

机械制图教案

绪论 第一章 制图的基本知识

一、本课程的研究对象

1、图样的定义

在工程技术中，为了准确地表达机械、仪器、建筑物等物的形状、结构和大小，根据投影原理、标准或有关规定画出的图形，叫做图样。

2、《机械制图》是研究阅读和绘制机械图样的原理和方法一门重要技术基础课。

3、主要内容

- (1) 制图的基本规定
- (2) 几何作图
- (3) 正投影法与三视图
- (4) 轴侧图
- (5) 组合体视图
- (6) 图样的基本表示法
- (7) 常用件的特殊表示法
- (8) 零件图
- (9) 装配图

二、本课程的目的和任务

- 1、掌握正投影法的基本理论及其应用；
- 2、掌握阅读和绘制机械图样的基本知识、基本方法和技能；
- 3、培养对空间想象和形象思维能力；
- 4、了解计算机绘图的基本知识；
- 5、培养耐心细致的工作作风，严肃认真的工作态度。

三、本课程的学习方法

- 1、严格遵守国家标准《技术制图》、《机械制图》和有关的技术标准；
- 2、掌握正确的看图和画图方法；
- 3、反复实践，提高看图和画图技能。

由图样定义知识引入第一章第一节内容：

§ 1-1 图纸幅面和格式

GB/T4457. 4-2002 的含义：

GB:表示国标；

T4457. 4:表示推荐使用的文件号为 4457. 4；

2002:表示 2002 年发布使用的。

一、图纸幅面

要采用国家标准规定的幅面尺寸 $B \times L$

二、图框格式和尺寸

1、图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框。

图框有两种格式：不留装订边和留装订边。

同一产品中所有图样均应采用同一种格式。

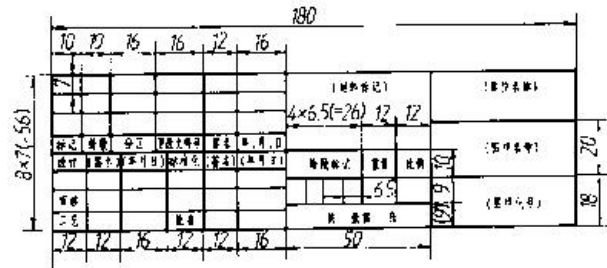
2、图框尺寸

不留装订边的图纸，其四周边框的宽度相同（均为 e ）

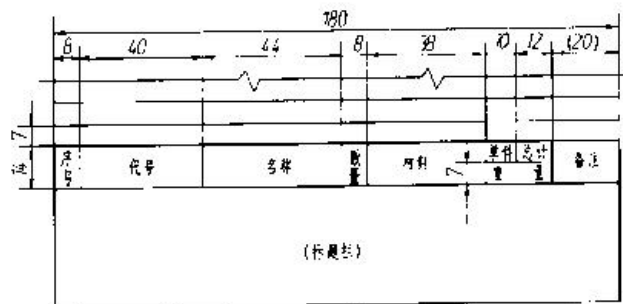
留装订边的图纸，其装订边宽度一律为 25mm，其他三边一致。

三、标题栏和明细栏

标题栏一般应位于图纸的右下角。



(a) 标题栏的格式



(b) 明细栏的格式

图 3 标题栏与明细栏的格式

四、看图方向的规定

为了利用预先印制好的图纸，允许将图纸逆时针旋转 90° 。

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，应在图纸各边长

§1-2 比例 (GB/T4457.4-2002)

一、术语

比例：图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

1、原值比例 比值为 1 的比例，即 1:1；

2、放大比例 比值大于 1 的比例，如 2:1 等；

3、缩小比例 比值小于 1 的比例，如 1:2 等。

二、比例系列

三、标注方法

四、选择比例的原则

§1-3 字体 (GB/T4457.4-2002)

一、基本要求

1、书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐；

2、字体高度 (h) 的公称尺寸系列为：1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 按照 2 的比率递增（字宽与字高之比为 2:3，字高代表字体的号数）；

3、汉字应写成长仿宋体，汉字的高度 h 不应小于 3.5mm，其字宽为 $h/2$ ；

4、字母和数字分 A 型和 B 型；

- 5、字母和数字可以写成斜体和直体；
- 6、用作指数、分数、极限偏差、注角等的数字和字母，一般应采用小一号的字体。

二、字体示例

◆ 总结与巩固（小结、考核知识点、作业等）

（巩固练习）

让学生再看一遍绪论部分的内容、让学生练习画边框和标题栏、明细栏，练习书写仿宋体字

（课堂小结）

- 1、对学好制图的要求
- 2、希望大家弄清国标所规定的几种图幅和图框格式，以及标题栏和明细栏的画法。
- 3、通过对图幅比例、字体标准的学习，大家应弄清字体的相关知识，特别要强调的是大家要搞清比例是谁与谁之比，要多加练习。

（作业布置）

- 1、简述 GB/T14689-93 的含义。
- 2、图纸幅面有哪三种。
- 3、什么叫做比例？比例分为哪三种？
- 4、国标中对字体有哪些规定？
- 5、习题集：P₁ 1-1、1-2、1-3

§ 1-4 图 线（GB/T4457.4—2002）

一、基本线型（表 1-4）

二、图形的尺寸

图线分粗、细两种。粗线的宽度 d 可在 0.5~2mm 之间选择，细线的宽度为 $b/2$ 。

三、图线的应用（表 1-4）

四、图线的画法

1、间隙

除非另有规定，两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。

2、相交

虚线以及各种点画线相交时应恰当地相交于线，而不应相交于点或间隙。

3、图线接头处的画法

4、图线重叠时的画法

当两种或两种以上图线重叠时，应按以下顺序优先画出所需的图线：

可见轮廓线→不可见轮廓线→轴线和对称中心线→双点画线。

五、作图演示

◆ 总结与巩固（小结、考核知识点、作业等）

（巩固练习）

抄画书中图 1-8，进行绘制练习。

（课堂小结）

1、图线的种类

2、图线画法中的注意事项 (作业布置)

1、抄画书图 1-8

习题集 P₇ 1-7 (图纸作业)

§ 1-5 尺寸注法 (GB/T4457.4—2002)

一、基本规则 (出示板图、挂图)

1、机件的真实大小应以图样上所标注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关；

2、图样中的尺寸以毫米为单位时不需标注单位，如果使用其它单位，则需要说明相应的计量单位；

3、图样中所标注的尺寸为该图所示机件的最终完工尺寸，否则应另加说明；

4、机件的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映结构最清晰的图上。

二、尺寸数字、尺寸线和尺寸界限

1、尺寸数字

(1) 线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方，也允许注写在尺寸线的中断处。

(2) 线性尺寸数字一般应按图 1-15a 所示的方向注写，并尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸，当无法避免时可按图 1-15b 的形式标注。

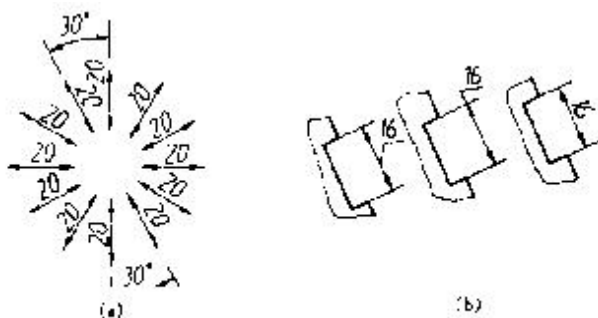


图 1-15 线性尺寸数字的注写方向

2、尺寸线

(1) 尺寸线用细实线绘制，用以表示所注尺寸的方向。尺寸线的终端结构有两种形式——箭头和斜线两种；

① 箭头 如图所示。



图 1-16 尺寸线的两种终端形式

② 斜线 斜线用细实线绘制。当尺寸线的终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。当尺寸线与尺寸界线相互垂直时，同一张图样中只能采用一种尺寸线终端形式。

3、尺寸界线

(1) 尺寸界线用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出，也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线；

(2) 尺寸界线一般应与尺寸线垂直并略超过尺寸线（通常以 3~4mm 为宜）；在特殊情况下也可以不相垂直，但两尺寸界线必须相互平行。

三、常见的尺寸注法：（重点）

1、圆的尺寸注法

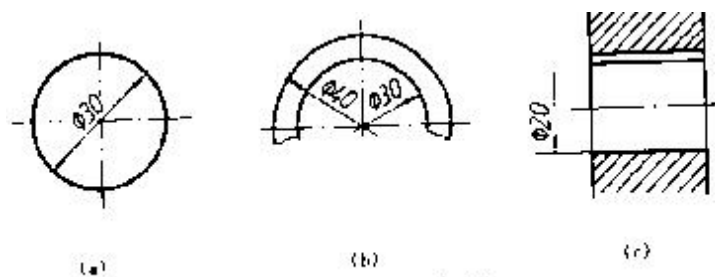


图 1-19 圆的尺寸注法

2、圆弧的尺寸注法

(1) 圆弧的半径

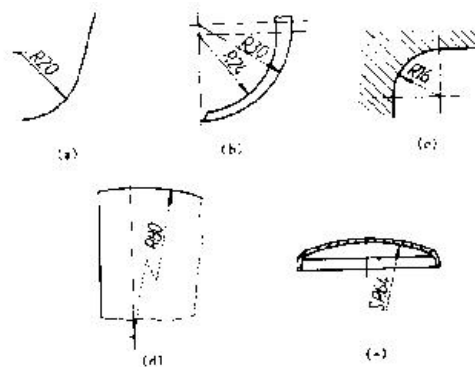


图 1-20 圆弧半径的尺寸注法

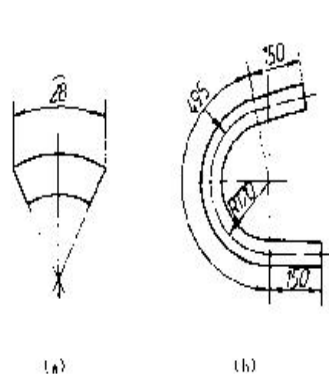


图 1-21 弧长的尺寸注法

(2) 圆弧的长度

3、球的尺寸注法

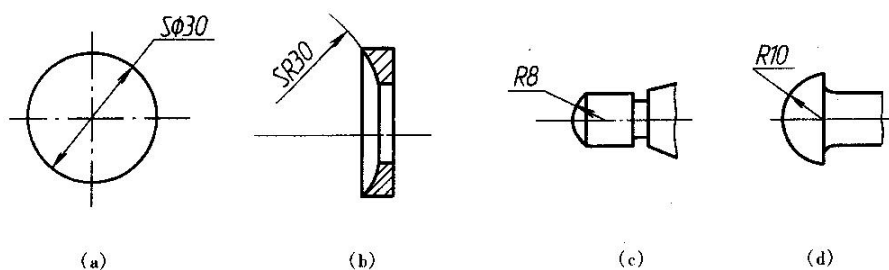


图 1-22 球的尺寸注法

4、角度的尺寸注法

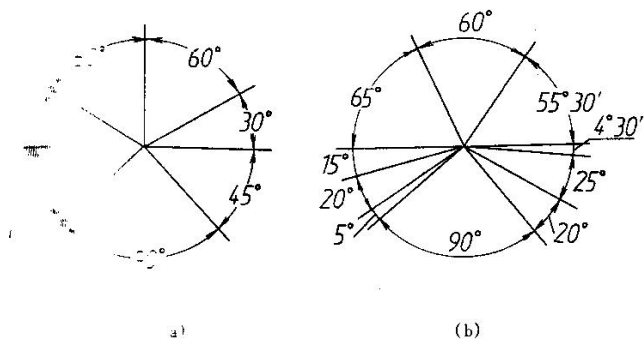


图 1-23 角度尺寸数字的注写

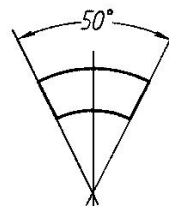


图 1-24 角度的尺寸界线与尺寸线的画法

5、小尺寸的标注

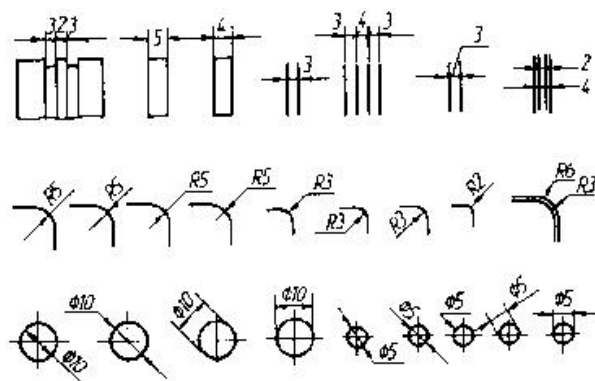


图 1-25 小尺寸的尺寸注法

6、对称图形尺寸注法

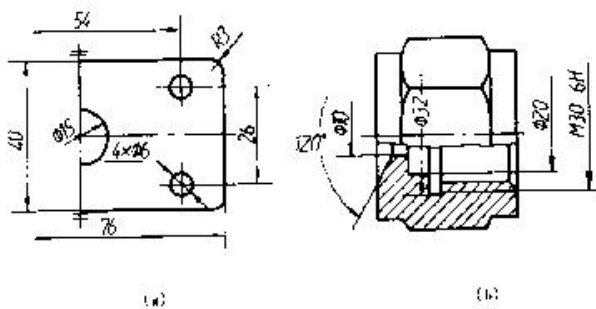


图 1-26 对称图形的尺寸注法

7、光滑过渡处的尺寸注法

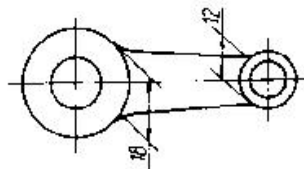


图 1-27 光滑过渡处的尺寸注法

8、正方形结构的尺寸注法



图 1-28 长方形结构的尺寸注法

9、尺寸标注的注意事项

(1) 在进行尺寸标注时，尺寸数字不可被任何图线所通过；否则必须将该图线断开。

(2) 标注参考尺寸时，应将尺寸数字加上圆括弧。

(3) 标注板状零件的厚度时，可在尺寸数字前加注符号“t”。

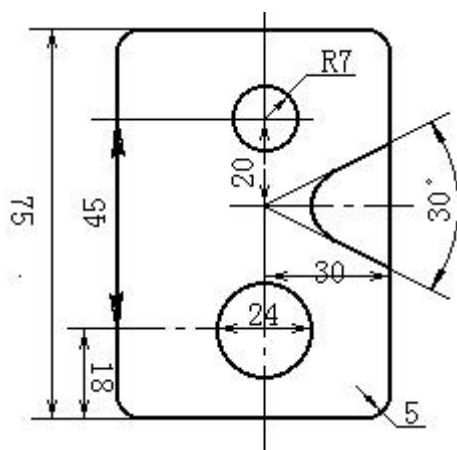
四、特定要求的尺寸注法

五、简化的尺寸注法

◆ 总结与巩固（小结、考核知识点、作业等）

（巩固练习）

如下图所示，找出图中的尺寸标注上的错误



（课堂小结）

- 1、图样上的尺寸数字表示机件的真实大小；
- 2、图样上的尺寸以毫米为单位时，不需要标注单位；
- 3、尺寸标注的三要素：尺寸界线、尺寸线、尺寸数字；
- 4、尺寸数字不能被任何图线穿过；
- 5、对于线性尺寸来说，标注时要注意水平、垂直、倾斜三个方向中尺寸数字的书写方向；

6、对于角度尺寸来说，应注意角度尺寸的数字应一律处于水平方向，尺寸线是以角顶为圆心画出的圆弧；

7、圆和圆弧的尺寸线要通过圆心，不能用中心线来代替，注意数字前要加注符号“Φ”或“R”

（作业布置）

习题集 P₅ 1-5-2

§1-6 绘图工具及其使用

- 一、图板
- 二、丁字尺
- 三、三角板
- 四、圆规和分规
- 五、曲线板
- 六、比例尺

(课堂小结)

为了提高绘图的质量,加快绘图的速度,大家必须掌握绘图工具的正确使用的方法。

◆ 引言

前面我们讲述了常用绘图工具的作用及使用方法和注意点,那么在实际的绘图工作中我们应如何使用工具正确的绘图呢?

◆ 教学内容正文

线段的等分法

- 一、平行线法
- 二、分规试分法

圆的等分法

- 一、圆的六等分
- 二、圆的五等分
- 三、圆的任意等分

(巩固练习)

- 1、将一线段作五等分
- 2、将一圆周作五等分
- 3、将一圆周作五等分

(课堂小结)

通过学习,我们应该掌握直线和圆的等分方法,在实际作图时要做到正确的运用作图方法快速、准确、高速的绘制图形。

椭圆的画法

椭圆的长轴和短轴: 两条相互垂直而且对称的轴。

椭圆的几何性质: 自椭圆上任意一点到两定点(焦点)的距离之和恒等于椭圆的长轴。

椭圆的画法

- 1、理论画法:(同心圆法)
- 2、近似画法:(四心圆法)

求出画椭圆的四个圆心和直径,用四段圆弧近似地代替椭圆。

已知:长轴 AB

短轴 CD

- (1) 画出相互垂直的且平分的长轴 AB 和短轴 CD;
- (2) 连接 AC, 并在 AC 上取 $CF=OA-OC$;
- (3) 作 AE 的中垂线, 与长、短轴分别交于 O_1 、 O_2 , 再作对称点 O_3 、 O_4 ;
- (4) 以 O_1 、 O_2 、 O_3 、 O_4 各点为圆心, O_1A 、 O_2C 、 O_3B 、 O_4D 为半径, 分别画弧, 即得近似的椭圆。

注意: 取线段要准确, 四段圆弧两两相接于 1、2、3、4 点, 必须注意连接处的光滑过渡。

具体作图如下图:

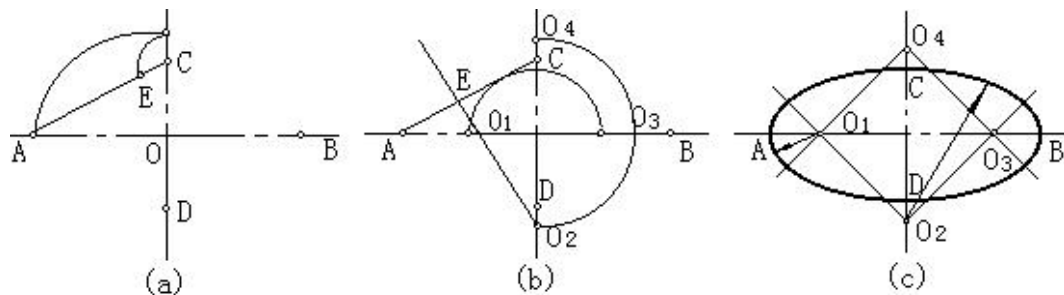


图2-14 四心圆法

◆ 总结与巩固 (小结、考核知识点、作业等)

(巩固练习)

- 1、以同心圆法作一椭圆。
- 2、以四心圆法作一椭圆。

(课堂小结)

- 1、总结椭圆的绘制方法;
- 2、强调绘制椭圆时的关键性注意点和部分细节。

(作业布置)

课堂作业:

习题集 P₁₂ 1-12



斜度和锥度

一、斜度

1、斜度的概念: 指一直线(平面)相对与另一条直线(或平面)的倾斜程度, 其大小用该两直线(或平面)的夹角的正切值来表示。

$$\text{斜度} = \tan \alpha = CA/AB = H/L$$

$$\text{斜度} = (H-h)/L$$

2、斜度的画法

3、斜度的标注:

二、锥度

1、锥度的概念: 指正圆锥体底圆直径与锥高之比。如果是圆锥台则是上下底圆直径之差与锥台高度之比。

$$\text{锥度} = 2 \tan \alpha = D/L = D-d/L$$

2、锥度的画法

3、锥度的标注

(巩固练习)

作一锥台,上底为 20、高为 30 锥度为 1:4

(课堂小结)

- 1、斜度和锥度的定义;
- 2、标注时的注意点和部分细节。

§1-7 圆弧连接

一、圆弧连接的概念

圆弧连接:用一圆弧光滑地连接相连相邻两已知线段。

二、圆弧连接的作图方法

- 1、圆弧连接的实质:就是要使连接圆弧与相邻线段相切。
- 2、圆弧连接的目的:达到光滑连接的要求
- 3、作图步骤:
 - (1) 求连接圆弧的圆心;
 - (2) 找出连接点即切点的位置;
 - (3) 在两连接点之间作出连接圆弧。
- 1、两直线之间的圆弧连接(见表 1-11)
- 2、直线与圆弧间的圆弧连接(见表 1-11)
- 3、两圆弧间的圆弧连接(见表 1-11)

◆ 总结与巩固(小结、考核知识点、作业等)

(巩固练习)

让学生进行连接操作。

(课堂小结)

(作业布置)

习题集 P₈ 1-8、P₉ 1-10、P₁₀ 1-11

平面图形的画法

一、尺寸分析

平面图形中的尺寸,根据尺寸所起的作用不同,分为定形尺寸和定位尺寸两类。

而在标注和分析尺寸时,首先必须确定基准。

一、尺寸分析

平面图形中的尺寸,根据尺寸所起的作用不同,分为定形尺寸和定位尺寸两类。而在标注和分析尺寸时,首先必须确定基准。

1、基准

所谓基准就是标注尺寸的起点。

一般平面图形常用的基准有以下几种:

- (1) 对称中心线;
- (2) 主要的垂直或水平轮廓线;
- (3) 较大的圆的中心线,较长的直线等。(如 P26 图 1-37)

2、定形尺寸

凡确定图形中各部分几何形状大小的尺寸。

如：直线段的长度，倾斜线的角度，圆或圆弧的直径和半径等。（分析讲解图 2-21 手柄）

3、定位尺寸

凡确定图形中各组成部分与基准之间相对位置的尺寸。（分析讲解图 2-21 手柄）

注意：

分析讲解图中既起定形又起定位作用的尺寸（可以让学生在学学习过定形、定位尺寸之后自行找出）。

二、线段分析

平面图形中的线段或（圆弧）按照所给的尺寸齐全与否可以分为三类：

1、已知弧：

凡具有完整的定形尺寸（ Φ 及 R ）和定位尺寸（圆心的两个定位尺寸），能直接画出的圆弧，称为已知弧。

2、中间弧：

仅知道圆弧的定形尺寸和圆心的一个定位尺寸，需借助与其一端相切的已知线段，求出圆心的另一定位尺寸，然后才能画出的圆弧，称为中间弧。

3、连接弧：

只有定形尺寸而无定位尺寸，需借助与其两端相切的线段，求出圆心后才能画出的圆弧，称为连接弧。

三、画图步骤

1、画出基准线；

2、画出已知线段；

3、画出中间线段；

4、画出连接线段

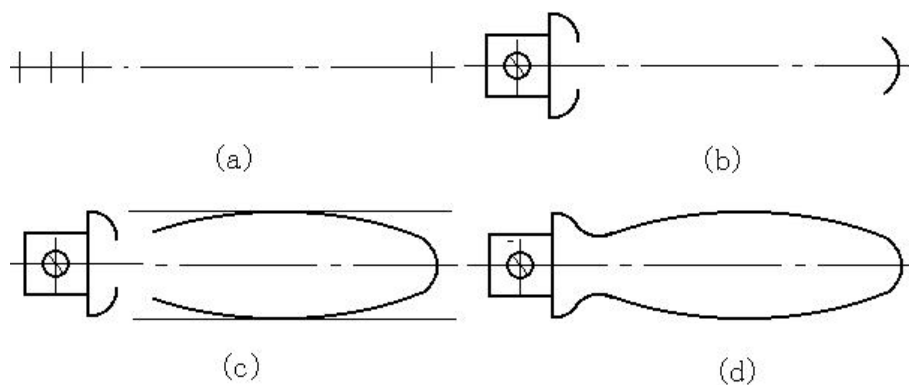


图2-22 画平面图形的步骤

◆ 总结与巩固（小结、考核知识点、作业等）

（巩固练习）

按照所讲的绘图步骤绘制习题集 P14 1-14-1 定位块。

(课堂小结)

