置图形位置。

(2) 画底稿图

画底稿图应使用削尖的 H 或 2H 铅笔轻轻绘出。先按定位尺寸画出图形的所有的基准线、定位线。然后，按定形尺寸画主要部分的轮廓线。最后，画细节部分。

为了提高绘图的质量和速度，应做到：量取尺寸要准确，各图中的相同尺寸，尽可能一次量出后同时画出，避免经常调换工具，以减少测量尺寸的时间。画图时，若出现错误，应及时擦去，并予改正。

(3) 铅笔描深

具体描深步骤如下：

- (a) 描深所有的粗实线圆和圆弧。
- (b) 自上而下用丁字尺顺次描深水平的粗实线。
- (c) 用三角板和丁字尺配合使用，自左至右依次描深铅垂的粗实线。
- (d) 自左上方开始，依次描深倾斜的粗实线。
- (e) 按描深粗实线的步骤，描深虚线、细实线、点划线、波浪线等。

(4) 标注尺寸。

(5) 检查全图，填写标题栏。

1.5.2 徒手画图的方法

徒手图也称为草图，它是用目测来估计物体的形状和大小，不借助绘图工具和仪器，徒手绘制的图样。

徒手图应基本做到：图形正确、线型分明、比例匀称、字体工整、图面整洁。

徒手图在产品设计、现场测绘、技术交流等方面具有十分重要的作用，工程技术人员必须具备绘制徒手图的能力。

开始练习画徒手图时，可在方格式上进行，以便较好地控制图形的大小。

下面介绍几种图线的徒手画法：

(1) 直线的画法

- (2) 圆的画法
- (3) 椭圆的方法
- (4) 复杂平面轮廓形状的画法

第 2 章 组合体

所谓组合体，是由若干基本体经过切割和叠加等方式组成的形体。

本章是在学习画法几何的基础上，以形体分析和线面分析的方法来研究组合体的组合形式、画图、读图及尺寸标注的方法。

通过本章的学习，要求熟练地掌握三视图之间的投影规律；在画图、看图和标注尺寸的实践中，自觉运用形体分析法和线面分析法，培养和提高观察问题、分析问题和解决问题的能力。

2.1 三视图的形成

2.1.1 三视图的形成及展开 (挂图)

GB4458.1-84《机械制图图样画法》规定，采用第一角画法。

2.1.2 三视图的投影规律

1. 长对正——主、俯视图长对正。
2. 高平齐——主、左视图高平齐。
3. 宽相等——俯、左视图宽相等，前后对应。

2.2 形体分析与线面分析

2.2.1 形体分析法 (挂图)

物体的形状是多种多样的，画图或看图时，常把复杂的物体看成由若干基本体叠加和切割而成。

把复杂物体分解为由若干个简单体经叠加或切割组成，并分析各简单体之间的相对位置的方法，称为形体分析法。该物体称为组合体。组合体按其组合结构形式，可分为叠加和切割两类。

线、面的投影分析：包括分析表面的形状、面与面的相对位置、投影特性、面与面的交线（分界线）等。这种分析方法叫做线面分析法。

2.2.2 组合体的组合形式 (模型)

1. 叠加

叠加是指两基本体的表面互相重合。

2. 相切

相切是指两个基本体的表面（平面与曲面或曲面与曲面）光滑过渡，如图 2-6 所示，相切处不存在轮廓线，在视图上不应画分界线。

3. 相交

相交是指两基本体的表面相交，所产生的交线（截交线或相贯线），应画出交线的投影，。

2. 2. 3 切割与穿孔 （模型）（挂图）

1. 切割

切割 是从基本体上切去一个平面或曲面后，会产生不同形状的截交或相贯线。

2. 穿孔

穿孔 当基本体被穿孔后，也会产生不同的截交线或相贯线。

2.3 画组合体的视图

2.3.1 画组合体视图的方法与步骤 （模型）（挂图）

1. 形体分析与线面分析

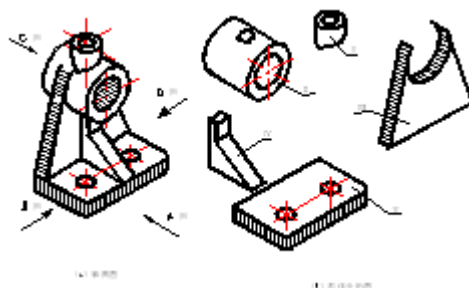


图 2-13 轴承座

它们的相对位置关系为：

- (1) 支承板的两侧与轴承的外圆柱面相切，此时，相切处无线，但必须保证切点对应。
- (2) 凸台的内外表面与轴承的内外圆表面分别相交。此时相交处应有交线，交线应为内、外两圆筒表面的相贯线。

2. 3. 2 视图的选择 （模型）（挂图）

1. 主视图的选择原则

主视图在三视图中最主要的一个视图，正确选择主视图是画组合体视图的关键。选择主视图的原则为：

- (1) 尽可能多地反映组合体的形状特征及其相关位置。
- (2) 尽量符合组合体自然安放位置，同时尽可能地使组合体表面对投影面处于平行或垂直位置。
- (3) 尽可能地避免对其它视图产生过多的虚线，并注意图面的合理布局和尺寸标注。

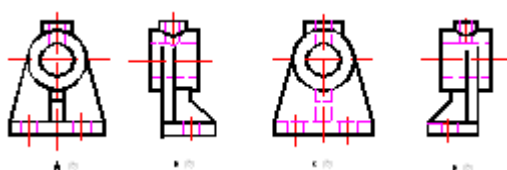


图 2-14 轴承座主视图投影方向的选择

2. 其它视图的选择

选择 A 向视图作主视图, 为了表明底板的形状、大小及底板上小圆孔的相对位置, 需画出俯视图。为表明肋板的形状, 还需画出左视图。通过分析可知, 轴承座需用主、俯、左三个视图。

2.3.3 画图步骤

根据上述分析, 选择 A 向作主视图的投影方向, 画其三视图, 作图步骤如图 2-15 所示。

1. 选比例 定图幅

画图时, 应尽量采用 1:1 的比例。选用合适的图纸幅面。

2. 布图 画基准线

布置视图位置之前, 先固定图纸, 然后根据各视图的大小和位置, 画出基准线。基准线画出后, 每个视图在图纸上的具体位置就确定了 (图 2-15 (a))。

3. 画三视图底稿 (图 2-15 (b) ~ (e))

按形体分析的结果, 根据各形体的投影规律, (用 H 铅笔) 逐个画出轴承座的三视图。画轴承座底稿的顺序:

- (1) 一般先实 (实形体) 后虚 (挖去的形体); 先大 (大形体) 后小 (小形体); 先画轮廓, 后画细节。
- (2) 画组合体每个形体时, 应将三个视图同时画, 并从反映形体特征的视图画起, 再按投影规律画出其它两个视图。
- (3) 检查、描深、最后全面检查, 作图结果如图 2-15 (f)。

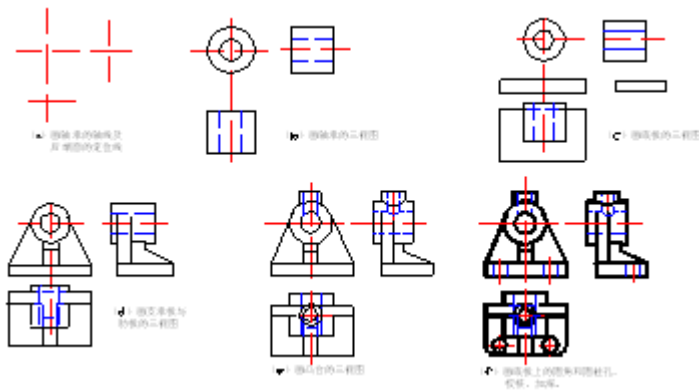


图 2-15 轴承座的画图步骤

2.4 组合体的尺寸标注

- 1 正确——标注尺寸符合国家标准
- 2 清晰——尺寸布置要清晰、得当、便于读图
- 3 完整——尺寸标注要完整, 不能多注或少注。

2.4.1 标注尺寸要完整

为了表示机件的大小, 图样上尺寸要标注完整, 既不能遗漏, 也不能重复, 每个尺寸在图中只能标注一次。

图样上一般要标注三个尺寸: 定型尺寸、定位尺寸和总体尺寸。

形体分析法，是保证组合体尺寸标注完整的基本方法。所谓完整，是要求尺寸标注时应标注出：确定组合体各组成部分的长、宽、高三个方向的尺寸；确定组合体各组成部分相互位置的定位尺寸和总体尺寸。

- 1. 定形尺寸
- 2. 定位尺寸
- 3. 总体尺寸

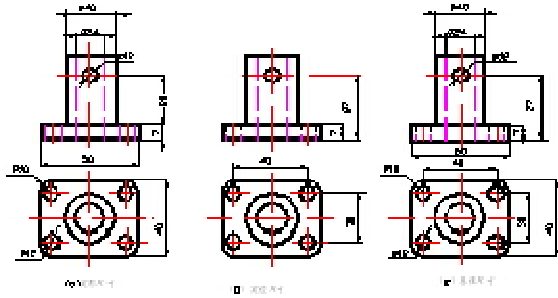


图 2-18 组合体尺寸的标注方法

(1) 基本体的尺寸标注

基本体的尺寸标注主要考虑其长、宽、高三个方向的尺寸，见图 2-20 所示。

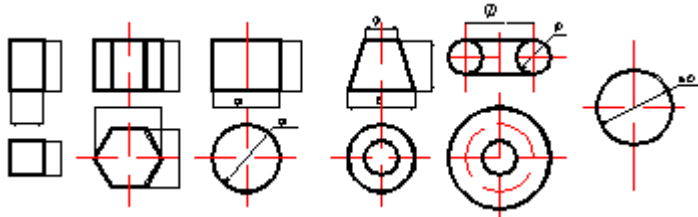


图 2-20 基本体尺寸标注示例

(2) 斜截面和缺口的基本体的尺寸标注

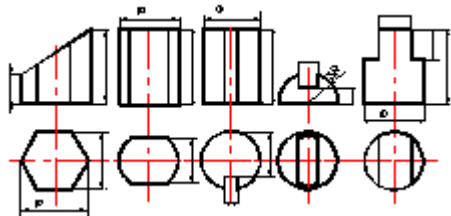


图 2-21 具有斜截面或缺口的基本体尺寸标注

(3) 不注底板总长的尺寸注法

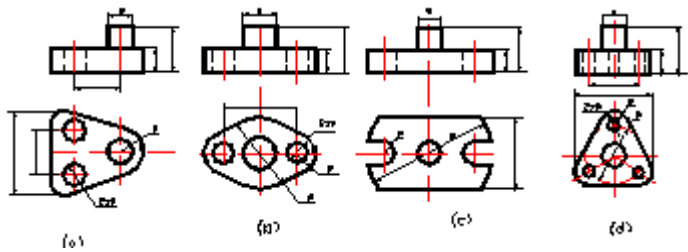


图 2-22 不注底板总长的尺寸标注示例

2.4.2 标注尺寸要清晰

标注尺寸,既要符合 GB4458. 4-84 的规定(参照本书表 1-6 尺寸标注基本规则),又要求标注要完整,便于读图. 还要求标注得清晰. 怎样才能使尺寸标注清晰,可以从以下几个方面考虑:

1. 尺寸尽量标注在形状特征明显的视图上

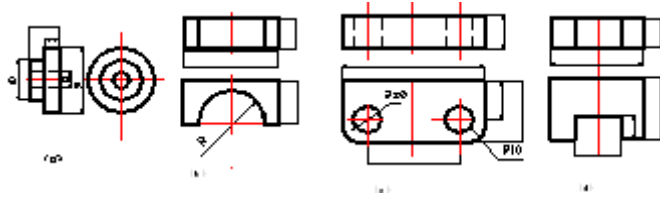


图 2-23 考虑形状特征的尺寸标注示例

2. 同一基本体的定型尺寸以及有联系的定位尺寸尽量集中标注。如图 2-24 所示。

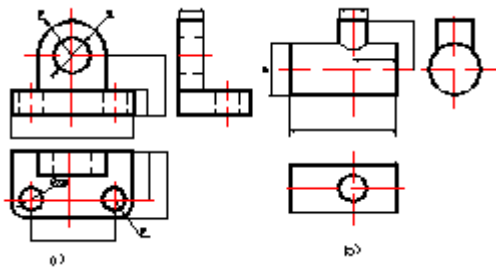


图 2-24 集中标注尺寸示例

3. 标注尺寸要排列整齐,如图 2-25 所示。

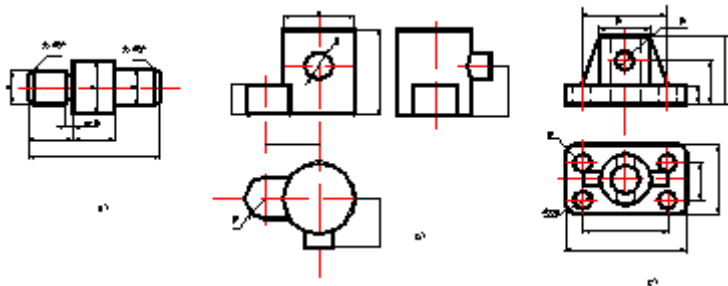


图 2-25 标注尺寸排列整齐

2. 4. 2 标注组合体尺寸的方法与步骤

下面以图 2-13 所示的轴承座为例,说明标注组合体尺寸的方法步骤。

1. 形体分析和初步考虑各基本体的定型尺寸
2. 选定尺寸基准
3. 逐个地分别标注各基本体的定形和定位尺寸
4. 标注总体尺寸
5. 校核

最后,对已标注的尺寸,按正确、完整、清晰的要求进行检查。

2.5 读组合体视图

画图和读图是学习本课程的两个主要环节。

2.5.1 读图的基本要点

1. 认真分析图线及线框的含义，识别形体和形体表面间的相互位置。

视图中的每一条图线可能表示

- (1) 具有积聚性表面的投影
- (2) 两投影面交线的投影
- (3) 曲面转向轮廓线的投影

视图中的每一个封闭的线框，可能表示：

- (1) 平面图形的投影（图 2-27）
- (2) 曲面的投影（图 2-28）

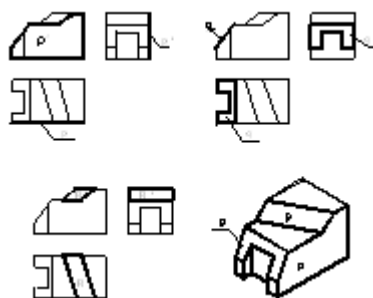


图 2-27 平面图形的投影

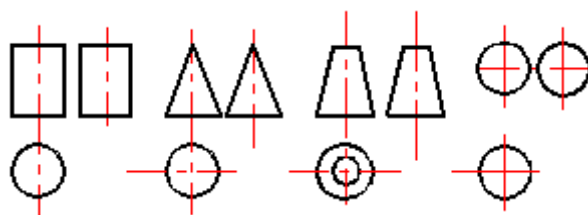


图 2-28 曲面的投影

2. 将几个视图联系起来阅读

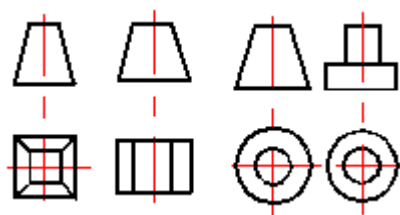


图 2-29 一个视图不能唯一确定组合体形状

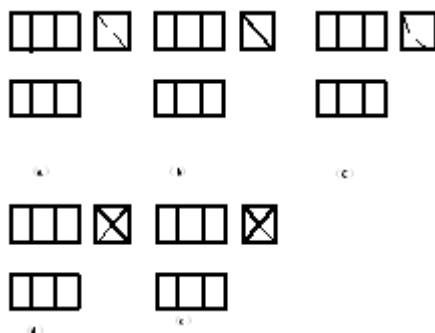


图 2-30 由三个视图可确定物体的形状

2.5.2 读图的基本方法与步骤

现以图 2-35 轴承座的三视图，说明读图的步骤。

[例 1] 图 2-35 (a) 所示的轴承座的三视图，读图并想像出轴承座的形状。

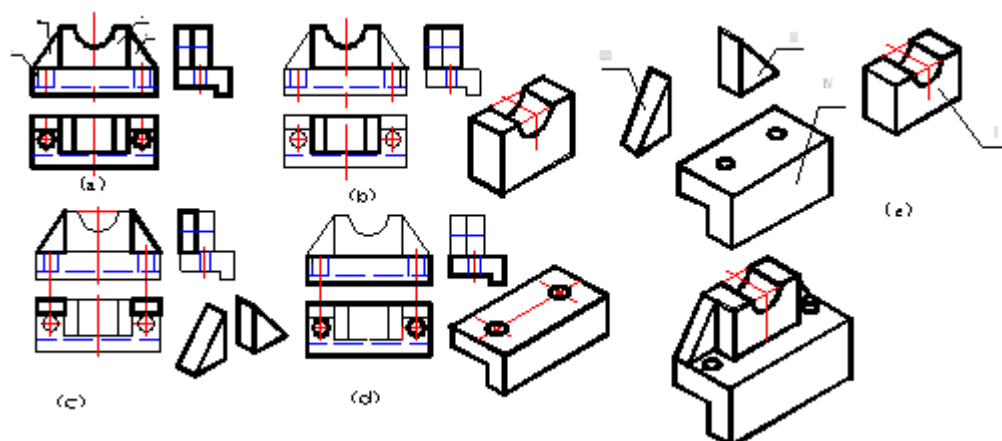


图 2-35 轴承座的读图方法

[解] 读图步骤如下：

- (1) 找特征与线框，抓住特征视图(本例特征视图为主视图)。
- (2) 对投影识形体，定位置。
- (3) 综合起来想整体。

2.5.3 补视图及补漏线

1. 形体分析法

[例 2] 已知组合体的主、左视图(如图 2-36)，补画俯视图。

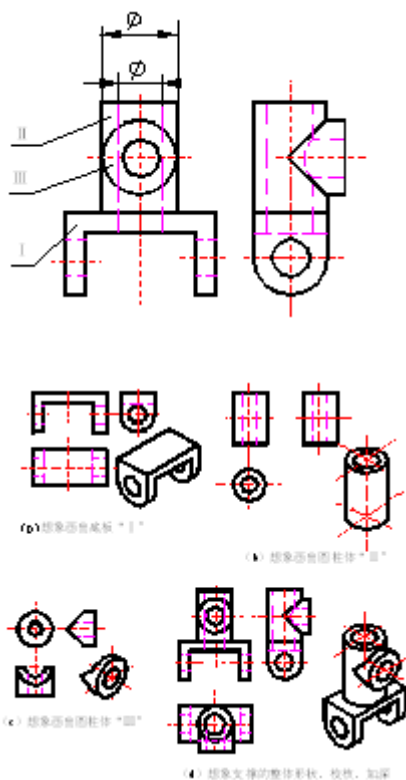


图 2-36 组合体的主、左视图

[解] 解图步骤如图 2-37 所示

图 2-37 补画俯视图的方法和步骤

- (1) 对照左视图，
 - (2) 具体想象各部分的形状，画出俯视图。
2. 线面分析法

- (1) 分析面的形状

图 2-38a 是压块的主、俯视图, 试补画左视图。

[解] 解题的步骤如下:

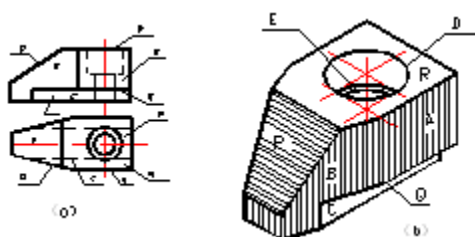


图 2-38 压板的主、俯视图和轴测图

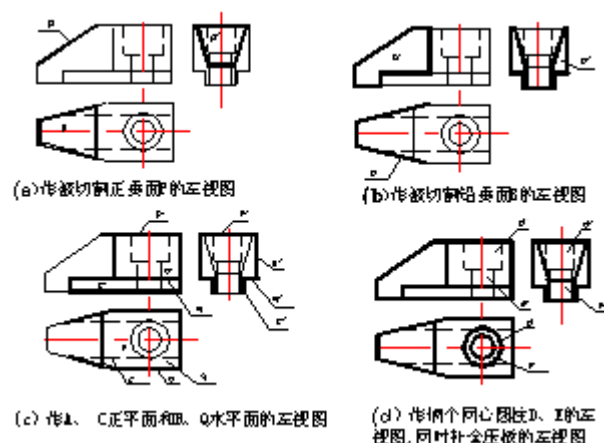


图 2-39 补画压板左视图的作图步骤

- (2) 分析面的相对位置
- (3) 分析面与面的交线

第 3 章 轴 测 图

3. 1 轴测图的基本知识

3. 1. 1 轴测投影的形成

在图 3-2 中, 我们将物体连同确定其空间位置的直角坐标系, 沿不平行于任一坐标面的方向, 用平行投影法将其投射到某一选定的投影面上, 所得到的能同时反映物体长、宽、高三个方向形状的投影图, 称为轴测投影图, 简称轴测图。如图 3-2 中, 选定的投影面 P 称为轴测投影面, S 为投影方向。

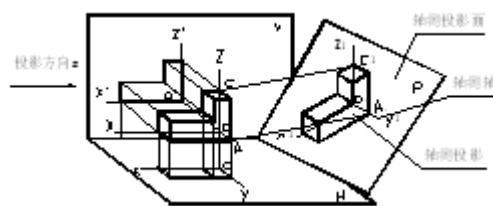


图 3-2 轴测图的形成

3. 1. 2 轴测轴、轴间角和轴向伸缩系数

沿 X、Y、Z 轴的轴向伸缩系数分别用 p、q、r 表示，即：

$$\begin{aligned} O_1A_1/OA &= p && (\text{X 轴向伸缩系数}) \\ O_1B_1/OB &= q && (\text{Y 轴向伸缩系数}) \\ O_1C_1/OC &= r && (\text{Z 轴向伸缩系数}) \end{aligned}$$

3. 1. 3 轴测图的投影特性

在作图时，应特别注意以下几点：

1. 空间相互平行的线段，它们的轴测投影仍然相互平行；
2. 空间平行坐标轴的线段，其伸缩系数与该坐标轴的伸缩系数相同；
3. 位于线段上的点，其轴测投影仍位于线段的轴测投影上。

3. 1. 4 轴测图的分类

根据投影方向的不同，轴测图分为两大类：

1. 正轴测图：投影方向垂直于轴测投影面。
2. 斜轴测图：投影方向倾斜于轴测投影面。

上述两类轴测图根据其三个轴向伸缩系数是否相等，又可分为正轴测（正等测、正二测、正三测）、斜轴测（斜等测、斜二测、斜三测）。

根据国家标准《机械制图》中 GB4458.3-84 规定，轴测图一般采用下列三种：

- (1) 正等轴测图，简称正等测。如图 3-3) 所示。
- (2) 正二等轴测图，简称正二测。如图 3-4 所示。
- (3) 斜二等轴测图，简称斜二测。如图 3-5 所示。

3.2 正等轴测图的画法

绘制轴测图的方法和步骤：

1. 对所画物体进行形体分析，搞清原物体的形体特征，选择适当的轴测图；
2. 在原投影图上，确定坐标轴和原点；
3. 绘制轴测图。画图时，先画轴测轴，作为坐标系的轴测投影，然后再逐步画出。
4. 轴测图中一般只画出可见部分，必要时才画出不可见部分。