- 1、总结分析；
- 2、重点强调平面图形的绘制步骤。

(作业布置)

习题集 P₁₃ 吊钩图制作业

P₁₄ 1-14-2

第二章 正投影基础

§ 2-1 投影法的概念

投影法：从物体和投影的对应关系中，总结出了用投影原理在平面上表达物体形状的方法。

投影法可分为两大类：中心投影法、平行投影法。

一、中心投影法

二、平行投影法

◆ 总结与巩固（小结、考核知识点、作业等）

(巩固练习)

让学生再看一遍所讲部分的内容，体验各种投影的投影方法，试着绘制各种投影的投射射线、投影面、投影、物体的位置关系。（即投影示意图）

(课堂小结)

- 1、投影法的定义及分类。
- 2、各类投影的方法与实质。

(作业布置)

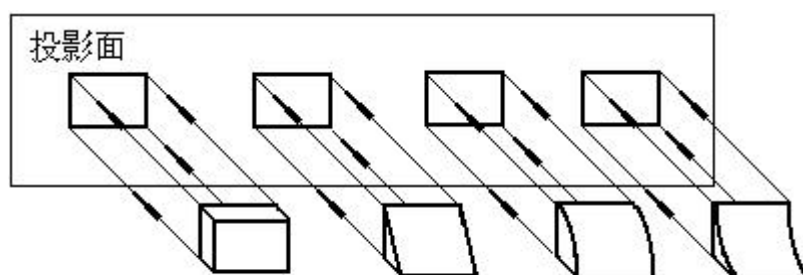


图3-4 不同的物体在同一投影面上可以得到相同的投影

何谓正投影法、斜投影法？

§2-2 三视图的形成及投影规律

一、三视图的形成

物体是有长、宽、高三个尺度的立体。我们要认识它，就应该从上、下、左、右、前、后各个方面去观察它，才能对其有一个完整的了解。图 3-4 所示的是四个不同的物体，它们只取一个投影面上的投影，如果不附加其它说明，是不能确定各个物体的整个形状的。要反映物体的完整形状，必须根据物体的繁简，多取几个投影面上的投影相互补充，才能把物体的形状表达清楚。

为了准确地表达物体的形状和大小，我们选取互相垂直的三个投

影面。（如图 2-5、2-6、2-7）

1、三投影面体系

三面：

正立投影面：简称正面 用 V 表示

水平投影面：简称水平面 用 H 表示

侧立投影面：简称侧面 用 W 表示

OX 轴：V 面与 H 面的交线。

OY 轴：H 面与 W 面的交线。

OZ 轴：V 面与 W 面的交线。

OX 轴、OY 轴、OZ 轴的交点为原点。

2、三视图的形成：

（1）三视图

主视图：正面投影（由物体的前方向后方投射所得到的视图）

俯视图：水平面投影（由物体的上方向下投射所得到的视图）

左视图：侧面投影（由物体的左方向右方投射所得到的视图）

（2）三视图的展开规定

正面保持不动，水平面绕 OX 轴向下旋转 90° ，侧面绕 OZ 轴向右旋转 90° 。

二、三视图之间的对应关系

1、位置关系：

主视图在上方，俯视图在主视图的正下方，左视图在左视图的正右方。

2、投影关系：

主视图反映物体的长度和高度。

俯视图反映物体的长度和宽度。

左视图反映物体的高度和宽度。

主、俯视图反映了物体的同样长度（等长）。

主、左视图反映了物体的同样高度（等高）。

俯、左视图反映了物体的同样宽度（等宽）。

归纳：

主视、俯视长对正（等长）。

主视、左视高平齐（等高）。

俯视、左视宽相等（等宽）。

3、方位关系：

主视图反映了物体的上、下、左、右方位。

俯视图反映了物体的前、后、左、右方位。

左视图反映了物体的上、下、前、后方位。

（如图 2-7、2-8、2-9）

◆ 总结与巩固（小结、考核知识点、作业等）

（巩固练习）

1、说出三视图的位置关系、投影关系。

2、看视图判别对应方位关系。

（课堂小结）

- 1、三视图的方位关系
- 2、三视图的三等关系
- 3、三投影面体系的组成

(作业布置)

习题集 P₁₆₋₁₇ ①②、P₂₁2-6

§ 2-3 点的投影

一、点的投影特性：点的投影永远是点。

二、点的投影标记

空间点用：A、B、C、D ……标记。

空间点在 H 面上的投影用：a、b、c、d ……标记；

空间点在 V 面上的投影用：a'、b'、c'、d' ……标记；

空间点在 W 面上的投影用：a''、b''、c''、d'' ……标记。

(如图 2-11)

三、点的三面投影

四、点的投影规律

(1) 点的正面投影与水平面投影的连线一定垂直于 OX 轴，即 $aa' \perp OX$ ；

(2) 点的正面投影与侧面投影的连线一定垂直于 OZ 轴，即

$a'a'' \perp OZ$ ；

(3) 点的水平面投影到 OX 轴的距离等于点的侧面投影到 OZ 轴的距离，即

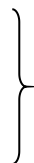
$aa_x = aa_z$

五、点的坐标

A 点到 W 面的距离为 X 的坐标值

A 点到 H 面的距离为 Z 的坐标值

A 点到 V 面的距离为 Y 的坐标值



六、点的投影与坐标

水平面投影 a 由 A 点的 x、y 两坐标确定。

正面投影 a' 由 A 点的 x、z 两坐标确定。

侧面投影 a'' 由 A 点的 y、z 两坐标确定。

例：已知点 A (20, 35, 10)，求作它的三面投影。

例：已知点的两面投影，求作其第三面投影。

七、两点的相对位置

X 坐标确定左右相对位置 X 值大者在左边

Y 坐标确定前后相对位置 Y 值大者在左边

Z 坐标确定上下相对位置 Z 值大者在左边

八、重影点的投影

当空间两点的某两个坐标值相等时，该两点处于某一投影面的同一投射线上，则这两点对该投影面的投影重合于一点。空间两点的同面投影重合于一点的性质，称为重影性，该两点称为重影点。

◆ 总结与巩固 (小结、考核知识点、作业等)

(巩固练习)

- 1、作 A (20, 30, 10) 的直观图；

2、已知空间 A (20, 30, 10), B 点在 A 点上 12mm, 右 8mm, 前 10mm, 求作 B 点。

(课堂小结)

- 1、点的三面投影规律是什么?
- 2、点的投影特性是什么?
- 3、空间点的相对位置的判断依据是什么?
- 4、点的空间直观图的作法是什么?

(作业布置)

习题集 P₂₆₋₂₇ 2-11-12

§ 2-4 直线的投影

一、直线

在绘制直线的投影图时, 只要作出直线上任意两点的投影, 再将两点的同面投影连接起来, 即得到直线的三面投影。

二、直线的投影特性

- 1、直线倾斜于投影面: 投影具有收缩性, 投影变短线。
- 2、直线平行于投影面: 投影具有真实性, 投影实长现。
- 3、直线垂直于投影面: 投影具有积聚性, 投影聚一点。

三、直线在三投影面体系中的投影特性

- (1) 一般位置直线: 对于三个投影面均处于倾斜位置;
- (2) 投影面平行线: 平行于一个投影面, 而与另外两投影面倾斜。
- (3) 投影面垂直线: 垂直于一个投影面, 而平行于另外两投影面。

1、一般位置直线

投影特性:

- (1) 在三个投影面上的投影均是倾斜直线;
- (2) 投影长度均小于实长。

2、投影面平行线

(1) 三种位置

正平线: 平行于 V 面的直线;

水平线: 平行于 H 面的直线;

侧平线: 平行于 W 面的直线。

(2) 投影特性:

- ① 在所平行的投影面上的投影为一段反映实长的斜线;
- ② 在其他两个投影面上的投影分别平行于相应的投影轴, 长度缩短。

3、投影面垂直线

(1) 三种位置

正垂线: 垂直于 V 面的直线;

铅垂线: 垂直于 H 面的直线;

侧垂线: 垂直于 W 面的直线。

(2) 投影特性:

- ① 在所垂直的投影面上的投影积聚为一点;
- ② 在其他两个投影面上的投影分别平行于相应的投影轴, 且反映实长。

◆ 总结与巩固 (小结、考核知识点、作业等)

(巩固练习)

直线在三投影面体系中的投影特性。

(课堂小结)

- 1、直线相对于投影面的位置；
- 2、直线段在三面投影体系中的投影特性。

(作业布置)

课堂作业：

习题集 P₂₉ 2-14 、 P₃₀₋₃₁

§ 2-5 平面的投影

一、平面的三面投影

将平面进行投影时，可根据平面的几何形状特点及其对投影面的相对位置，找出能够决定平面的形状、大小和位置的一系列点来，然后作出这些点的三面投影并连接这些点的同面投影，即得到平面的三面投影。

二、平面的投影特性

- 1、平面平行于投影面，投影原形现。
- 2、平面倾斜于投影面，投影面积变。
- 3、平面垂直于投影面，投影聚成线。

三、平面在三投影面体系中的投影特性

- 1、一般位置平面：与三个投影面都处于倾斜位置的平面。

投影特性：在三个投影面上的投影，均为原平面的类似形；而形状缩小，不反映真实形状。

- 2、投影面平行面：平行于一个投影面，而垂直于其他两个投影面的平面。

(1) 三种位置：

正平面：平行于 V 面的平面；
水平面：平行于 H 面的平面；
侧平面：平行于 W 面的平面。

(2) 投影特性：

- ①在所平行的投影面上的投影反映实形；
 - ②在其他两投影面上的投影分别积聚成直线，且平行于相应的投影轴。
- 3、投影面垂直面：垂直于一个投影面，而倾斜于其他两个投影面。

(1) 三种位置：

正垂面：垂直于 V 面的平面；
铅垂面：垂直于 H 面的平面；
侧垂面：垂直于 W 面的平面。

(2) 投影特性：

- ①在所垂直的投影面上的投影积聚为一段斜线；
- ③ 在其他两投影面上的投影均为缩小的类似形。

四、直线与平面相交

一般位置直线与特殊位置平面相交

由于特殊位置平面的某些投影有积聚性，因此，直线与特殊位置平面相交可利用该平面投影的积聚性，直接找出交点的一个投影，再利用线上取点的方法求出交点的其它投影。

投影面垂直线与一般位置平面相交

投影面垂直线与一般位置平面相交，其交点的一个投影重合在直线有积

聚性的投影上；另一个投影可通过作图方法获得。

五、两平面相交

两平面相交，其交线为一直线，它是两平面的共有线。求两平面的交线，就是求两平面的共有线，也就是求任两个共有点的连线。

一般位置平面与特殊位置平面相交

当相交两平面中有一个平面的投影有积聚性时，即可利用有积聚性的投影来确定交线的一个投影，交线的另一个投影可以按面上取点、取线的方法作出。

作图步骤：

求积聚性投影上的点

作出另一投影

判别可见性

两特殊位置平面相交

当相交两平面均为特殊位置平面时，每个平面必有一个投影有积聚性，即可确定交线的一个投影，而另一投影可按面上取点、取线的方法作出。

总结与巩固（小结、考核知识点、作业等）

（巩固练习）

- 1、已知平面的两面投影，求作第三面投影；
- 2、判断平面的空间位置。（如挂图所示）

（课堂小结）

- 1、平面的投影作法；
- 2、第三面投影的求作方法；
- 3、平面在三投影体系中的投影特性。

（作业布置）

课堂作业：

习题集 P₃₅ 2-20 ①②③④

P₃₆₋₃₇ 2-21、2-22 ①②③④

§ 2-5 基本体的投影

一、平面立体的投影

棱柱体的投影

棱锥体的投影

由于平面立体的棱线是直线，所以画平面立体的投影图，就是先画出各棱线交点的投影，然后顺次连线，并注意区分可见性。

研究平面立体的投影特性，实际上就是分析围成立体表面的平面图形的投影特性。

平面立体投影图中的每一条直线，是立体上一条棱线或一个面的积聚性投影。

平面立体投影图中的每一个封闭的线框，一般代表着立体的某个面的投影。

平面立体表面上的点

平面立体被截切

平面截切立体所得到的表面交线，称为截交线。截交线所围成的平面图形，

称为截断面。截切立体的平面，称为截平面。截交线是立体表面与截平面的共有线，其求作的方法是先求出平面立体上被截断的各棱线与截平面的交点，然后顺次连线。

二、回转体的投影

一动线（直线或曲线）绕一定直线旋转而成的曲面，称为回转面。定直线称为回转轴，动线称为母线，母线处于回转面上任意位置时，称为素线。母线上任意一点的旋转轨迹都是圆，该圆又称为纬圆。由回转面或回转面与平面所围成的立体，称为回转体。

圆柱体的投影

圆柱体的形成

圆柱面可以看成是由一直线绕与它平行的回转轴旋转而成的。

圆柱体的投影

圆柱体表面上的点

圆锥体的投影

圆锥体的形成

圆锥面可以看成是由一条直母线绕与它相交的回转轴旋转而成的。

圆锥体的投影

圆锥体表面上的点

素线法

纬圆法

球体的投影

球是圆母线绕其直径为回转轴旋转而成的。

第三章 立体表面的交线

§ 3-1 截交线

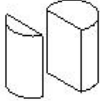
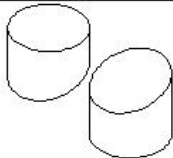
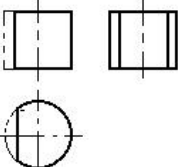
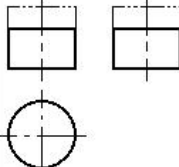
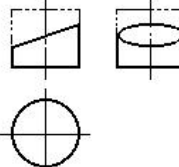
1、截交线：由平面截切几何体所形成的表面交线。

2、截平面：用来截切的平面。

截交线是截平面和几何体表面的共有线，截交线上的每一点都是截平面和几何体表面的共有点。因此，只要能求出这些共有点，再把这些点连起来，就可以得到截交线。

一、圆柱的截交线

表5-1圆柱的截交线

截平面的位置	平行于轴线	垂直于轴线	倾斜于轴线
截交线的形状	矩形	圆	椭圆
立体图			
投影图			

二、圆锥的截交线

表5-2 圆锥的截交线

类别	立体图	投影图	截交线的形状	截平面的位置
1			圆	垂直于轴线
2			椭圆	倾斜于轴线
3			抛物线	倾斜于轴线 (平行于一条素线)
4			双曲线	平行于轴线
5			过锥顶的两条 相交直线 (三角形)	过锥顶

四、圆球截交线

◆ 总结与巩固 (小结、考核知识点、作业等)

(巩固练习)

- 1、作斜面和圆柱的截交线(平面与圆柱轴线的夹角为 45°)；
- 2、作平面斜切圆锥的截交线(平面与圆锥轴线的夹角为 45° , 交点到锥底的距离为锥高的一半)；
- 3、作球被正平面、水平面、侧平面切得的交线。

(课堂小结)

- 1、截平面的三个位置；
- 2、斜切时圆柱、圆锥的截交线的形状；

(作业布置)

课堂作业：习题集 P₄₅ 3-3 P₄₆ 3-4 P₄₇₋₄₈

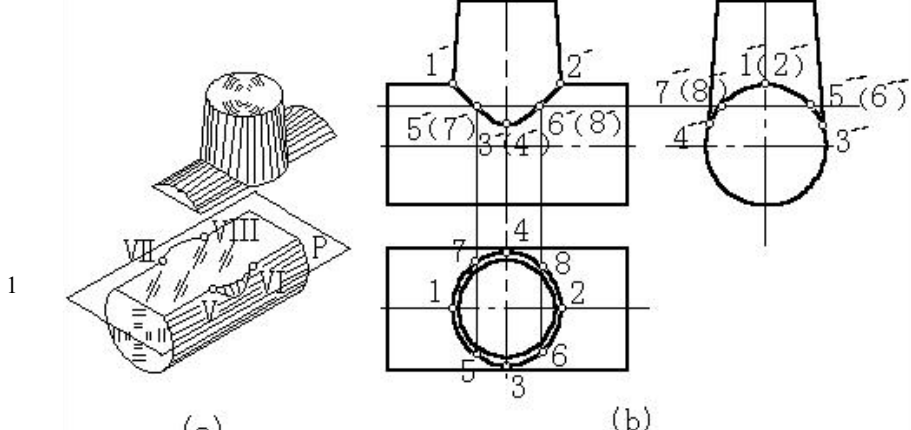
§3-2 相贯线

一、相贯线的特性

- 1、相贯线是互相贯穿的两个形体表面的共有线，也是两个相交形体的表面分界线；
- 2、相贯线一般是闭合的空间曲线，有时则为平面曲线。

二、相贯线的画法

- 1、辅助平面法：(如下图所示)



作图步骤:

- (1) 求出特殊位置点 (图中的点 1、2、3、4);
- (2) 称的找出几个一般位置点 (图中的 5、6、7、8);
- (3) 判断可见性, 画出相贯线。

2、近似画法:

在实际作图的过程中为了方便起见, 对常见的圆柱与圆柱的相贯线采用近似画法。

近似画法的要领概括如下:

以大圆柱的半径为半径, 在小圆柱的轴线上找圆心, 向着大圆柱轴线弯曲画圆弧 (及以圆弧来代替)

三、相贯线的简化画法

◆ 总结与巩固 (小结、考核知识点、作业等)

(巩固练习)

圆锥与圆柱正交的相贯线画法。

(课堂小结)

- 1、相贯线近似画法的要领;
- 2、作图时注意看清物体内外表面相贯的次数。

(作业布置)

习题集 P₄₉ 3-7 ①② P₅₀ 3-8 P₅₂ 3-10

第四章 轴测图

§4-1 轴测投影的基本知识

轴测图是用平行投影的原理绘制的一种图形, 这种图接近于人的视觉习惯, 富有立体感。而三视图的缺点是缺乏立体感。轴测图在生产中作为辅助图样, 用于需要表达机件直观形象的场合。

轴测投影的形成

将物体连同其参考直角坐标系一起, 沿不平行于任一坐标平面的方向, 用平行投影法将其投影在单一投影面上所得到的图形, 称为轴测投影图。

在轴测投影图中, 投影面 P 称为轴测投影面, 投射方向 S 称为轴测投影方向。

当投射方向 S 垂直于轴测投影面时, 所得图形称为正轴测图。

当投射方向 S 倾斜于轴测投影面时, 所得图形称为斜轴测图。

轴测投影面，轴测投射方向。

当投射方向垂直于轴测投影面时，所得图形称为正轴测图；

当投射方向倾斜于投影面时，所得图形称为斜轴测图

轴测轴、轴间角、轴向伸缩系数

轴测轴一直角坐标轴 OX 、 OY 、 OZ 在轴测投影面上的投影 OX_1 、 OY_1 、 OZ_1 称为轴测投影轴，简称轴测轴。

轴间角 轴测轴之间的夹角 $\angle X_1O_1Y_1$ 、 $\angle Y_1O_1Z_1$ 、 $\angle X_1O_1Z_1$ 称为轴间角

轴向伸缩系数

在空间三坐标轴上，分别取长度 OA 、 OB 、 OC ，它们的轴测投影长度为 O_1A_1 、 O_1B_1 、 O_1C_1 令

$$p_1 = \frac{O_1A_1}{OA}, \quad q_1 = \frac{O_1B_1}{OB}, \quad r_1 = \frac{O_1C_1}{OC},$$

则 p_1 、 q_1 、 r_1 分别称为 OX 、 OY 、 OZ 轴的轴向伸缩系数。

轴测图的种类

正（或斜）等轴测图 $p_1=q_1=r_1$

正（或斜）二轴测图 $p_1=r_1 \neq q_1$

正（或斜）三轴测图 $p_1 \neq r_1 \neq q_1$

轴测投影的基本性质

平行性

空间平行的直线，轴测投影后仍平行；空间平行于坐标轴的直线，轴测投影后仍平行于相应的轴测轴。

沿轴量

沿轴测轴的方向上，尺寸是按轴向伸缩系数变化；不在轴测轴的方向上，尺寸就不按轴向伸缩系数变化。因此，只能在轴测轴方向上才能度量，不在轴测轴方向上，不能度量。

§4-2 正等轴测图

正等测的轴间角、轴向伸缩系数

正等测的三个轴间角相等

$$\angle X_1O_1Y_1 = \angle Y_1O_1Z_1 = \angle X_1O_1Z_1 = 120^\circ$$

正等测的轴向伸缩系数也相等

$$p_1 = q_1 = r_1 = 0.82$$

为了作图方便，一般采用简化轴向伸缩系数， $p=q=r$ ，即凡平行于各坐标轴的尺寸都按原尺寸作图。这样画出的轴测图，其轴向尺寸比按理论伸缩系数作图的长度放大了 $1/0.82 \approx 1.22$ 倍，但这对表达形体的直观形象没有影响。

正等测的基本画法

通常可按下述步骤作图：

根据形体结构特点,选定坐标原点的位置,一般在物体的对称轴线上,且放在顶面或底面处,这样对作图较为有利。

画轴测轴。

按点的坐标作点、直线的轴测图,一般至上而下,根据轴测投影的基本性质,逐步作图,不可见棱线通常不画出。

平行坐标面圆的正等轴测图

圆的画法

在正等测中,由于空间各坐标面相对轴测投影面都是倾斜的,而且倾角相等,所以平行于各坐标面且

圆角的画法

组合体的正等测作图方法

举例:例3(P82)

§3-3 斜二等轴测图

在斜轴测投影中,投射方向倾斜于轴测投影面。若将物体的一个坐标面 XOZ 放置成与轴测投影面平行,按一定的投射方向进行投影,则所得的图形称为斜二等轴测图,简称斜二测。

斜二测的轴间角和轴向伸缩系数

斜二等轴测图的轴间角是:

$$\angle X_1O_1Y_1=\angle Y_1O_1Z_1=135^\circ \quad \angle X_1O_1Z_1=90^\circ$$

斜二测的轴向伸缩系数:

$$p_1=r_1=1 \quad q_1=0.5$$

斜二测的作图方法

举例:例3 见图 4-20

◆ 总结与巩固(小结、考核知识点、作业等)

(巩固练习)

正等测和斜二测轴测图画法。

(课堂小结)

1、轴测图基本知识

2、正等测和斜二测轴测图画法要领

(作业布置)

习题集 P₅₇ 4-4、P₅₇₈ 4-5

第五章 组合体

§ 5-1 组合体的形体分析

一、组合体的概念

组合体：由两个或两个以上的基本几何体构成的物体。

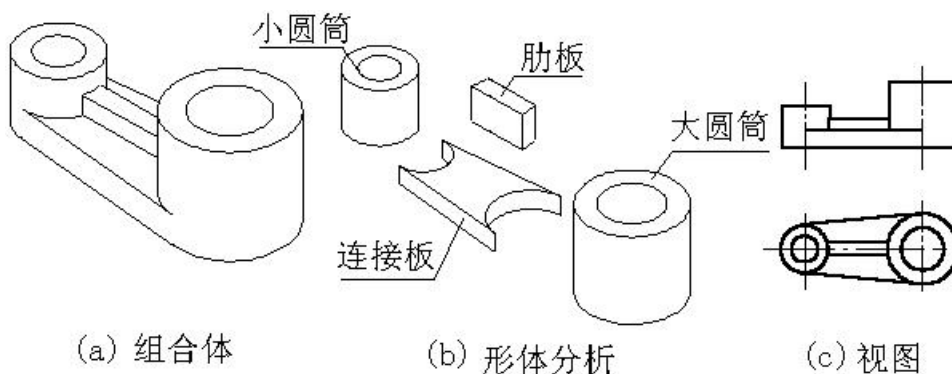


图5-1 形体分析和视图

二、组合体的分析方法

1、形体分析法：

画、看画组合体的视图时，通常按照组合体的结构特点和各个组成部分之间的相对位置，把它划分为若干个基本几何体（这些基本几何体可以是完整的也可以是不完整的），分析基本几何体之间的分界线的特点和画法，然后组合起来画出视图或想象出其形状。这种分析组合体的方法叫做形体分析法。形体分析法是画图和读图的基本方法。

2、线面分析法：

线面分析法就是运用线面的投影规律，分析视图中的线条、线框的含意和空间位置，从而把视图看懂的方法。线面分析法是作业中补图补线最常用的方法。

三、组合体的分析：组合体的组合形式

分析讲解模型（模型）

组合体的组合方式不外乎叠加、切割和综合三种方式。

一、叠加

叠加按照表面的接触方式不同又可以分为三种：

- 1、相接（如书本图 5-4、5-5 所示）
- 2、相切（如书本图 5-6 所示）
- 3、相贯（如书本图 5-7 所示）

二、切割

切割式组合体可以看成是在基本几何体上进行切割、钻孔、挖槽等所构成的形体。（如书本图 5-3 所示）

三、综合

综合是叠加、切割两种形式的组合。

◆ 总结与巩固（小结、考核知识点、作业等）

（巩固练习）

分析模型的组合形式。

（课堂小结）

- 1、组合体的组合形式；
- 2、叠加、切割的几种组合形式。

（作业布置）

习题集 P₆₀

§ 5-2 组合体视图的画法

一、画图步骤

1、形体分析法

（1）先看清形状、结构特点以及表面间的相互关系，明确组合形式；

（2）将组合体分成几个组成部分，进一步了解组成部分之间的分界线特点，为画三视图做好准备。

模型例示：

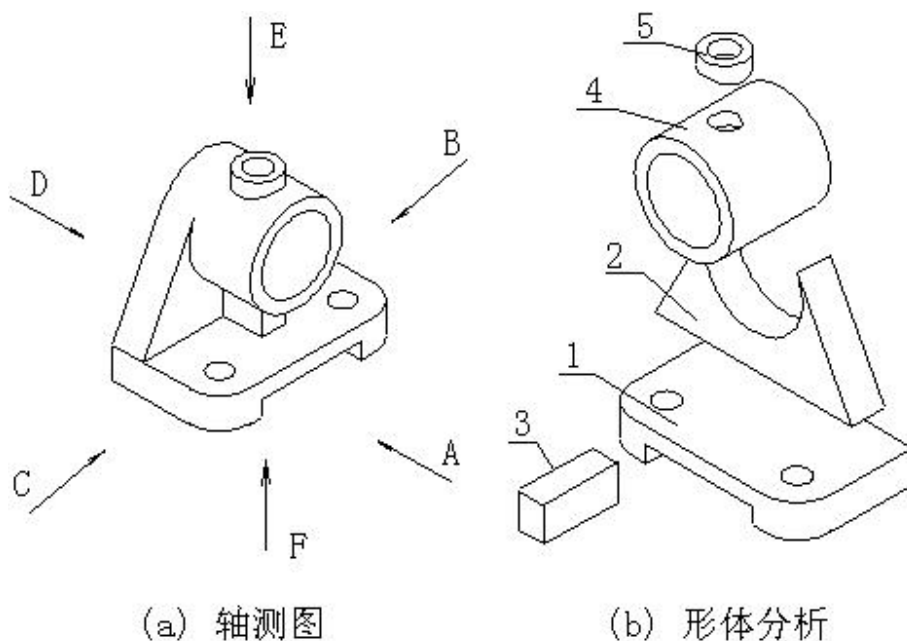


图5-12 轴承座

2、选择视图

（1）首先确定主视图。

要求：主视图能较多的表达物体的形状和特点。

即：尽量将物体组成部分的形状和相互关系反映在主视图上，并使主要平面平行于投影面，以便投影表达实体形状。

（2）确定俯、左视图。

3、选择比例、确定图幅

根据物体的大小和图纸幅面尺寸的大小，注意大小要留有余地，以便标注尺寸、画标题栏和写说明书。

4、布置视图

布置视图时,要根据各视图每个方向上的最大尺寸和视图间要留的间隙,来确定每个视图的位置。

5、画底图

(1) 合理布局后,画出每一个视图相互垂直的两根基线;

(2) 按照组成物体的基本形体,逐一画出它们的三视图;

a、从主视图到俯视图和左视图;

b、先画主要组成部分,后画次要部分;

c、先画看得见的部分,后画不见的部分;

d、先画主要的圆和圆弧,后画直线。

(3) 画每一个基本形体时,三视图对应着一起画,先画反映实形或有特征的视图,再画其它视图。

6、检查、描深

检查底稿、改正错误、再描深。

7、标注尺寸、完成全图

◆ 总结与巩固 (小结、考核知识点、作业等)

(巩固练习)

看模型,分析并叙述组合体三视图画法

(课堂小结)

1、简述作图步骤;

2、强调绘制三视图时的线型使用问题。

(作业布置)

习题集 P₆₂ 5-3 P₆₉ 5-10-2

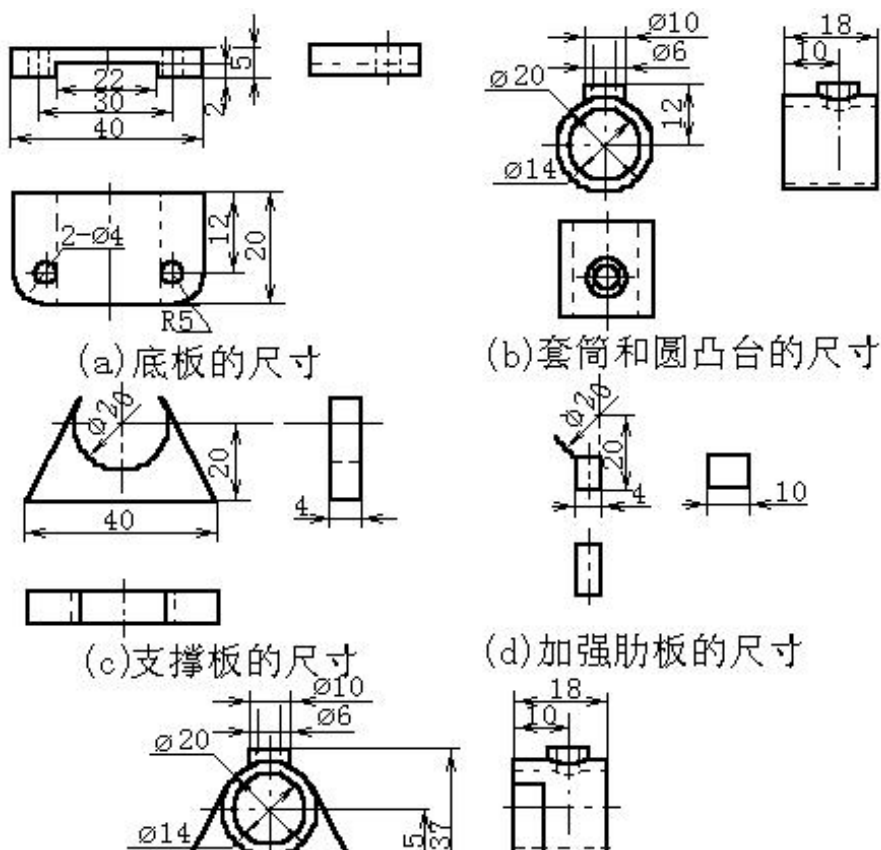
§5-3 组合体的尺寸标注

一、基本要求

1、正确:尺寸标注必须符合国家标准的规定。

2、完整:所注各类尺寸应齐全。

3、清晰:尺寸布置要整齐清晰,便于看图。



二、尺寸的种类

- 1、定形尺寸：表示各基本几何体大小的尺寸。
- 2、定位尺寸：表示各基本形体的相对位置的尺寸。
- 3、总体尺寸：表示组合体总长、总宽、总高的尺寸。

三、基本方法

标注尺寸的基本方法是形体分析法。

四、尺寸基准

标注尺寸的起点称为尺寸基准（简称基准）

五、尺寸布置

- 1、各基本形体的定形尺寸和有关的定位尺寸，要尽量标注在一个或两个视图上，便于集中标注看图；
- 2、尺寸应注在表达形体特征最明显的视图上并尽量避免标注在虚线上；
- 3、对称结构的尺寸，一般应按照对称要求进行标注；
- 4、尺寸应尽量标注在视图的外边，布置在两个视图之间；
- 5、圆的直径一般注在投影为非圆的视图上，圆弧的半径应注在投影为圆弧的视图上；
- 6、平行并列的尺寸，应使较小的尺寸靠近视图，较大的尺寸依次向外分布，以免尺寸线与尺寸界线交错。

六、标注步骤

- 1、分析组合体是由哪些基本形体组成；
- 2、选择组合体长、宽、高三个方向的基准；
- 3、标注各基本形体相对于组合体基准的定位尺寸；
- 4、标注各基本形体的总体尺寸；
- 5、标注组合体的总体尺寸；
- 6、检查、调整尺寸，对上述标注的尺寸进行检查、整理、调整把多余的尺寸和不适合的尺寸去掉。

◆ 总结与巩固（小结、考核知识点、作业等）

（巩固练习）

按照尺寸标注的步骤和要求对下图所示的简单组合体的三视图进行尺寸标注。

（课堂小结）

- 1、尺寸的种类；
- 2、尺寸标注的思路、方法和步骤

分解组合体各形体的三视图——逐个标注各形体的定形定位尺寸——标注总体尺寸——对所注尺寸作相应的必要的调整和补充。

（作业布置）

习题集 P₆₅、P₆₆、P₆₇

§5-4 读组合体视图的方法

一、形体分析法

1、形体分析法的概念：是根据视图的特点和基本形体的投影的特征，把形体分解成若干个简单的形体，分析出组合形式后，再将它们组合起来，构成一个完整的组合体。

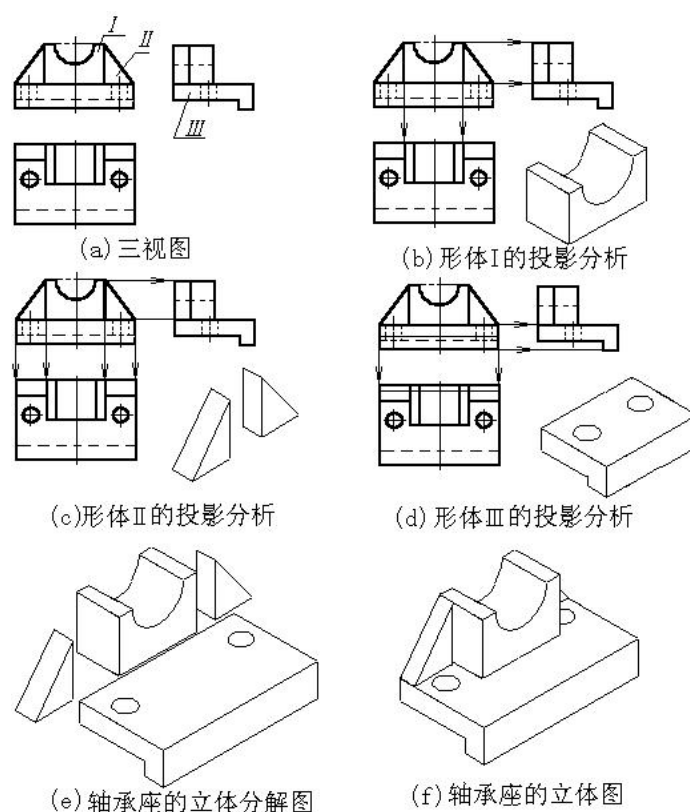


图5-16 轴承座的看图方法

2、形体分析法的分析步骤：

- (1) 认识视图，抓住特征；
- (2) 分析投影，联想形体；
- (3) 综合起来，想形体。

例：（以书上图 5-19 为例进行讲解）

二、线面分析法

1、线面分析法的概念：是运用线面的投影规律，分析图中的线条、线框的含义和空间位置，从而看懂视图

2、线面分析法的分析步骤：

- (1) 用形体分析法先做主要分析；
- (2) 用线面分析法再作补充分析；
- (3) 最后综合起来性形体。

例：（以书上图 5-21 为例进行分析讲解）

◆ 总结与巩固（小结、考核知识点、作业等）

(巩固练习)

以书上图 5-24 为例让学生试着分析形体。

(课堂小结)

- 1、形体分析法；
- 2、线面分析法。

(作业布置)

习题集 P₇₃₋₇₄₋₇₅₋₇₆₋₇₇₋₇₈₋₈₄

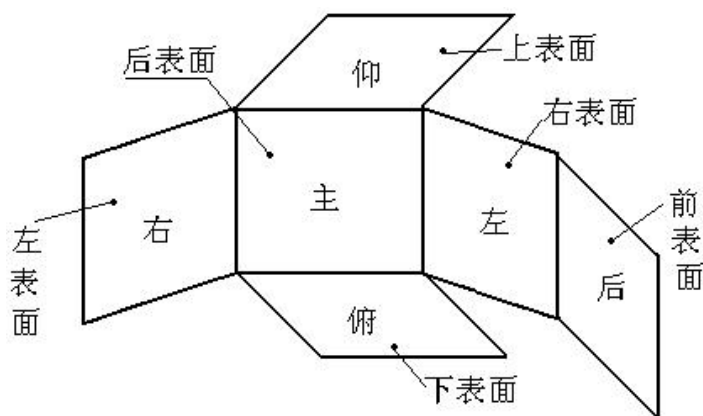
第六章 图样画法

§ 6-1 视 图

一、基本视图

基本视图：物体向基本投影面投射所得的视图。

基本投影面：正六面体的六个面。



六个基本视图的名称和投射方向：

主视图：由前向后投射所得的视图；

俯视图：由上向下投射所得的视图；

左视图：由左向右投射所得的视图；

右视图：由右向左投射所得的视图；

仰视图：由下向上投射所得的视图；

后视图：由后向前投射所得的视图。

六个基本视图之间，仍符合“长对正”、“高平齐”、“宽相等”的投影关系。

(见书上图 6-4)

二、向视图

向视图是可自由配置的视图。在采用这种表达方式时，应在向视图的上方标注“×”（“×”为大写拉丁字母），在相应视图的附近用箭头指明投射方向，并标注相同的字母。

三、局部视图

如书本图 6-6a 所示用两个基本视图（主、俯视图）已能将零件的大部分形状表达清楚，只有圆筒左侧的凸缘部分没能表达清楚，如果再画一个完整的左视图，则显得有些重复。因此，在左视图中可以只画出凸缘部分的图形，而省去其余部分，如书本图 6-6b 所示。

这种将物体的某一部分向基本投影面投射所得的视图，称为局部视图。

注意：

1、局部视图可按基本视图的配置形式配置，也可按向视图的配置形式配置并标注。当局部视图按照投影关系配置，中间又没有其它视图隔开时，可省略标注。

2、局部视图的断裂边界应以波浪线表示。当它们所表示的局部结构是完整的，且外轮廓线又成封闭时，波浪线可省略不画。

四、斜视图

零件具有倾斜部分，在基本视图中不能反映该部分的实形；这时可选用一个新的投影面，使它与零件上倾斜部分的表面平行，然后将倾斜部分向该投影面投影，就可得到反映该部分实形的视图。

这种物体向不平行于基本投影面的平面投射所得的视图称为斜视图。

注意：

1、斜视图主要用来表达物体上倾斜部分的实形，所以其余部分不必全部画出而用波浪线或双折线断开。

2、斜视图通常按向视图的配置形式配置并标注。必要时，允许将斜视图旋转配置；标注时，表示该视图名称的大写拉丁字母应靠近旋转符号的箭头端，也允许将旋转角度标注在字母之后。

◆ 总结与巩固（小结、考核知识点、作业等）

（巩固练习）

抄画书图 6-5。

（课堂小结）

1、视图的四种。

2、四种视图的画法和标注规定。

（作业布置）

习题集 P₉₀ 、 P₉₁ P₉₃

§ 6-2 剖 视 图

一、剖视图概述

1、剖视图的概念：

假想的用剖切面剖开物体，将处在观察者和剖切平面之间的部分移去，而将其余部分向投影面投影所得到的图形称为剖视图，简称剖视。以图 6-8 为例进行讲解：

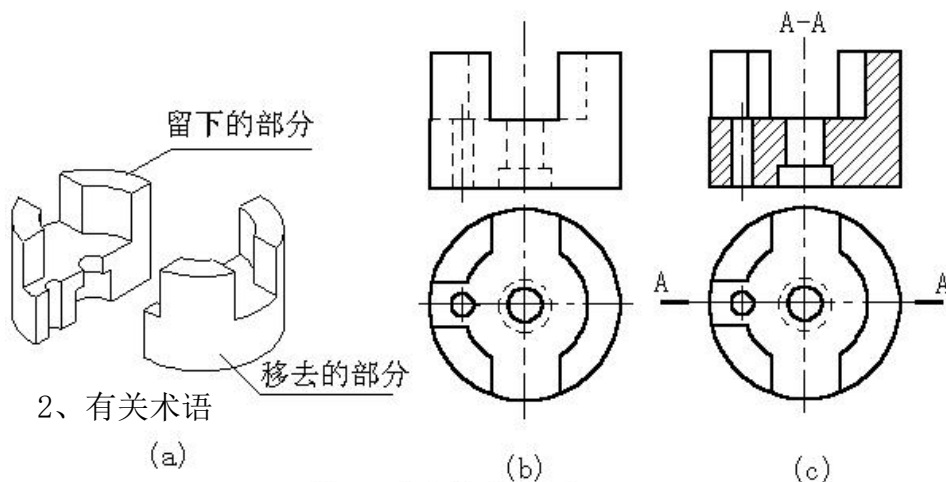


图6-8 剖视图的概念

- (1) 剖切面：剖切被表达物体的假想平面或曲面。
- (2) 剖面区域：假想用剖切面剖开物体，剖切面与物体的接触部分。
- (3) 剖切线：指示剖切面位置的线（用细点画线）。

(4) 剖切符号：指示剖切面起、迄和转折位置（用粗短画表示）及投影方向（用箭头或粗短画表示）的符号。

二、剖面区域的表示法

1、剖面符号

剖视图中，剖面区域一般应画出特定的剖面符号，物体材料不同，剖面符号也不相同。

2、通用剖面线

剖视图中，不需在剖面区域中表示材料的类别时，可采用剖面线表示，即画成互相平行的细实线。

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° 。

同一物体的各个剖面区域，其剖面线画法应一致。相邻物体的剖面线必须以不同的斜向或以不同的间隔画出。

三、剖切面的种类

1、单一剖切面

2、几个平行的剖切平面

3、几个相交的剖切面，即其交线垂直于某一投影面。

注意：剖切面是一个假想的面，因此采用后两种剖切面时，在剖面区域内，对应于剖切符号的转折处不应画投影线。

四、剖视图的种类

按剖切的范围，剖视图可分为全剖视图、半剖视图和局部视图。

1、全剖视图

(1) 概念：用剖切面完全地剖开物体所得的剖视图。

(2) 应用：表达内形比较复杂、外形比较简单或外形已在其他视图上表达清楚的零件。

例：全剖视图的作法：（如书上图 6-10）

2、半剖视图

(1) 概念：当零件具有对称平面时，向垂直于对称平面的投影面上投射所得到的图形，可以对称中心线为界，一半画成剖视，另一半画成视图。

(2) 应用：由于半剖视图既充分的表达了机件的内部形状，又保留了机件的外部形状，所以常采用它来表达内外部形状都比较复杂的对称机件。当机件的形状接近于对称，且不对称的部分已另有图形表达清楚时，也可以画成半剖视图。

例：半剖视图的作法：（如书上图 6-16）

(3) 注意：

a、视图与剖视图的分界线应是对称中心线（细点画线），而不画成粗实线，也不应与轮廓线重合；

b、机件的内部形状在半剖视图中以表达清楚，在另一半视图上就不必再画出虚线，但对于孔或槽等，应画出中心线的位置。

3、局部剖视图

(1) 概念：用剖切平面局部的剖开机件所得的视图。

例：局部剖视图的作法：（如书上图 6-21）

(2) 注意：

a、局部视图用波浪线分界，波浪线不应和图样上的其它图线重合；

b、当被剖结构为回转体时，允许将该结构的中心线作为局部剖视图与视图的分界线；

c、如有需要，允许在视图的剖面中再作一次局部剖，采用这样的表达方法时，两个剖面的剖面线应该同一方向，同一间隔，但要互相错开，并用引出线标注其名称。

五、画剖视图的注意事项

1、剖视图是用剖切面假想地剖开物体，所以，当机件的一个视图画成剖视之后，其它视图的完整性应不受影响，仍按完整的视图画出。

2、在剖切面后方的可见部分应全部画出，不能遗漏，也不能多画。常见的如书上表 6-2 所示。

3、在剖视图上对于已经表达清楚的结构，其虚线可以省略不画。但如果仍有表达不清的部位，其虚线则不能省略，在没有剖切的视图上虚线的问题也按照同样的原则处理。

五、剖视图的标注

1、标注方法

一般应在剖视图的上方用字母标出剖视图的名称“X—X”。在相应的视图上用剖切符号表示剖切位置，用箭头表示投影方向，并注上同样的字母。

2、一些可以省略标注的场合：

(1) 当剖视图按照投影关系配置，中间没有其它视图隔开时，可以省略箭头；

(2) 当单一剖切平面通过机件的对称平面或基本对称的平面且剖视图按照投影关系配置，中间又没有其它视图隔开时，可以省略标注；

(3) 当单一剖切平面的剖切位置明显时，局部视图的标注可以省略。

◆ 总结与巩固（小结、考核知识点、作业等）

（巩固练习）

作图的各个注意点

（课堂小结）

1、剖视的概念；

2、剖视图的种类及画法。

（作业布置）

习题集 P₉₄ 、 P₉₅₋₁₀₄

剖切面和剖切方法

1、单一剖切面

2、两相交的剖切面

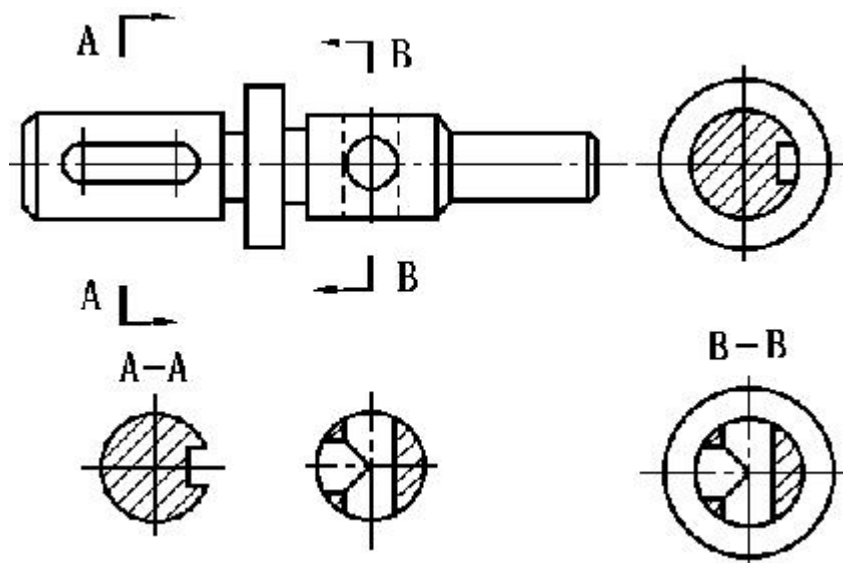
假想用两个相交的剖切平面剖开机件的方法称为旋转剖。

3、几个平行的剖切平面

用几个平行于基本投影面的剖切平面剖开机件的方法称为阶梯剖。

不平行于任何基本投影面的剖切平面，假想用不平行于任何基本投影面的平面剖开机件的方法称为斜剖。

出示挂图（投影片）



如上图所示：是一个轴类零件，在前面我们学习了三视图、基本六面视图和剖视图，在前面的学习过程中向这样的物体（如圆柱）加上尺寸标注须几个视图来表达？

因为上图中沿着径向开了孔、槽为表管孔、槽的开切程度我们可以采用剖视图来表达（具体如图）剖视我们前面已经学过、而且通过复习可以看到大部分同学已经掌握，那么今天我们来共同学习另外一种表达方法——**断面图**。