3. 2.1 平面立体的轴测图画法

1. 坐标法

[例 1] 画出六棱柱的正等测图。如图 3-7。

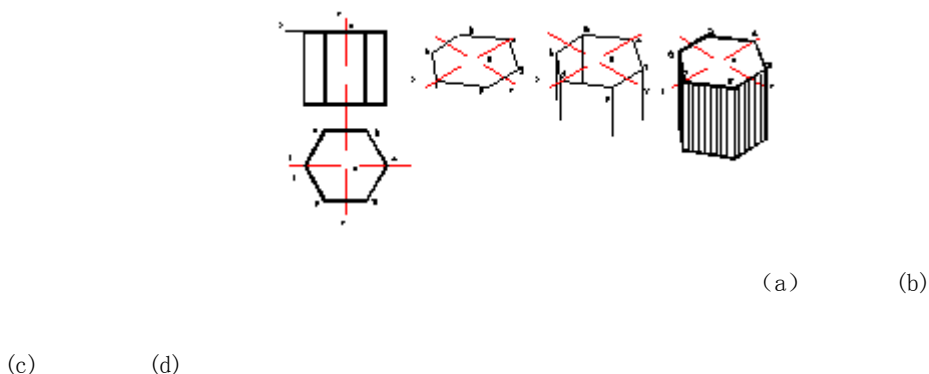


图 3-7 六棱柱体的正等测图

[解] 作图步骤如下：

- (1) 以对称轴线为坐标轴，以 0 为原点。
- (2) 画轴测轴，并相应地画出各顶点的轴测图，连接各点，即得顶面轴测图。
- (3) 自顶面各点作 Z_1 轴的平行线，并量取六棱柱体的高度，即得六条侧棱的轴测图。
- (4) 连接底面各点，即得底面的轴测图，擦去不可见的轮廓线，即为六棱柱的轴测图。

2. 切割法

3. 组合法

3. 2. 1 曲面立体的画法

1. 坐标面内或平行于坐标面的圆的轴测投影

坐标法：按坐标方法确定圆周上若干点的轴测投影，后光滑地连接成椭圆。

近似法：用四心扁圆代替轴测椭圆，先确定的四个圆弧的圆心，然后用四段圆弧光滑地连接成一扁圆，使之与轴测椭圆近似。

(1) 轴测椭圆的长、短轴方向和大小

常用的三种轴测图中，轴测椭圆的长、短轴方向和大小，如图 3-11 所示。

在正等测和正二测图中，采用简化系数后，轴测椭圆的长、短轴大小如图 3-12 所示。

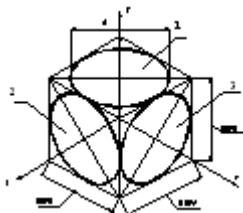


图 3-11 轴测椭圆的长、短轴方向和大小

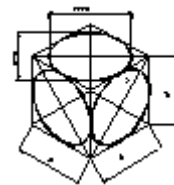


图 3-12 采用简化系数后，椭圆长、短轴的大小

- (2) 轴测椭圆的近似画法
- 2. 曲面立体的正等轴测图画法
 - (1) 圆柱体的正等测图画法。
 - (2) 圆锥台的正等测图画法
 - (3) 圆球的正等测图画法
 - (4) 圆角的正等轴测图画法

在图 3-18~图 3-20 中列举了几种常见形体的正等测图画法，供画图时参考。

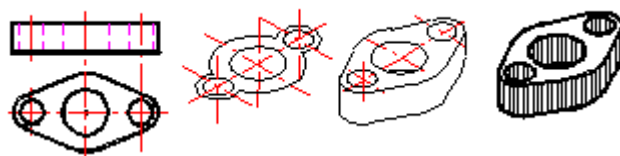


图 3-18 常见形体的正等测图画法 (1)

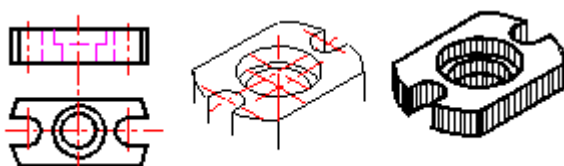


图 3-19 常见形体的正等测图画法 (2)

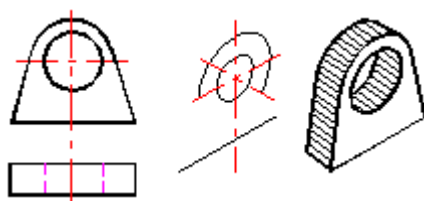


图 3-20 常见形体的正等测图画法 (3)

3.4 组合体的轴测图的画法

3.4.1 组合体的轴测图

[例 2] 作支架的正等测图。如图 3-29。

[解] 该支架是由底板、立板和肋板三部分组成, 其形体特点是左右对称, 前后不对称, 故可采用以左、右对称平面线为轴线, 以正面为坐标面、向前、向后逐步画出, 其作法如图 3-30 (b)、(c)、(d)、(e) 所示。

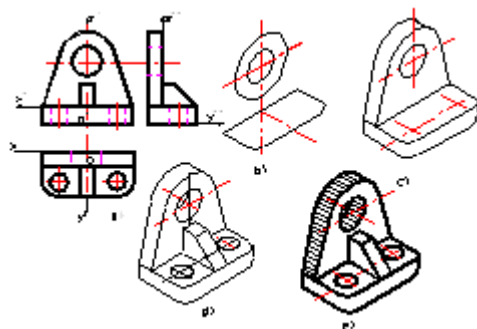


图 3-29 支架的正等测图

3.4.2 组合体上交线的画法

组合体上的交线，主要指组合体表面上的截交线和相贯线，画组合体轴测图上的交线有两种方法：

1. 坐标法：根据三视图中截交线和相贯线上点的坐标，画出截交线和相贯线上各点的轴测图，然后用曲线板光滑连接，如图 3-32 (b) 和图 3-33 所示。

2. 辅助平面法：根据组合体的几何性质直接作出轴测图，如同在三视图中用辅助平面法求截交线和相贯线的方法一样。为便于作图，辅助面应取平面，并应尽量使它与整个形体的截交线在某个投影面上的投影为直线。

(1) 轴测图中截交线的画法

(2) 圆柱切割体的正等测图的画法。图 3-34

[解] 绘制圆柱切割体的正等测图，可先将完整的圆柱体的正等测图画出来，再根据切口的位置，画出切口的轴测图。作图步骤如下：

1) 按图 3-14 的方法，作出圆柱体的正等测，在 X_1 轴上截取宽度 m 和 a 、 b 两点，过 a 、 b 分别作 Y_1 轴的平行线定出 I、II、III、IV 两条线，如图 3-33 (b) 所示。

2) 过 I、III、IV 点作 Z_1 轴的平行线，过 III 点向下载取截口的深度 h ，定出 e 、 f 点，应注意： e 、 f 是椭圆上的两个点， $e \sim f$ 是椭圆上的一部分弧，如图 3-33 (c) 所示。

3) 擦去多余线条，加深外形轮廓线完成全图。

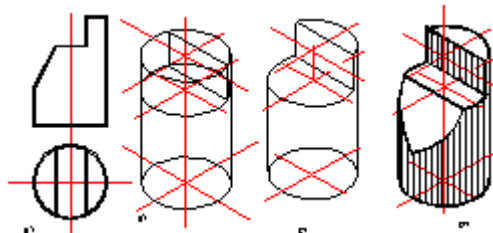


图 3-34 圆柱切割体 (2) 的正等测图的画法

[解] 解题步骤如上题：

1) 作出圆柱体的正等测，然后根据主视图和俯视图被切割的顺序，先切侧平面和水平面，后切正垂面。

2) 用坐标法逐步检查，圆柱体的正等测被侧平面、水平面和正垂面切割后是否正确。检查无误后，擦去多余的线条，加深外形轮廓线完成全图。

(3) 轴测图中相贯线的画法

3.5 轴测剖视图的画法

为了表达机件的内部结构形状，装配体的工作原理及装配关系，可假想用剖切平面将机件的某一部分剖切，并拿开，这种以剖视图形式，画出的轴测图，称为轴测剖视图。如图 3-36 所示。

画轴测剖视图，应恰当地选择剖切平面位置，并尽量做到内外兼顾，才能保证用轴测剖视图所表达的机件，形状清晰、明确。



图 3-36 轴测剖视图

- 3.5.1 剖切平面的位置
 - 3.5.2 画轴测剖视图的有关规定
 - 3.5.3 轴测剖视图的画法
 - 3.5.4 装配体轴测剖视图的画法(略)
- 3.7 轴测图上的尺寸标注

第 4 章 机件的常用表达方法

要完整、清晰地表达较为复杂的机件结构形状，仅用三视图是远远不够的。为此本章将依据国家标准《技术制图与机械制图》中有关图样画法的规定，进一步介绍机件的各种表达方法，主要包括视图、剖视图、断面图和简化画法。

4.1 视图

视图主要用于表达机件的外形结构，视图通常有基本视图、向视图、局部视图和斜视图。

4.1.1 基本视图

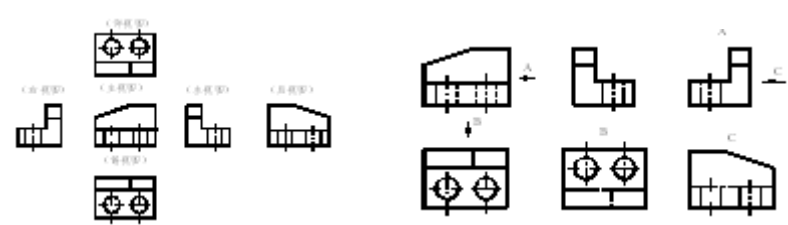


图 4-2 六个基本视图的配置

图 4-3 向视图

4.1.2 向视图

向视图是可以自由配置的视图。由于图纸幅面及图面布局等原因，允许将视图配置在适当位置，这时应该作如下标注：在向视图的上方标出“×”（“×”为大写拉丁字母），在相应的视图附近用箭头指明投影方向，并注上同样的字母（图 4-3）。

4.1.3 局部视图

局部视图是将物体的某一部分向基本投影面投射所得的视图。如图 4-4 所示。
 局部视图可按基本视图的形式配置（图 4-4 俯视图、左视图）；也可按向视图的形式配置并标注（图 4-4 中“A”）。
 局部视图的断裂边界应以波浪线表示。当所表达的局部结构具有完整封闭的轮廓特征时，波浪线可以省略不画，（图 4-4 中“A”）。

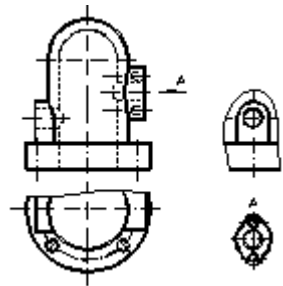


图 4-4 局部视图

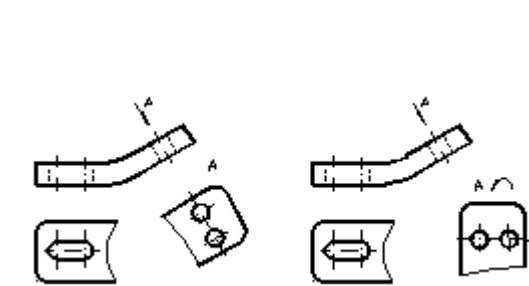


图 4-5 斜视图

4.1.4 斜视图

斜视图是将物体向不平行于基本投影面的平面投影所得的视图。

如图 4-5 所示, 机件的右上部斜板结构与基本投影面倾斜, 为了反映这部分结构的实形, 根据换面法原理, 选用一个平行于该倾斜结构的辅助投影面作图。

斜视图通常按向视图的形式配置并标注 (图 4-5a)。

必要时, 允许将斜视图旋转配置。

图 4-5 同时采用了斜视图和局部视图的表达方法。俯视图运用局部画法, 表达水平板部分结构实形; 对于这部分结构, 斜视图中则省略不画, 并用波浪线断开。

4.2 剖视图

4.2.1 剖视图的概念、画法及标注

(1) 基本概念

剖视图主要用来表达机件的内部结构。

假想用剖切面剖开物体, 将处在观察者和剖切面之间的部分移去, 而将其余部分向投影面投射所得图形称为剖视图, 也可简称剖视。如图 4-7 所示。

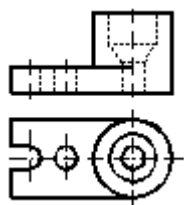


图 4-6 机件的视图

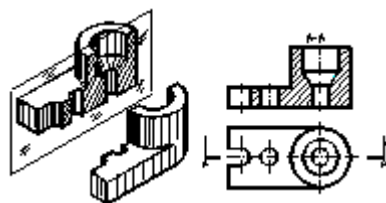


图 4-7 剖视图的形成

(2) 剖视图的基本画法

1) 确定剖切位置。如图 4-7a 所示。

2) 画剖视图轮廓线。

由于剖切方法是假想的, 当某个视图画成剖视后 (图 4-7b 主视图), 并不影响其它视图的完整性 (图 4-7b 俯视图)。

3) 画剖面符号。

不需要在剖面区域中表示材料的类别时, 可以采用通用剖面线表示。通用剖面线应以适当角度的细实线绘制, 最好与主要轮廓或剖面区域的对称线成 45° 角。在同一张图纸内同一机件的所有剖面线, 应保持方向与间隔一致。

(3) 剖视图的标注

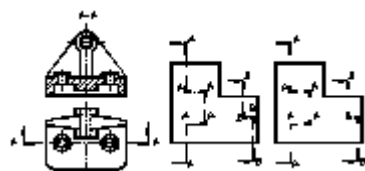


图 4-9 剖视图的标注

1) 完整标注。剖视图用剖切符号、剖切线和字母进行标注。

2) 省略标注。当剖视图按投影对应关系配置, 中间又没有其它图形隔开时, 可以省略剖切符号中的箭头。当单一剖切平面通过机件的对称平面且剖视图按投影关系配置, 中间又没有其它图形隔开时, 可以省略全部标注。因此图 4-7b 中剖视图可以不作标注。

4.2.2 剖视图的种类

(1) 全剖视图

用剖切面完全地剖开机件所得的剖视图，称为全剖视图。

(2) 半剖视图

当机件具有对称平面时，在垂直于对称平面的投影面上，以对称中心线为界，一半画成剖视，另一半画成视图，这样组成一个内外兼顾的图形，称为半剖视图。

一般不必画虚线。

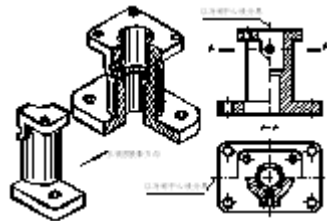


图 4-11 半剖视图

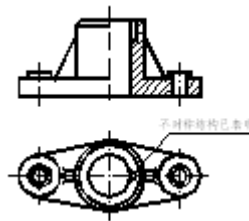


图 4-12 半剖视图

若机件形状接近于对称，且不对称部分已另有图形表达清楚时，也可画成半剖视图，见图 4-12。

(3) 局部剖视图

用剖切面局部剖开机件得到的剖视图称为局部剖视图。

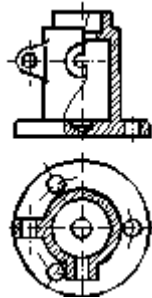
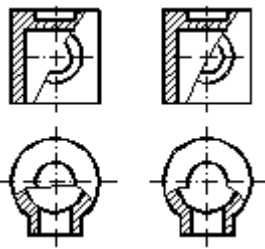


图 4-13



a) 正确 b) 错误

图 4-14 波浪线的正确画法

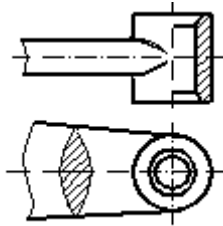
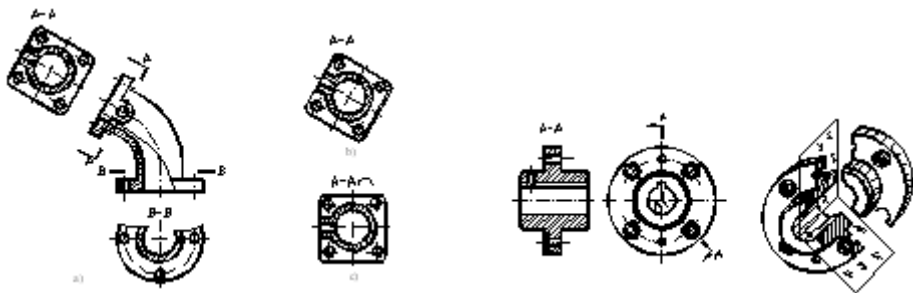


图 4-15 局部剖以中心线分界

4.2.3 剖切方法

(1) 单一剖切面



(2) 两个相交的剖切平面（交线垂直于某一基本投影面）——旋转剖

(3) 几个平行的剖切平面——阶梯剖

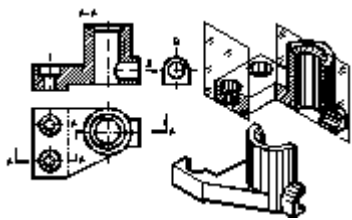
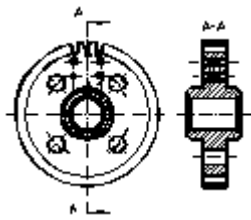


图 4-20 阶梯剖图



4-21 阶梯剖中出现不完整结构要素的情况

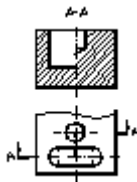


图 4-22 复合剖

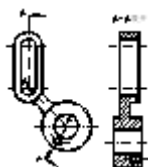


图 4-23 复合剖的展开画法

(4) 组合的剖切平面——复合剖

4.3 断面图

假想用剖切面将物体的某处切断，仅画出该剖切面与物体接触部分的图形叫断面图。断面图可以简称为断面，如图 4-24a 所示。

断面可分为移出断面和重合断面。

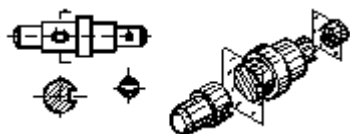
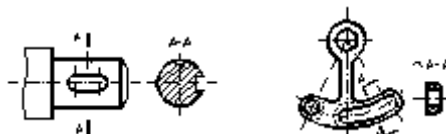


图 4-24 断面图



4-25 回转结构的断面

图 4-24 断面按剖视绘制

4.3.1 移出断面

画在视图范围以外的断面称为移出断面（图 4-24）。

(1) 移出断面的画法

- 1) 移出断面的轮廓线用粗实线绘制，剖面线方向和间隔应与原视图保持一致。
- 2) 移出断面应尽量配置在剖切符号的延长线上，必要时，也可布置在其它位置。
- 3) 当剖切平面通过回转面形成的孔、凹坑的轴线时，这些结构按剖视绘制（图 4-25、图 4-29）。当剖切平面通过非圆孔，会导致出现完全分离的两个剖面时，这些结构也应按剖视绘制，如图 4-26。

4) 对称的断面图形，可以配置在视图中断处，并且无需标注（图 4-27）。

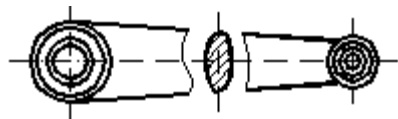


图 4-27 断面画在视图中断处



图 4-28 用两个相交平面剖切

5) 为了清楚表达断面实形，剖切面一般应垂直于机件的直线轮廓线或通过圆弧轮廓的中心，若需要由两个或多个相交平面剖切得到移出断面时，中间应断开，如图 4-28 所示。

(2) 移出断面的标注

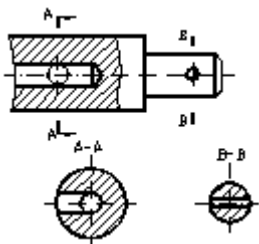


图 4-29 移出断面的标注

1) 完整标注:

2) 部分省略标注: 断面图形不对称, 但布置在剖切位置延长线上, 可以省略字母 (图 4-24)。断面图形不对称, 但移出断面与视图间保持了投影对应关系 (图 4-25); 以及断面图形对称, 但不布置在剖切位置延长线上 (图 4-29 中 B-B), 上述两种情况均可省略箭头。

3) 全部省略标注: 配置在剖切位置延长线上的对称的移出断面, 可全部省略标注, 如图 4-24a 中轴的右端销孔处。

4.3.2 重合断面

在不影响图形清晰的情况下, 将断面画在视图轮廓范围以内, 称为重合断面, 如图 4-30 所示。

(1) 重合断面的画法

重合断面的轮廓线用细实线绘制。当视图中的轮廓线与重合断面的轮廓线重合时, 视图中的轮廓线 (粗实线) 仍应画出, 不可间断 (图 4-30b)。

(2) 重合断面的标注

对称的重合断面不必标注, 用对称中心线作为剖切线, 如图 4-30a。不对称的重合断面 (图 4-30b), 需标注出剖切符号及箭头, 但不必标写字母。

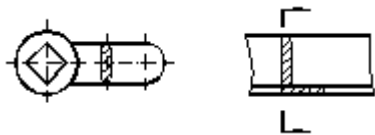


图 4-30 重合断面

4.4 其它表达方法

为了方便绘图和看图, 国家标准还规定了局部放大图和一些简化画法, 本节就其中常用的几项内容作简要说明。

4.4.1 局部放大图

将机件的部分结构用大于原图形所采用比例画出的图形, 称为局部放大图。

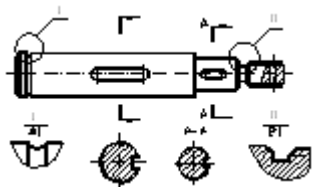


图 4-31 局部放大图

局部放大图可以画成视图、剖视、断面, 它与被放大部位的表达方式无关, 如图 4-31 中原图画外形视图, 局部放大图 (II) 则采用剖视画法。

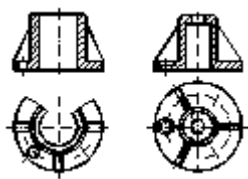


图 4-32 回转体机件上均匀分布的肋板及孔符号

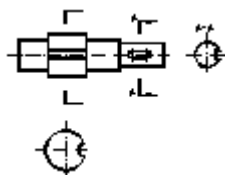


图 4-33 省略剖切符号

4.4.2 简化画法和其它规定画法

(1) 剖视中的规定画法

1) 当回转体机件上均匀分布的肋板、轮辐及孔等结构不处于剖切平面上时, 可将这些结构旋转到剖切平面上画出, 而不加任何标注, 见图 4-32。

2) 对于机件中的肋板、轮辐和薄壁等结构, 如按纵向剖切, 这些结构不画剖面符号, 而是用粗实线将它与其邻接的部分区分开 (图 4-32)。

3) 在不致引起误解的情况下, 剖切符号可以省略, 如图 4-33 所示的移出断面, 但剖切标注应符合规定。

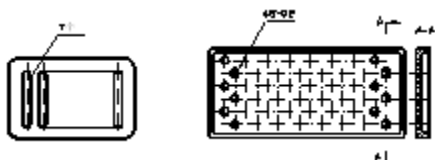


图 4-34 规律分布的相同孔和槽

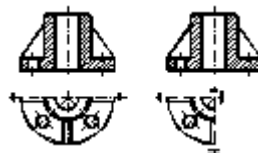


图 4-35 对称机件视图的简化

(2) 相同结构的简化

1) 当机件上具有若干相同结构 (齿、槽等) 并按一定规律分布时, 只需画出几个完整的结构, 其余用细实线连接, 在图中则必须注明该结构的总数 (图 4-34a)。

2) 机件上具有若干直径相同且成规律分布的孔 (圆孔、螺孔、沉孔等), 可以仅画出一个或几个, 其余用点画线表明其中心位置, 并在图中注明孔的总数 (图 4-34b)。