一、断面图的概念

1、概念：假想用剖切面将物体的某处切断，仅画出该剖面与物体接触部分的图形，称为断面图，简称断面。

2、断面图与剖视图的区别及关系

（1）区别：

断面图只画出物体被切处的断面形状。

剖视图除了画出物体断面形状之外，还应画出断面后的可见部分的投影。

（2）关系：

断面图通常用来表示物体上某一局部的断面形状。

二、断面图的分类及其画法

1、移出断面图

移出断面图的图形应画在视图之外，轮廓线用粗实线绘制，配置在剖切线的延长线上或其他适当的位置。

注意事项：

(1) 当剖切平面通过回转面形成的孔或凹坑的轴线时, 这些结构按剖视绘制;

(2) 当剖切平面通过非圆孔, 会导致出现分离的两个断面图时, 则这些结构按剖视绘制;

(3) 由两个或多个相交的剖切平面剖切得出的移出断面图, 中间一般应断开。

2、重合断面图

重合断面图的图形应画在视图之内, 断面轮廓线用细实线绘出。当视图中的轮廓线与重合断面图的图形重叠时, 视图中的轮廓线仍应连续画出, 不可间断。

3、断面图的标注

(1) 移出断面图的标注

(2) 重合断面图的标注

◆ 总结与巩固 (小结、考核知识点、作业等)

(课堂小结)

今天这节课我们共同学习了断面的定义、分类、画法及标注, 在作图时要注意画法注意事项及标注方法。

(作业布置)

习题集P97-99、P107 P109-110

§ 6-6 各种表达方法的应用举例

机件的形状是错综复杂的, 要将一个机件表达清楚, 应根据机件的具体结构形状和特点, 综合分析, 灵活运用。同一个机件, 可以有几种表达方案, 要做到恰当地利用前面所学的各种表达方法, 将机件正确清晰地表达出来, 只有通过多练和多画才能达到。

图 6-81 是支架的表达方案, 为了将支架的内外结构用最简捷的方式清晰地表达出来, 支架采用了三个视图来表达。主视图采用了剖视图, 剖视部分表达了阶梯孔的内部结构, 左侧表达了横向分流孔的连接情况, 同时表达了上部法兰的安装孔结构, 并用两个重合剖表达上下肋板的厚度。其右下角采用了局部剖表达了底板上安装孔的结构。用波浪线断开的视图部分表达了支架的部分外形。由于该支架是前后对称, 所以其俯视图采用了半剖视图, 既表达了上下法兰的外部形状, 又表达了孔的部分内部结构。为了避免重复表达, 采用 K 向局部视图来代替左视图, K 向局部视图表达了左侧法兰的外形。这种表达方案采用了较少的视图, 将支架表达得既清晰又完整, 是一种较好的表达方案。

◆ 总结与巩固 (小结、考核知识点、作业等)

(课堂小结)

今天这节课我们通过几个例子共同学习了各种表达方法的应用, 对于较复杂的形体, 那么往往要考虑到用这些已学的方法来表达。注意适用范围, 尽量将图样及表达清楚又做到简洁明了。

(作业布置)

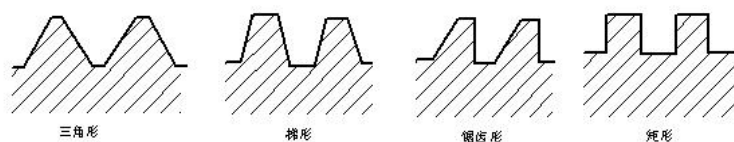
第七章 标准件和常用件

§ 7-1 螺 纹

一、螺纹的基本要素

(1) 螺纹牙形

在通过螺纹轴线的断面上，螺纹的轮廓形状，称为螺纹牙形。它有三角形、梯形、锯齿形和矩形等。不同的螺纹牙形，有不同的用途。



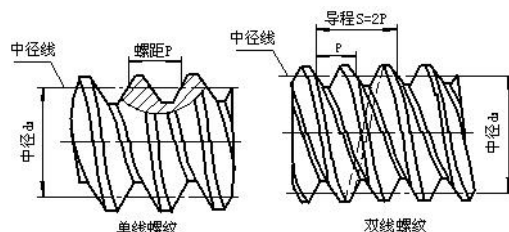
(2) 螺纹直径

① 大径（公称直径）是螺纹的最大直径，即与外螺纹牙顶或内螺纹牙底相重合的假想圆柱面的直径，用 d （外螺纹）或 D （内螺纹）表示。

② 小径 是螺纹的最小直径，即与外螺纹牙底或内螺纹牙顶相重合的假想圆柱面的直径，称为小径，用 d_1 （外螺纹）或 D_1 （内螺纹）表示。

③ 中径 在大径与小径圆柱面之间有一假想圆柱，在母线上牙形的沟槽和凸起宽度相等。此假想圆柱称为中径圆柱，其直径称为中径。它是控制螺纹精度的主要参数之一。

(3) 螺纹线数 (n) 螺纹有单线（常用）和多线之分，沿一条螺旋线形成的螺纹为单线螺纹；沿轴向等距分布的两条或两条以上的螺旋线所形成的螺纹为多线螺纹。



(4) 螺距 (P) 和导程 (Ph) 螺纹相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离，称为螺距。同一条螺纹线上相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离，

称为导程，由图 7-5 可知，螺距和导程的关系：单线螺纹 $P=Ph$ ；多线螺纹 $Ph=nP$

(5) 旋向： 螺纹分右旋和左旋两种。顺时针旋转时旋入的螺纹，称为右旋螺纹。逆时针旋转时旋入的螺纹，称为左旋螺纹。

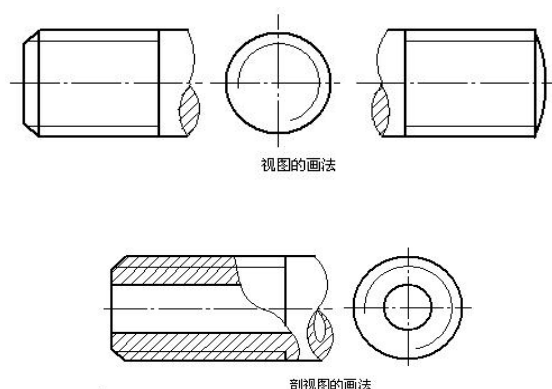
工程上常用右旋螺纹。只有牙形、直径、螺距、线数和旋向完全相同的内外螺纹，才能相互旋合。

二、螺纹的规定画法

机械制图国家标准对螺纹画法作了详细的规定。

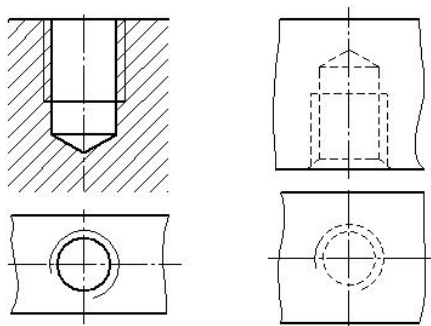
1、外螺纹的画法

外螺纹不论其牙形如何，螺纹的牙顶（大径）及螺纹终止线用粗实线表示，螺杆的倒角或倒圆部分也应画出；牙底（小径）用细实线表示。画图时小径尺寸近似地取 $d_1 \approx 0.85d$ 。在垂直于螺纹轴线投影面上的视图中，表示牙底的细实线圆只画 $3/4$ 圈，此时倒角省略不画。画剖视图时螺纹终止线只画一小段粗实线到小径处，剖面线应画到粗实线。



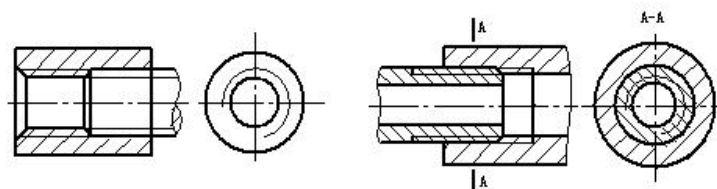
2、内螺纹的画法

在剖视图中，小径用粗实线表示，大径用细实线表示；在投影为圆的视图上，表示大径圆用细实线只画约 $3/4$ 圈，倒角圆省略不画，螺纹的终止线用粗实线表示，剖面线画到粗实线处。绘制不穿通的螺纹时应将螺纹孔和钻孔深度分别画出，一般钻孔应比螺纹孔深约 4 倍的螺距，钻孔底部的锥角应画成 120° 。表示不可见螺纹所有图线均画成虚线。



3、内外螺纹连接的画法

以剖视图表示内外螺纹连接时，其旋合部分按外螺纹的画法表示，其余部分仍按各自的规定画法表示。要注意的是要使内外螺纹的大小径对齐。在剖视图中，剖面线应画到粗实线；当两零件相邻接时，在同一剖视图中，其剖面线的倾斜方向相反或方向一致但间隔距离不同。



三、常用螺纹的分类和标注

1、螺纹的分类

螺纹按用途分为连接螺纹和传动螺纹两类，前者起连接作用，后者用于传递动力和运动。

2、螺纹的标注

螺纹按国标的规定画法画出后，图上并未标明牙型、公称直径、螺距、线数和旋向等要素，因此，需要用标注代号或标记的方式来说明。

(1) 普通螺纹

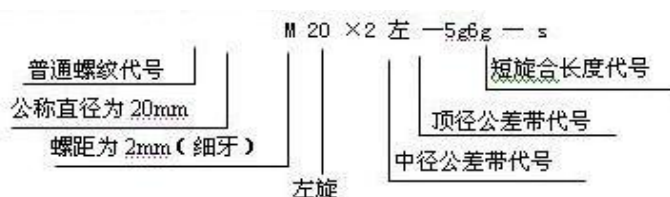
普通螺纹的牙形角为 60° ，有粗牙和细牙之分，即在相同的大径下，有几种不同规格的螺距，螺距最大的一种，为粗牙普通螺纹，其余为细牙普通螺纹。

螺纹代号：粗牙普通螺纹代号用牙型符号“M”及“公称直径”表示；细牙普通螺纹的代号用牙型符号“M”及“公称直径×螺距”表示。当螺纹为左旋时，用代号 LH 表示。右旋省略标注。

标注时注意：粗牙螺纹允许不标注螺距。

旋合长度是指内外螺纹旋合在一起的有效长度，分为短、中、长三种，分别用代号 S、N、L 表示，相应的长度可根据螺纹公称直径及螺距从标准中查出。当旋合长度为中等时，“N”可省略。

例：已知细牙普通螺纹，公称直径为 20mm，螺距为 2mm，中径公差带代号为 5g，顶径公差带代号为 6g，短旋合长度。其标注形式为：



(2) 梯形和锯齿形螺纹

梯形螺纹用来传递双向动力。其牙形角为 30°，不按粗细牙分类；锯齿形螺纹用来传递单向动力。梯形螺纹、锯齿形螺纹只标注中径公差带代号；旋合长度只分为 N、L 两组，当旋合长度为 N 时不标注。

如梯形螺纹的标记形式为：

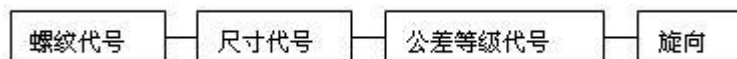


例：Tr40×7-6H “Tr”表示梯形螺纹，“40”为公称直径，“7”为螺距，“6H”为中径公差带代号，中旋合长度。

(3) 管螺纹

在水管、油管、煤气管的管道连接中常用管螺纹，管螺纹分为非螺纹密封的内、外管螺纹和用螺纹密封的管螺纹。管螺纹应标注螺纹特征代号和尺寸代号；非螺纹密封的外管螺纹还应标注公差等级。

标记形式为：



标注时注意：尺寸代号不是管子的外径，也不是螺纹的大径，而是指管螺纹用于管子孔径英寸的近似值；公差等级代号对外螺纹分 A、B 两级标注，内螺纹不标记；右旋螺纹的旋向不标注，左旋螺纹标注“LH”。管螺纹在图样上一律标注在引出线上，引出线应由大径或由对称中心处引出。

◆ 总结与巩固（小结、考核知识点、作业等）
（课堂小结）

- 1、 螺纹的基本要素；
- 2、 内外螺纹的画法；
- 3、 螺纹的标注。

（作业布置）

习题集 P₁₁₉₋₁₂₀

§ 7-2 常用螺纹紧固件

1、螺纹紧固件

螺纹紧固件就是运用一对内、外螺纹的连接作用来连接紧固一些零部件。常用的螺纹紧固件有螺钉、螺栓、螺柱（亦称双头螺柱）、螺母和垫圈等。根据螺纹紧固件的规定标记，就能在相应的标准中查出有关的尺寸，通常只需用简化画法画出。

螺纹紧固件连接是一种可拆卸的连接，常用的连接形式有：螺钉连接、螺栓连接、螺柱连接等。

2、画图时应遵守三条基本规定：

- ① 两零件的接触面只画一条线，不接触面必须画两条线。
- ② 在剖视图中，当剖切平面通过螺纹紧固件的轴线时，这些件都按不剖处理，即只画外形，不画剖面线。

③ 相邻两被连接件的剖面线方向应相反，必要时可以相同，但必须相互错开或间隔不一致；在同一张图上，同一零件的剖面线在各个视图上，其方向和

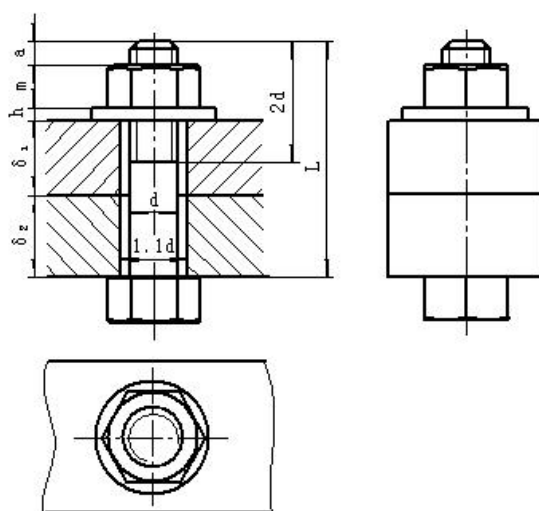
二、螺栓连接的画法

1、 螺栓连接

螺栓用来连接不太厚、而且又允许钻成通孔的零件。在被连接的零件上先加工出通孔，通孔略大于螺栓直径，一般为 $1.1d$ 。将螺栓插入孔中垫上垫圈，旋紧螺母，螺栓连接的画法如图。

画螺栓连接图的已知条件是螺栓的型式规格、螺母、垫圈的标记，被连接件的厚度等。

螺栓的公称长度 $L \geq \delta_1 + \delta_2 + h \text{ (或 } s) + m + a$



2、螺柱连接

当两个连接件中有一个较厚，加工通孔困难或因频繁拆卸，又不宜采用螺钉连接时，一般用螺柱连接。如图 7-13 所示， δ_1 加工成通孔， δ_2 上加工出螺纹孔，然后将双头螺柱的一端（旋入端）旋紧在螺孔内，再在双头螺柱的另一端（紧固端）套上带通孔的被连接零件加上垫片，拧紧螺母。螺孔深度与螺柱的旋入端 b_m 有关。用螺柱连接时，应根据螺孔件的材料选择螺柱的标准号，即确定 b_m 长度。钢： $b_m = d$ ， 铸铁： $b_m = (1.25 \sim 1.5) d$ ， 铝： $b_m = 2d$ 。

螺柱的公称长度 $L \geq \delta + h + m + a$

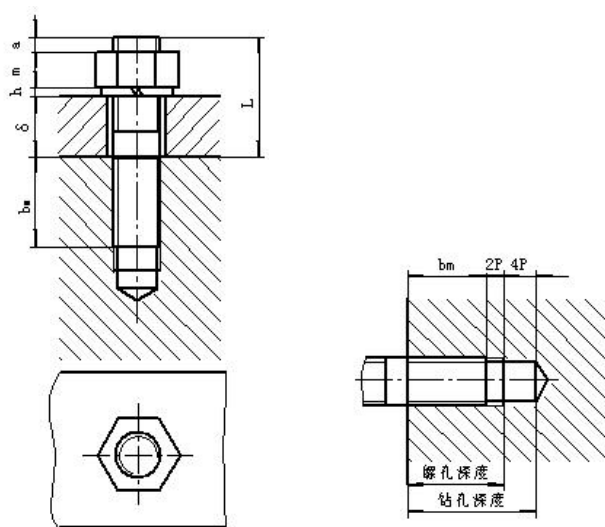
根据计算出螺柱的长度，还需根据螺柱的标准系列选取标准值。计算后从相应的螺柱公称长度系列中选取与它相近的标准值。

采用螺柱连接时，螺柱的拧入端必须全部地旋入螺孔内，为此，螺孔的深度应大于拧入端长度，螺孔深一般取拧入深度（ b_m ）加两倍的螺距（ P ），即 $b_m + 2P$ 。

画螺柱连接图时，要注意以下几点：

① 连接图中，螺柱旋入端的螺纹终止线应与结合面平齐，表示旋入端全部拧入，足够拧紧。

② 弹簧垫圈用作防松，外径比普通垫圈小，以保证紧压在螺母底面范围之内。弹簧垫圈开槽的方向应是阻止螺母松动的方向，在图中应画成与水平线成 60° 上向左，下向右的两条线。



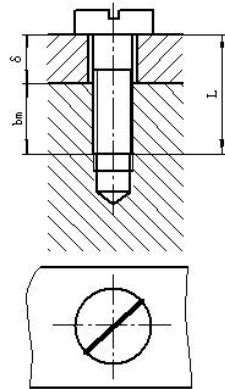
螺孔深度的画法

螺柱连接的画法

3、螺钉连接的画法

螺钉连接用于不经常拆卸，并且受力不大的零件。它的两个被连接零件较厚的加工出螺孔，较薄的零件加工出通孔，不用螺母，直接将螺钉穿过通孔拧入螺孔中。图 7-15 所示为螺钉连接的简化画法。

螺钉的公称长度 $L \geq \delta + b_m - t$



间隔必须一致。

总结与巩固（小结、考核知识点、作业等）

（课堂小结）

1、 螺栓连接的规定画法； 2、 螺柱连接的画法；

3、 螺钉连接的画法；

（作业布置）

习题集 P₁₂₀₋₁₂₁₋₁₂₂

§ 7-4 键联接和销联接

一、键的功用、种类

1、键的功用

用键将轴与轴上的传动件(如齿轮、皮带轮等)联接在一起，以传递扭矩。

2、键的种类

键是标准件，种类类多，常用的键有平键、半圆键、钩头楔键和花键等多种。

(1) 普通平键联接

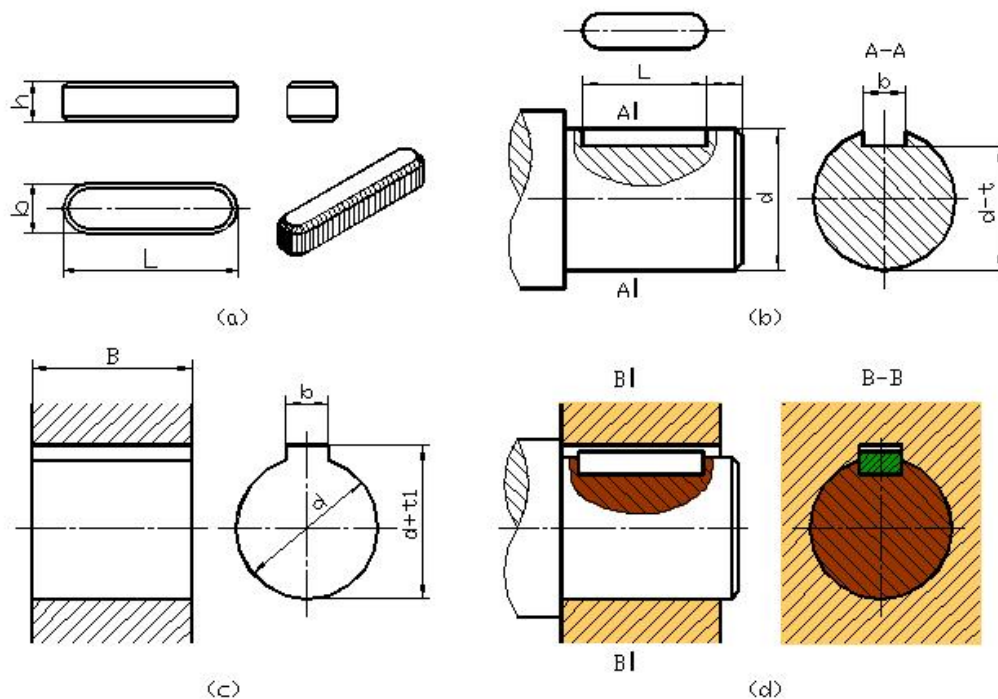


图 7-1 普通平键联接

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 7-1。

(2) 半圆键联接

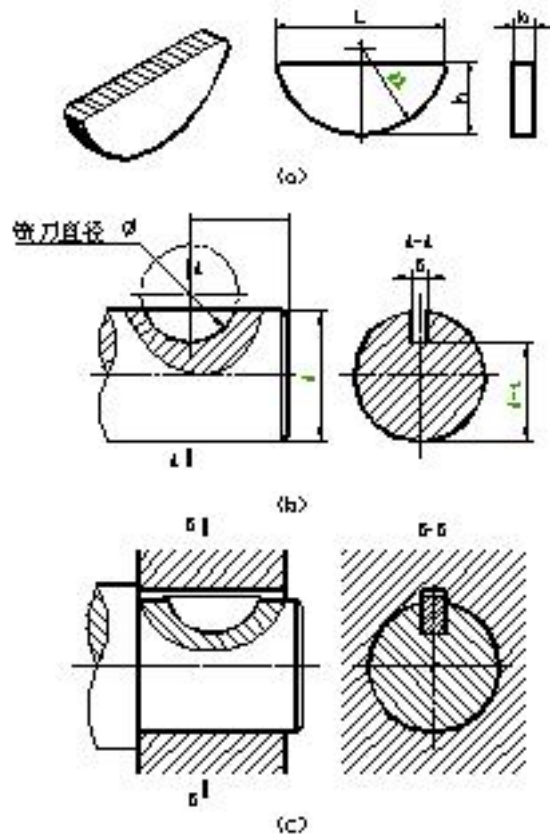


图 7-2 半圆键

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 7-2。

(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 7-3。

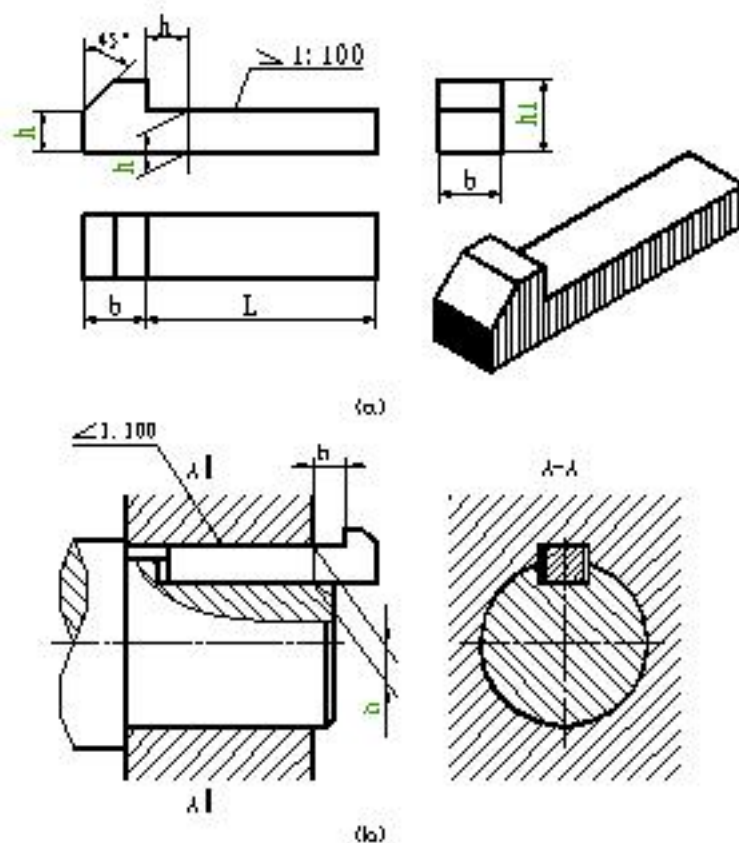


图 7-3 钩头楔键

(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。

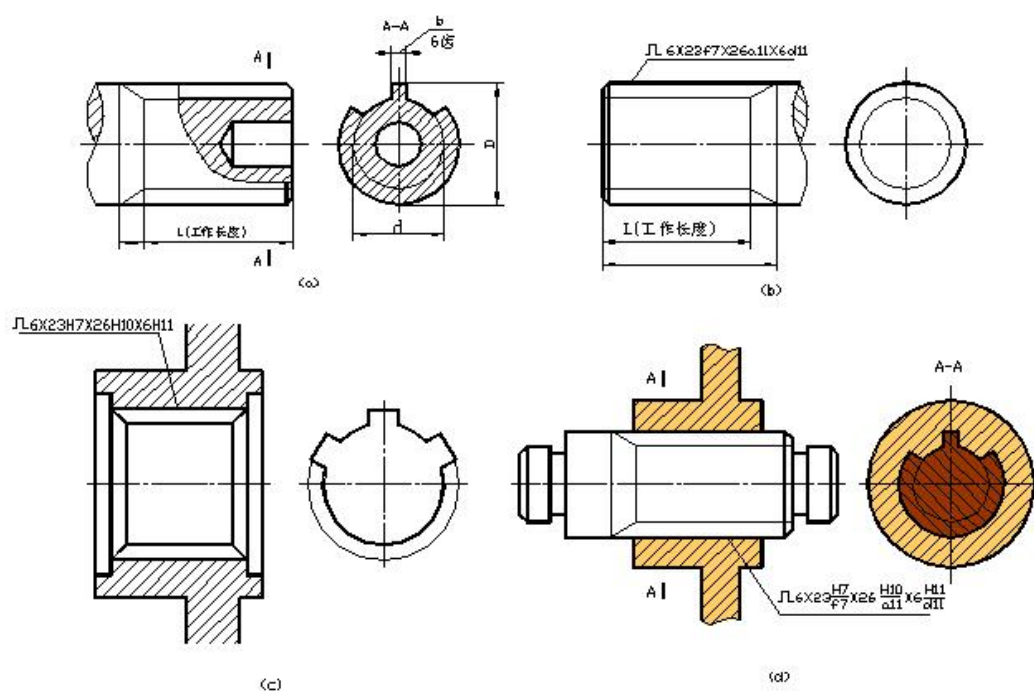


图 7-4 花键联接

销：

销是标准件，主要用于零件间的连接或定位。常用的销有圆柱销、圆锥销、开口销等。销的有关标准见附表。书上表 7-5 为销的型式，标记和联接画法。

◆ 总结与巩固（小结、考核知识点、作业等）

（课堂小结）

- 1、键的功能
- 2、各种键联接的画法

（作业布置）

习题集 P₁₃₁₋₁₃₂

§ 7-4 滚动轴承与弹簧

滚动轴承是支承轴的一种标准件。由于结构紧凑，摩擦力小，所以得到广泛应用。

一、滚动轴承的构造、类型和代号

滚动轴承由内圈、外圈、滚动体和保持架等零件组成，如图 7-45 所示。

常用的滚动轴承有以下三种，它们通常是按受力方向分类：

(1) 深沟球轴承 适于承受径向载荷，如图 7-45a 所示。

(2) 推力轴承 适于承受轴向载荷，如图 7-45b 所示。

(3) 圆锥滚子轴承 用于同时承受径向和轴向载荷，如图 7-45c 所示。

滚动轴承的标记由名称、代号及标准号组成。代号包括公差等级和型号，轴承公差等级分为 B、C、D、E、H 五级，其中 G 级最低，在标记中规定省略标注。

滚动轴承型号的意义如下表

位数 (从右向左)	数字代表的意义	型号									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
第一、二位	轴承内径	型号数字为 00010203 时分别表示轴承内径 d=10121517 毫米；型号数字为 44-99 时，型号的数字乘 5 即为轴承的内径尺寸。									
第三位	轴承外廓系列		特轻系列	轻窄系列	中窄系列	重窄系列	轻宽系列	中宽系列	特轻系列	超轻系列	超重系列
第四位	轴承类型	向心球轴承	调心球轴承	向心短圆柱滚子轴承	调心滚子轴承	滚针轴承	螺旋滚子轴承	向心推力球轴承	圆锥滚子轴承	推力球轴承	推力圆锥滚子轴承

滚动轴承的标注格式如下：

名称 国标编号 代号

例 1. 轴承 GB273.3-82 D305

按国家标准 GB273.3-82 制造的公差等级为 D 级，内径 25mm (05) 外壳中窄系列 (3) 的向心球轴承 (类型为 0)。

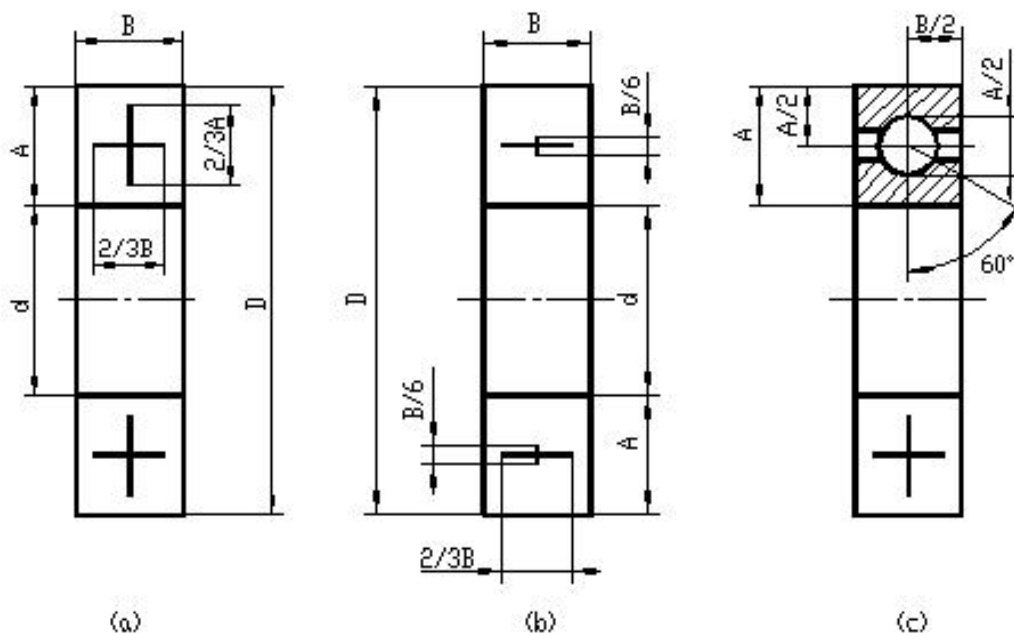
例 2. 轴承 GB273.1-81 7209

按国家标准 GB273.1-81 制造的、G 级公差(省略不注)、内径 45 (09) 外廓轻窄系列 (2) 的圆锥滚子轴承 (7)。

例 3. 轴承 GB301-84 8410

按国家标准 GB301-84 制造的、G 级公差(省略不注)、内径 50 (10) 外廓重窄系列 (4) 的推力球轴承 (8)。

二、滚动轴承的画法



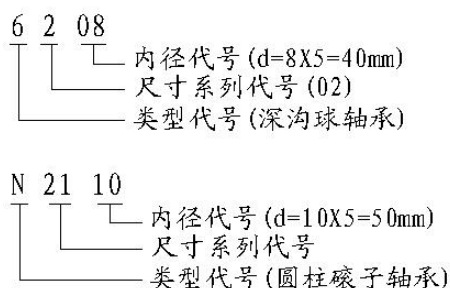
深沟球轴承的规定画法

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（a）为深沟球轴承的通用画法，图（b）为特征画法，图（c）为规定画法。

a) 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。

具体各种滚动轴承画法见书上表 7-8

三、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/T 4459.4—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 7-52 所示。本例的有效圈数每端画了一圈。

具体弹簧的画法见书上 7-52。

◆ 总结与巩固(小结、考核知识点、作业等)

（课堂小结）

- 1、滚动轴承的画法
- 2、相关国家标准查表方法
- 3、弹簧的画法

（作业布置）

习题集 P₁₃₃

§ 7-3 齿 轮

齿轮是机械传动中广泛应用的传动零件，它可以用来传递动力，改变转速和旋转方向。

一、齿轮的传动类型及参数

1. 常见的齿轮传动形式：

圆柱齿轮传动——用于两平行轴之间的传动，见书上图 7-24a。

圆锥齿轮传动——用于两相交轴之间的传动，见书上图 7-24b。

蜗轮蜗杆传动——用于两交叉轴之间的传动，见书上图 7-24c。

2. 圆柱齿轮各部分名称和尺寸关系

①齿数 z 轮齿的个数，它是齿轮计算的主要参数之一。

②齿顶圆 d_a 通过齿轮各齿顶端的圆，称为齿顶圆

③齿根圆 d_f 通过齿轮各齿槽根部的圆，称为齿根圆

④分度圆 d 在该圆上齿槽宽 e 与齿厚 s 相等，即 $e = s$ 。

⑤齿距 p 、齿厚 s 、齿槽 e 在分度圆上，相邻两齿廓对应点之间的弧长为齿距；在标准齿轮中，分度圆上 $e = s$ ， $p = s + e$

⑥齿高 h 、齿顶高 h_a 、齿根高 h_f 轮齿在齿顶圆与齿根圆之间的径向距离为齿高；齿顶圆与分度圆的径向距离为齿顶高；分度圆与齿根圆的径向距离为齿根高。

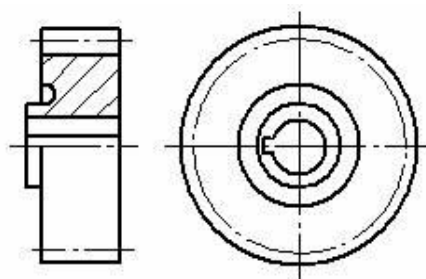
⑦模数 m 由于齿轮的分度圆周长 $= zp = \pi d$ ，则 $d = zp / \pi$ ，为计算方便，将 p / π 称为模数 m ，则 $d = mz$ 。模数的数值已标准化。

⑧压力角（啮合角） α 在节点处，两啮合齿轮齿廓曲线的公法线与两节圆的公切线所夹的锐角，称为压力角，我国采用的压力角一般为 20° 。

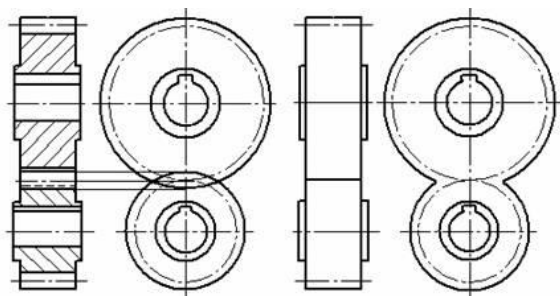
⑨中心距 齿轮副的两轴线之间的最短距离，称为中心距。

二、直齿圆柱齿轮的规定画法

①单个齿轮的画法 国家标准只对齿轮的轮齿部分作了规定画法，其余结构按齿轮轮廓的真实投影绘制。GB4459.2—84 规定齿轮画法为：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；当剖切平面通过齿轮轴线时，轮齿一律按不剖处理。



②两齿轮啮合的画法 在投影为圆的视图上，两分度圆画成相切。也可将齿根圆及啮合区内的齿顶圆省略不画。

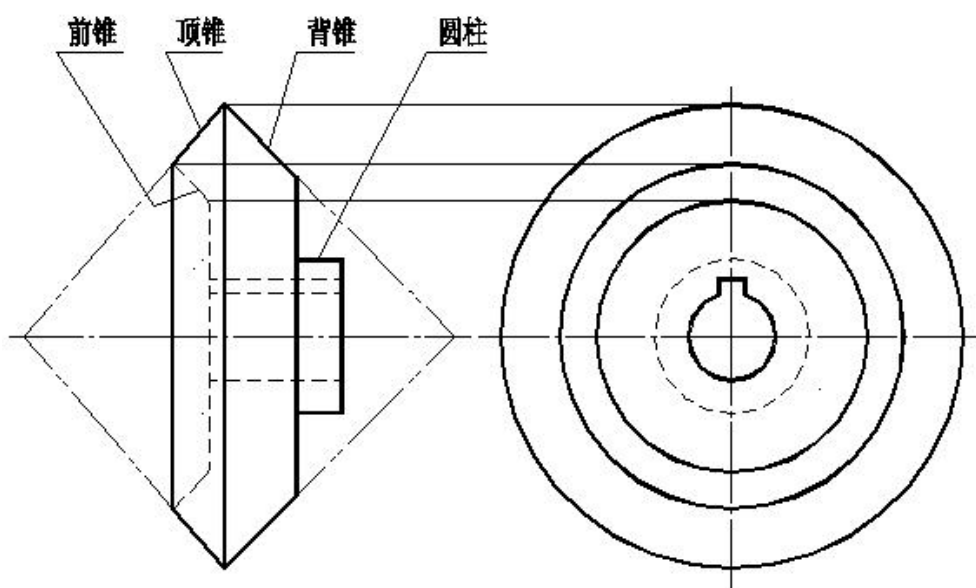


三、圆锥齿轮简介

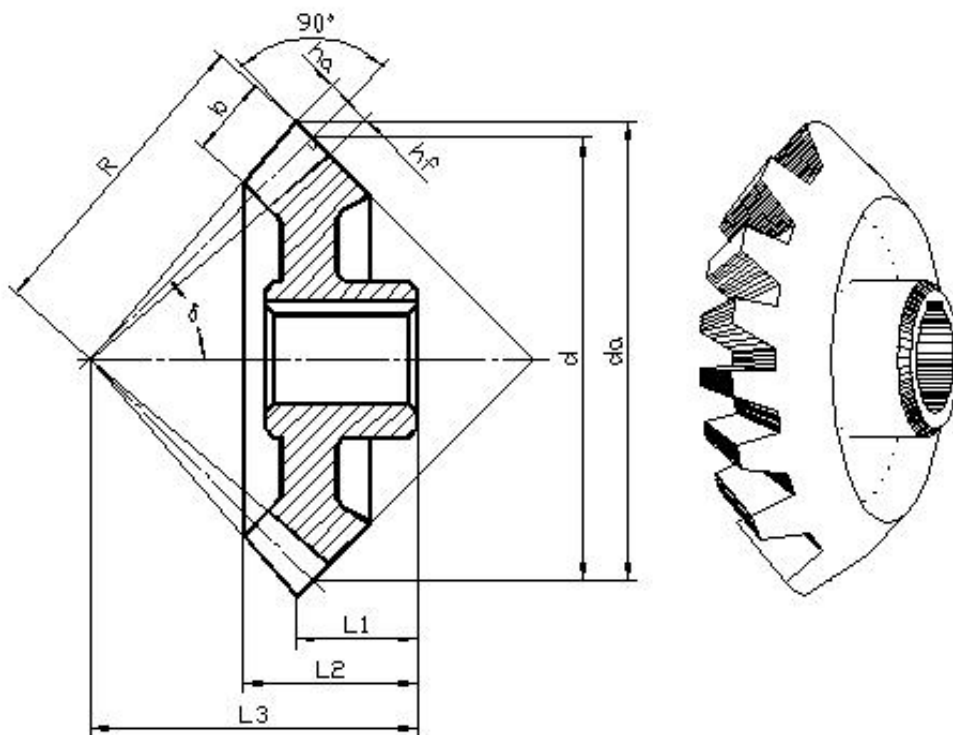
锥齿轮常用于垂直相交轴齿轮副传动。轮齿分布在圆锥面上，齿厚、模数和直径，由大端到小端是逐渐变小的。为了便于设计和制造，规定以大端模数为标准来计算各部分尺寸。

(1) 直齿圆锥齿轮的画法

直齿圆锥齿轮的齿坯如下图所示，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。

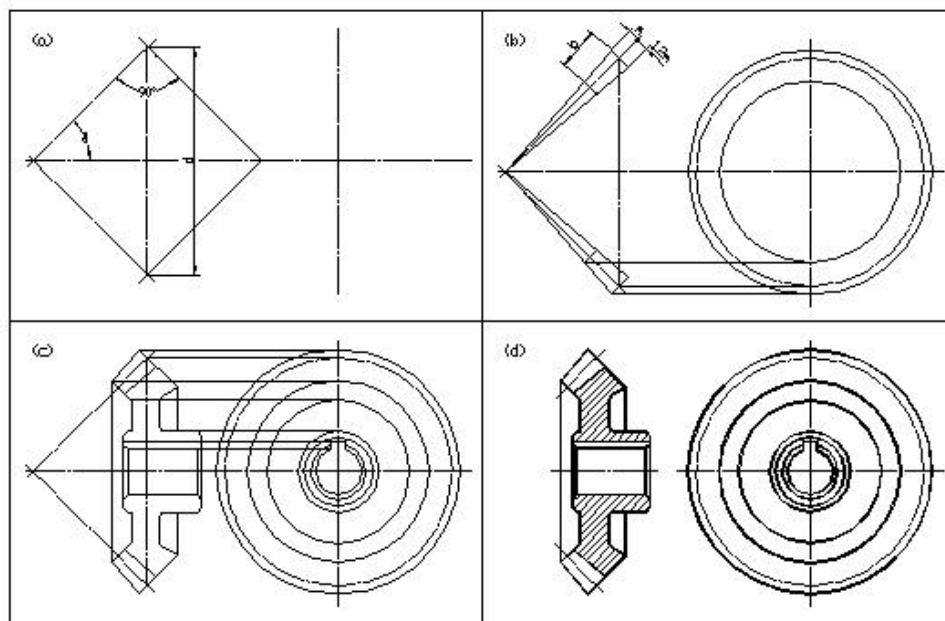


圆锥齿轮坯

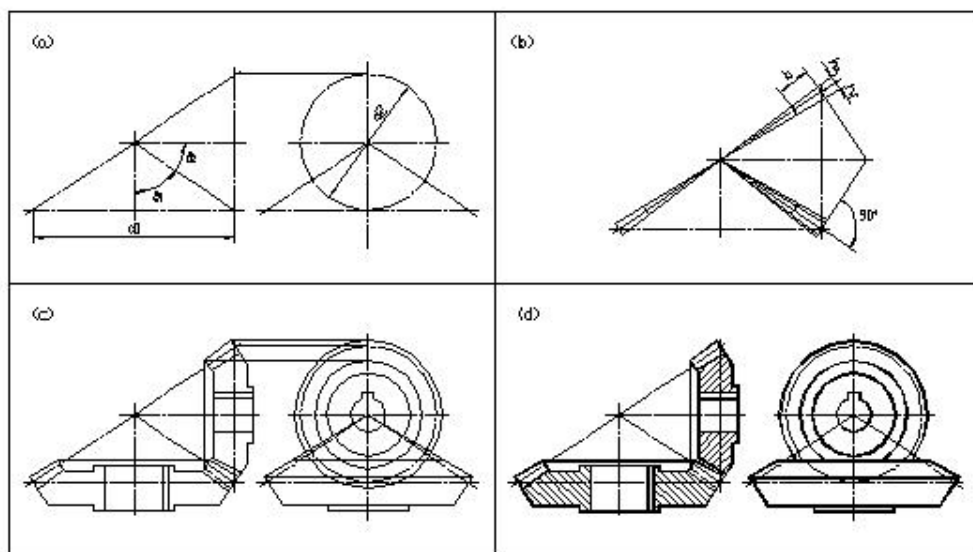


圆锥齿轮参数

直齿圆锥齿轮的画法如下图 1 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 2 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。



圆 1 锥齿轮的画图步骤



圆 2 锥齿轮啮合的画图步骤

四、蜗杆、蜗轮传动

蜗轮和蜗杆通常用于垂直交叉的两轴之间的传动，蜗杆是主动件，蜗轮是从动件，它们的齿向是螺旋形的，蜗轮的轮齿顶面常制成环面。蜗杆的齿数称为头数，相当于螺杆上螺纹的线数，有单头和多头之分。蜗轮蜗杆传动，其传动比较大，且传动平稳，但效率较低。

相互啮合的蜗轮蜗杆，其模数必须相同，蜗杆的导程角与蜗轮的螺旋角大小相等，方向相同。

蜗杆的画法，如书上图 7-38 所示，与圆柱齿轮画法基本相同。为了表达蜗杆上的牙型，一般采用局部放大图。蜗轮的画法如书上图 7-39 所示。

蜗轮蜗杆啮合的画法如书上图 7-40，在蜗轮投影为非圆的视图上，蜗轮与蜗杆重合的部分，只画蜗杆不画蜗轮。在蜗轮投影为圆的视图上，蜗杆的节线与蜗轮的节圆画成相切。在剖视图中，当剖切平面通过蜗杆的轴线时，齿顶圆或齿顶线均可省略不画。