3) 在不致引起误解时, 对称机件的视图可以只画一半或四分之一, 并在中心线两端画出两条与其垂直的平行细线, 如图 4-35 所示。

4) 较长机件 (轴、杆、型材等) 沿长度方向的形状一致或按一定规律变化时, 可断开后缩短绘制, 但要标注实际尺寸 (图 4-36)。

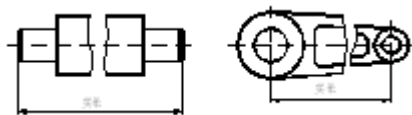


图 4-36 较长机件缩短画法作相贯线

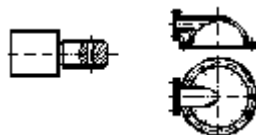


图 4-37 以直线或圆弧替代

(3) 小结构的简化

1) 在不致引起误解时, 图形中的过渡线、相贯线和截交线可以简化, 例如用圆弧或直线代替非圆曲线 (图 4-37、图 4-38)。

2) 图形中某些较小结构, 如在一个图形中已表示清楚时, 其它图形可以简化或省略 (图 4-38)。

3) 当图形不能充分表达平面时, 可用平面符号 (相交的两条细实线) 表示, 如图 4-39。

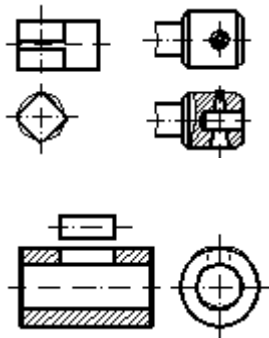


图 4-38 小结构的简化和省略

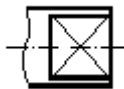


图 4-39 用符号

号表示平面图

4-40 对称结构的局部视图

4) 零件上对称结构的局部视图, 可按图 4-40 所示方法绘制, 并省略标注。

(4) 尺寸注法的简化

1) 标注尺寸时, 可以采用带箭头的指引线; 也可以采用不带箭头的指引线 (图 4-41)。

2) 标注尺寸时, 应尽可能使用符号和缩写词。

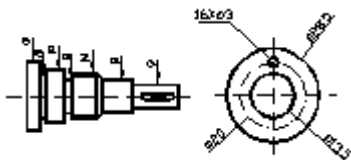


图 4-41 用指引线标注尺寸

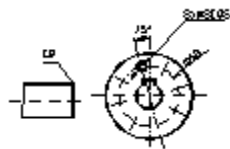


图 4-42 用符号和缩写词标注尺寸

4.5 表达方法综合运用举例

在选择确定一个机件的表达方案时, 首先应该认真对机件作形体及结构分析, 根据其形体特征和结构特点选好主视图, 其它视图和表达方法的选用要力求做到“少而精”, 即在完整、正确、清晰地表达机件全部结构特点的前提下, 选用较少数量的视图和较简明的表达方法, 达到方便作图及看图的要求。

同一机件可以有多种表达方案, 应通过分析比较选用其中较好的方案作图。

[例] 图 4-43 所示支架零件的三视图, 根据形体结构特征, 重新选用表达方案。

该支架主要由三部分组成, 上方为圆柱筒, 下部为倾斜的底板, 中间以十字肋相连接。底板在俯视、左视图中均不反映实形。

新的表达方案如图 4-44 所示, 仍采用原有三视图中的主视图, 但在上方圆柱筒和底板的四个小孔之一处, 做了局部剖; 左视图改画为局部视图, 不再画出非实形的底板; 去掉俯视图, 以 A 向斜视图表明底板的实形; 另外增加一个移出剖面, 表明十字肋板的断面形状。

与简单的三视图 (4-43) 相比, 新的表达方案 (图 4-44) 更加完整、清晰、简洁, 既方便画图和看图, 也有利于标注尺寸。

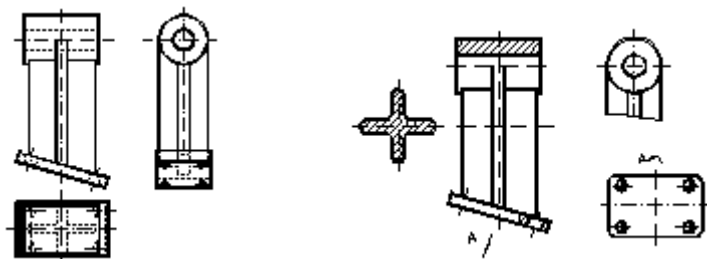


图 4-43 支架三视图
的新表达方案

图 4-44 支架

第五章 标准件和常用件

各种机械中广泛使用螺钉、螺栓、螺母、垫圈、键、销、滚动轴承等零件。为了便于组织专业化生产，对这些零件的结构、尺寸实行了标准化，故称它们为标准件。而另外一些虽经常使用，但只是结构定型、部分参数标准化的零件（如齿轮、弹簧），称为常用件。

5.1 螺纹（挂图、模型）

5.1.1 螺纹的形成、结构和要素

1. 螺纹的形成

一平面图形（如三角形、梯形、矩形等）绕一圆柱作螺旋运动，形成一螺旋体。这种螺旋体就是螺纹。由于平面图形不同，形成的螺纹形状也不同。

外螺纹，内螺纹。

内、外螺纹成对使用。

2. 螺纹的结构

图 5-2 画出了螺纹的末端、收尾和退刀槽。关于这些结构的参数，查阅附录附表

- (1) 螺纹末端
- (2) 螺纹收尾和退刀槽
- (3) 螺纹的要素
 - (1) 牙型
 - (2) 公称直径
 - (3) 线数 n
- (4) 螺距 P 和导程 S
- (5) 旋向

螺纹分左旋和右旋两种，工程上常用右旋螺纹。

在螺纹的上述五要素中，牙型、公称直径和螺距是决定螺纹的最基本要素，凡三要素符合标准的称为标准螺纹。而牙型符合标准，直径或螺距不符合标准的，称为特殊螺纹。对于牙型不符合标准的，如方牙螺纹，称为非标准螺纹。

螺纹五要素全部相同的内外螺纹才能旋合在一起。

5.1.2 螺纹的规定画法

国家标准《机械制图》GB4459.1—84 规定了在机械图样中螺纹和螺纹紧固件的画法。

1. 外螺纹的规定画法

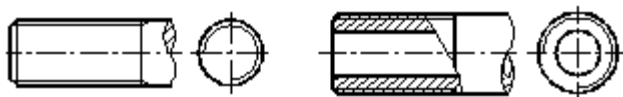


图 5-4 外螺纹的画法

2. 内螺纹的画法

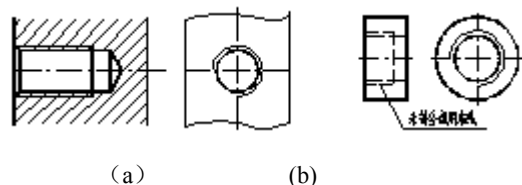


图 5-5 内螺纹的画法

当需要表示螺尾时，螺尾部分的牙底用与轴线成 30° 的细实线绘制，如图 5-6 所示

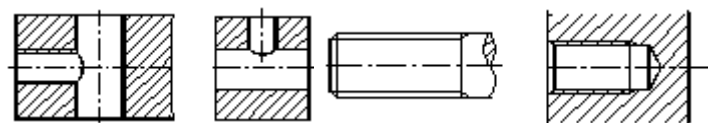


图 5-6 螺纹收尾的画法

图 5-7 螺纹孔中相贯线的画法

用剖视图表示螺纹孔相贯时，在钻孔处仍应画出相贯线。如图 5-7 所示。

锥螺纹及锥管螺纹的画法如图 5-8 所示，左视图按左侧大端螺纹画出，右视图按右侧小端螺纹画出。

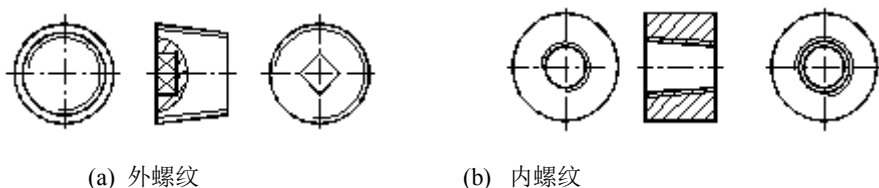


图 5-8 锥螺纹的画法

3. 内外螺纹连接的画法

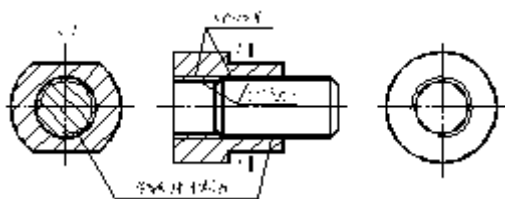


图 5-10 螺纹连接的画法

5.1.3 标准螺纹的种类、规定标记及其标注

1. 螺纹的种类

2. 标准螺纹的规定标记及其标注

(1) 普通螺纹的规定标注

如：M10—5g6g；如果代号相同，则只注一个代号。如：M10—7h。

螺纹公差带按短 (S)、中 (N)、长 (L) 如：M10—5g6g—S。特殊需要时，可注明旋合长度的数值，如：M10—5g6g—40。

5.2 常用螺纹紧固件的规定画法和标注（挂图、模型）

螺纹紧固件就是运用一对内、外螺纹的连接作用来连接和紧固一些零部件。常用的螺纹紧固件有螺钉、螺栓、双头螺柱、螺母和垫圈等，见图 5-11。

5.2.1 螺纹紧固件的标记及画法

螺纹紧固件的结构、尺寸均已标准化，并由有关专业工厂大量生产。因此对符合标准的螺纹紧固件，不需要画零件图，根据规定标记，就能在相应的标准中查出有关的尺寸。

表 5-2 是常用螺纹紧固件的视图、规定标记示例及比例画法。

从表中可以看出螺纹紧固件的规定标记一般格式为：

名称— 标准编号— 型式与尺寸、规格等 — 性能等级或材料及热处理— 表面处理

5.2.2 螺纹紧固件连接图的画法

按所使用的螺纹紧固件的不同，螺纹紧固件可分为螺栓连接、双头螺柱连接和螺钉连接等，而连接图的画法应符合下列基本规定：

- 1) 零件接触表面画一条线，不接触表面画两条线。
- 2) 零件邻接时，不同零件的剖面线方向应相反，或者方向一致但间隔有明显不同，同一零件在各个剖视图中的剖面线方向与间隔应一致。
- 3) 对于紧固件和实心零件（如螺钉、螺栓、螺母、垫圈、键、销、球及轴等），若剖切平面通过它们的基本轴线时，则这些零件都按不剖绘制，仍画外形。需要时，可采用局部剖。

1. 螺栓连接

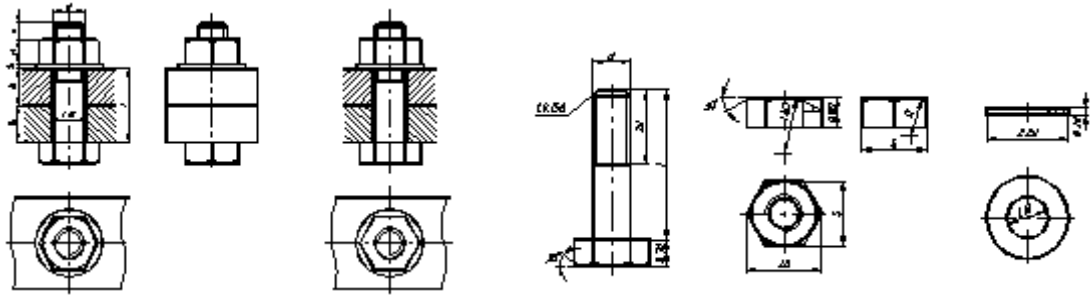
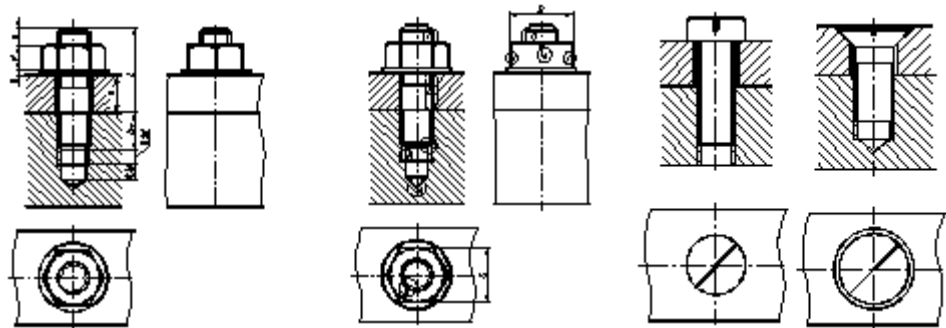


图 5-13 螺栓连接的画法

5-14 单个紧固件的画法

2. 双头螺柱连接



(a) 正确 (b) 错误

图 5-16 双头螺柱连接的画法

图 5-17

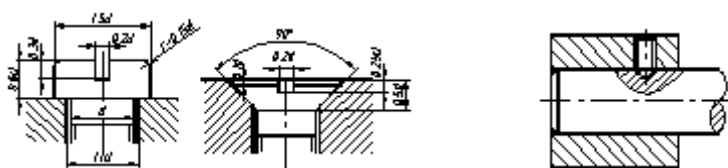
[解] 图 5-16b 圈出处的错误画法是：

- 1) 双头螺柱伸出螺母处，漏画表示螺纹小径的细实线。

- 2) 上部被连接零件的孔径，应比双头螺柱的孔径稍大(孔径 $\approx 1.1d$)，此处不是接触面应画两条粗实线。
- 3) 基座螺孔中表示螺纹小径的粗实线和表示钻孔的粗实线，未与双头螺柱表示小径的细实线对齐。
- 4) 剖面线应画到粗实线。
- 5) 钻孔底部的锥角应为 120° 。
- 6) 应有棱线（粗实线）。
- 7) 此处螺母的宽应和俯视图相等
- 8) 按投影此处为外螺纹，表示小径的细实线应画 $3/4$ 圈。

3. 螺钉连接

(1) 连接螺钉部分，螺钉上螺纹长度应大于旋入长度。



(a) 开槽圆柱头螺钉和盘头螺钉 (b) 开槽沉头螺钉

图 5-18 螺钉头部的近似画法

图 5-19 紧定螺钉连接的画法

5.3 齿轮的几何要素和规定画法（挂图、模型）

齿轮是广泛用于机器或部件的传动零件。齿轮的参数中只有模数、压力角已经标准化。

因

此它属于常用件。齿轮不仅可以用来传递动力，并且还能改变转速和回转方向。

- 1) 圆柱齿轮 通常用于平行两轴之间的传动；
- 2) 圆锥齿轮 常用于相交两轴之间的传动；
- 3) 蜗轮与蜗杆 常用于交错两轴之间的传动。

5.3.1 圆柱齿轮

1. 直齿圆柱齿轮各几何要素的名称、代号和尺寸计算

(1) 名称和代号

1) 节圆直径 d' 和分度圆直径 d 2) 分度圆齿距 P 和分度圆齿厚 S 3) 模数 m 4) 齿顶圆直径 d_a 限制齿轮齿顶的圆称齿顶圆，其直径用 d_a 表示；5) 齿根圆直径 d_f 限制齿轮齿根的圆称齿根圆，其直径用 d_f 表示。6) 齿高 h 、齿顶高 h_a 、齿根高 h_f 7) 压力角 α 8) 传动比 i 9) 中心距

2. 圆柱齿轮的规定画法

(1) 单个圆柱齿轮

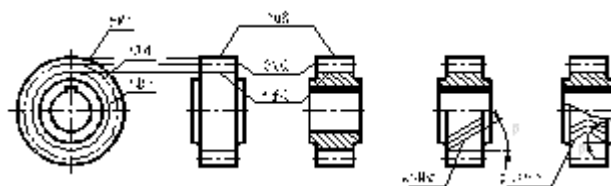


图 5-22 圆柱齿轮的规定画法

(2) 啮合的圆柱齿轮

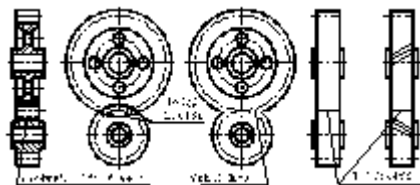


图 5-23 圆柱齿轮啮合的画法

5.4 键和销（挂图、模型）

5.4.1 键联结

键通常用来联结轴和装在轴上的传动零件（如齿轮、带轮等），起传递扭矩的作用。图 5-32 为普通平键联结，在轴和轮上均加工有键槽，将键嵌入。传动时，轴和轮子即可一起转动。

1. 键的种类和标记

键是标准件，常用的键有普通平键、半圆键和钩头楔键等。

2. 键联结的画法

(1) 普通平键

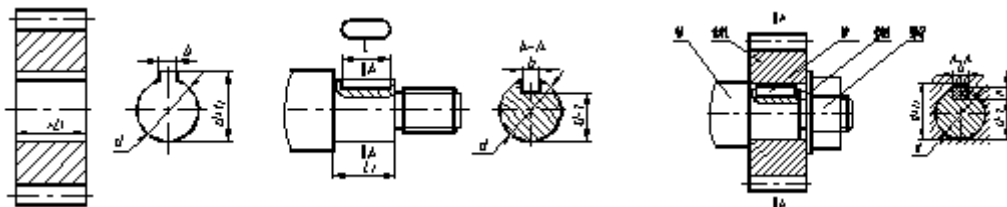


图 5-33 齿轮和轴上键槽的画法及尺寸注法

图 5-34 普通平键联结的画法

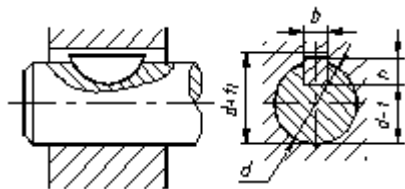


图 5-35 半圆键联结的画法

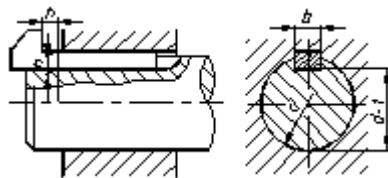


图 5-36 楔键联结的画法

(2) 半圆键联结

(3) 楔键

5.4.2 销连接

5.5 滚动轴承（挂图、模型）

5.6 弹 簧（挂图、模型）

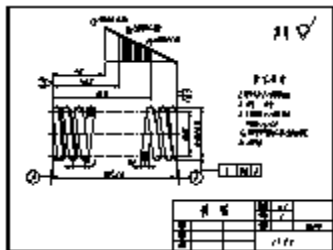


图 5-47 弹簧的零件图

第六章 零件图

6.1 零件图的内容

零件图是指导制造和检验零件的图样。因此，图样中必须包括制造和检验该零件时所需要的全部资料。图 6-1 是实际生产用的零件图，其具体内容如下：

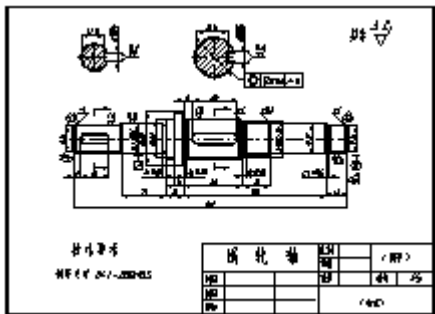


图 6-1 蜗轮轴的零件图

1. 一组视图
2. 全部尺寸
3. 技术要求
4. 标题栏

6.2 零件表达方案的选择

6.2.1 视图选择的原则

1. 主视图的选择

选择主视图时要考虑下列两个问题：

- (1) 安放位置
- (2) 投影方向

2. 其它视图的选择

主视图选定后，还需进行其它视图的选择。其它视图的选择原则是：

- 1) 在充分表示出零件内、外结构形状的条件下，宜选较少数量的视图，尽量避免多余视图。
- 2) 在选择其它视图的过程中，应优先采用基本视图和在基本视图上取剖视，争取将零件的主要结构形状在基本视图中表示出来。对尚未表达清楚的局部形状和倾斜结构，通过运用局部视图、斜视图和其它表达方法表示。
- 3) 要考虑合理地布置视图位置，使图样清晰美观又有利于图幅的充分利用。

6.2.2 表达方案选择的方法步骤

以 BJ-130 载重汽车的转向器壳体为例来说明。

1. 结构分析和形体分析

图 6-6 是转向器壳体的轴测图，从形体分析和结构分析来看，整个零件可分为六部分：

- a. 箱体 它是中空的，用来容纳螺母和扇形齿轮。它的主要形状上半部是长方形柱体，下半部的轮廓是由直线与圆弧组成的柱体。
- b. 圆柱筒 用来通过扇形齿轮轴。
- c. 带孔方板 位于箱体两侧，使螺杆轴穿过并安装其他零件。
- d. 面板 轮廓由圆弧及直线组成，凸出在箱体的左面，以便安装其他零件。
- e. 斜凸台 在箱体上方，上有螺孔以便加油，它的形状是由半圆柱与方柱组合而成。
- f. 突起部分 一种是圆柱体，另一种是球头圆柱体，它们主要是为了使钻孔处有足够的壁厚。

2. 选择主视图

如前所述，壳体类零件的主视图一般都按工作位置安放，而其投影方向则应充分显示出零件的形状特征。根据这个原则，我们选择图 6-6 中箭头所示方向作为主视图方向，同时主视图上取全剖视。这样就能表示出壳体上半部的断面形状（长方形）和下半部的圆柱筒，以及它们的相对关系，并表示了各处的壁厚。

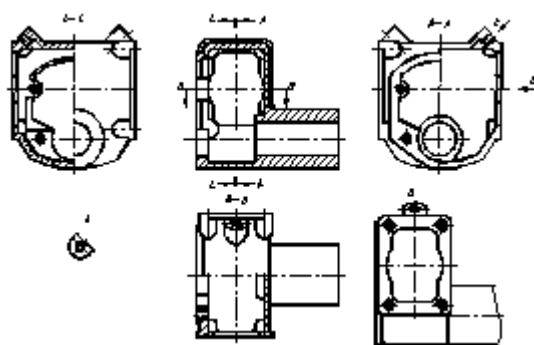


图 6-7 转向器壳体的表达方案

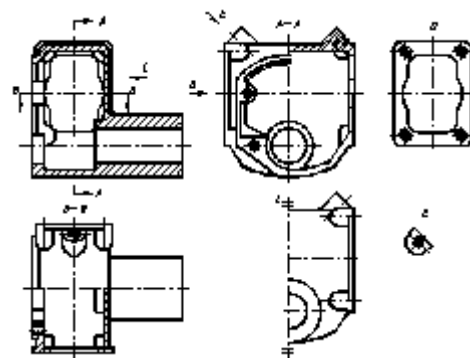


图 6-8 转向器壳体调整后的表达方案

3. 确定基本视图，表达主要部分

只有一个主视图还不能充分反映出主要部分的形状，所以加了一个带半剖视的左视图，以显示面板的形状、箱体左面的外形、斜凸台的位置和倾斜角度、安装螺母和扇形齿轮等零件的空腔形状等。还加了一个带 B—B 半剖视的俯视图，以表达面板、球头圆柱体突起、斜凸台等部分的相互关系和圆柱体突起在内部的位置等。

为了表示壳体右面的外形和面板里面的形状，还选取了一个带半剖视 C—C 的右视图。

4. 利用辅助视图，表达余下的部分（图 6-7）

主视图因为作了全剖视，方形的形状被剖掉了。所以加了一个局部视图 D 表示主视图的外形。还用斜视图 E 表示斜凸台端面的形状。

5. 进行调整、修改。

图 6-7 的表达方案，可以说满足了表达完全的要求，但还要进一步研究能否使表达方法更清晰和简练。经过分析，我们把表达方案调整成图 6-8 那样，即将右视图改为局部视图 C，只画出外形的一半，而面板里面的形状则改在左视图上用虚线表示。同时，局部视图 D 调整为只画出带孔方板形状，省去后面的部分，并按投影关系直接放在左视图的旁边，使看图更方便。

6.3 零件图中尺寸的合理标注

零件图上的尺寸注法，除了要求完整、清晰外还要求标注得合理。

6.3.1 正确地选择标注尺寸的基准。

1. 基准的概念

基准是指零件在机器中或在加工及测量时，用以确定其位置的一些面、线或点。

常用的基准有：基准面—底板的安装面，重要的端面，装配结合面，零件的对称面等；基准线—回转体的轴线。

2. 基准的选择

所谓选择基准，就是在标注尺寸时，是从设计基准出发，还是从工艺基准出发。

3. 理选择基准的要点

1) 相互关联的零件，在标注其相关尺寸时，应以同一个平面或直线（如接合面、对称中心平面、轴线等）作为尺寸基准。

2) 以加工面作为基准。但在同一方向内，同一加工表面不能作为两个或两个以上非加工面的基准。

3) 要求保证轴线之间的距离时，应以轴线为基准注出轴线之间的距离（图 6-11）。

4) 要求对称的要素，应以对称中心平面或中心线作为基准注出对称尺寸（图 6-12）。

6.3.2 遵守尺寸标注的原则

(1) 考虑尺寸配置，避免注成封闭的尺寸链

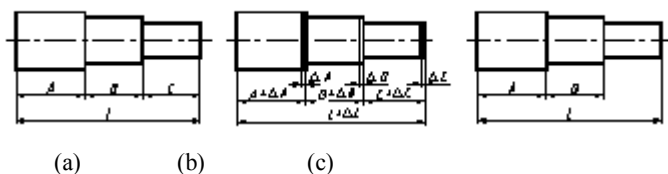


图 6-14 不应注成封闭的尺寸链

这时应根据需要把某一个环的尺寸用圆括号括起来，作为参考尺，使制造误差都集中到这个封闭环上去。从而保证重要尺寸的精度。

(2) 标注尺寸要尽量适应加工方及加工过程

(3) 标注尺寸应考虑加工的可能性

如图所示，右图中所注斜孔的定位尺寸是错误的，因为无法按此尺寸由大孔内部确定斜孔的位置

(4) 要便于测量 即所注的尺寸可以从图纸上直接读取，并能直接在零件上进行测量，而无需换算。图 6-17a 所示的一些例子是不容易量出其尺寸的，而图 6-17b 的注法就便于测量。