◆ 总结与巩固（小结、考核知识点、作业等）

（课堂小结）

- 1、齿轮的要素
- 2、各种齿轮及齿轮啮合的画法

（作业布置）

习题集 P₁₂₇₋₁₃₁

加工制造过程中及制造后，零件要达到的标准或需要满足的要求、程度。

例如：表面粗糙度、尺寸极限与配合、表面形状公差与位置公差、表面处理、热处理及检验等要求。

4、标题栏：

注意几点：

（1）零件名称：零件名称要精练，如：“轴”、“齿轮”、“泵盖”等，不必体现其具体作用

（2）图样代号：可按隶属编号和分类编号进行编制，机械图样一般采用隶属编号，图样编号有利于图纸检索

（3）零件材料：要用规定的牌号表示，不得用自编的文字或代号表示

8.2 零件图的视图表达方案

8.2.1 零件图的视图表达方法

1、主视图的选择

主视图选择原则是：

- （1）、形状特征最明显
- （2）、以加工位置为主视图
- （3）、以工作位置为主视图
- （4）、自然摆放位置为主视图

2、其他视图的选择

注意问题：

- (1)、每个视图都有明确的表达重点
- (2)、根据零件的内部结构选择恰当的剖视图和断面图
- (3)、对尚未表达清楚的局部形状和细小结构补充必要的局部视图和局部放大图
- (4)、能采用省略、简化画法表达的要尽量采用

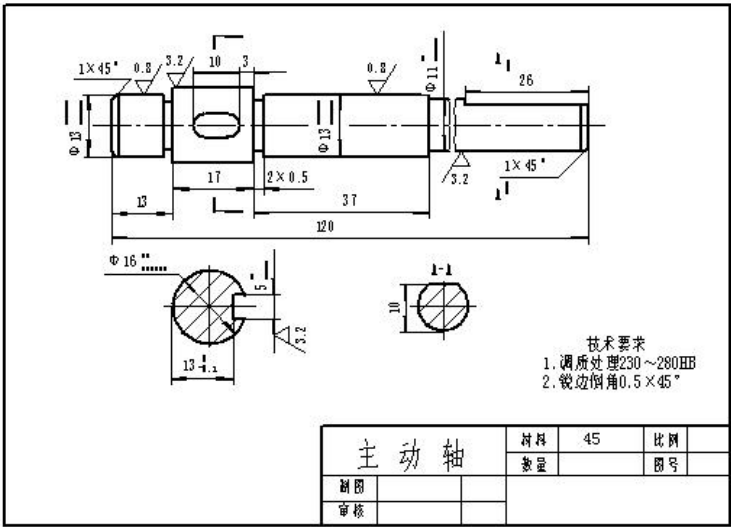
8.2.2 典型零件的表达方法

零件结构千变万化，但总体上可将其大致分为轴套类零件、轮盘类零件、叉架类零件、箱体类零件。

1、轴套类与轮盘类零件的表达方法

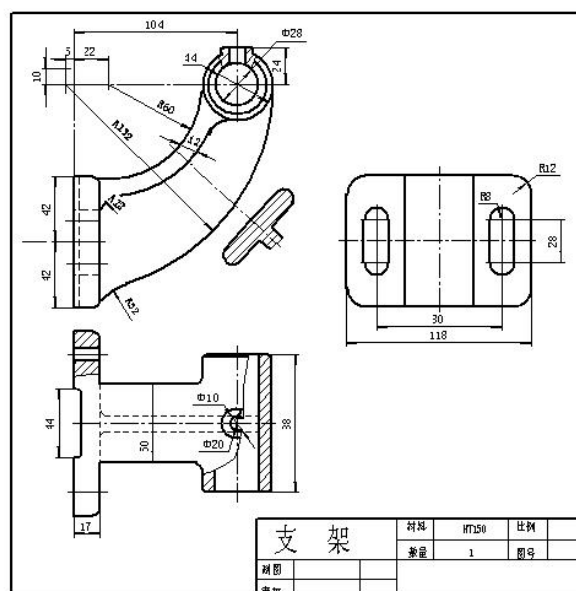
轴盘类零件的主要加工工序是车削和磨削。在车床或磨床上装夹时以轴线定位，三爪或四爪卡盘夹紧，所以该类零件的主视图常将轴线水平放置。

因轴类零件一般是实心的，所以主视图多采用不剖或局部剖视图，对轴上的沟槽、孔洞采用移出断面或局部放大图。而盘套类零件一般是空心的，所以主视图多采用全剖或半剖视图，并且绘出反映圆的视图。



2、叉架类零件的表达方法

结构形状一般比较复杂，主视图要能够反映零件的形状特征，其他视图，在主视图没有表达清楚的结构上采用移出断面、局部视图和斜视图等。

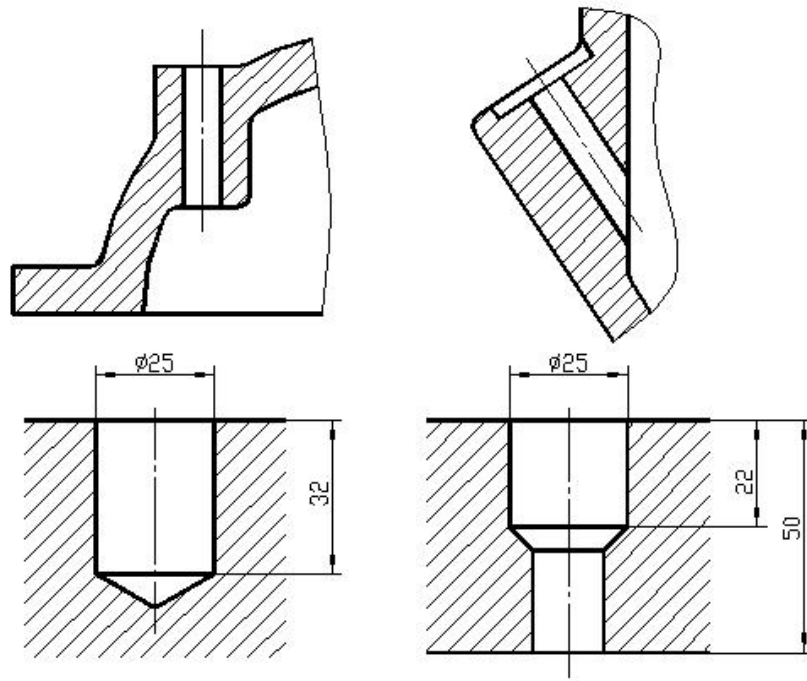


3、箱体类零件的表达方法

结构形状一般比较复杂，毛坯一般采用铸件，工作表面采用铣削或刨削，箱体上的孔系多采用钻、扩、铰、镗。所以主视图可采用工作位置或主要表面的加工位置，表达方法可采用全剖视图、局部剖视图等。

2) 钻孔工艺结构

用钻头钻盲孔时，由于钻头顶部的 120° 的圆锥面，所以盲孔总有一个 120° 的圆锥面，扩孔时也有一个锥角为 120° 的圆台面。如下图所示。此外钻孔时，应尽量使钻头垂直于孔的端面，否则易将孔钻偏或将钻头折断。



钻孔工艺结构

3) 退刀槽和越程槽

在切削过程中，为使刀具易于退刀，并在装配时容易与有关零件靠紧，常在加工表面的台肩处先加工出退刀槽或越程槽。常见退刀槽和越程槽的结构及尺寸标注如下图所示。图中的数据可从有关的标准中查取。

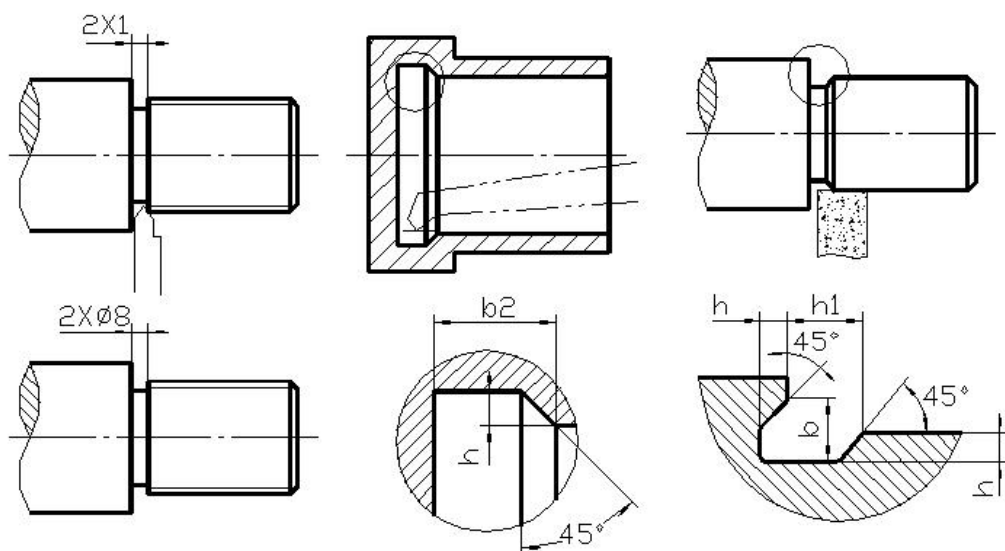


图 1 退刀槽和越程槽

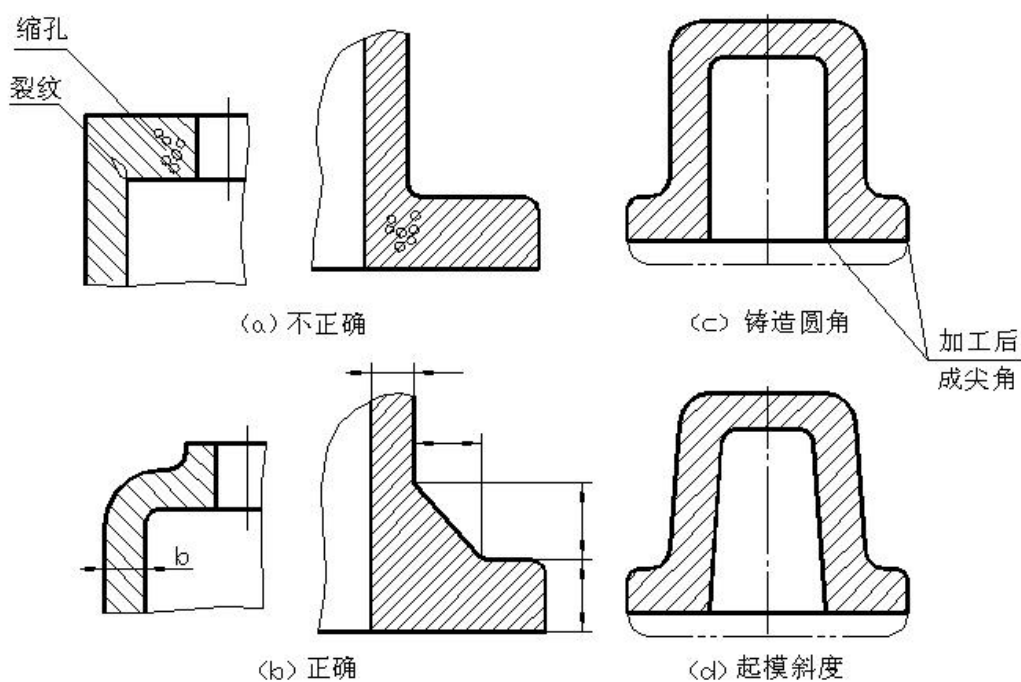


图 2 铸件工艺结构

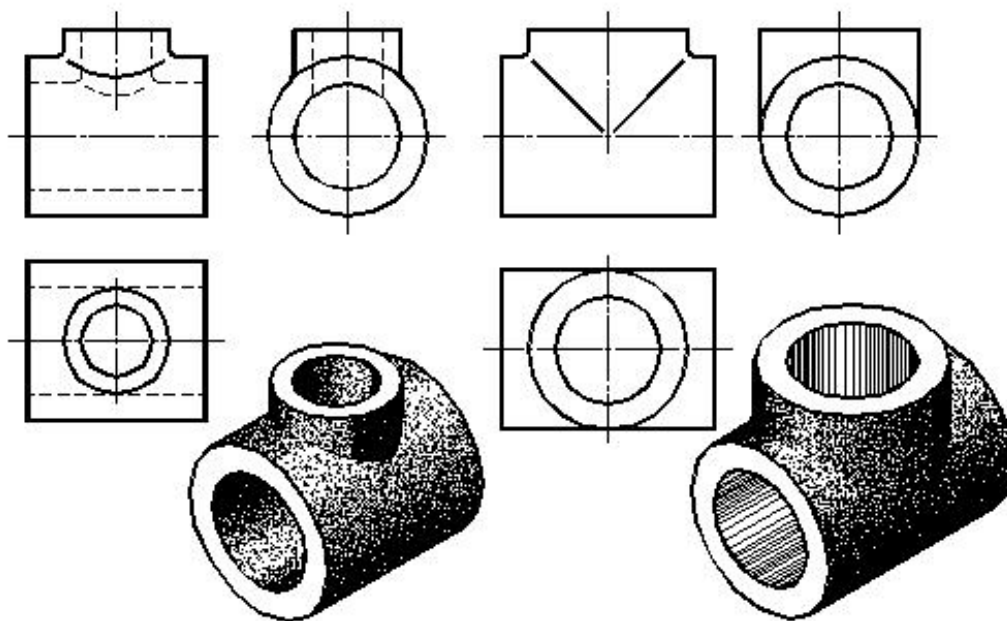
4) 铸件工艺结构

铸件各部分的壁厚应尽量均匀，在不同壁厚处应使厚壁和薄壁逐渐过渡，以免在铸造时在冷却过程中形成热节，产生缩孔。铸件上两表面相交处应做成圆角，铸造圆角的大小一般为 $R3-R5$ ，可集中标注在技术要求中。铸件在起模时，为起模顺利，在起模方向上的内、外壁上应有适当的斜度，一般在 $0^\circ 30'-3^\circ$ 之间，通常在图样上不画出，也不标注。如上图 2 所示

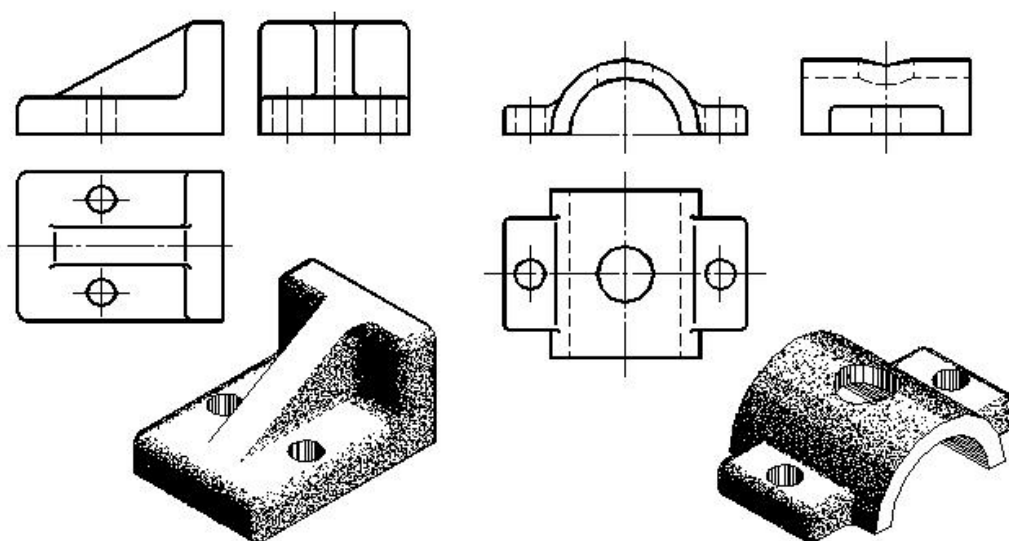
5) 过渡线

两个非切削表面相交处一般均做成圆角过渡，所以两表面的交线表得不明显，这种交线成为过渡线。当过渡线的投影和面的投影重合时，按面的投影绘制，当过渡线的投影和面的投影不重合时，过渡线按其理论交线绘制，但线的两端要

与其它轮廓线断开。如图所示。



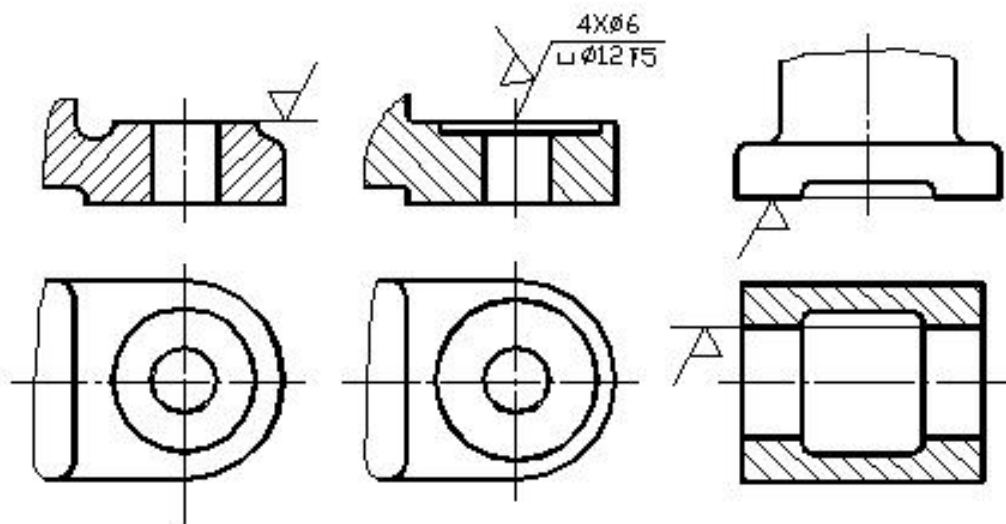
过渡线 (1)



过渡线 (2)

6) 工艺凸台和凹坑

为了减少加工表面,使结合面接触良好,常在两接触表面处制处凸台和凹坑,其结构和尺寸标注如下图所示。



工艺凸台和凹坑

§ 8-4 零件图的尺寸标注

8.4.1 尺寸基准的选择

零件在设计、制造、检验时，计量尺寸的起点为尺寸基准。

依据基准作用的不同又分为：设计基准、工艺基准、测量基准。

每个零件都有长、宽、高三个方向的尺寸，每个尺寸都有基准，因此每个方向至少有一个基准。多个基准中必有一个是主要的，称为主要基准，其余为辅助基准。

主要基准应与设计基准和工艺基准重合，工艺基准应与设计基准重合。即“基准重合原则”。可作为设计基准或工艺基准的点、线、面主要有：对称平面、主要加工面、安装底面、端面、孔轴的轴线等，这些平面、轴线常常是标注尺寸的基准。

8.4.2 尺寸标注步骤

当零件结构比较复杂、形体比较多时，通常按下列步骤进行：

- 1、分析尺寸基准，标主要形体的定位尺寸
- 2、形体分析，标注出主要形体的定形和定位尺寸

3、形体分析，标注出次要形体结构的定形和定位尺寸

4、整理加工，标出零件全部尺寸

8.4.3 尺寸配置的形式

1、基准形尺寸配置：任一尺寸的加工误差不影响其他尺寸的加工精度

2、连续形尺寸配置：前一段尺寸加工误差不影响后一段尺寸精度，但总尺寸误差是各段尺寸误差之和

3、综合形尺寸配置：各个尺寸的加工误差都累计到空出不注的一个尺寸上

8.4.4 标注尺寸应注意的问题

1、零件图上的重要尺寸必须直接注出，以保证设计要求。

2、标注逐渐铸件（锻件）毛坯面尺寸时，在同一方向上若有若干个毛坯面，一般只能有一个毛坯面与加工面有联系尺寸，其他毛坯面则以该毛坯面为基准标注。

3、尽可能的根据机械加工工序配置尺寸，以便于加工测量。

4、尺寸标主要符合工艺要求

5、零件上常见的孔的尺寸标注参见书上表 8-1

零件图上尺寸的标注还要满足以下要求：

1) 满足设计要求：

零件上的重要尺寸必须直接注出，以保证设计要求。如零件上反映零件所属机器（或）部件规格性能的尺寸、零件间的配合尺寸、有装配要求的尺寸以及保证机器（或部件）正确安装的尺寸等，都应直接注出，不能通过其他尺寸计算，如下图中的尺寸 A。

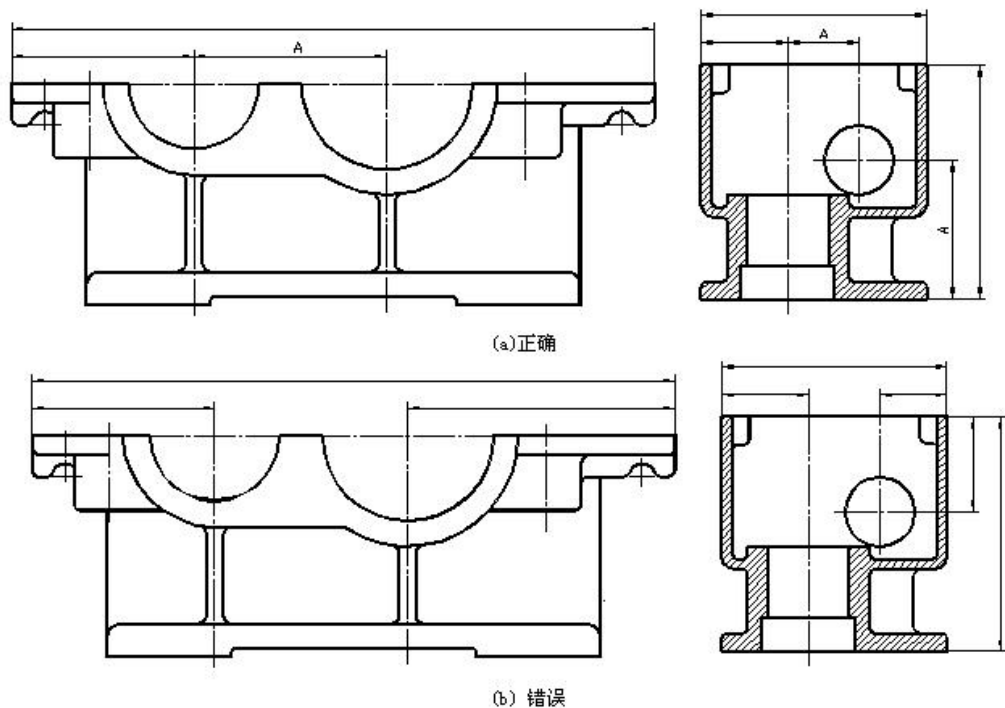


图 尺寸基准和设计基准重合

2) 毛坯表面的尺寸标注:

如在同一个方向上有若干个毛坯表面,一般只能有一个毛坯面与加工面有联系尺寸,而其它毛坯面则要以该毛坯面为基准进行标注,如下图所示。这是因为毛坯面制造误差较大,如果有多个毛坯面以统一的基准进行标注,则加工该基准时,往往不能同时保证这些尺寸要求。

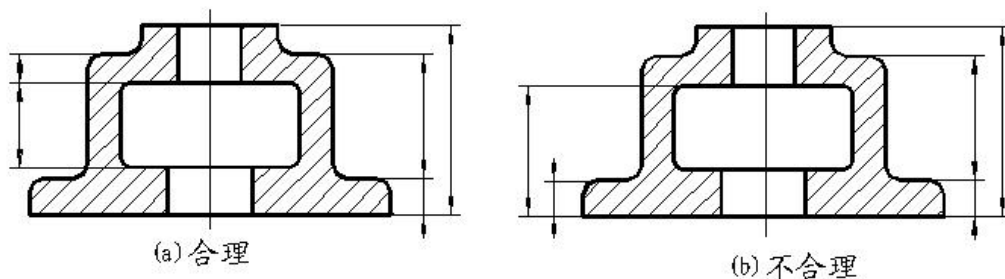
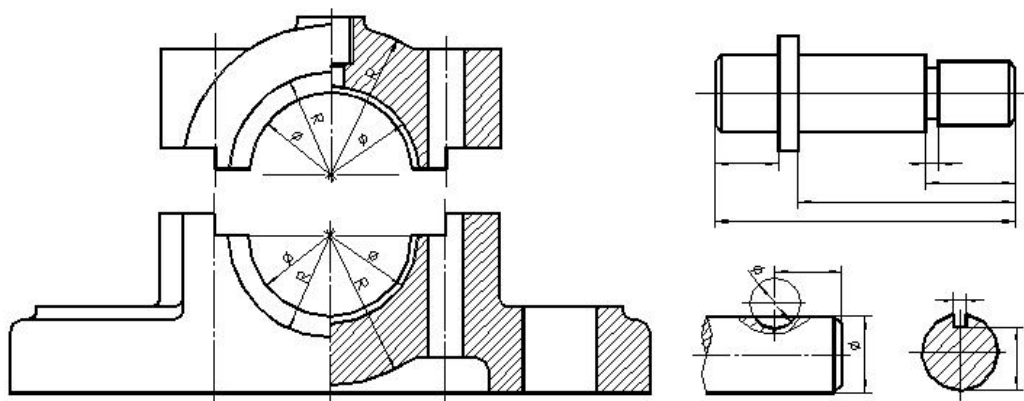


图 毛坯面尺寸的标注

3) 尺寸标注的工艺要求

尺寸标注要尽可能符合工艺要求。如下图所示,轴承盖的半圆孔是和轴承座配合在一起加工的,所以要标注直径。半圆键的键槽也要标注直径,以便于选择铣刀。铣平键键槽时,键槽深要以素线为基准。轴的长度尺寸考虑了加工时的顺序。



图尺寸标注的工艺要求

◆ 总结与巩固（小结、考核知识点、作业等）
（课堂小结）

- 1、常见的工艺结构
- 2、尺寸标注的基本要求
- 3、尺寸标注的具体步骤
- 4、标注尺寸应注意的问题
- 5、常见的孔的尺寸标注方法

（作业布置）

习题集 P₁₃₆₋₁₃₇

§ 8-5 零件图的技术要求

8.5.1 技术要求的内容

零件图上的技术要求主要包括以下内容：

- 1、表面粗糙度
- 2、尺寸公差
- 3、表面形状和位置公差

4、材料及其热处理

8.5.2 表面粗糙度

1、表面粗糙度的概念

零件加工时，由于切削变形和机床震动等因素的影响，使零件的实际加工表面存在着微观的高低不平，这种微观的高低不平程度称为表面粗糙度。

表面粗糙度对零件的配合性质、疲劳强度、抗腐蚀性、密封性等影响较大。

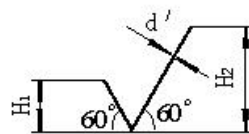
2、表面粗糙度的评定参数

零件图上表面粗糙度的评定参数常采用轮廓算术平均偏差 R_a ，另外还有微观不平度十点高度 R_y ，轮廓最大高度 R_z 。

3、表面粗糙度的代号及画法

GB/T 131—1993 规定，表面粗糙度的代号是由规定的符号和有关的参数值所组成。

表面粗糙度符号的画法，其中 $d'=0.1h$ ， $H_1=1.4h$ ， $H_2=2.1h$ ， h 为零件图中的字体高度。



4、表面粗糙度（轮廓算术平均偏差 R_a ）的代号在图样上的的注法

5、表面粗糙度的选择

选择表面粗糙度时一般应遵从以下原则：

- (1)、同一零件上，工作表面比非工作表面的参数值小；
- (2)、有相对运动的摩擦表面要比非摩擦表面的参数值小
- (3)、配合精度越高，参数值越小；
- (4)、配合性质相同时，零件尺寸越小，参数值越小；
- (5)、要求密封、耐腐蚀或具有装饰性的表面，参数值要小。

常用表面粗糙度 Ra 的数值与加工方法如下表：

常用表面粗糙度 Ra 的数值与加工方法

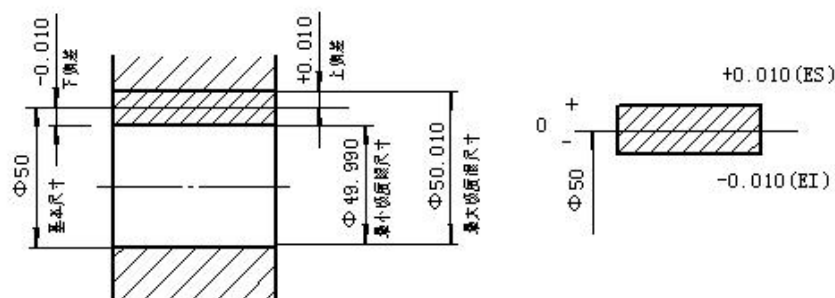
表面特征	表面粗糙度(Ra)数值	加工方法举例
明显可见刀痕	$\frac{100}{\sqrt{\text{V}}}$ $\frac{50}{\sqrt{\text{V}}}$ $\frac{25}{\sqrt{\text{V}}}$	粗车、粗刨、粗铣、钻孔
微见刀痕	$\frac{12.5}{\sqrt{\text{V}}}$ $\frac{6.3}{\sqrt{\text{V}}}$ $\frac{3.2}{\sqrt{\text{V}}}$	精车、精刨、精铣、粗铰、粗磨
看不见加工痕迹，微辨加工方向	$\frac{1.6}{\sqrt{\text{V}}}$ $\frac{0.8}{\sqrt{\text{V}}}$ $\frac{0.4}{\sqrt{\text{V}}}$	精车、精磨、精铰、研磨
暗光泽面	$\frac{0.2}{\sqrt{\text{V}}}$ $\frac{0.1}{\sqrt{\text{V}}}$ $\frac{0.05}{\sqrt{\text{V}}}$	研磨、珩磨、超精磨

8.5.3 极限与配合

1、极限与配合的概念

(1)、互换性：在成批或大量生产中，一批零件在装配前不经过挑选，在装配过程中不经过修配，在装配后即可满足设计和使用性能要求，零件的这种在尺寸与功能上可以互相代替的性质称为互换性。极限与配合是保证零件具有互换性的重要标准。

(2)、基本术语：



基本尺寸：设计时给定的尺寸

极限尺寸：允许尺寸变化的极限值。（最大与最小极限尺寸）

尺寸偏差：有上偏差和下偏差之分，最大极限尺寸与基本尺寸的代数差称为上偏差；最小极限尺寸与基本尺寸的代数差称为下偏差。

孔的上偏差用 ES 表示，下偏差用 EI 表示；轴的上偏差用 es 表示，下偏差用 ei 表示。尺寸偏差可以是正、负或零值。

尺寸公差（简称公差）：允许尺寸的变动量。

尺寸公差等于最大极限尺寸减去最小极限尺寸，或上偏差减去下偏差。公差总是大于零的正数。

公差带:在公差带图解中，用零线表示基本尺寸，上方为正，下方为负，公差带是指由代表上、下偏差的两条直线限定的区域，上边代表上偏差，下边代表下偏差，矩形的长度无实际意义，高度代表公差。

（3）、标准公差与基本偏差：公差带是由标准公差和基本偏差组成，标准公差决定公差带的高度，基本偏差决定公差带相对于零线的位置。

标准公差是由国家标准规定的公差值。其大小由两个因素决定，一个是公差等级，另一个是基本尺寸。国家标准将公差等级划分为 20 个等级，分别为 IT01、

IT0、IT1、IT2、—IT18，其中 IT01 精度最高，IT18 精度最低。基本尺寸相同时，公差等级越高（数值越小），标准公差也越小；公差等级相同时，基本尺寸越大，标准公差越大。

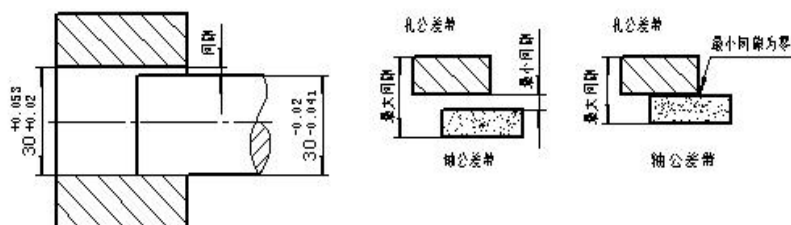
基本偏差是用以确定公差带相对于零线位置的那个极限偏差，一般为靠近零线的那个偏差。基本偏差有正号和负号。孔与轴的基本偏差代号各有 28 种，用字母或字母组合表示。孔的基本偏差代号用大写字母表示，轴的基本偏差代号用小写字母表示。

一个公差带的代号由表示公差带位置的基本偏差代号和表示公差带大小的公差等级并加上基本尺寸组成。

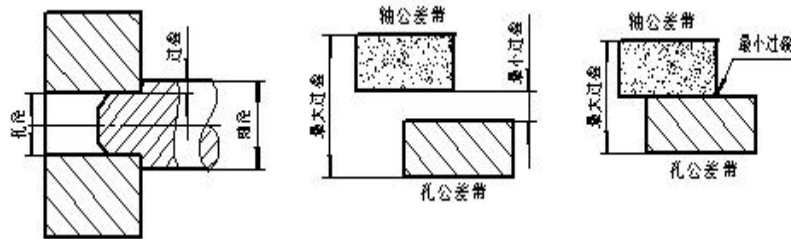
如 $\phi 50H8$ ， $\phi 50$ 为基本尺寸，H 为基本偏差代号，大写为孔的，8 为公差等级，即 IT 8。

（4）、配合类别：基本尺寸相同时，相互结合的轴和孔公差带之间的关系称为配合。按配合性质不同，配合可分为间隙配合、过渡配合、过盈配合三类。

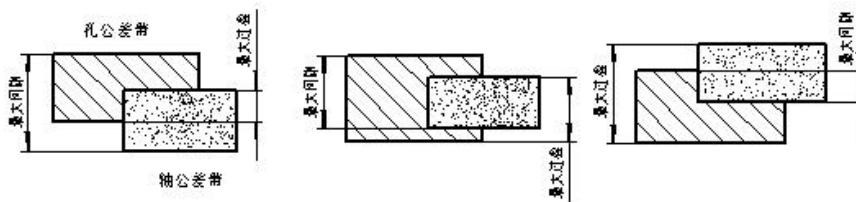
间隙配合：具有间隙（包括最小间隙等于零）的配合。（孔的公差带在轴的公差带上方）



过盈配合：具有过盈（包括最小过盈等于零）的配合。（轴的公差带在孔的公差带上方）



过渡配合：可能具有间隙或过盈的配合。此时，轴和孔的公差带相互交叠在一起。



课堂小结：

- 1、技术要求的相关内容
- 2、表面粗糙度的概念及评定参数
- 3、表面粗糙度的标注，
- 4、极限与配合的相关概念
- 5、标准公差与基本偏差及配合类别

作业布置

习题集：P₁₃₉₋₁₄₀

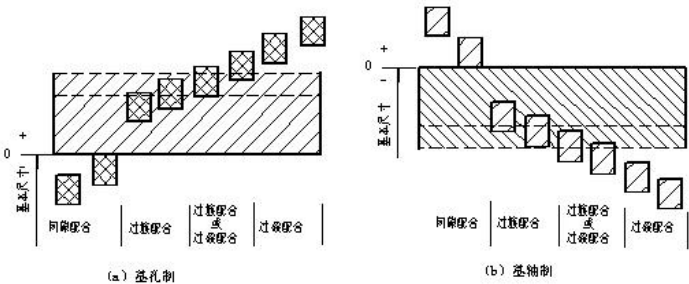
2、极限与配合

配合制：

采用配合制是为了在基本偏差为一定的基准件的公差带与配合件相配时，只需改变配合件的不同基本偏差的公差带，便可获得不同松紧程度的配合，从而达到减少零件加工的定值刀具和量具的规格数量。国家规定了两种配合制，即基孔制和基轴制。

基孔制是基本偏差为 H 的孔的公差带，与不同基本偏差的轴的公差带形成的各种配合制度；

基轴制是基本偏差为 h 的轴的公差带，与不同基本偏差的孔的公差带形成的各种配合制度。



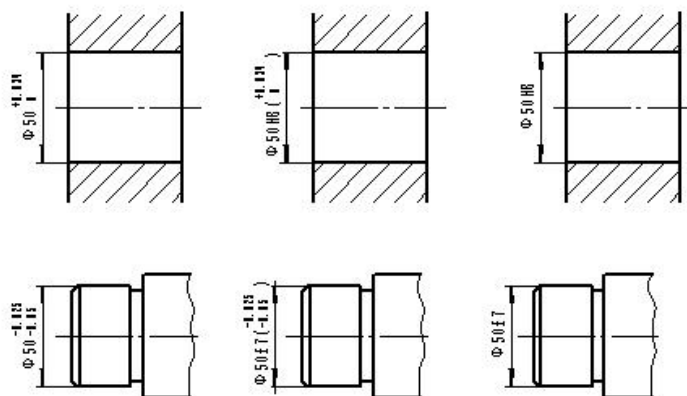
常用配合和优先配合：

国家标准规定的基孔制常用配合共 59 种，其中优先配合 13 种；基轴制常用配合共 47 种，其中优先配合 13 种。

3、极限与配合的标注：

(1) 极限与配合在零件图中的标注

在零件图中，线性尺寸的公差有三种标注形式：一是只标注上、下偏差；二是只标注公差带代号；三是既标注公差带代号，又标注上、下偏差，但偏差值用括号括起来。

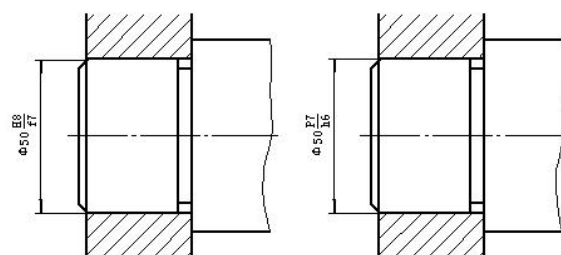


注意问题：

- 1) 上、下偏差的字高比尺寸数字小一号，且下偏差与尺寸数字在同一水平线上。
- 2) 当公差带相对于基本尺寸对称时，即上、下偏差互为相反数时，可采用“ $\pm$ ”加偏差的绝对值来表示。
- 3) 上、下偏差的小数位必须相同、对齐，当上偏差或下偏差为零时，只用数字“0”标出。

(2) 极限与偏差在装配图中的标注

在装配图中一般只标注配合代号。配合代号用分数形式表示，分子为孔的公差带代号，分母为轴的公差带代号。对于与轴承等标准件相配合的孔或轴，则只标注出非基准件（配合件）的公差带代号。



(3) 极限与配合查表举例

[例 9-1]: 查表确定 $\phi 50 \text{ H}8 / \text{ s}7$ 中轴和孔的极限偏差

基本尺寸 $\phi 50$; $ES=39 \mu\text{m}$; $EI=0 \mu\text{m}$; $es=68 \mu\text{m}$; $ei=43 \mu\text{m}$

[例 9-2]: 查表确定 $\phi 32 \text{ N}7 / \text{ h}6$ 轴、孔的极限偏差, 画出公差带图, 判断配合性质。

基本尺寸 $\phi 32$; 孔: $\phi 32 \text{ N}7$; 轴: $\phi 32 \text{ h}6$; 过渡配合。

$ES=-0.008 \mu\text{m}$; $EI=-0.033 \mu\text{m}$; $es=0\mu\text{m}$; $ei=-0.016 \mu\text{m}$; 最大过盈:

33; 最大间隙: 8。

8.5.4 形状和位置公差

1、形位公差的概念

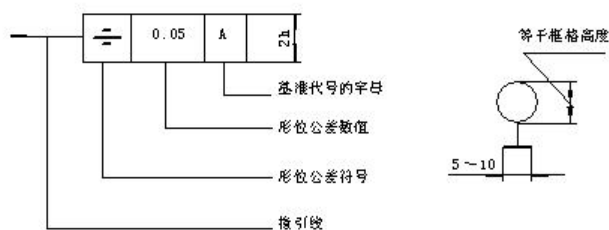
零件经过加工后, 不仅会产生尺寸误差和表面粗糙度, 而且会产生形状与位置误差。形状误差是指实际要素和理想几何要素的差异; 位置误差是指相关连的两个几何要素的实际位置相对于理想位置的差异。

形状误差与位置误差都会影响零件的使用性能, 因此必须对一些零件的重要表面或轴线的形状和位置误差进行限制。形状和位置误差的允许变动量称为形状和位置公差 (简称形位公差)

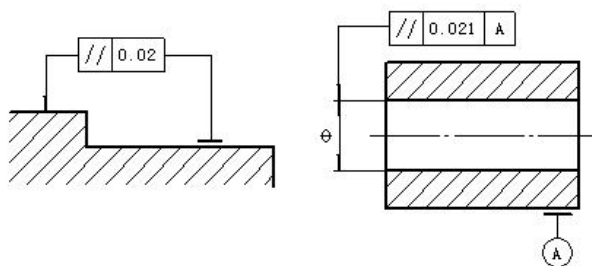
2、形位公差的代号、

在技术图样中, 形位公差采用代号标注, 当无法采用代号时, 允许在技术要求中用文字说明。

形位公差代号由形位公差符号、框格、公差值、指引线、基准代号和其他有关符号组成。



3、形位公差的公差带定义和标注示例



◆ 总结与巩固（小结、考核知识点、作业等）

（课堂小结）

- 1、极限与配合的标注方法
- 2、利用基本偏差与极限偏差表来求上下偏差值
- 3、形状与位置公差代号及概念

（作业布置）

习题集 P₁₄₁₋₁₄₂

§ 8-6 读零件图

8.6 阅读零件图的一般步骤

8.6.1 阅读零件图的目的

一张零件图的内容是相当丰富的，不同工作岗位的人看图的目的也不同，通常读零件图的主要目的为：

- （1）、对零件有一个概括的了解，如名称、材料等

(2)、根据给出的视图，想象出零件的形状，进而明确零件在设备部件中的作用以及零件各部分的功能

(3)、通过阅读零件图上的尺寸，对零件各部分的大小有一个概念，进而分析出各方向的尺寸基准

(4)、明确制造零件的主要技术要求，以便确定正确的加工方法。

8.6.2 阅读零件图的方法和步骤

阅读零件图的方法没有一个固定不变的程序，对于较简单的零件图，也许泛泛地阅读就能想象出物体的形状及明确其精度的要求；而对于较复杂的零件，则需通过深入的分析，由整体到局部，再由局部到整体反复的推敲，最后才能搞清楚其结构和精度要求。一般讲应按下列步骤去阅读一张零件图。

1、看标题栏

从标题栏入手，得到一些有关零件的概括信息。

2、明确视图关系

所谓视图关系，即是视图表达方法和各视图之间的投影联系。

3、分析视图，想象零件结构形状

这是最关键的一步，仍采用前述组合体的看图方法，对零件进行形体分析、线面分析。由组成零件的基本形体入手，由大到小，从整体到局部，逐步想象出物体的结构形状。

在想象出基本形体之后，再深入到细部，这一点一定要引起重视，初学者往往被某些不易看懂的细节所困扰，这是抓不住整体造成的后果。

4、看尺寸，分析尺寸基准

2、阅读零件图的方法步骤；

3、阅读各类零件图应注意的问题。

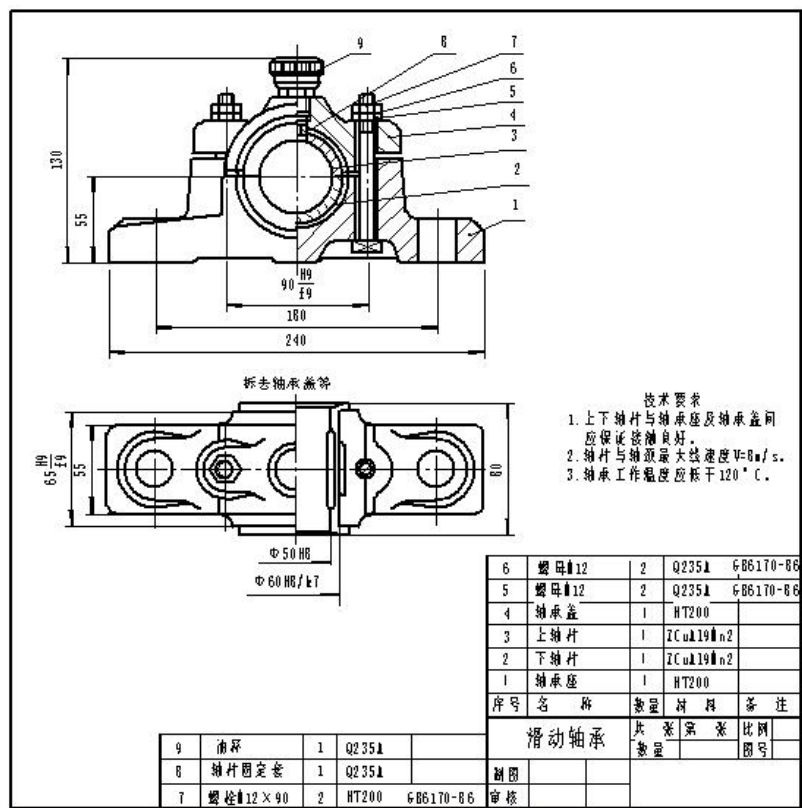
(作业布置)

习题集 P₁₄₆₋₁₄₈

第九章 装配图

§ 9-1 装配图

下面是一滑动轴承的装配图



9.1 装配图的作用及内容

一、装配图的作用：

装配图是表达机器或部件的图样。通常用来表达机器或部件的工作原理以及零部件间的装配、连接关系，是机械设计和生产中的重要技术文件之一。在产品设计中，一般先根据产品的工作原理图画出装配草图，由装配草图整理成装配图，然后再根据装配图进行零件设计并画出零件图；在产品制造中，装配图是制定装配工艺规程，进行装配和检验的技术依据；在机器使用和维修时，也需要通过装配图来了解机器的工作原理和构造。

二、装配图的内容：

从滑动轴承的装配图中可知一张完整的装配图应包括以下内容：

1、一组视图

用一组视图完整、清晰、准确的表达出机器的工作原理，各零件的相对位置及装配关系、连接方式和重要零件的形状结构。

2、必要的尺寸

装配图上要有表示机器或部件的规格、装配、检验和安装所需要的一些（部分）尺寸。

3、技术要求

技术要求就是说明机器或部件的性能和装配、调整、试验等所必须满足的技术条件。

4、零件的序号、明细栏和标题栏

装配图中的零件编号、明细栏用于说明每个零件的名称、代号、数量和材料等。

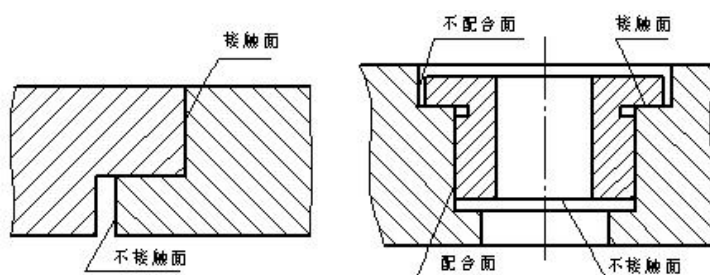
标题栏包括零部件名称、比例、绘图及审核人员的签名等。

9.2 装配图的视图表示法

装配图的表示法和零件图基本相同，都是通过各种视图、剖视图和断面图等来表示的，所以零件图中所应用的各种表示法都适用于装配图。

9.2.1 装配图画法的基本规定

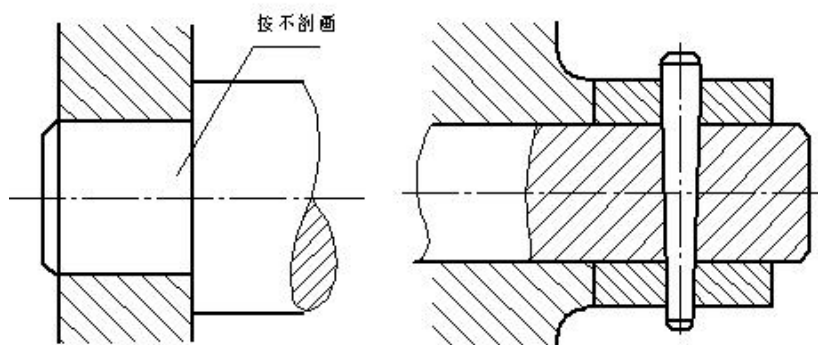
1、两相邻零件的接触面和配合面只画一条线，但是，如果两相邻零件的基本尺寸不相同，即使间隙很小，也必须画成两条线。