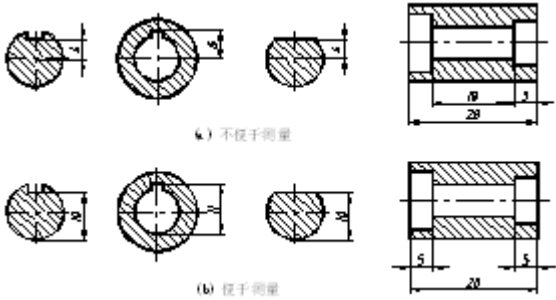


图 6-17 尺寸的标注要便于测量

6.3.3 合理标注零件尺寸的方法步骤

- (1) 合理选择尺寸基准。
- (2) 形体分析法、结构分析法补全尺寸（同时计算零件长、宽、高三个方向尺寸链是否正确）。

6.4 典型零件的视图选择和尺寸标注

根据零件的结构形状，大致可分成四类零件：

- (1) 轴套类零件——轴、衬套等零件；
 - (2) 盘盖类零件——端盖、箱盖、手轮等零件；
 - (3) 叉架类零件——拨叉、连杆、支座等零件；
 - (4) 箱体类零件——减速器箱体、泵体、阀体等零件；
- 一般来说，后一类零件比前一类零件复杂，因而零件图中的视图和尺寸也较多。

6.4.1 轴套类零件

1. 轴的表达分析

1) 主视图选择，一般将轴线横放，即把轴线画成水平。此外，如将键槽转向正前方，主视图即能反映键的形状和位置，如图 6-19。

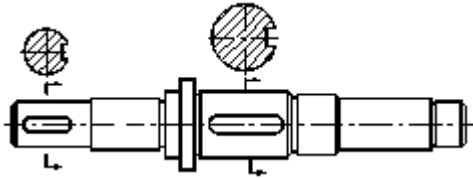


图 6-19 蜗轮轴的视图选择

2) 其它视图选择 由于轴的各段圆柱可以用尺寸 ϕ 来表示，因此不必画出其左视图或右视图。轴上的两个键槽在主视图上反映了它的长度和宽度，为了表示其深度，分别采用了移出剖面。这样蜗轮轴的全部结构形状已经表达清楚。

2. 轴的尺寸分析

轴套类零件的尺寸主要分为径向尺寸和轴向尺寸。

- 1) 主要的径向尺寸和基准。
- 2) 轴向主要尺寸和基准。

6.4.2 盘盖类零件

盘盖类零件包括手轮、皮带轮、齿轮、法兰盘、各种端盖等。这类零件的基本形状是扁平的盘状，常具有轴孔。这类零件与轴套类零件正好相反，一般是轴向尺寸较小，而径向尺寸较大。盘盖类零件一般用于传递动力和扭矩或起支承、轴向定位、密封等作用。

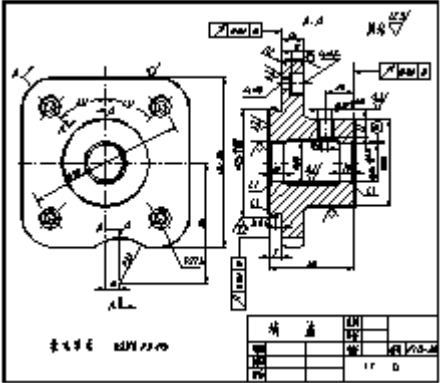


图 6-22 端盖零件图

1. 结构分析
2. 表达方法分析

(1) 主视图选择 端盖零件的主视图，可选用如图 6-22 所示的剖视图，也可选用图中作为右视图的外形视图。但经过比较，选用前者作为主视图较好，因为它采用了复合剖，显示了轴孔、凹腔、油杯孔、沉孔的形状及相对位置；并且也符合它主要的加工位置。

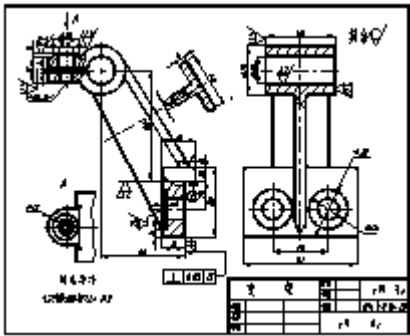
(2) 其他视图的选择 由于盘盖类零件经常带有各种形状的凸缘，均布的圆孔、沉孔和肋等局部结构，所以仅采用一个主视图还不能完整地表达零件。此时就需要增加其他基本视图，如左视图或右视图。在图 6-22 中就增加了一个右视图以显示带圆角及缺口的方形凸缘和四个均布的沉孔。

3. 尺寸分析

盘盖类零件的主要尺寸有径向尺寸和轴向尺寸。

6.4.3. 叉架类零件的零件图

叉架类零件包括各种用途的拨叉和支架。拨叉主要用在机床、内燃机等各种机器的操纵机构上，操纵机器、调节速度。支架主要起支撑和连接的作用。



6-23 支架的零件图

1. 结构分析
2. 表达方法分析

1) 主视图的选择 由于叉架类零件的毛坯形状复杂,加工位置多变,因此它的零件图一般按工作位置放置,而不考虑其加工位置。有些叉架类零件(如拨叉、连杆等)在机器上的工作位置正好处于倾斜状态,为了便于制图,也可将其位置放正,处于较正常状态进行绘图。如图 6-23 中支架是按工作位置绘制的,从主视图中可清晰地看出它的工作、固定和连接三部分的形状特征和相对位置。

2) 其他视图的选择 由于叉架类零件形状一般不很规则,又经常具有倾斜结构等,仅采用基本视图往往不能清晰地表达某些部分结构的详细形状,因此常采用局部视图、斜视图、剖面、局部剖视图和斜剖等表达方法。图 6-23 中支架的主、左视图均采用了局部剖视图。左上方夹紧工作部分的凸缘形状采用“A”局部视图来表达。T 形肋板的断面形状用两个分别垂直其两侧面的剖切平面而画出移出剖面,按规定将此两剖面画在一起,但中间断开。

3. 尺寸分析

6.4.4. 箱体零件的零件图

箱体类零件多为铸件,也有焊接件。一般可起支承、容纳、定位和密封等作用。

1. 结构分析

2. 表达方法分析:

图 6-25 是箱体的零件图。箱体按工作位置放置,沿蜗轮轴线方向作为主视图的投影方向。主视图和左视图分别采用阶梯剖视和全剖视图来表达三轴孔的相对位置。俯视图主要表达顶部和底部的结构形状以及蜗杆轴的轴孔。C 向视图表达左面箱壁凸台的形状和螺孔位置。B-B 局部剖视表达圆锥齿轮轴孔的内部凸台圆弧部分的形状。D 向视图表示底板底部凸台的形状。通过这几个视图已经把箱体的全部结构表达清楚。

3. 尺寸分析

箱体的结构比较复杂,尺寸数量较多,这里主要分析它的尺寸基准、轴孔的定位尺寸和主要尺寸。

6.5 常见零件结构的表达方法与尺寸标注

6.5.1 零件上的铸造工艺结构

1. 铸造圆角 如图 6-26 所示。

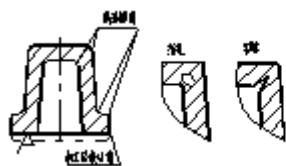


图 6-26 铸造圆角

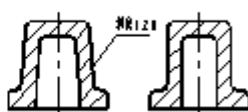


图 6-27 拔模斜度

在零件图上铸造圆角必须画出。铸造圆角半径大小须与铸件壁厚相适应。其半径值一般取 3~5 毫米,可在技术要求中作统一说明。

2. 拔模斜度

在翻砂造型时,为了便于在砂型中取模,在铸件沿拔模方向的内外壁上应有 1:20 的斜度,叫做拔模斜度,如图 6-27 (a) 所示。

拔模斜度的大小:木模常为 $1^{\circ} \sim 3^{\circ}$;金属模为 $0.5^{\circ} \sim 2^{\circ}$ 。因斜度很小,通常在图样上不画出,也不标注,如图 6-27 (b) 所示。

3. 铸件壁厚



(a) 壁厚均匀 (b) 逐渐过渡 (c) 产生缩孔和裂缝

图 6-28 铸件壁厚

4. 过渡线 由于铸件上有圆角、拔模斜度存在，这时零件表面的交线就不十分明显了，但为了增强图形的直观性，在相交处仍画出原有的交线，这种交线称为过渡线。

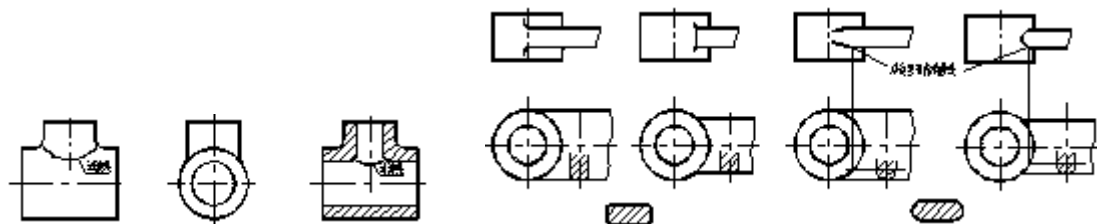


图 6-29 两圆柱相交时过渡线的画法

图 6-30 肋板与圆柱相交或相切时过渡线的画法

6.5.2 零件上的机械加工工艺结构

1. 倒角和倒圆 如图 6-31 所示。

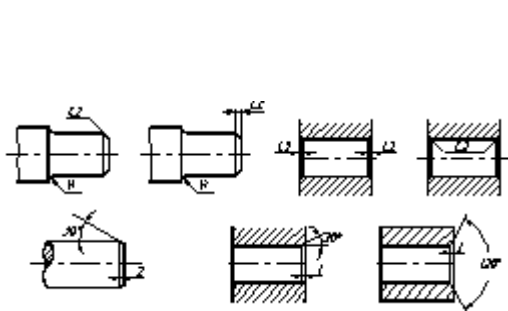


图 6-31 零件上倒角、倒圆及其尺寸注法

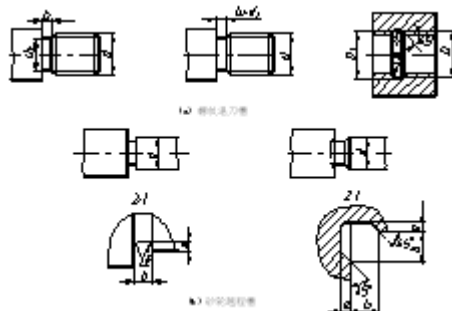


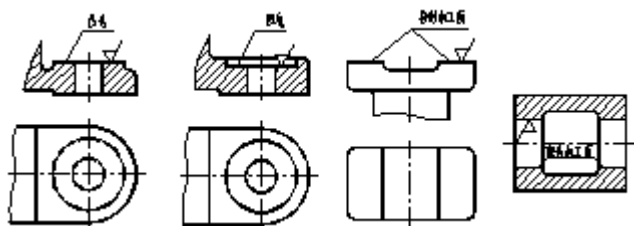
图 6-32 零件上的退刀槽、越程槽及其尺寸注法

2. 退刀槽和越程槽

3. 钻孔结构

4. 凸台和凹坑

为了保证零件间接触良好，零件上凡于其它零件接触的表面一般都要加工。但为了降低零件的制造费用，在设计零件时应尽量减少加工面。因此，在零件上常有凸台和凹坑结构。而且凸台应在同一平面上，以保证加工方便，如图 6-35 所示。



(a) 凸台 (b) 凹坑 (c) 凹槽 (d) 凹腔

图 6-35 凸台、凹坑等结构

6.6 零件图上的技术要求

6.6.1 表面粗糙度

1. 基本概念

零件在加工时，由于刀具在零件表面上留下的刀痕及切削分裂时表面金属的塑性变形等影响，使零件表面存在间距较小的轮廓峰谷。我们把这种具有较小间距和峰谷所组成的微观几何形状特性称为表面粗糙度。

2. 表面粗糙度的选用

3. 表面粗糙度的标注方法

1) 图样上表示零件表面粗糙度符号的画法、比例和尺寸，见图 6-37。

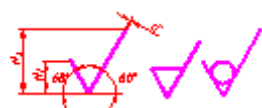


图 6-37 表面粗糙度符号的比例

2) 表面粗糙度在零件图中的标注方法及图例

表面粗糙度符号、应注在可见轮廓线、尺寸线、尺寸界线或者它们的沿长线上；符号的尖端必须从材料外指向表面；在同一张图样上，每一表面一般只标注一次符号、代号，并尽可能靠近有关的尺寸线。在表 6-8 中摘要列举了表面粗糙度的有关规定。

6.6.2 极限与配合

6.6.2.1 零件的互换性

为了提高劳动生产率，保证产品质量和降低成本，现代工业中通常采用专业化大协作生产，即分散制造，集中装配的方法，这就要求零件具有互换性。

所谓互换性，是指相同规格的零件，不经挑选和修配，就能顺利进行装配，并符合规定的使用性能要求的性质。

6.6.2.2 极限与配合的基本概念

1. 基本术语及定义

关于尺寸公差的一些名词术语，以图 6-39 圆柱孔尺寸 $\phi 20 \begin{smallmatrix} +0.013 \\ -0.008 \end{smallmatrix}$ 为例，作简要说明：

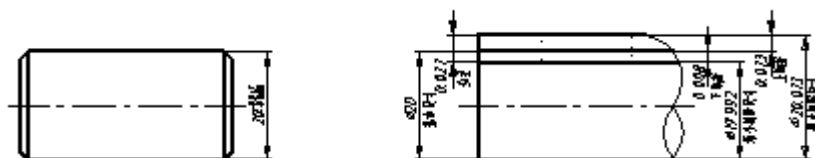
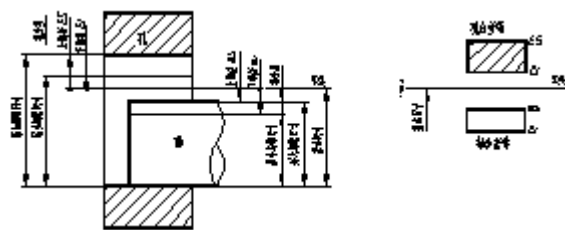


图 6-39 尺寸公差名词解释

(1) **基本尺寸** 它是设计时给定的尺寸。

(2) **极限尺寸** 允许尺寸变化的两个界限值，它是以基本尺寸为基数来确定的。尺寸偏差（简称偏差）某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差。

(3) **尺寸公差** 允许尺寸的变动量。它等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之差 $20.013 - 19.992 = 0.021$ ；也等于上偏差与下偏差之代数差的绝对值。尺寸公差一定为正值。



(a) 尺寸公差与偏差 (b) 公差带图

图 6-40 尺寸公差与偏差、公差带图

(4) 零线和公差带

2. 确定公差带的两个基本要素

公差带由标准公差和基本偏差两个基本要素确定的。

例如：

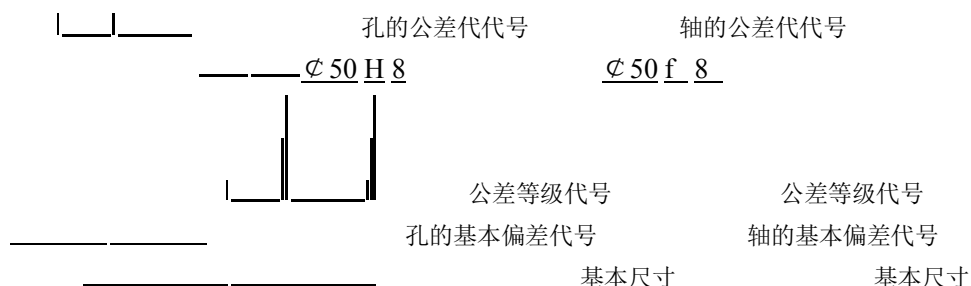


图 5-62 基本偏差系列

3. 配合的有关术语

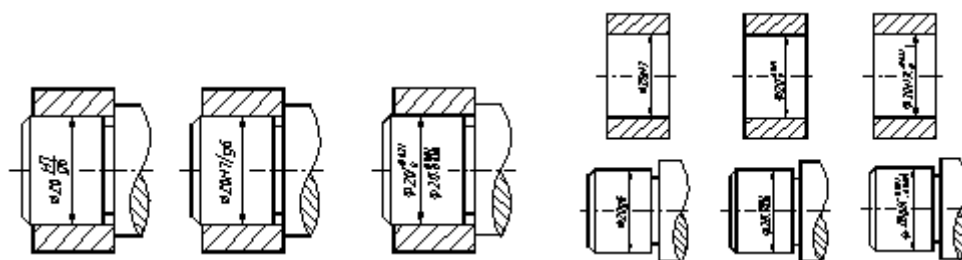
6.6.2.3 公差与配合的标注

1. 在装配图中的标注

在装配图上标注两个零件的配合关系有两种形式

标注公差代号 在基本尺寸的右边，用分数形式注出，分子为孔的公差带代号，分母为轴的公差代号。对于基孔制的基准孔基本偏差用 H 表示；对于基轴制的基准轴基本偏差用 h 表示，见图 6-48a。

标注极限偏差 尺寸线的上方为孔的极限偏差，尺寸线的下方为轴的极限偏差，图 6-48b。



(a) (b)

图 6-48 装配图中标注配合关系图

6-49 零件图中标注配合关系

2. 在零件图中的标注

在零件图上标注公差有三种形式：

- 1) 标注公差带的代号，
- 2) 标注极限偏差，
- 3) 同时标注公差带代号和相应极限偏差，这时偏差数值应加括号，如图 6-49 c 所示。

6.7 零件测绘

6.7.1 零件测绘的方法和步骤

- (1) 了解和分析测绘对象
- (2) 确定视图表达方案
- (3) 绘制零件草图

- 1) 布置视图, 画出各视图的轴线、对称线以及主要基准面的轮廓线;
- 2) 画各视图的主要部分投影;
- 3) 取剖视、剖面、画剖面线、画出全部细节;
- 4) 画出全部尺寸界线、尺寸线及箭头, 经仔细校核后, 将图线加深;
- 5) 标注量得的尺寸, 并确定技术要求, 填写标题栏;
- (4) 对画好的零件草图进行复核后, 再画零件图。

6.8 读零件图

6.8.1 读零件图的方法步骤

1. 概括了解

从标题栏内了解零件的名称、材料、比例和数量等, 同时联系典型零件的分类, 对这个零件有一个初步认识。

2. 分析视图, 想象形状

从图形配置了解所采用的表达方法。首先找到主视图, 然后弄清其它视图、剖视、剖面的投影方向和相互关系, 找出剖视、剖面的剖切位置。在此基础上, 再采用形体分析法逐个弄清零件各部分的结构和形状, 对于一些较难看懂的地方, 则运用线面分析法进行投影分析。同时, 也从设计和加工方面的要求, 了解零件的一些结构的作用。

1. 分析尺寸

先分析零件上长、宽、高三个方向的尺寸基准在什么地方, 从基准出发, 搞清哪些是主要尺寸, 然后用形体分析法找出各部分的定形、定位尺寸。

2. 分析技术要求

结合阅读零件表面的粗糙度, 尺寸公差、形位公差及其他技术要求, 以便弄清加工表面的尺寸和精度要求。

3. 归纳总结

阅读零件图以后, 把图形、尺寸和技术要求等联系起来进行综合分析, 并参阅有关技术资料, 得出零件的整体结构、尺寸大小和技术要求等的完整概念, 便于指导生产或加以改进。

6.8.2 读零件图举例

第七章 装配图

7.1 装配图的作用和内容

一张完整的装配图应包括以下四个方面的内容 (见图 7-1(c)):

1. 一组视图
2. 必要的尺寸
3. 技术要求
4. 标题栏、零件编号和明细表

7. 2 装配图的表达方法

前面讨论过的机件的各种表达方法，在表达部件的装配图中也同样适用。但由于部件是由若干零件所组成的，而部件装配图主要用来表达部件的工作原理和装配、连接关系，以及主要零件的结构形状，因此，与零件图相比，装配图还有其规定画法和特殊画法。

1. 视图、剖视图、剖面图等装配图中的应用
2. 规定画法

（1）相邻零件轮廓线的画法

相邻零件的接触面和基本尺寸相同的相互配合的工作面只画一条轮廓线；而对于不接触面，则必须画两条轮廓线。

（2）装配图中剖面符号的画法

零件的剖面符号，可按照“同同异异”的口诀：同一零件，在各个视图中剖面线的方向和间隔必须完全相同；相接触的两零件的剖面线方向应相反；三个或三个以上零件相接触时，第三个零件应采取不同的剖面线间隔，或者与同方向的剖面线错开。

（3）实心杆件、标准件的画法

对于实心杆件（如轴、连杆、拉杆、球、手柄、钩子等）及标准件（螺栓、螺钉、垫圈、螺母、键、销等），若剖切平面通过其轴线或对称线时，则这些零件只画外形，不画剖面线，如图 7-2 中的螺钉和键；如确实要表达其内部结构时，则可采用局部剖视。

3. 特殊画法

（1）拆卸画法

在装配图中，当一个或几个零件遮住了大部分装配体，此时可以假想将某些零件拆卸后画装配图，称为拆卸画法，注意在相应的视图上方标注“拆去零件 xx”。

（2）沿零件结合面剖切画法

假想沿某些零件的结合面剖开装配体绘制装配图；此时，与剖切面重合的结合面不画剖面符号；而被剖切到的零件的截断面要画剖面符号。

（3）单独表达某个零件

在装配图中，当某个零件的结构未表达清楚，且对装配关系有影响时，可以另外用视图单独表达该零件，且在该图的上方标注“零件 xxx 向”。在拆卸画法中，被拆卸的零件常常采用这种方法重新表达清楚。

（4）假想画法

为了表示与本部件有装配关系但又不属于本部件的其他零件、部件时，可采用假想画法，并将其他相邻零、部件用双点划线画出。

为了表示运动零件的运动范围或极限位置时，可先在一个极限位置上画出该零件，再在其他极限位置上用双点划线画出其轮廓。

（5）夸大画法

在装配体中，常有一些薄片零件、细丝弹簧、微小间隙、小锥度等，无法按实际尺寸将其准确画出，可以采用夸大画法。

(6) 展开画法

为了表达某些重叠的装配关系,如多级传动变速箱,为了表达齿轮传动顺序和装配关系,可以假想将空间轴系按其传动顺序展开在一个平面上,画出剖视图。这种画法叫展开画法。

(7) 简化画法

1) 在装配图中,零件的工艺结构,如圆角、倒角、退刀槽等允许不画。

2) 装配图中,对于螺纹连接等相同的零件组,在不影响理解的前提下,允许只画出其中一处,其余的只要用点划线表示其中心位置。

3) 在装配图中,表示滚动轴承时,允许一半用规定画法画出,另一半用通用画法画出。

7.3 装配图中的尺寸标注

装配图不是制造零件的直接依据。因此,装配图中不需注出零件的全部尺寸,而只需要标注一些必要的尺寸,进一步说明机器的性能、工作原理、装配关系和安装的要求。

1. 性能尺寸(规格尺寸)

2. 装配尺寸

(1) 配合尺寸

(2) 相对位置尺寸

3. 外形尺寸

表示机器或部件外形轮廓的总长、总宽、总高的尺寸。

4. 安装尺寸

机器或部件安装在地基上或与其他机器或部件相连时所需要的尺寸,就是安装尺寸。

5. 其他重要尺寸

在设计过程中经过计算确定或选定的尺寸,但又不包括在上述几类尺寸之中的尺寸,称为其他重要尺寸。这类尺寸在拆画零件图时应保证。

7.4 装配图中的技术要求

装配图中的技术要求主要为说明机器或部件在装配、检验、使用时应达到的技术性能和质量要求等。主要有如下几个方面:

1. 装配要求

装配时的注意事项和装配后应达到的指标等。如装配方法、装配精度等。

2. 检验要求

检验、实验的方法和条件及应达到的指标。如图 7-1c 中技术要求“进行水压实验”。

3. 使用要求

机器在使用、保养、维修时提出的要求。例如限速、限温、绝缘要求及操作注意事项等。

技术要求通常写在明细栏左侧或其他空白处,内容太多时可以另编技术文件。

7.5 装配图中的零、部件编号及明细栏

装配图上对每个零件或部件都必须编注序号,并填写明细栏,以便统计零件数量,进行生产的准备工作。同时,在看装配图时,也是根据序号查阅明细栏,以了解零件的主要信息,这样便于读装配图、拆画零件图和图样管理等。

1. 零、部件编号

(1) 序号应标注在图形轮廓线的外边,并将数字填写在指引线的横线上或圆圈内,横线或圆圈及指引线用细实线画出,也可将序号数字写在指引线附近。指引线应从所指零件的可见轮廓线引出,并在末端画一小圆点。序号数字要比装配图中的标注尺寸数字大一号或两号。若在所指部分内不宜画圆点时,可在指引线末端画出指向该部分轮廓的箭头。

(2) 指引线尽可能分布均匀,并且不要彼此相交,也不要过长。指引线通过有剖面线的区域时,要尽量不与剖面线平行,必要时可画折线,但只允许画一次,如图 7-7 所示。同一组紧固件和装配关系清楚的零件组,允许采用公共指引线,如图 7-8 所示。

(3) 每种零件在视图上只编一个序号,对同一标准部件(如油杯、滚动轴承、电机等),在装配图上只编一个序号。

(4) 序号要沿水平或竖直方向按顺时针或逆时针次序填写,如图 7-1(c) 所示。

(5) 为使全图美观整齐,在编注零件序号时,应先按一定位置画好横线或圆圈,然后再与零件一一对应,画出指引线。在同一装配图中编注序号的形式应一致。

(6) 常用的序号编排方法有两种:一是顺序编号法,即将装配图中所有零件按顺序进行编号;该法简单明了,适用于零件较少的情况,本章的图例均采用了这种方法。二是分类编号法,即将装配图中的所有标准件按其规定标记填写在指引线的横线处,而将非标准件按一定顺序编号。

2. 明细栏

明细栏是装配图中所有零件的一览表。画在标题栏的上方,如地方不够,也可在标题栏的左方在画一排,

7.6 常见装配结构

为了使零件装配成机器或部件后能达到性能要求,并考虑拆卸方便,对装配工艺结构应有合理的要求。下面介绍几种常见的装配工艺结构,供画装配图时参考。

7.6.1 接触面与配合面的结构

1. 相邻两零件在同一方向只能有一对接触面

2. 尽量减少加工面积

为保证两零件接触良好、降低加工费用及节省材料,应尽量减少加工面积。

7.6.2 螺纹连接结构

1. 沉孔和凸台

为了保证螺纹紧固件与被连接工件表面接触良好,常在被加工件上做出沉孔和凸台。如图 7-14 所示。

2. 通孔直径应大于螺纹大径

为了安装和拆卸方便,通孔直径要大于螺纹大径,如图 7-15 所示。

3. 螺纹连接合理结构

为了保证拧紧,要适当加长螺纹尾部,在螺杆上加工出退刀槽,在螺孔上作出凹坑或倒角。

4. 要留出装拆空间

为了便于装拆，要留出扳手活动空间和螺纹紧固件装拆空间。

5. 螺纹防松结构装置

机器在工作时，由于冲击、振动等作用，往往会使螺纹松动，甚至造成事故；为了防止松动，常采用图 7-19 所示的螺纹防松结构装置。

7.6.3 销定位结构

为保证机器或部件在检修时重装时相对位置的精度，常采用圆柱销或圆锥销定位，所以对销及销孔要求较高。为了加工销孔和拆卸销子方便，应尽量将销孔做成通孔，若只能做成盲孔时，应设有逸气口及起销装置，如图 7-20 所示。

7.6.4 滚动轴承装置结构

1. 滚动轴承的固定

2. 滚动轴承的调整

3. 防漏和密封

4. 滚动轴承的拆卸

7.7 部件测绘和装配图画法

7.7.1 部件测绘

在本书前面已经介绍了零件测绘的有关问题，这里主要介绍部件测绘的一般步骤和方法。部件测绘的一般步骤是：对测绘对象进行了解分析；拆卸；画装配示意图；测绘并零件草图；画装配图；拆画零件图等。

1. 了解分析部件

2. 拆卸部件

3. 画装配示意图

4. 测绘零件草图

5. 画装配图

6. 由装配图拆画零件图

7. 整理有关资料

这样，就可以绘制整理出一套完整的图样等技术资料，完成部件的测绘

7.7.2 画装配图

根据测绘出的装配示意图和零件草图，清晰地画出装配图，以表达部件并作为以后使用的技术资料。下面介绍画图的方法和步骤。

1. 确定表达方案

(1) 选择主视图

(2) 确定其它视图

2. 选比例、定图幅

3. 画底稿

(1) 合理布图，定基准。

(2) 画底稿

4. 标注尺寸。

5. 零件编号、填写明细栏、标题栏和技术要求。

7.8 读装配图

1. 读装配图要了解的内容

- (1) 了解机器或部件的性能、用途和工作原理。
- (2) 搞清楚各零件的名称、数量、材料及其主要结构形状和在机器或部件中的作用。
- (3) 了解各零件间的装配关系及机器或部件的拆装顺序。
- (4) 对复杂的机器或部件还要搞清楚各系统的原理和构造。如润滑系统、密封装置和安全装置等。

2. 读装配图的方法和步骤

下面以图 7-30 所示虎钳为例，说明读装配图的方法和步骤。

- (1) 概括了解
- (2) 视图分析
- (3) 工作原理和零件间装配关系
- (4) 尺寸分析
- (5) 零件分析

1) 根据零件序号对照明细栏，找出零件的规格、数量、材料，确定零件在装配图中的位置，并帮助了解零件的作用。

2) 借助直尺、圆规，按投影关系找出某零件的其它视图，即可判别零件的结构形状。

3) 根据零件剖面线的方向和间隔的异同，区分零件的轮廓范围。

4) 根据装配图上所标注的配合代号，可以了解零件间的配合关系。

5) 根据常用零件、紧固件和常见结构的规定画法，可以识别有关零件，如齿轮、螺钉、轴承、密封结构等。

6) 利用相互联接零件的接触面形状大致相同的特点；利用一般零件的结构对称的特点，特别是回转体以轴线为对称线的性质，可以帮助想象零件的结构形状。

(6) 归纳总结

7.9 由装配图拆画零件图

1. 拆画零件图的要求

(1) 画图前，必需认真阅读装配图，全面了解设计意图，弄清楚工作原理、装配关系、技术要求和每个零件的结构形状。

(2) 画图时，不但要从设计方面考虑零件的作用和要求，而且还有从工艺方面考虑零件的制造和装配，应使所画的零件图符合设计和工艺要求。

2. 拆画零件图的步骤

(1) 零件分类

根据零件编号和明细栏，了解整台机器或部件所含零件的种数，然后将它们进行如下分类：

1) 标准件：标准件大部分属于外购件，不需要画出零件图，只要将它们的序号及规定的标记代号列表即可。

2) 常用零件：常用件要画零件图，其尺寸按装配图提供的或设计计算的结果来绘图（例如齿轮等）。

3) 一般零件：一般零件是拆画零件图的主要对象。其中有一些借用件或特殊件等，往往有现成的零件图可以借用，则不必在画零件图。

（2）分离出零件

分离零件是拆画零件图关键的一步，它是在读懂装配图的基础上，按照零件各自真实结构和形状将其从装配图中分离出来，既不能丢失，也不能额外增加部分结构。具体拆卸时参考前面分析零件的方法。

（3）确定表达方案

拆画零件图时，零件的表达方案是根据零件的结构形状特点考虑的，不强求与装配图一致。在多数情况下，壳体、箱体类零件主视图所选的位置可以与装配图一致。这样，绘图方便，装配机器时也便于对照，如钳座。对于轴套类零件，一般按加工位置选取主视图。如螺杆水平放置。

（4）零件结构形状处理

1) 补画在装配图中被遮去的结构和线条，可以利用零件对称性、常见结构的特点加以想象。

2) 在装配图上允许不画的某些标准结构（如倒角、圆角、退刀槽等），在零件图中要补画出来。

3) 有些在装配图中没有必要表达清楚的结构，在拆画零件图时，必须从设计和工艺的要求，将这些结构全部表达清楚。如图 7-32 和图 7-33 的例子。

4) 在装配机器时，有些零件因铆合连接或卷边连接而变形，拆画零件图时要画出零件变形前的形状。如图 7-34 和图 7-35 的例子。

（5）零件图的尺寸来源

1) 抄：

2) 查：

3) 算：

4) 量：

（5）零件图中技术要求的确定

（6）检查完成全图

3. 拆画零件图举例

以拆画图 7-36 柱塞泵装配图中的泵体 6 为例，说明拆画零件图时应注意的几个问题。

（1）确定表达方案

（2）补全零件的结构

（3）标注尺寸

（4）确定技术要求

教学大纲	第八章 标准件和常用件		学时
	1．螺纹的形成，要素，种类，规定画法，标注，螺纹上的常见结构，螺纹的测绘		2
	2．螺栓连接，双头螺柱连接，螺钉连接		2
	3．键联接		2
	4．圆柱销连接，圆锥销连接，开口销连接		
	5．齿轮的基本知识，圆柱齿轮，圆锥齿轮，蜗杆和蜗轮画法		2
	6．弹簧的种类，圆柱螺旋压缩弹簧画法		2
	7．滚动轴承的代号，滚动轴承的简化画法		
	8. 焊接图举例		
教学目的和 要求	本章中的螺纹连接、齿轮啮合、键联结等所涉及的知识已不是单独的零件，而是逐渐向部件过渡的典型装配结构，其目的是为下一步学习装配图打下基础，要熟练掌握这些装配结构的规定画法。		
重点难点	本章的重点介绍了螺纹连接、键联结、齿轮、轴承、弹簧等常用件和标准件的规定画法。难点是螺纹连接和轴承的规定画法，学习本章时要注意对国家标准的正确理解和一些标准数据的查阅方法。		
知识点 教学安排		知识点	教学方法
	第一讲	一、螺纹及螺纹联接 （1）螺纹参数 （2）螺纹的规定画法 （3）螺纹尺寸标注	课件
	第二讲	（4）螺纹联接件	
	第三讲	二、键联接 （1）普通平键联接	课件

		(2) 半圆键联接 (3) 钩头楔键 (4) 花键 (5) 测绘轴	
	第四讲	三、齿轮 (1) 齿轮各部分的名称和参数 (2) 直齿圆柱齿轮的规定画法 (3) 斜齿圆柱齿轮的规定画法 (4) 直齿圆锥齿轮的画法 (5) 测绘齿轮	课件
	第五讲	四、滚动轴承 (1) 滚动轴承的分类 (1) 滚动轴承的画法 (2) 滚动轴承的代号	画模型

【内容概要】本章的重点介绍了螺纹连接、键联结、齿轮、轴承、弹簧等常用件和标准件的规定画法。难点是螺纹连接和轴承的规定画法，学习本章时要注意对国家标准的正确理解和一些标准数据的查阅方法。此外，本章中的螺纹连接、齿轮啮合、键联结等所涉及的知识已不是单独的零件，而是逐渐向部件过渡的典型装配结构，其目的是为下一步学习装配图打下基础，要熟练掌握这些装配结构的规定画法。

第一讲 螺纹及螺纹联结

1. 1. 知识要点

- (1) (1) 螺纹参数
- (2) (2) 螺纹分类
- (3) (3) 螺纹的规定画法
- (4) (4) 螺纹尺寸标注

2. 2. 教学手段

利用课件和实物模型讲解螺纹的形成和参数，对螺纹的分类重点分清管螺纹和普通螺纹，螺纹的规定画法要详细讲解，把各种表达方法讲解清楚。

3. 3. 课前准备

准备螺纹车刀、丝锥、外螺纹和内螺纹零件模型。

4. 4. 教学内容

(1) 螺纹参数

①牙型：在通过螺纹轴线的剖面上，螺纹的轮廓形状称为牙型。相邻两牙侧面间的夹角称为牙型角。常用普通螺纹的牙型为三角形，牙型角为 60° 。

②大径、小径和中径：大径是指和外螺纹的牙顶、内螺纹的牙底相重合的假想柱面或锥面的直径，外螺纹的大径用 d 表示，内螺纹的大径用 D 表示。小径是指和外螺纹的牙底、内螺纹的牙顶相重合的假想柱面或锥面的直径，外螺纹的小径用 d_1 表示，内螺纹的小径用 D_1 表示。在大径和小径之间，设想有一柱面（或锥面），在其轴剖面内，素线上的牙宽和槽宽相等，则该假想柱面的直径称为中径，用 d_2 (或 D_2) 表示。(如图 8-1 所示)

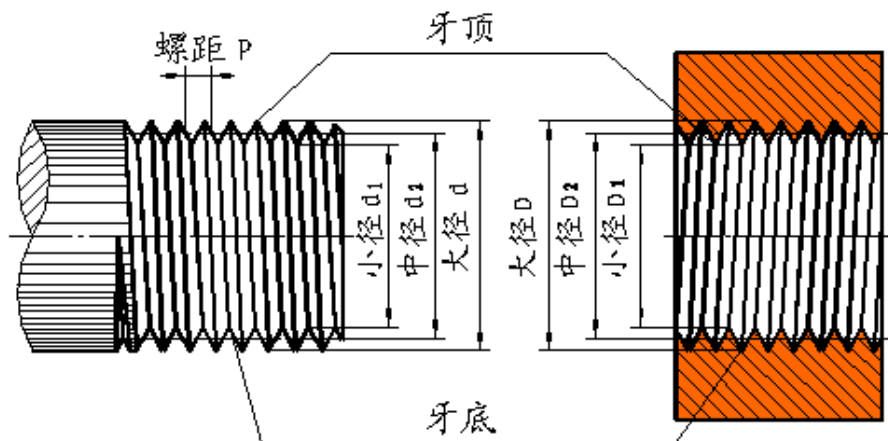


图 8-1 螺纹参数

③线数：形成螺纹的螺旋线的条数称为线数。有单线和多线螺纹之分，多线螺纹在垂直于轴线的剖面内是均匀分布的。

④螺距和导程：相邻两牙在中径线上对应两点轴向的距离称为螺距。同一条螺旋线上，相邻两牙在中径线上对应两点轴向的距离称为导程。线数 n 、螺距 P 、导程 S 之间的关系为： $S=n \cdot P$

⑤旋向：沿轴线方向看，顺时针方向旋转的螺纹成为右旋螺纹，逆时针旋转的螺纹称为左旋螺纹。

螺纹的牙型、大径、螺距、线数和旋向称为螺纹五要素，只有五要素相同的内、外螺纹才能互相旋合。

(2) 螺纹的规定画法

① 外螺纹的规定画法 如图 8-2 所示，外螺纹的牙顶用粗实线表示，牙底用细实线表示。在不反映圆的视图上，倒角应画出，牙底的细实线应画入倒角，螺纹终止线用粗实线表示，螺尾部分不必画出，当需要表示时，该部分用与轴线成 15° 的细实线画出，在比例画法中，螺纹的小径可按大径的 0.85 倍绘制。在反映圆的视图上，小径用 $3/4$ 圆的细实线圆弧表示，倒角圆不画。常见错误画法见图 8-3

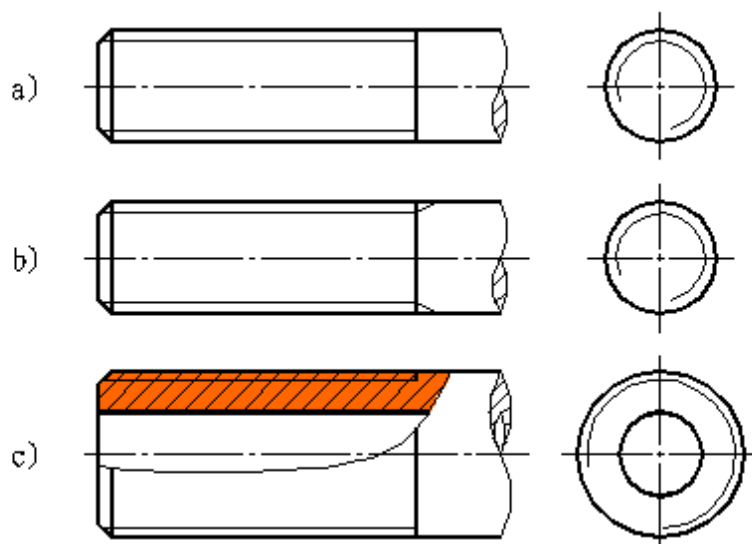


图 8-2 外螺纹规定画法

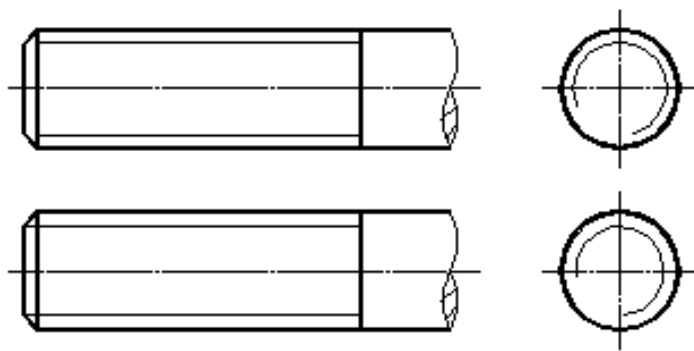


图 8-3 外螺纹常见错误画法

②内螺纹规定画法 在采用剖视图时，内螺纹的牙顶用细实线表示，牙底用粗实线表示。在反映圆的视图上，大径用 $3/4$ 圆的细实线圆弧表示，倒角圆不画。若为盲孔，采用比例画法时，终止线到孔的末端的距离可按 0.5 倍的大径绘制，钻孔时在末端形成的锥面的锥角按 120° 绘制（图 8-4）。需要注意的是，剖面线应画到粗实线。其余要求同外螺纹。常见的错误画法见图 8-5

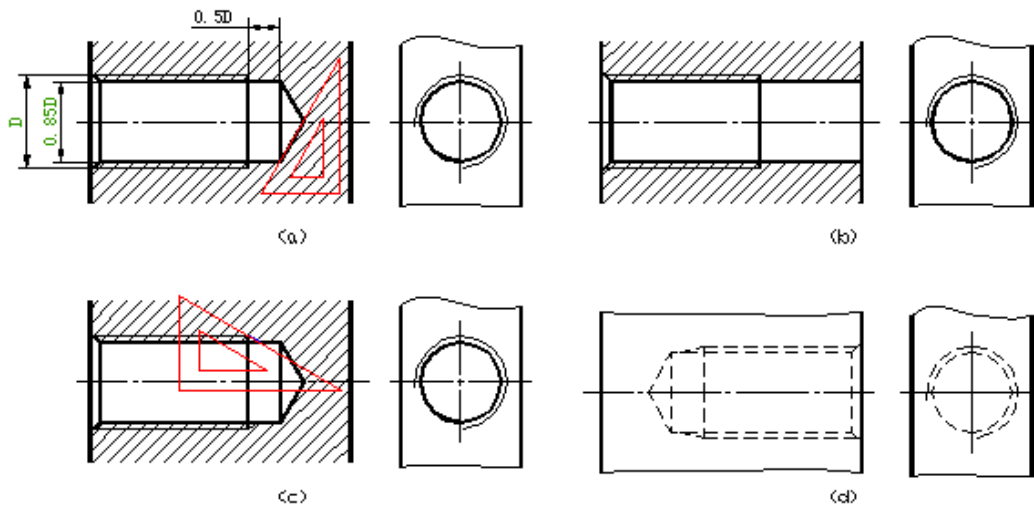


图 8-4 内螺纹规定画法

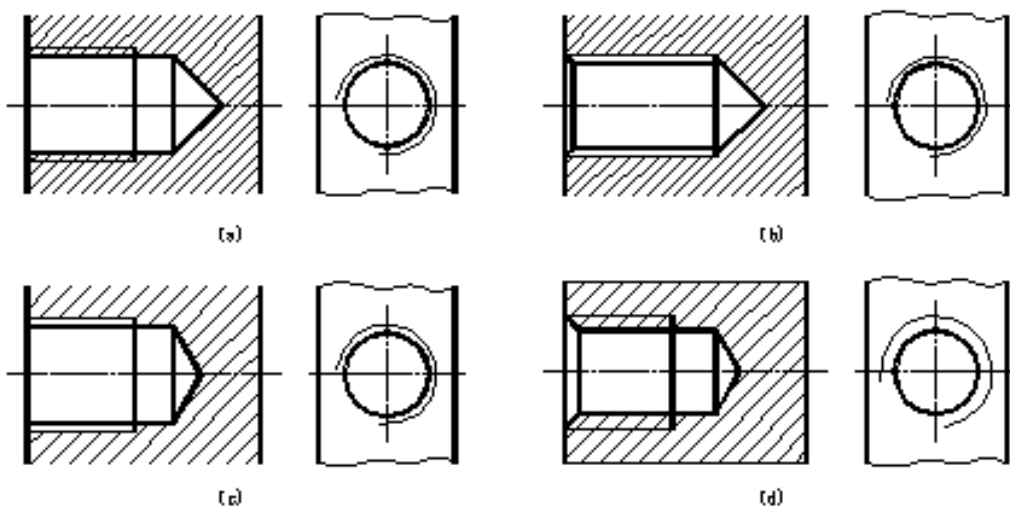


图 8-5 内螺纹常见错误画法

③内、外螺纹的旋合画法（图 8-6） 在剖视图中，内、外螺纹的旋合部分应按外螺纹的规定画法绘制，其余不重合的部分按各自原有的规定画法绘制。必须注意的是，

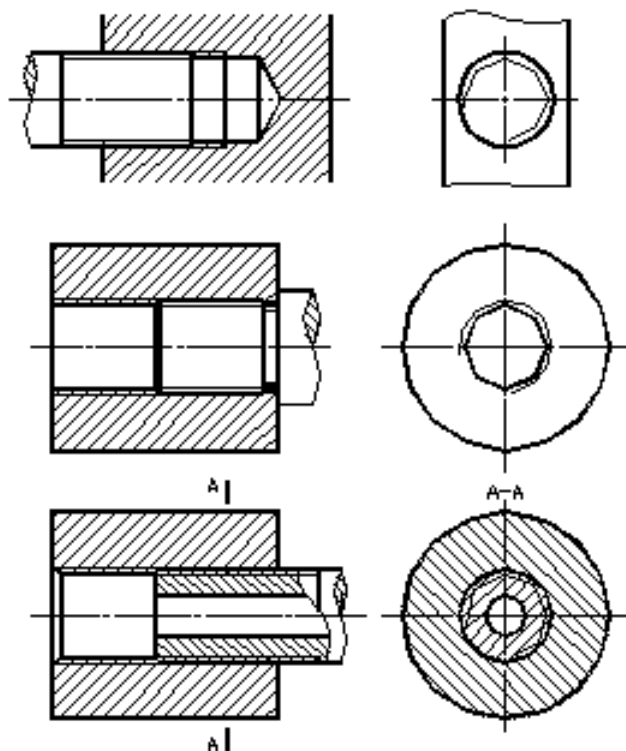


图 8-6 内、外螺纹旋合画法

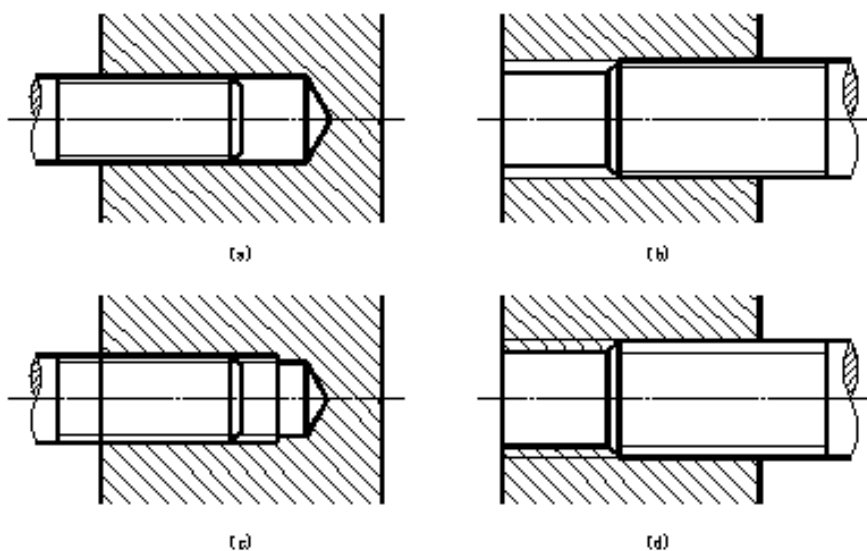


图 8-7 旋合画法中的常见错误

表示内、外螺纹大径的细实线和粗实线，以及表示内、外螺纹小径的粗实线和细实线应分别对齐。在剖切平面通过螺纹轴线的剖视图中，实心螺杆按不剖绘制。旋合画法中的常见错误见图 8-7。

（3）螺纹尺寸标注

①普通螺纹的尺寸标注（图 8-8） 普通螺纹的尺寸由螺纹长度、螺纹工艺结构尺寸和螺纹标记组成，其中螺纹标记一定要注在大径上。完整的螺纹标记如下：

特征代号 公称直径 × 螺距 旋向 - 中径公差代号 顶径公差代号 旋合长度代号

普通螺纹的牙型代号为 M，有粗牙和细牙之分，粗牙螺纹的螺距可省略不注；中径和顶径的公差带代号相同时，只标注一次；右旋螺纹可不注旋向代号，左旋螺纹旋向代号为 LH；旋合长度为中型(N)时不注，长型用 L 表示，短型用 S 表示。

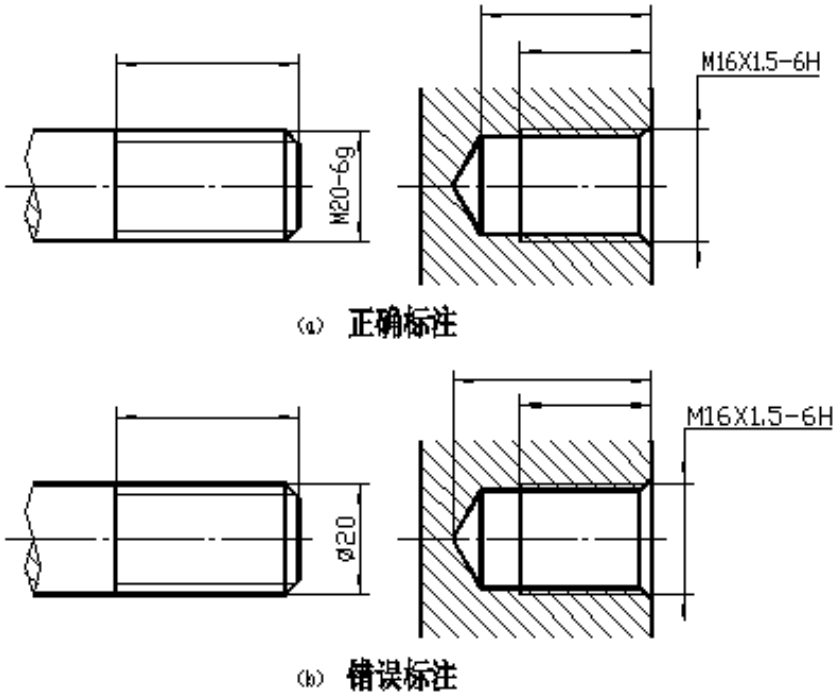


图 8-8 螺纹尺寸的标注

②管螺纹的尺寸标注 管螺纹分为用螺纹密封管螺纹和非螺纹密封管螺纹。管螺纹的尺寸引线必须指向大径，其标记组成如下：

- 密封管螺纹代号：特征代号 尺寸代号 - 旋向代号
- 非密封管螺纹代号：特征代号 尺寸代号 公差等级代号 — 旋向代号
- 需要注意的是，管螺纹的尺寸代号并不是指螺纹的大径，其参数可由相关手册中查出。

表 8-1 管螺纹的尺寸标注

非螺纹密封管螺纹 特征代号 G	螺纹密封管螺纹		
	圆锥外螺纹 特征代号 R	圆锥内螺纹 特征代号 Rc	圆柱内螺纹 特征代号 Rp

5. 作业 习题集中的螺纹画法练习。

第二讲 螺纹联接件

1. 1. 知识要点

- (1) (1) 螺栓联接
- (2) (2) 螺柱联接
- (3) (3) 螺钉联接

2. 2. 教学方法

对六角头螺栓和螺母的画法要介绍比例画法和简化画法,要说明螺母比例画法也适用于非标准件,本讲比较枯燥乏味,讲解时要注意把规定画法和投影关系结合起来。以螺栓为主,螺钉和螺柱为辅。螺钉联接以圆柱头和沉头螺钉为主。

3. 3. 课前准备

准备螺栓、螺钉、螺柱联接件各一套。

4. 4. 教学内容

- (1) (1) 螺栓联接

螺栓联接的紧固件有螺栓、螺母和垫圈。紧固件的画法一般采用比例画法绘制,即以螺栓上螺纹的公称直径(大径 d)为基准,其余各部分的结构尺寸均按与公称直径成一定比例关系绘制。螺母和垫圈的比例画法见图 8-9,螺栓的比例画法见图 8-10,螺栓联接的画图步骤见图 8-11,其中 $l=t_1+t_2+0.15d+0.8d+0.2d$,然后查表取标准值。

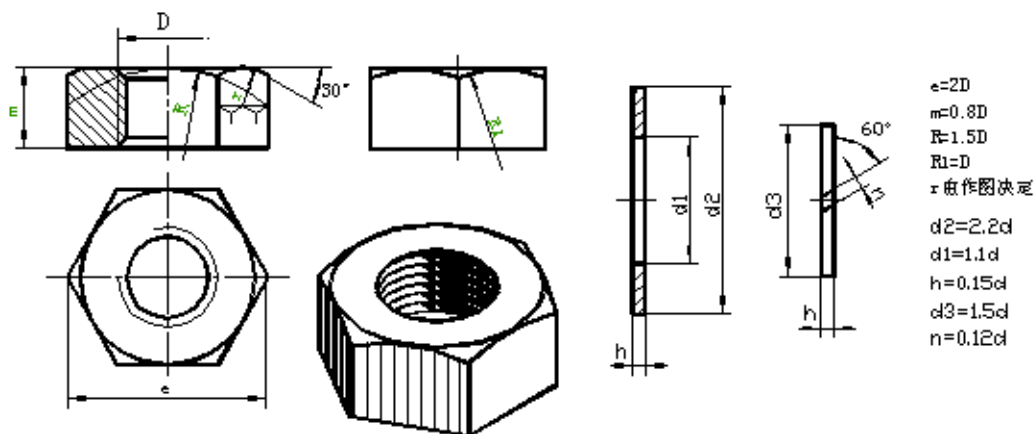


图 8-9 螺母和垫圈的比例画法

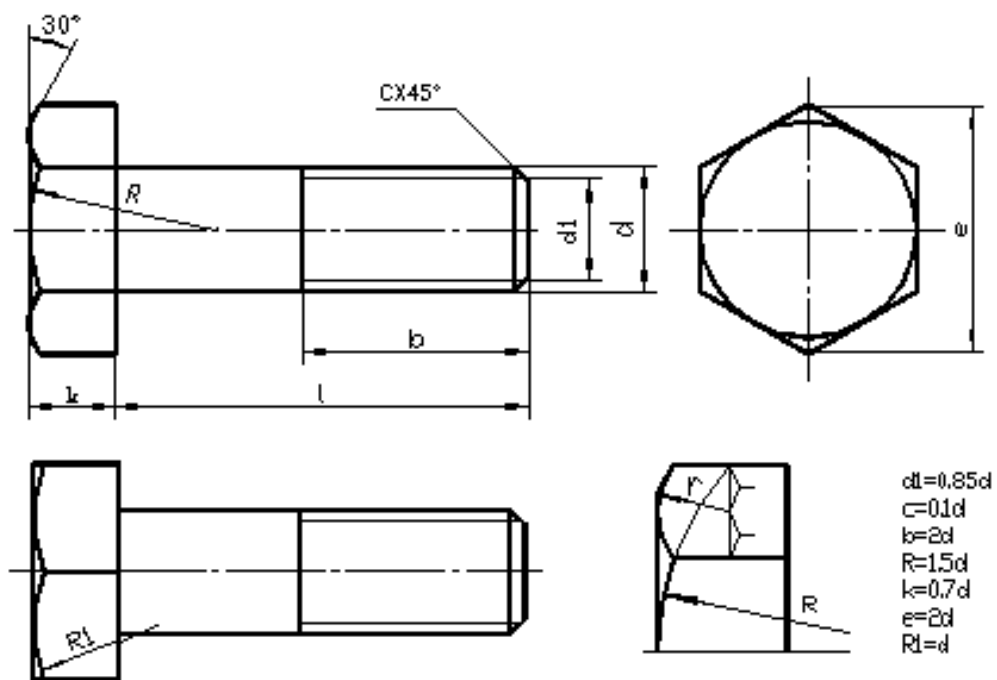


图 8-10 螺栓的比例画法

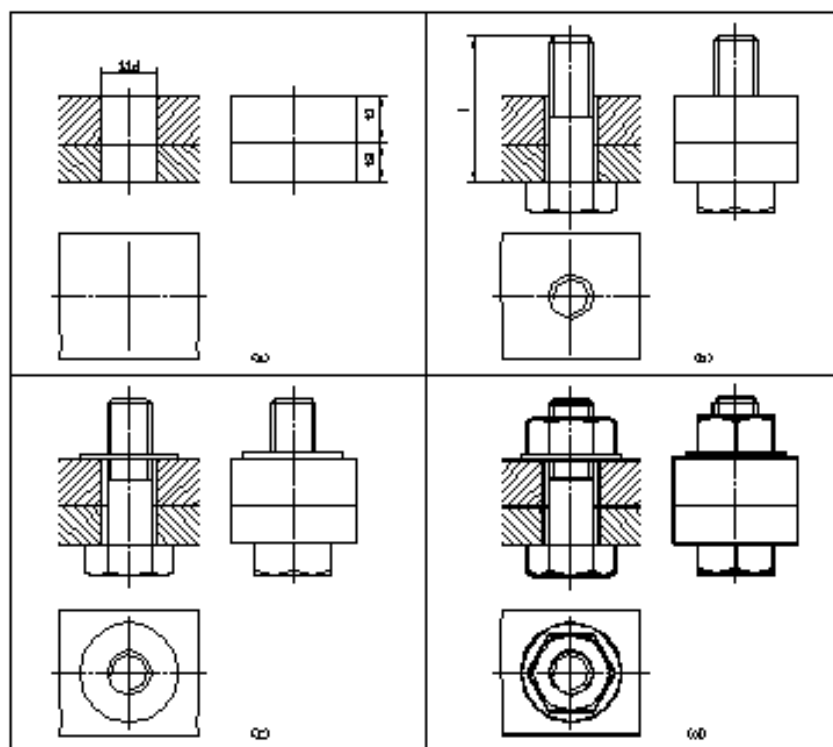


图 8-11 螺栓联接的画图步骤

(2) (2) 钉联接圆柱头螺钉和沉头螺钉得到比例画法见图 8-12。

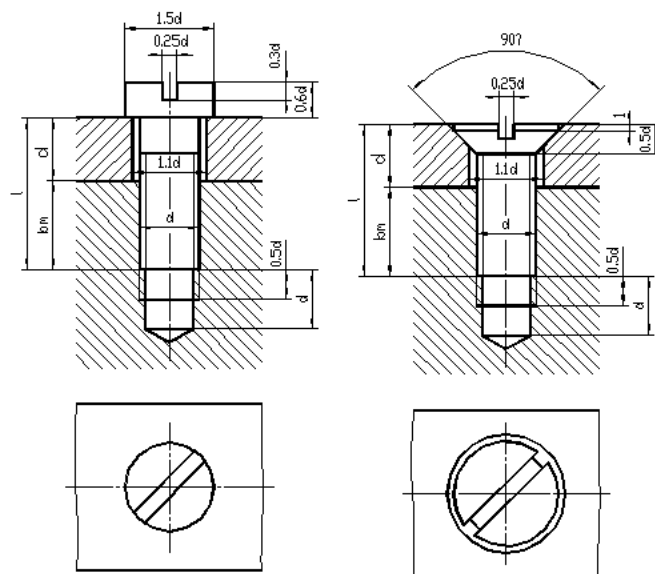


图 8-12 螺钉联接的比例画法

(3) (3) 螺柱联接

双头螺柱的两端均加工用螺纹，一端和被联接零件旋合，另一端和螺母旋合，双头螺柱联接的比例画法和螺栓联接基本相同。双头螺柱旋入端长度 b_m 要根据被联接件的材料而定（钢： $b_m=d$ ；铸铁： $b_m=1.25d$ ）。长度 L 要根据计算值查表取标准值。

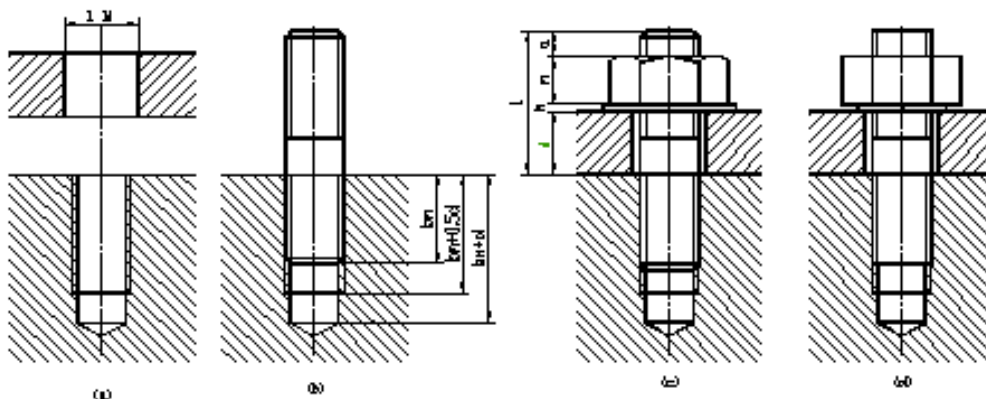


图 8-13 螺柱联接

5. 作业 习题集中螺纹联接件的有关练习

第三讲 键联接

1. 1. 知识要点

- | | |
|-----|-------------|
| (1) | (1) 普通平键联接 |
| (2) | (2) 半圆键联接 |
| (3) | (3) 钩头楔键联接 |
| (4) | (4) 花键联接 |
| (5) | (5) 轴类零件的测绘 |

2. 2. 教学方法

本讲在教学中要注意教会同学查阅有关的手册图表，利用动画和模型演示键联接的装配图画法。将轴类零件的测绘和螺纹、键的内容结合在一起有利于化解零件图的难度，并和生产实际相联系，对培养学生的测绘能力有好处。

3. 3. 课前准备

熟悉课件，准备一套平键联接和花键联接模型。准备几张以往同学绘制的轴类零件图作业。

4. 4. 教学内容

(1) (1) 普通平键联接

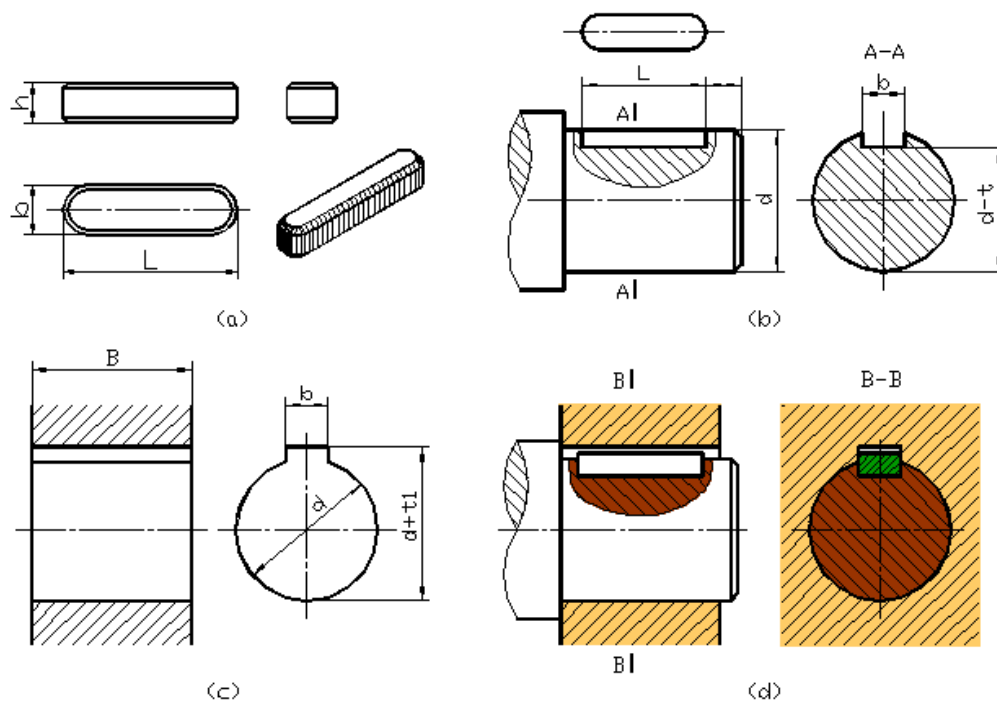


图 8-14 普通平键联接

普通平键的基本尺寸有键宽 b 、高 h 和长度 L ，例如 $b=8$, $h=7$, $L=25$, A 型平键，则标记为：键 8×25 (GB/T 1096-1979)。轴上键槽的深度 t 和轮毂上键槽的深度 t_1 可由相关手册中查出。轴、轮毂键槽的表示方法和尺寸标注见图 8-14。

(2) 半圆键联接

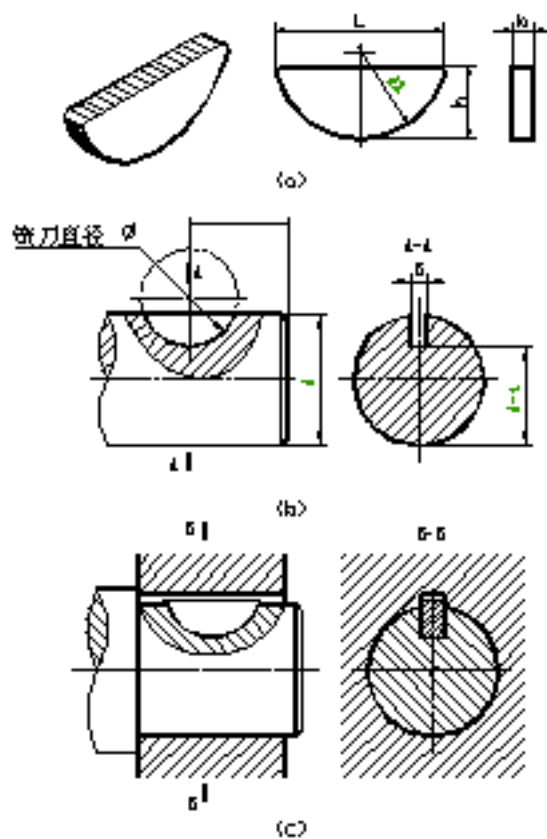


图 8-15 半圆键

半圆键的基本尺寸有键宽 b 、高 h 、直径 d_1 和长度 L ，例如 $b=6$, $d_1=25$, $L=24.5$ ，则标记为：键 6×25 (GB/T1099-1979)。轴上键槽的深度 t 可由相关手册中查出。轴、轮毂键槽的表示方法和尺寸标注见图 8-15。

(3) 钩头楔键

钩头楔键的基本尺寸有键宽 b 、高 h 和长度 L ，例如 $b=18$, $h=11$, $L=100$ ，则标记为：键 18×100 (GB1565-79)。轴、轮毂和键的装配画法见图 8-16。

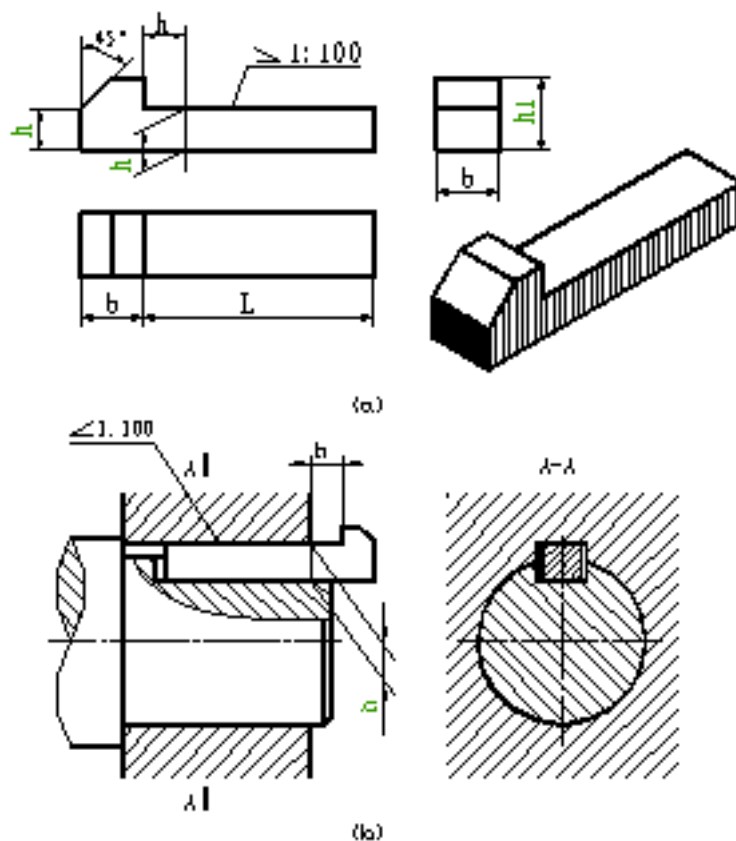


图 8-16 钩头楔键

(4) 花键

外花键的画法和螺纹相似，大径用粗实线绘制，小径用细实线绘制，但是，大小径的终止线用细实线表示，键尾用与轴线成 30° 的细实线表示。当采用剖视时，若剖切平面平行于键齿剖切，键齿按不剖绘制，且大小径均采用粗实线画出。在反映圆的视图上，小径用细实线圆表示。

外花键的标注可采用一般尺寸标注法和代号标注法两种。一般尺寸标注法应标注出大径 D 、小径 d 、键宽 B (及齿数 N)、工作长度 L ；用代号标注时，指引线应从大径引出，代号组成为：**齿数 $\times$ 小径 $\times$ 小径公差带代号 $\times$ 大径 $\times$ 大径公差带代号 $\times$ 齿宽公差带代号**

内花键的画法和标注和外花键相似，只是表示公差带的代号用大写字母表示。花键连接的画法和螺纹连接的画法相似，即公共部分按外花键绘制，不重合部分按各自的规定画法绘制。

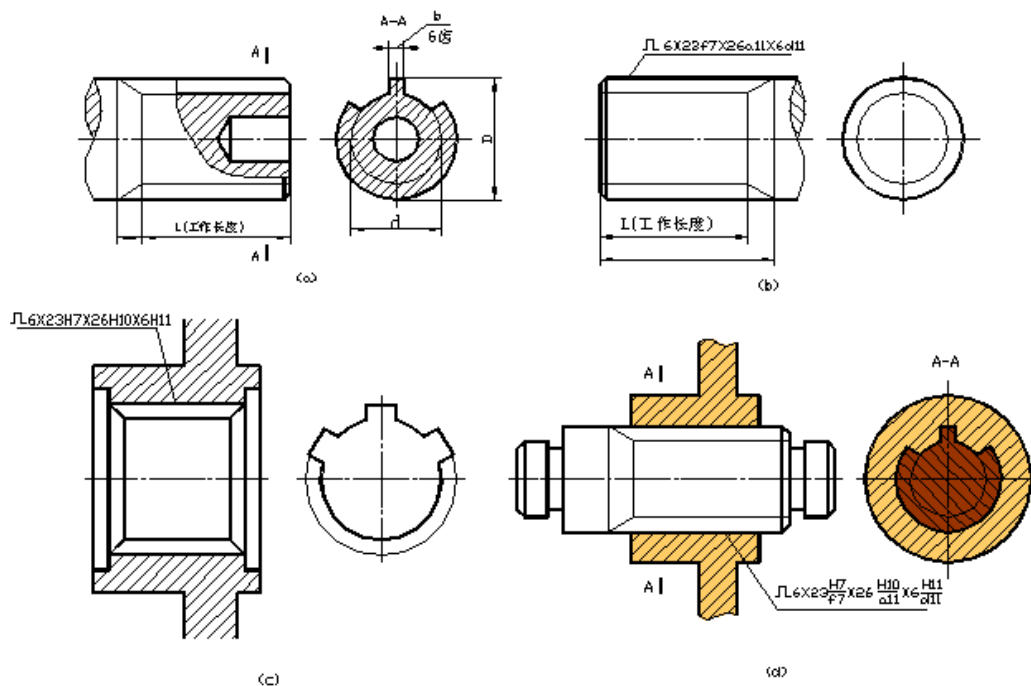


图 8-17 花键联接

【测绘】测绘图 8-18 所示的轴

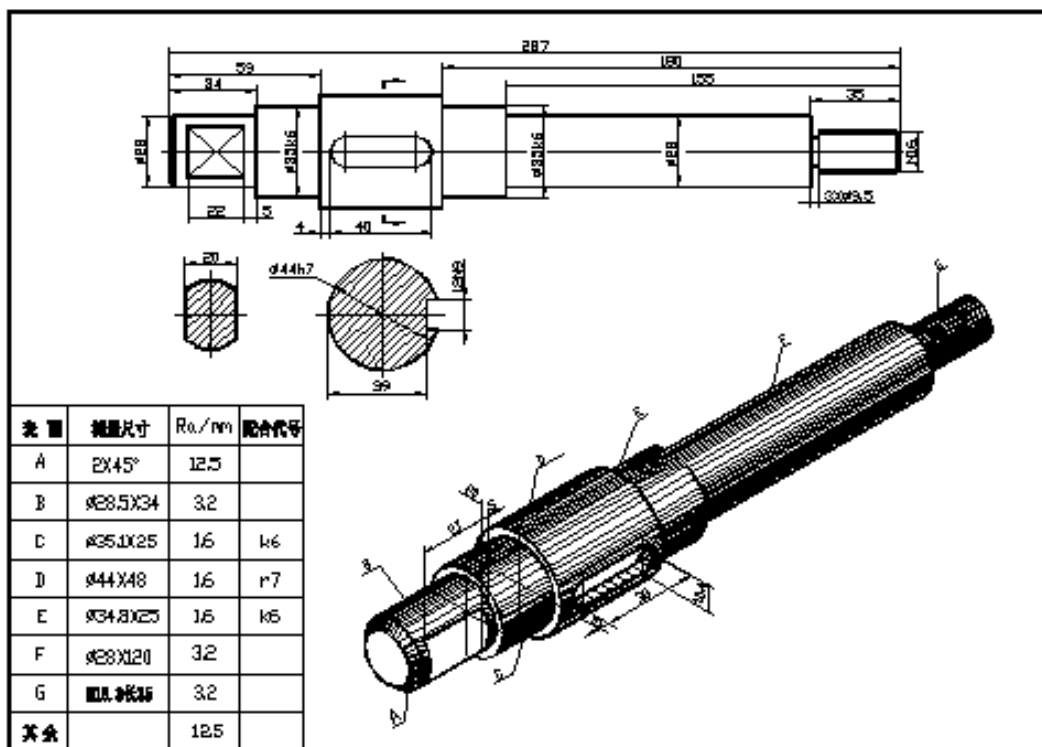


图 8-18 轴类零件的测绘

轴类零件是旋转零件，通常由外圆柱面、圆锥面、螺纹、键槽等构成。和轴配合的零部件有轮、套、轴承、键等，工艺结构有螺纹退刀槽、砂轮越程槽、中心孔等。通常的测绘步骤如下：

(1) (1) 绘制零件草图

轴类零件通常用一个基本视图和移出断面或局部放大图表示，基本视图的轴线水平放置，轴上的键槽最好放置在前面，用移出断面表示键槽的深度，砂轮越程槽或退刀槽常用局部放大

图表示。

(2) (2) 尺寸测量

绘制出草图之后,确定要测量的尺寸,测量尺寸之前,要根据被测尺寸的精度选择测量工具,线性尺寸的主要的测量工具有千分尺、游标卡尺和钢板尺等,千分尺的测量精度在 IT5-IT9 之间,游标卡尺的测量精度在 IT10 以下,钢板尺一般用来测量非功能尺寸。轴类零件的测量尺寸主要有以下几类:

- ① ① 轴径尺寸的测量 由测量工具直接测量的轴径尺寸要经过圆整,使其符合国家标准 (GB/T 2822-1981) 推荐的尺寸系列,与轴承配合的轴径尺寸要和轴承的内孔系列尺寸相匹配。
- ② ② 轴径长度尺寸的测量 轴径长度尺寸一般为非功能尺寸,用测量工具测出的数据圆整成整数即可,需要注意的是,长度尺寸要直接测量,不要用各段轴的长度累加计算总长。
- ③ ③ 键槽尺寸的测量 键槽尺寸主要有槽宽 b 、深度 t 和长度 L ,从外观即可判断与之配合的键的类型(本例为 A 型平键),根据测量出的 b 、 t 、 L 值,结合轴径的公称尺寸,查阅 GB1096-79,取标准值。
- ④ ④ 螺纹尺寸的测量 螺纹大径的测量可用游标卡尺,螺距的测量可用螺纹规,如图 6-28 所示。在没有螺纹规时可用薄纸压痕法,采用压痕法时要多测量几个螺距,然后取标准值。

(3) (3) 确定尺寸公差及配合代号。

本例中和轴承配合的尺寸为 $\phi 35k6$ 。键槽的偏差可查阅 GB1096-79,因为轴径偏差为 $\phi 44h7_{(-0.025)}^{+0.2}$,键槽深度为 $5_{-0.225}^{+0.2}$,所以 39 的偏差为 $39_{-0.225}^{+0.2}$ 。

(4) (4) 确定表面粗糙度(详见第七章)

本例中和轴承配合的轴径表面粗糙度取 $Ra=1.6$,和轮配合的轴径表面粗糙度取 $Ra=3.2$,其余表面取 $Ra=12.5$ 。

(5) (5) 确定材料和热处理方法(请参阅有关材料和热处理的有关资料)

(6) (6) 绘制轴的零件图。

5. 5. 作业

习题集中的键联接、在 A4 图纸上绘制轴零件图(带螺纹和键槽)。在布置作业时要讲清楚以下问题:

- (1) (1) 要把轴类零件的表达方法
- (2) (2) 尺寸测量和圆整
- (3) (3) 键槽、螺纹和中心孔的测量和标注
- (4) (4) 偏差和粗糙度数值有教师给出,学生抄注。
- (5) (5) 展示以往同学的作业

第四讲 齿轮

1. 1. 知识要点

- (1) (1) 渐开线齿轮齿廓参数
- (2) (2) 直齿圆柱齿轮的图样画法
- (3) (3) 斜齿圆柱齿轮的图样画法
- (4) (4) 直齿圆锥齿轮的图样画法
- (5) (5) 齿轮零件的测绘

2. 2. 教学方法

利用实物模型和课件组织教学,要在黑板上演示直齿圆柱齿轮和直齿圆锥齿轮的啮合画法,不能全用课件演示,否则学生不能掌握正确的画图步骤。在讲解齿轮测绘时要利用量具真实的演示尺寸测量和处理过程,并绘制出齿轮工作图。

3. 3. 课前准备

各种齿轮模型、量具(游标卡尺、钢板尺等)、以往同学测绘的齿轮零件图。

4. 4. 教学内容

- (1) (1) 渐开线直齿圆柱齿轮各部分的名称和参数(图 8-19)
齿顶圆直径 d_a ——通过齿顶的圆柱面直径;

齿根圆直径 d_f ——通过齿根的圆柱面直径；
 分度圆直径 d ——在垂直于齿向的截面内，用一个假想圆柱面切割轮齿，使得齿隙弧长 e 和齿厚弧长 s 相等，这个假想的圆柱面称为分度圆，其直径称为分度圆直径；
 齿高 h ——齿顶圆和齿根圆之间的径向距离；
 齿顶高 h_a ——齿顶圆和分度圆之间的径向距离；
 齿根高 h_f ——齿根圆和分度圆之间的径向距离；
 齿距 p ——分度圆上相邻两齿廓对应点之间的弧长称为齿距；
 齿厚 s ——分度圆上轮齿的弧长；
 齿数 Z ——齿轮上轮齿的个数；
 模数 m ——由于分度圆周长 $pz = \pi d$ ，所以， $d = (p/\pi)z$ ，定义 (p/π) 为模数，模数的单位是毫米，根据 $d = mz$ 可知，当齿数一定时，模数越大，分度圆直径越大，承载能力越大。模数的值已经标准化；
 压力角 α ——一对齿轮啮合时，在分度圆上啮合点的法线方向，与该点的瞬时速度方向所夹的锐角，称为压力角。标准齿轮的压力角为 20° ；
 中心距 a ——两齿轮轴线之间的距离；

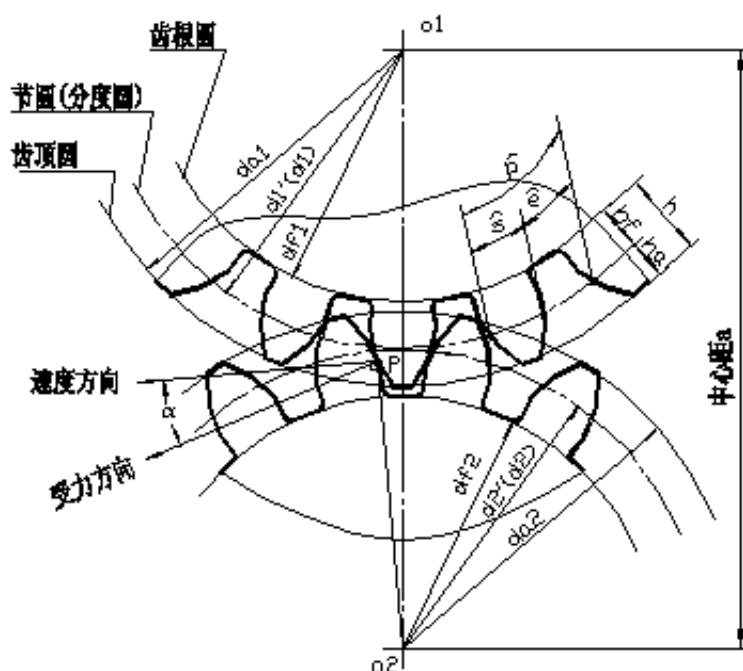


图 8-19 直齿圆柱齿轮各部分的名称及代号

节圆直径 d' ——两齿轮啮合时，在连心线上啮合点所在的圆称为节圆。正确安装的标准齿轮的节圆和分度圆重合。

已知模数 m 和齿数 z ，标准齿轮的其它参数可按下述公式计算：

齿顶高 $h_a = m$	分度圆直径 $d = mz$
齿根高 $h_f = 1.25m$	齿顶圆直径 $d_a = (z+2)m$
齿高 $h = 2.25m$	齿根圆直径 $d_f = (z-2.5)m$
中心距 $a = (mz_1 + mz_2)/2$	z_1, z_2 为一对齿轮啮合时的齿数。

(2) (2) 直齿圆柱齿轮的规定画法

单个齿轮的画法和啮合画法如图 8-20 所示。齿顶圆和齿顶线用粗实线绘制；分度圆和分度线用点画线绘制；齿根圆和齿根线用细实线绘制（也可省略不画），在剖视图中，齿根线用粗实线绘制，轮齿一律按不剖绘制。其它部分结构均按真实投影绘制。

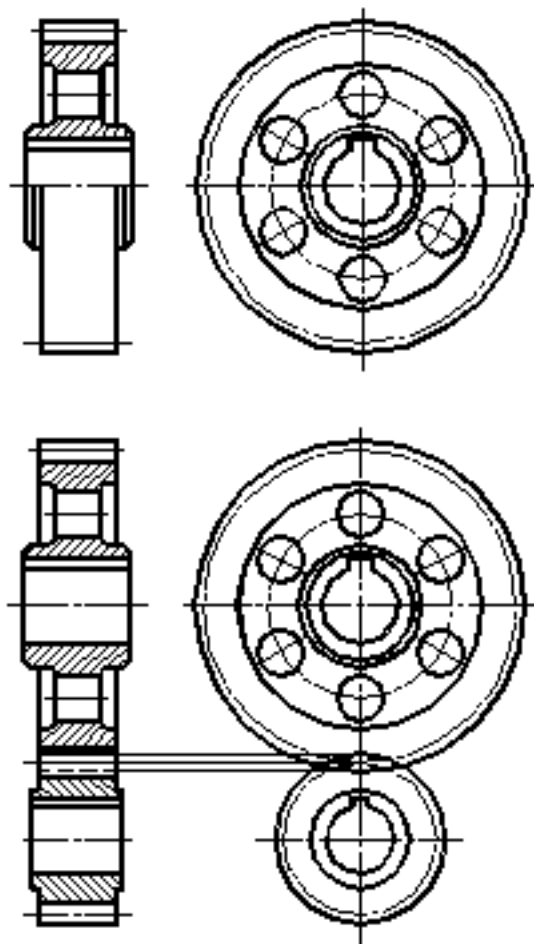


图 8-20 直齿圆柱齿轮画法

(3) (3) 斜齿圆柱齿轮的规定画法

斜齿轮的轮齿在一条螺旋线上，螺旋线和轴线的夹角称为螺旋角。斜齿轮的画法和直齿轮相同，当需要表示螺旋线的方向时，可用三条与齿向相同的细实线表示，如图 8-21 所示。

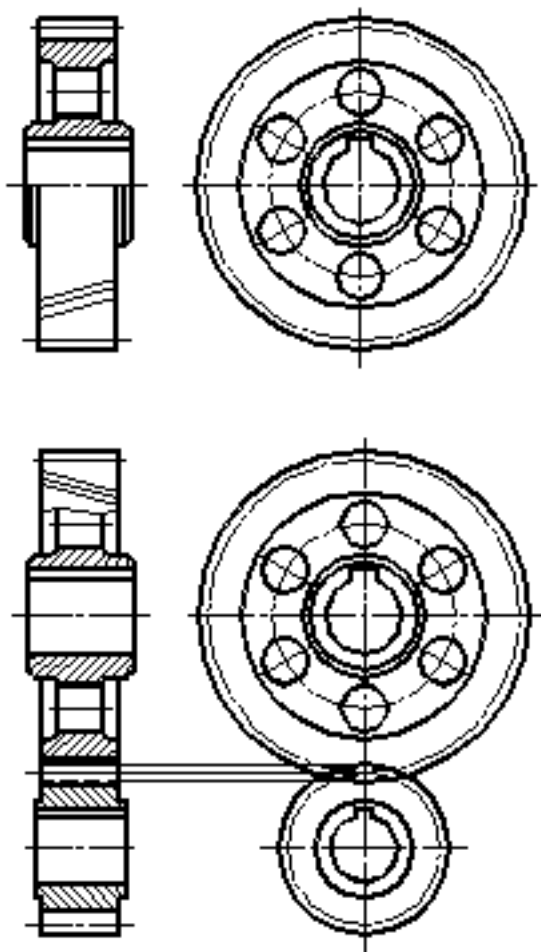


图 8-21 斜齿圆柱齿轮的画法

(4) (4) 直齿圆锥齿轮的画法

直齿圆锥齿轮的齿坯如图 8-22 所示，其基本形体结构由前锥、顶锥、背锥等组成。由于圆锥齿轮的轮齿在锥面上，所以齿形和模数沿轴向是变化的。大端的法向模数为标准模数，法向齿形为标准渐开线。在轴剖面内，大端背锥素线与分度锥素线垂直，轴线与分度锥素线的夹角 δ 称为分度圆锥角。如图 8-23 所示。

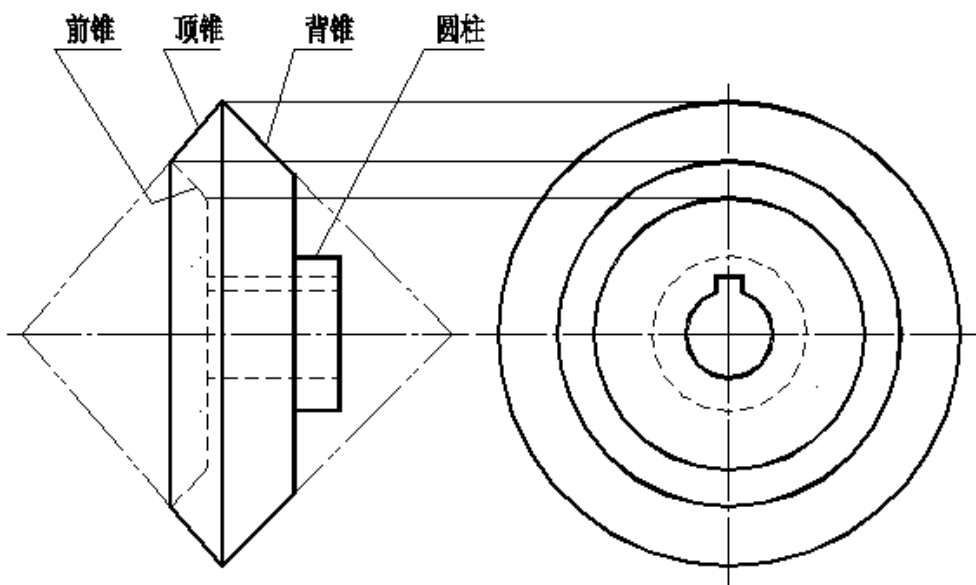


图 8-22 圆锥齿轮坯

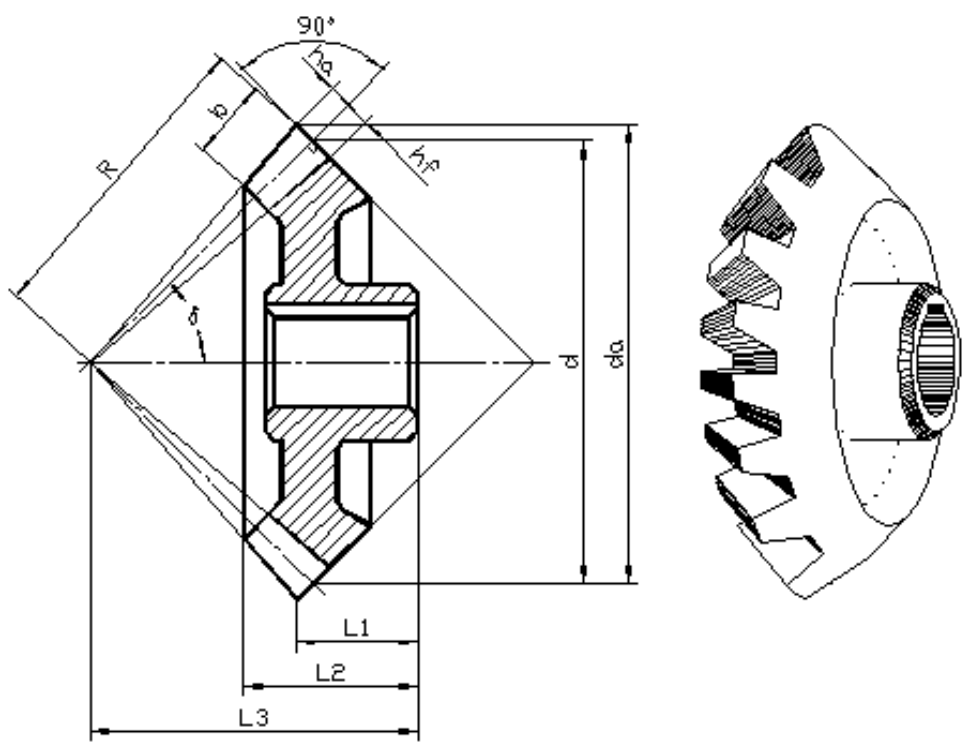


图 8-23 圆锥齿轮参数

直齿圆锥齿轮的画法如图 8-24 所示。直齿圆柱齿轮的计算公式仍适用于圆锥齿轮大端法线方向的参数计算。圆锥齿轮啮合的画图步骤如图 8-25 所示。安装准确的标准齿轮，两分度圆锥相切，分度锥角 δ_1 和 δ_2 互为余角，啮合区轮齿的画法同直齿圆柱齿轮。

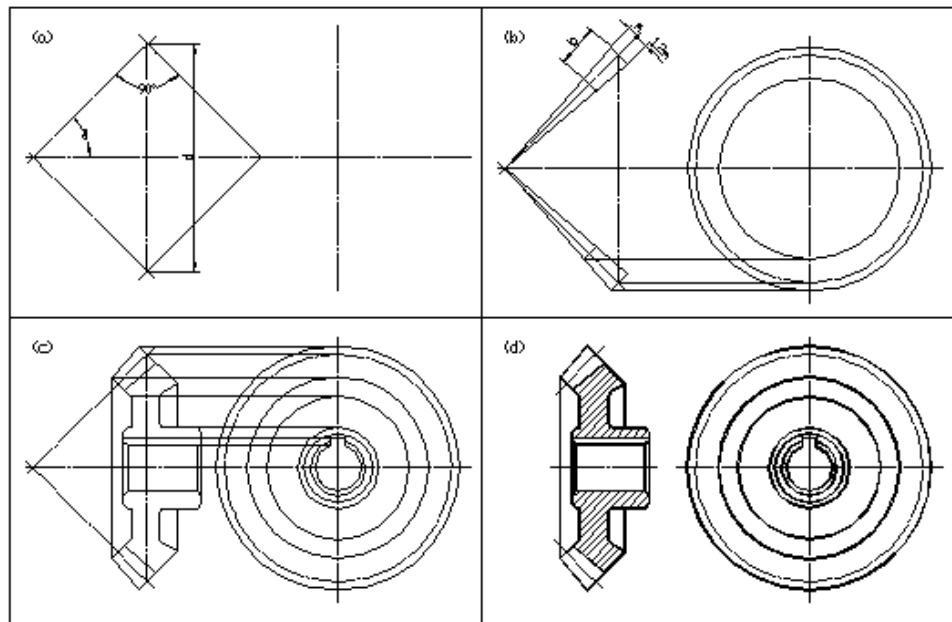


图 8-24 圆锥齿轮的画图步骤

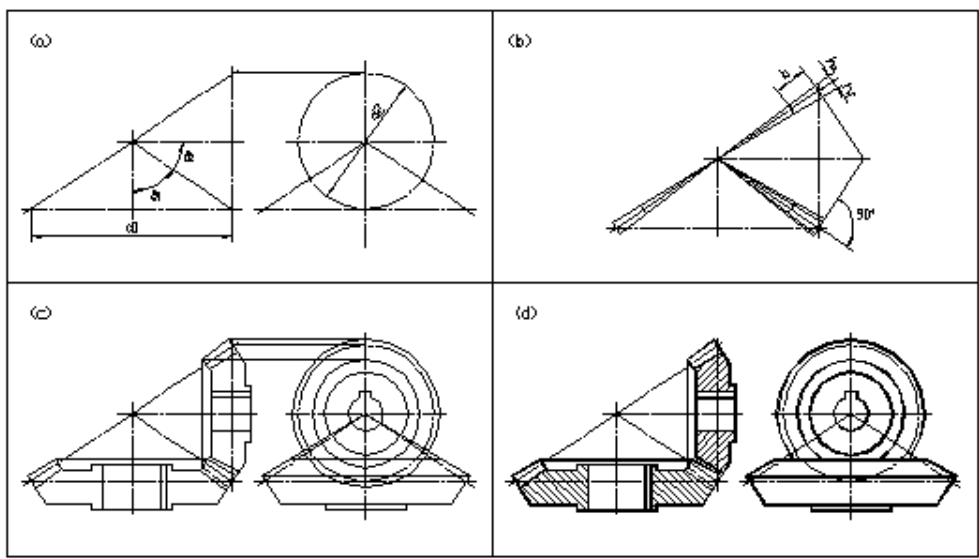


图 8-25 圆锥齿轮啮合的画图步骤

5. 5. 作业 按模型在 A4（或 A3）图纸上绘制直齿圆柱齿轮零件图。要求同上一讲测绘轴。

【齿轮测绘】 测绘图 8-26 所示的齿轮

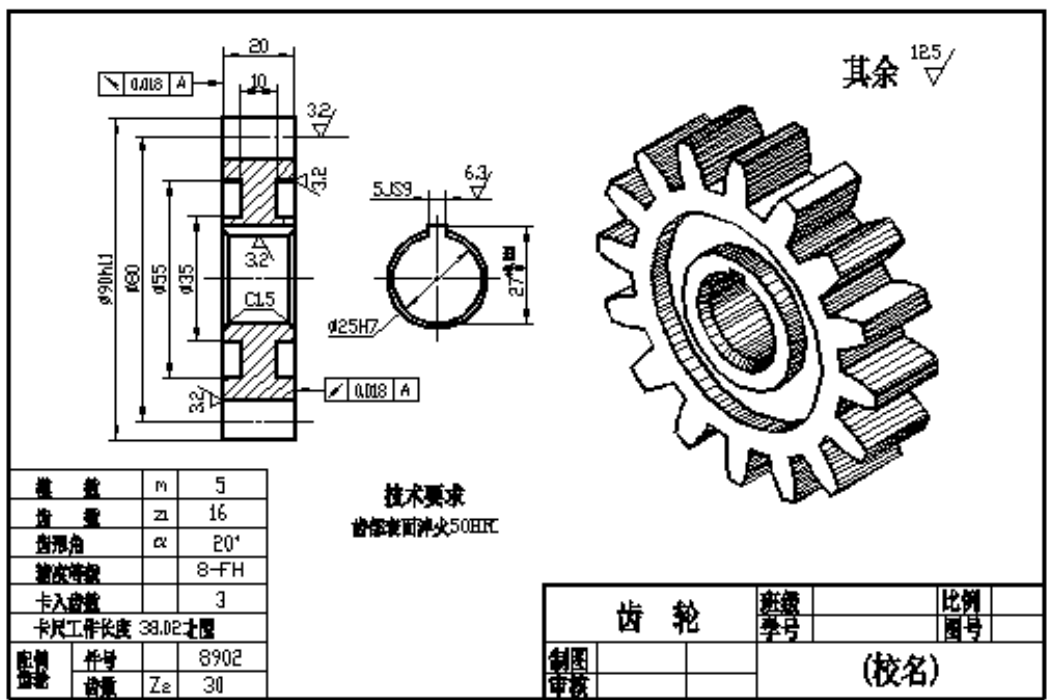


图 8-26 齿轮测绘

齿轮测绘就是用量具对齿轮实物的几何要素进行测量，如齿顶圆直径 d_a 、全齿高 h 、公法线长度 W_k 、齿数等，经过计算推算出原设计的基本参数，如模数 m 、齿形角 α 、齿顶高系数 h_a 、齿顶间隙系数 c 等，并据此计算出制造时所需要的尺寸，如齿顶圆直径 d_a 、分度圆直径 d 及齿根圆直径 d_f 等，然后根据齿轮设计参数进行精度设计，绘制成一张齿轮工作图。测绘步骤如下：

(1) (1) 几何参数的测量

①① 齿数 Z 的确定：完整齿轮只需数一数多少个齿即可。

②② 齿顶圆 d_a 和齿根圆 d_f 的测量：对偶数齿齿轮，可用游标卡尺直接测量，得到 d_a 和 d_f ；而对于奇数齿齿轮，由于齿顶对齿槽，所以无法直接测量，带孔齿轮可按图 8-27 所示的方法测出 D 和 e ，然后由 $d_a = D + 2e$ 计算出齿顶圆直径 d_a ，由 $d_f = D + 2n$ 计算出 d_f 。

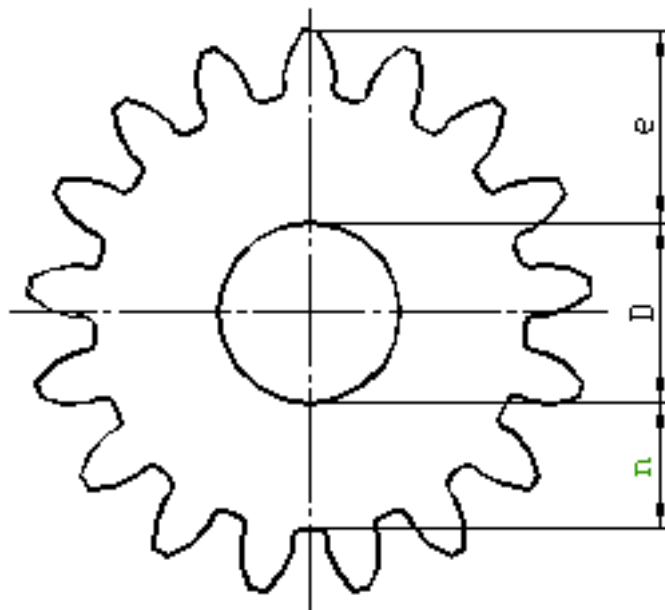


图 8-27 奇数齿齿顶圆直径的测量

③③ 全齿高的测量：全齿高 h 可采用游标卡尺直接测量，也可以用间接法测量齿顶圆直径 d_a 和齿根圆直径 d_f ，由 $h=(d_a-d_f)/2$ 的全齿高。或测量内孔壁到齿顶的距离 H_1 和内孔壁到齿根的距离 H_2 ，由 $h=H_1-H_2$ 的全齿高 h 。

④④ 中心距 a 的测量：中心距可通过测量箱体上两孔的内壁距离间接测得。

⑤⑤ 公法线长度的测量：公法线长度 W_k 可用游标卡尺或公法线千分尺测量，如图 8-28 所示。跨测齿数 k 可按下式计算：

$$k=z(\alpha/180)+0.5$$

本例中取 $k=16(20/180)+0.5=2.7$ 取 $k=3$

当 $\alpha=20^\circ$ 时，直齿圆柱齿轮公法线长度的计算公式为：

$$W_k=m[2.9521(k-0.5)+0.014z]$$

⑥⑥ 基圆齿距 P_b 的测量：由图 6-32 可知，公法线长度每增加一个跨距，即增加一个基圆齿距，所以基圆齿距 P_b 可通过公法线长度 W_k 和 W_{k+1} 间接测得， $P_b=W_{k+1}-W_k$ 。

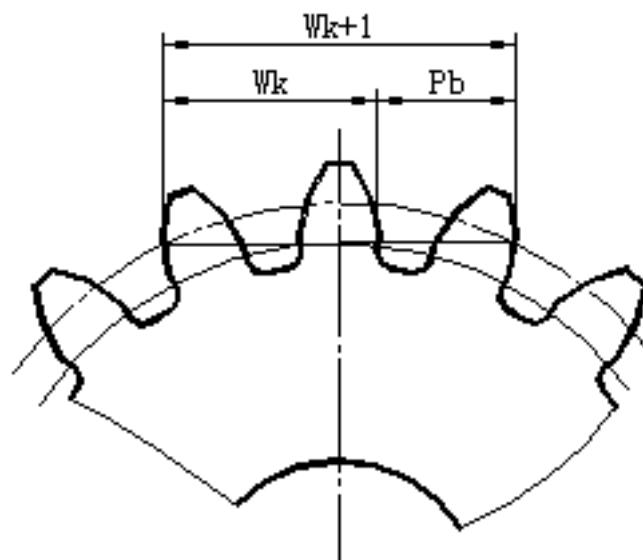


图 8-28 公法线长度的测量

(2) (2) 基本参数的确定

基本参数有模数 m 、齿数 z 、齿形角 α 、齿顶高系数 h_a 和顶隙系数 c ，确定方法如下：

① ① 标准制度的识别 齿形角 α 的确定与标准制度有关，可通过了解齿轮的生产国家，认

定该齿轮的标准制度,如中国、日本、法国等生产的齿轮可判断为模数制,齿形角 $\alpha = 20^\circ$ 齿顶高系数 $h_a = 1.0$, 或 $h_a = 0.8$; 如美、英等国生产的齿轮,可能为径节制, $\alpha = 14.5^\circ$ 或 $\alpha = 20^\circ$, 齿顶高系数 $h_a = 1.0$, 或 $h_a = 0.875$ 。

- ② ② 模数的确定 当标准制度认定后,模数可以由以下方法确定,为使模数确定无误,应多用几种方法相互印证。

由齿顶圆直径 d_a 或齿根圆直径 d_f 计算确定模数: $m = d_a / (z + 2h_a)$ 或 $m = d_f / (z - 2h_a - 2c)$; 式中齿顶高系数 h_a 和顶隙系数 c 以标准值代入,国产齿轮 $h_a = 1.0$, $c = 0.25$ 。计算所得值和标准模数值(附表 1 GB1357-87)进行比较,当计算值和标准值相符或接近时,取标准值。若计算值与标准值相差较大,可考虑变位齿轮。

用测定的全齿高计算模数: $m = h / (2h_a + c)$

用测定的中心距计算模数: $m = 2a / (z_1 + z_2)$

- ③ ③ 当模数确定后,可按下式计算确定齿形角: $\alpha = \arccos(P_b / m \pi)$, 若计算出的齿形角和标准值不接近,可考虑变位齿轮。
- ④ ④ 齿顶高系数 h_a 和顶隙系数 c 的确定: 齿顶高系数 h_a 可由测得的齿顶圆直径 d_a 按公式 $h_a = d_a / 2m - z / 2$ 计算确定。顶隙系数 c 可由测定的齿根圆直径 d_f 或全齿高 h 按下式计算确定: $c = z / 2 - d_f / 2m - h_a$ 或 $c = h / m - 2h_a$ 。计算所得值应与标准值接近,否则,应考虑变位齿轮。
- ⑤ ⑤ 加工所需参数的计算: 在确定齿数、模数、齿形角、齿顶高系数 h_a 和顶隙系数 c 后,可按下式计算齿顶圆直径 d_a 、分度圆直径 d 和齿根圆直径 d_f :

$$d = mz$$

$$d_a = m(z + 2h_a)$$

$$d_f = m(z - 2h_a - 2c)$$

(3) 齿轮精度的确定

在齿轮测绘中,齿轮的基本参数确定后,还应该确定齿轮的精度等级,在工作图上标出齿轮精度、尺寸公差、形位公差及表面粗糙度要求,使之成为一张完整的零件图,只有这样才能制造出合格的齿轮。

根据齿轮传动要求,齿轮精度有四方面要求:运动精度(由齿轮公差的第 I 公差组的精度来控制)、工作平稳性(由齿轮公差的第 II 公差组的精度来控制)、接触精度(由齿轮公差的第 III 公差组的精度来控制)和齿侧间隙(由齿厚上、下偏差控制)。例如 7-6-6GM (GB10095-88), 第 I 公差组的精度等级为 7 级,第 II、III 公差组的精度等级为 6 级,齿厚上偏差代号为 G,齿厚下偏差代号为 M。

- ① ① 确定齿轮精度 附表 2 为不同应用场合的齿轮所采用的精度等级,附表 3 为第 II 公差组的精度等级与圆周速度的关系。本例中 $m = 5$, $z = 16$, 齿宽 $b = 20$, 转速 $n = 1480 \text{ r/min}$, 所以, $v = \pi d n / (1000 \times 60) = 3.14 \times 5 \times 16 \times 1480 / 60000 = 5.86 \text{ m/s}$, 查附表 3, 三个公差组均选 8 级精度。

- ② ② 确定各公差组的检验组 因为该齿轮属中等精度,从生产厂的生产条件知道生产批量为单件小批生产,所以各公差组的检验组为:

第 I 公差组检验组为: 齿圈径向跳动公差 $F_r = 0.050 \text{ mm}$ (附表 4)

公法线长度变动公差 $F_w = 0.040 \text{ mm}$ (附表 5)

第 II 公差组检验组为: 齿形公差 $f_f = 0.020 \text{ mm}$ (附表 6)

基圆齿距极限偏差 $f_{pb} = \pm 0.022 \text{ mm}$ (附表 7)

第 III 公差组检验组为: 齿向公差 $F_\beta = 0.018 \text{ mm}$ (附表 8)

接触斑点: 高度方向 $\geq 40\%$, 长度方向 $\geq 50\%$ (附表 9)

- ③ ③ 确定齿厚上、下偏差代号(附表 11) 齿厚的上、下极限偏差与齿轮转速、材料、大小等因素有关,我们采用类比法确定。

上偏差代号选 $F = -4f_{pt}$ $E_{ss} = -4 \times 0.025 = -0.100$ (f_{pt} 查附表 10),

下偏差代号选 $H = -8f_{pt}$ $E_{si} = -8 \times 0.025 = -0.200$ (f_{pt} 查附表 10)

齿厚公差为 $T_s = 0.100 \text{ mm}$

所以,齿轮精度为 8-FH (GB10095-88)

- ④ ④ 计算公法线平均长度偏差 若通过齿厚偏差不能控制齿轮侧隙精度,可通过测量公法线平均长度偏差来控制齿厚。

$$\begin{aligned} \text{公法线平均长度上偏差 } E_{\text{wms}} &= E_{\text{ss}} \cos \alpha - 0.72 F_r \sin \alpha \\ &= (-0.1 \times \cos 20^\circ - 0.72 \times 0.050 \times \sin 20^\circ) = -0.106 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{公法线平均长度公差 } T_{\text{w}} &= T_s \cos \alpha - 1.44 F_r \sin \alpha \\ &= (0.1 \times \cos 20^\circ - 1.44 \times 0.050 \times \sin 20^\circ) = 0.069 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{公法线平均长度下偏差 } E_{\text{wmi}} = E_{\text{wms}} - T_{\text{w}} = -0.106 - 0.069 = -0.175 \text{ mm}$$

$$\text{公法线平均长度 } W_m = m[1.476(2k-1) + 0.014z] = 5 \times [1.476(2 \times 3 - 1) + 0.014 \times 16] = 38.02 \text{ mm}$$

(4) (4) 确定齿坯公差

- ① ① 齿轮内孔公差 内孔 $\phi 25$ 是加工、测量和装配的基准，查附表 12，其公差为 IT7，所以其配合代号为 $\phi 25H7$ 。
- ② ② 齿顶圆因不作齿厚的测量基准，为非配合尺寸，故公差为 IT11，其偏差为 $\phi 90h11$ 。
- ③ ③ 基准端面的圆跳动公差为 0.018mm。(附表 13)

(5) (5) 齿轮主要工作表面的粗糙度 (附表 14)

- ① ① 齿面粗糙度 $R_a \leq 5 \mu\text{m}$
- ② ② 基准端面粗糙度 $R_a \leq 5 \mu\text{m}$
- ③ ③ 齿顶圆表面粗糙度 $R_a \leq 5 \mu\text{m}$

(6) (6) 绘制齿轮零件图 (图 8-26)

【练习】

齿轮测绘

测得一对国产直齿圆柱齿轮的参数为：齿数 $z_1=31, z_2=57$ ，齿顶圆直径 $da_1=68.80\text{mm}, da_2=114.80\text{mm}$ ，中心距 $a=88\text{mm}$ ，公法线长度小齿轮 $W_{41}=22.56\text{mm}$ ， $W_{31}=16.66\text{mm}$ ，大齿轮 $W_{71}=38.84\text{mm}$ ， $W_{61}=32.94\text{mm}$ ，试确定齿轮的各参数及精度等级 (W_{41} 为第 4 齿和第 1 齿的公法线长度)，并绘制结构草图。

第五讲 弹簧和滚动轴承

1. 1. 知识要点

- (1) (1) 滚动轴承的画法
- (2) (2) 滚动轴承的代号
- (3) (3) 圆柱螺旋压缩弹簧的画法
- (4) (4) 焊接图举例

2. 2. 教学方法

采用实物模型讲解轴承的构造和类型，3 种画法不仅要讲清图样比例尺寸，还要讲清应用环境。教会学生查阅轴承标准。弹簧只介绍圆柱螺旋压缩弹簧的画法。焊接图用实例讲解，不必详细介绍焊接符号 (代号)

3. 3. 课前准备

准备向心轴承、推力轴承和向心推力轴承各一个

4. 4. 教学内容

- (1) 滚动轴承的画法

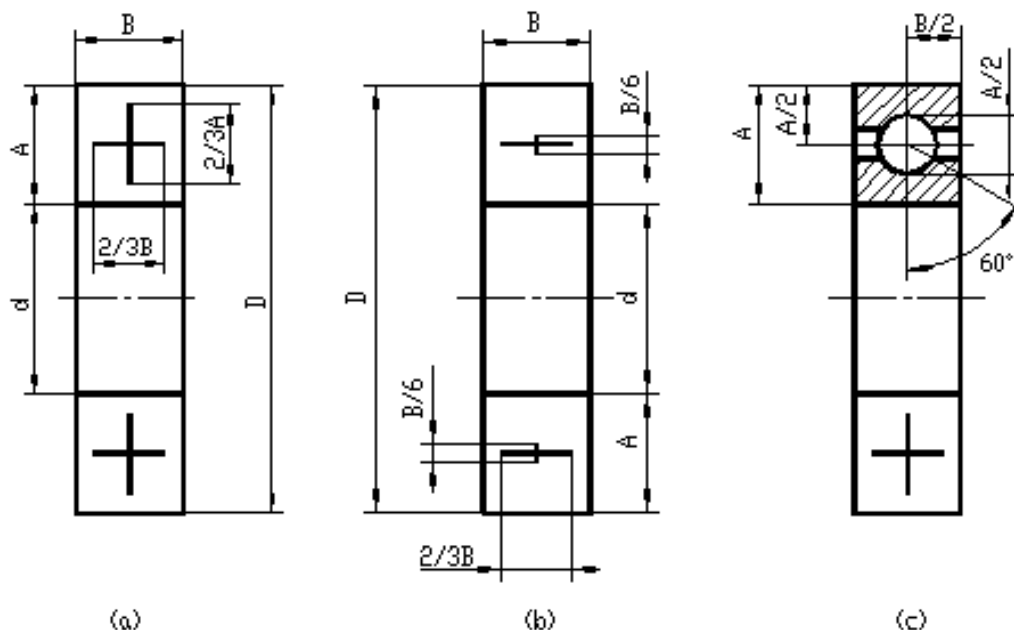


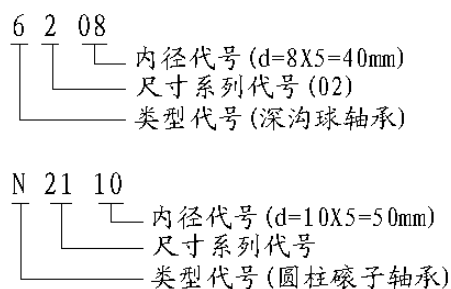
图 8-29 深沟球轴承的规定画法

GB/T4459.7-1998 对滚动轴承的画法作了统一规定，有简化画法和规定画法之分，简化画法又分为通用画法和特征画法。图 8-29 (a) 为深沟球轴承的通用画法，图 8-29 (b) 为特征画法，图 8-29 (c) 为规定画法。

(2) 滚动轴承的代号

滚动轴承的代号由基本代号、前置代号和后置代号组成，其排列顺序为：前置代号、基本代号、后置代号。

①基本代号表示滚动轴承的基本类型、结构和尺寸，是滚动轴承代号的基础。滚动轴承的基本代号由类型代号、尺寸系列代号、内径代号构成。类型代号用阿拉伯数字或大写拉丁字母表示，尺寸系列代号和内径代号用数字表示。例如：



【类型代号】类型代号用阿拉伯数字或大写拉丁字母表示

【尺寸系列代号】尺寸系列代号由两位数字组成，左边一位为滚动轴承的宽（高）度系列代号，右边一位为直径系列代号。尺寸系列代号决定了轴承的外径(D)和宽度(B)。

【内径代号】内径代号表示轴承的内径，对于内径在 20mm 至 480mm 之间的轴承(22mm、28mm、32mm 除外)，其内径代号为内径除以 5 的商数，商数为个位数时，需在商数左边加 0。例如，内径为 40mm，则内径代号为 08。至于内径大于 480mm，或小于 20mm 的滚动轴承，其内径代号可查相关国家标准。

②前置代号和后置代号 前置和后置代号是轴承在结构形状、尺寸、公差、技术要求等有改进时，在其基本代号左、右添加的补充代号。具体内容可查阅有关的国家标准。

(3) 圆柱螺旋压缩弹簧

① 圆柱螺旋压缩弹簧各部分的名称及尺寸计算
 簧丝直径 d ——制造弹簧所用金属丝的直径。

弹簧外径 D ——弹簧的最大直径。

弹簧内径 D_1 ——弹簧的内孔最小直径, $D_1=D-2d$ 。

弹簧中径 D_2 ——弹簧轴剖面内簧丝中心所在柱面的直径, $D_2=(D_1+D)/2=D_1+d=D-d$ 。

有效圈数 n ——保持相等节距且参与工作的圈数。

支承圈数 n_0 ——为了使弹簧工作平衡, 端面受力均匀, 制造时将弹簧两端的 $3/4$ 至 $1\frac{1}{4}$ 圈压紧靠实, 并磨出支承平面。这些圈只起支承作用而不参与工作, 所以称为支承圈。

支承圈数 n_0 表示两端支承圈数的总和, 一般为 1.5、2、2.5 圈。

总圈数 n_1 ——有效圈数和支承圈数的总和。

节距 t ——相邻两有效圈上对应点间的轴向距离。

自由高度 H_0 ——未受载荷作用时的弹簧高度 (或长度), $H_0=nt+(n_0-0.5)d$ 。

展开长度 L ——制造弹簧时所需的金属丝长度, 按螺旋线展开 L 可按下式计算:

$$L \approx n_1 \sqrt{(\pi D_2)^2 + t^2}$$

旋向——与螺旋线的旋向意义相同, 分为左旋和右旋两种。

② 圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法

弹簧的规定画法: GB/T4459.4-1984 对弹簧画法作了如下规定:

- ◆ ◆ 在平行于螺旋弹簧轴线的投影面的视图中, 其各圈的轮廓应画成直线。
- ◆ ◆ 有效圈数在四圈以上时, 可以每端只画出 1~2 圈 (支承圈除外), 其余省略不画。
- ◆ ◆ 螺旋弹簧均可画成右旋, 但左旋弹不论画成左旋或右旋, 一律要注写出旋向“左”字。
- ◆ ◆ 螺旋压缩弹簧如要求两端并紧且磨平时, 不论支承圈多少均按支承圈为 2.5 圈绘制, 必要时也可按支承圈的实际结构绘制。

【例如】 已知圆柱螺旋压缩弹簧的中径 $D_2=38$, 簧丝直径 $d=6$, 节距 $t=11.8$, 有效圈数 $n=7.5$, 支承圈数 $n_0=2.5$, 右旋, 试画出弹簧的轴向剖视图。

弹簧外径 $D=D_2+d=38+6=44$

自由高度 $H_0=nt+(n_0-0.5)d=7.5 \times 11.8+(2.5-0.5) \times 6=100.5$

画图步骤如图 8-30 所示。本例的有效圈数每端画了一圈。