2、相邻两个或多个零件的剖面线应有所区别，或者方向相反，或者方向一致但间隔不同，明显相互错开。

但应注意：在装配图中，所有剖视图、剖面图中同一零件的剖面线方向和间隔必须一致。这样有利于找出同一个零件的各个视图，想象其形状和装配关系。

3、对于紧固件以及实心的球、手柄、键等零件，若剖切平面通过其对称平面或轴线时，则这些零件均按不剖绘制；如需表明零件的凹槽、键槽、销、孔等构造，可用局部剖视表示。



9.2.2 装配图画法的特殊规定和简化画法

1、装配图画法的特殊规定

(1)、拆卸画法：当某些零件的图形遮住了后面的需要表达的零件，或在某一视图上不需要画出某些零件时，可以拆去某些零件后再画；也可选择沿零件结合面进行剖切的画法。

(2)、单独表达某零件的画法：如所选择的视图已将大部分零件的形状、结构表达清楚，但仍有少数零件的某些方面还未表达清楚时，可单独画出这些零件的视图或剖视图。

(3)、假想画法：为了表示部件或机器的作用、安装方法，可将其他相邻零件、部件的部分轮廓用双点画线画出，假想轮廓的剖面区域内不画剖面线。当需要表示运动零件的运动范围或运动的极限位置时，可按其运动的一个极限位置绘制图形，再用细双点画线画出另一个极限位置的图形。

2、装配图的简化画法

(1)、对于装配图中若干相同的零、部件组，如螺栓连接等，可以详细的画出一组，其余只需用细点画线表示其位置即可。

(2)、在装配图中，对薄的垫片等不易画出的零件可将其涂黑。

(3)、在装配图中，零件的工艺结构，如小圆角、倒角、退刀槽、拔模斜度等可不画出。

◆ 总结与巩固（小结、考核知识点、作业等） （课堂小结）

1、装配图的作用及内容； 2、装配图的表达方法；

3、装配图画法的基本规定、特殊规定和简化画法

(作业布置)

习题集 P₁₄₉₋₁₅₀

§9-2 装配图尺寸、技术要求及零部件序号、明细栏

9.2.1 尺寸标注

装配图的作用是表达零、部件的装配关系，因此其尺寸标注的要求不同于零件图。不需要标注出每个零件的全部尺寸，只需要标注出规格尺寸、装配尺寸、安装尺寸、外形尺寸和其他重要尺寸五大类尺寸。

(1) 规格尺寸：说明部件规格或性能的尺寸，它是设计和选用产品时的主要依据。

(2) 装配尺寸：是保证部件正确安装，并说明配合性质及装配要求的尺寸。

(3) 安装尺寸：将部件安装到其他零、部件或基础上所需要的尺寸。

(4)、外形尺寸：机器或部件的总长、总宽、总高尺寸，它反映了机器或部件的体积大小，即该机器或部件在包装、运输和安装过程中所占据的空间的大小。

(5)、其他重要尺寸：除了以上四类尺寸外，在装配或使用中必须加以说明的尺寸，如运动零件的位移尺寸等。

需要说明的是：装配图上的某些尺寸有时兼备有几种意义，而且每一张图上也不一定都具有上述五类尺寸。在标注尺寸时，必须明确每一个尺寸的作用，对装配图没有意义的结构尺寸不需要注出。

9.2.2 零、部件编号

在生产中，为便于图纸管理、生产准备、机器装配和看懂装配图，对装配图上的各零、部件都要编注序号和代号。

序号是为了看图方便而编制的，代号是该零件或部件的图号或国标代号，零、部件图的序号和代号要和明细栏中的序号和代号相一致，不能产生差错。

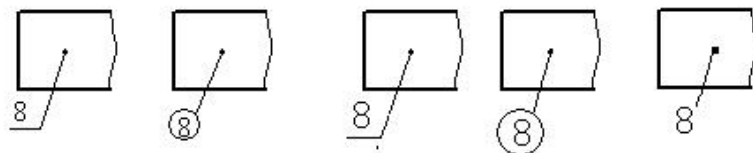
1、一般规定：

(1)、装配图上所有的零、部件都必须编注序号，规格相同的零件只编一个序号，标准化组件如滚动轴承、电动机等，可看成是一个整体编注一个序号。

(2)、装配图中零件序号应与明细栏中的序号一致。

2、序号的组成：

装配图上的序号一般由指引线（细实线）、圆点（或箭头）、横线（或圆圈）和序号数字组成，



具体要求如下：

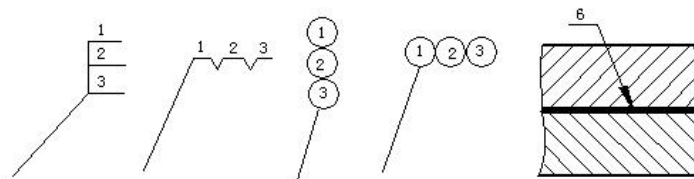
(1)、指引线不要与轮廓线或剖面线等图线平行；指引线之间不允许相交，但指引线允许弯折一次。

(2)、指引线末端不便画出圆点时，可在指引线末端画出箭头，箭头指向该零件的轮廓线。

(3)、序号数字比装配图中的尺寸数字大一号或大两号。

3、零件组序号：

对紧固件组或装配关系清楚的零件组，允许采用公共指引线。



4、序号的排列：

零件的序号应沿水平或垂直方向按顺时针或逆时针方向排列，并尽量使序号间隔相等。

9.2.3 标题栏和明细栏

标题栏格式由前述的 GB/T 10609.1-1989 确定；明细栏则由 GB/T 10609.2-1989 规定绘制。

各个工厂企业有时也各有各自的标题栏、明细栏格式。

140				
15	45	15	35	
∞				
∞	序号	名 称	数 量	材 料
	备 注			
	标 题 栏			

绘制标题栏和明细栏时应注意以下问题：

(1)、标题栏和明细栏的分界线是粗实线，明细栏的外框竖线是粗实线，明细栏的横线和内部竖线均为细实线（包括最上一条横线）。

(2)、序号应自下而上的顺序填写，如向上延伸位置不够，可以在标题栏紧靠左边自下而上延续。

(3)、标准件的国标代号可写入备注栏。

◆ 总结与巩固（小结、考核知识点、作业等）
（课堂小结）

- 1、装配图的尺寸标注内容；
- 2、尺寸标注时应注意的问题
- 3、零、部件的编号及编号时应注意的问题
- 4、标题栏、明细栏的相关内容
- 5、绘制标题栏和明细栏时应注意问题

（作业布置）

习题集 P₁₅₆₋₁₅₇

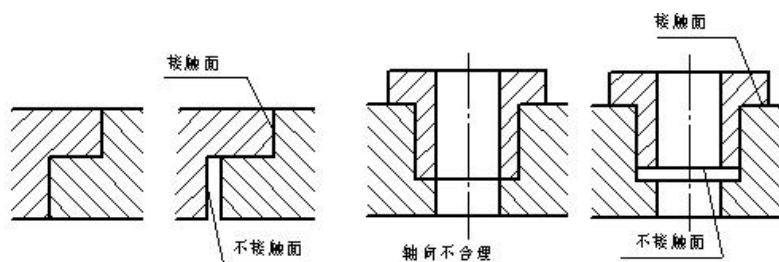
§ 9-3 装配工艺结构的合理性，部件测绘和装配图画法

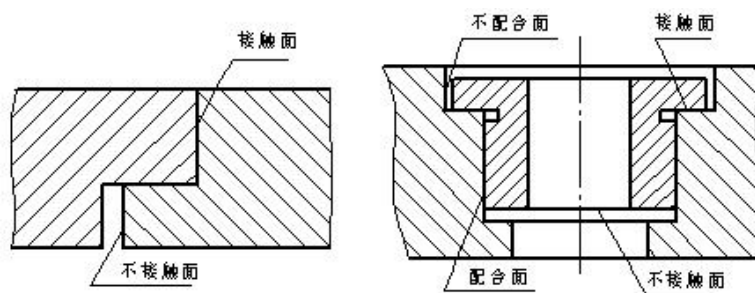
常见的装配工艺结构

了解装配体上一些有关的装配工艺结构和常见装置，可以使图样画得更合理，以满足装配要求。

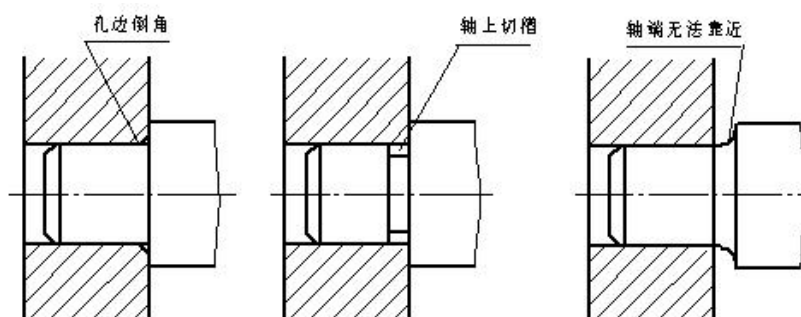
9.3.1. 装配工艺结构

1、为了避免装配时表面互相发生干涉，两零件在同一方向上只应有一个接触面。

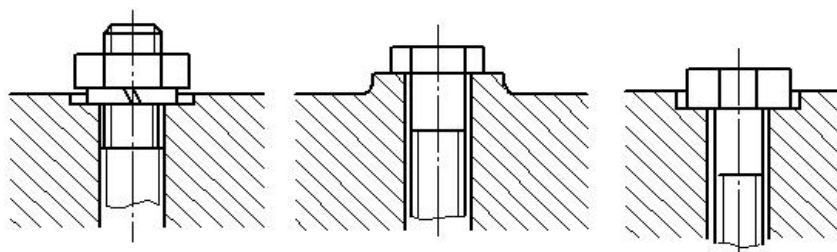




2、两零件有一对相交的表面接触时，在转角处应制出倒角、圆角、凹槽等，以保证表面接触良好。



3、零件的结构设计要考虑维修时的拆卸方便，便于拆装。



4、用螺纹连接的地方要留足装拆的活动空间。

9.3.2 机器上的常见装置

1、螺栓防松装置

为防止机器在工作中由于震动而使螺纹紧固件松开，常采用双螺母、弹簧垫圈、止动垫圈、开口销等防松装置。

2、滚动轴承的固定装置

使用滚动轴承时，须根据受力情况将滚动轴承的内、外圈固定在轴上或机体的孔中。因考虑到工作温度的变化，会导致滚动轴承卡死而无法工作，所以不能将两端轴承的内、外圈全部固定，一般一端固定，另一端留有轴向间隙，允许有极小的伸缩。

3、密封装置

为了防止灰尘、杂屑等进入轴承，并防止润滑油的外溢和阀门或管路中的气、液体的泄露，要采用密封装置。

课堂小结：

- 1、常见的装配工艺结构及画图中应注意的问题
- 2、机器上的常见装置及应用场合

部件测绘及装配图画法

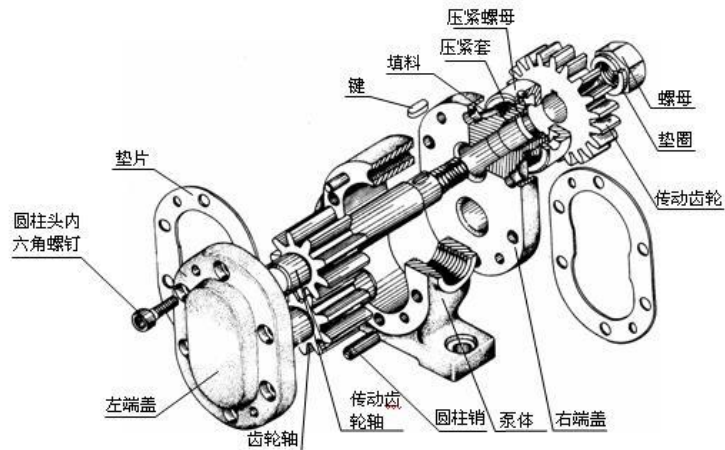
9.3.3 部件测绘

根据现有部件（或机器）画出其装配图和零件图的过程称为部件（或机器）测绘。

在新产品设计、引进先进技术以及对原有设备进行技术改造和维修时，有时需要对现有的机器或零件、部件进行测绘，画出其装配图、零件图。

因此，掌握测绘技术对工程技术人员具有重要意义。

结合齿轮油泵讲解部件测绘的方法和步骤：



1、了解和分析部件结构

部件测绘时，首先要对部件进行研究分析，了解其工作原理、结构特点和部件中各零件的装配关系。

2、画装配示意图

画装配示意图（如下图 9-1）是为了表示部件中各零件的相互位置和装配关系，是部件拆卸后重新装配和画装配图的依据。装配示意图有以下特点：

（1）、装配示意图只用简单的符号和线条表达部件中各零件的大致形状和装配关系。

（2）、一般零件可用简单的图形画出其大致的轮廓。形状简单的零件如螺钉、轴等可用单线表示，其中常用的标准件可用国标规定的示意图符号表示，如轴承、键等。

（3）、相邻两零件的接触面或配合面之间应留有间隙，以便于区别。

（4）、零件可看作是透明体，且没有前后之分，均为可见。

（5）、全部零件应进行编号，并填写明细栏。

3、拆卸零件

9	压紧螺母	1	45		
8	压盖	1	45		
7	填料	1	石棉绳		
6	螺栓M6×1.6	6	02354	GB65-1985	

序号	名称	数量	材料	张数	第几张	比例
5	垫片	1	红纸板			
4	传动齿轮轴	1	45			
3	泵盖	1	HT200			
2	齿轮轴 1		45			
1	泵体	1	HT200			

齿轮泵装配示意图		共张数	备注
制图			
审核			

(校 名)

图 9-1 齿轮油泵装配示意图

4、画零件草图

共 4 页

技术要求

1. 铸件应进行时效处理。
2. 铸件表面不得有铸造缺陷。
3. 未注圆角 R2~R4, 圆角 2x45°。

系 统		材 料	
制 图		比 例	
审 核			

89

装配图的作用是表达机器或部件的工作原理、装配关系以及主要零件的结构形状。

视图选择的目的是以最少的视图，完整、清晰的表达出机器或部件的装配关系和工作原理。所以，视图选择的一般步骤是：

（1）、进行部件分析：对要绘制的机器或部件的工作原理、装配关系以及主要零件形状、零件与零件之间的相对位置、定位方式等进行深入细致的分析。

（2）、确定主视图的方向：主视图的选择应能较好的表达部件的工作原理和主要装配关系，并尽可能的按工作位置放置，使主要装配轴线处于水平或垂直位置。

（3）、确定其他视图：针对主视图还没有表达清楚的装配关系和零件间的相对位置，选用其他视图给予补充（剖视、断面、拆去某些零件、剖视中套用剖视）。其目的是将装配关系表达清楚。

确定机器或部件的表达方案时，可以多设计几套方案，每一套方案一般均有优缺点，通过分析再选择比较理想的表达方案。

齿轮油泵的表达方案为：以能表达油泵的形状结构和安装情况的一面为主视图，并采用全剖视，把油泵的主要零件之间的相对位置、装配关系及连接方式等表达出来。

由于结构对称，所以左视图采用了沿结合面剖视的半剖视图，这就清楚的表达出了齿轮泵的工作原理和螺钉的分布位置。

此外，左视图还采用了局部剖视，分别表达了吸油口的形状结构及安装孔的形状。

2、装配图的画图步骤：

在确定了表达方案后，就可以着手画图。画图时必须遵循以下步骤：

（1）、选比例、定图幅、布图、绘制基础零件的轮廓线。

尽可能采用 1：1 的比例，这样有利于想象物体的形状和大小。需要采用放大或缩小的比例时，必须采用 GB/T14690—93 推荐的比例。确定比例后，根据表达方案来确定图幅。确定图幅和布图时要考虑标题栏和明细栏的大小和位置，然后从基础零件的轮廓线入手绘制。

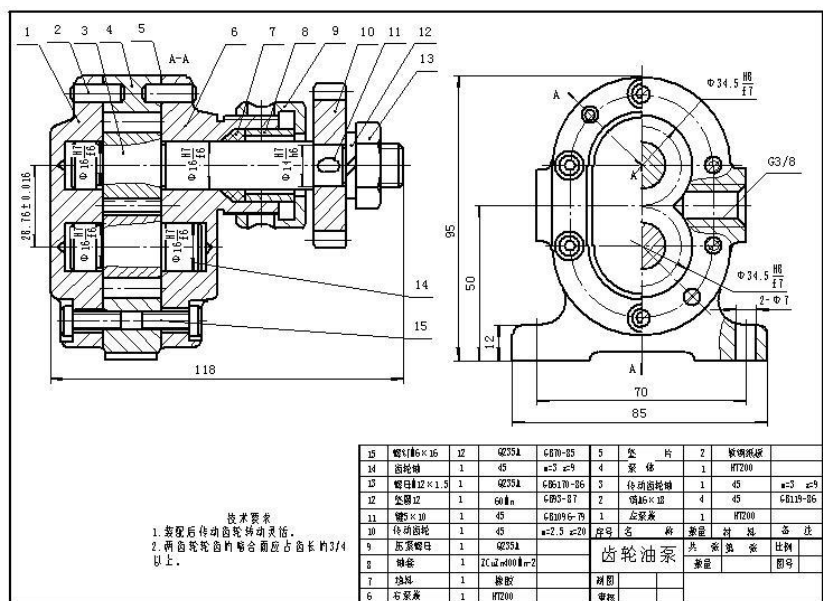
（2）、绘制主要零件的轮廓线。

齿轮油泵的主要零件是泵体、泵盖和齿轮。画出齿轮的主要轮廓线后，接着画泵体、泵盖的轮廓线。

（3）、绘制细部零件及结构。

画完齿轮油泵的主要零件的基本轮廓线之后，可以继续绘制详细部件、零件的结构，如螺钉连接、填料、压盖、压紧螺母等。

（4）、整理加深，标注尺寸、编号、填写明细栏和标题栏，写出技术要求，完成全图。



◆ 总结与巩固（小结、考核知识点、作业等） （课堂小结）

1、部件测绘的内容及其步骤；

2、装配图的具体画法及步骤

（作业布置）

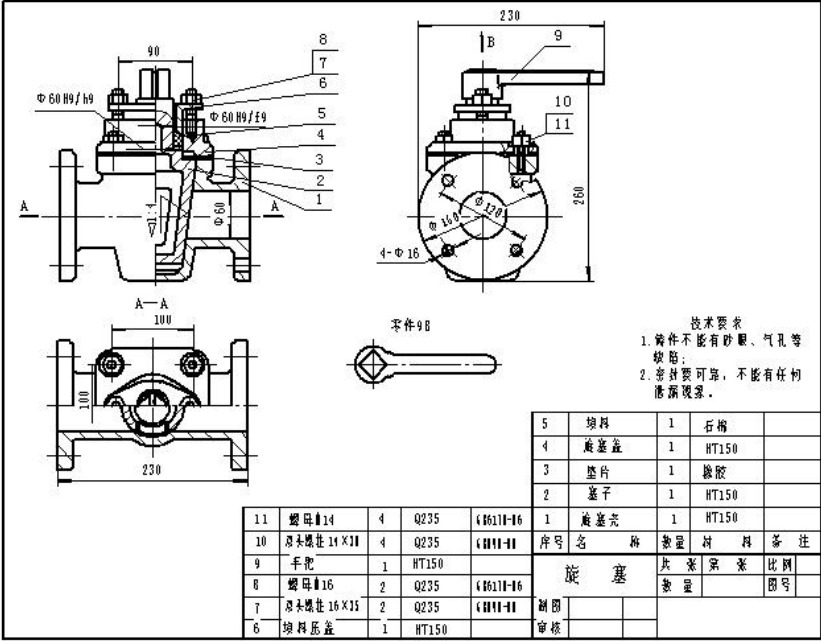
习题集 P₁₅₁₋₁₅₄

§ 9-4 读装配图和由装配图拆画零件图

一、读装配图和拆画零件图

读装配图应特别注意从机器或部件中分离出每一个零件，并分析其主要结构形状和作用，以及同其他零件的关系。然后再将各个零件合在一起，分析机器或部件的作用、工作原理及防松、润滑、密封等系统的原理和结构等。必要时还应查阅有关的专业资料。

9.4.1 读装配图的方法和步骤



不同的工作岗位看图的目的是不同的，如有的仅需要了解机器或部件的用途和工作原理；有的要了解零件的连接方法和拆卸顺序；有的要拆画零件图等。一般说来，应按以下方法和步骤来读装配图。

1、概括了解：从标题栏和有关的说明书中了解机器或部件的名称和大致用途；从明细栏和图中的编号了解机器或部件的组成。

2、对视图进行初步分析：明确装配图的表达方法、投影关系和剖切位置，并结合标注的尺寸，想象出主要零件的主要结构形状。

3、分析工作原理和装配关系：在概括了解的基础上，应对照各视图进一步研究机器或部件的工作原理、装配关系，这是看懂装配图的一个重要环节。看图时应先从反映工作原理的视图入手，分析机器或部件中零件的运动情况，从而了解工作原理。然后再根据投影规律，从反映装配关系的视图入手，分析各条装配轴线，弄清零件相互间的配合要求、定位和连接方式等。

4、分析零件结构：对主要的复杂零件要进行投影分析，想象出其形状及结构，必要时可以按下述的方法画出其零件图。

9.4.2 由装配图拆画零件图

为了看懂某一零件的结构形状，必须先把这个零件的视图由整个装配图中分离出来，然后想象其结构形状。对于表达不清楚的地方整个机器或部件的工作原理进行补充，然后画出其零件图。这种由装配图画零件图的过程称为拆画零件图。

拆画零件图的方法和步骤如下：

1、看懂装配图：将要拆画的零件从整个装配图中分离出来，然后根据分离出来的三个视图来想象其形状结构。

2、确定视图表达方案：看懂零件的形状后，要根据零件的结构形状及在装配图中的工作位置或零件的加工位置，重新选择视图，重新确定表达方案。此时可以参考装配图的表达方案，但要注意不受原装配图的限制。

3、标注尺寸：由于装配图上给出的尺寸较少，而在零件图中则需要注出零件各组成部分的全部尺寸，所以很多尺寸是在拆画零件图时才确定的，此时要注意以下几点：

（1）、凡是在装配图上已给出的尺寸，在零件图中可以直接注出。

（2）、某些设计时计算的尺寸（如齿轮啮合的中心距）及查阅标准手册而确定的尺寸（如键槽等尺寸），应按计算所得数据及查表值准确标注，不得圆整。

（3）、除上述尺寸外，零件的一般结构尺寸，可以按比例从装配图中直接量取，并做适当圆整。

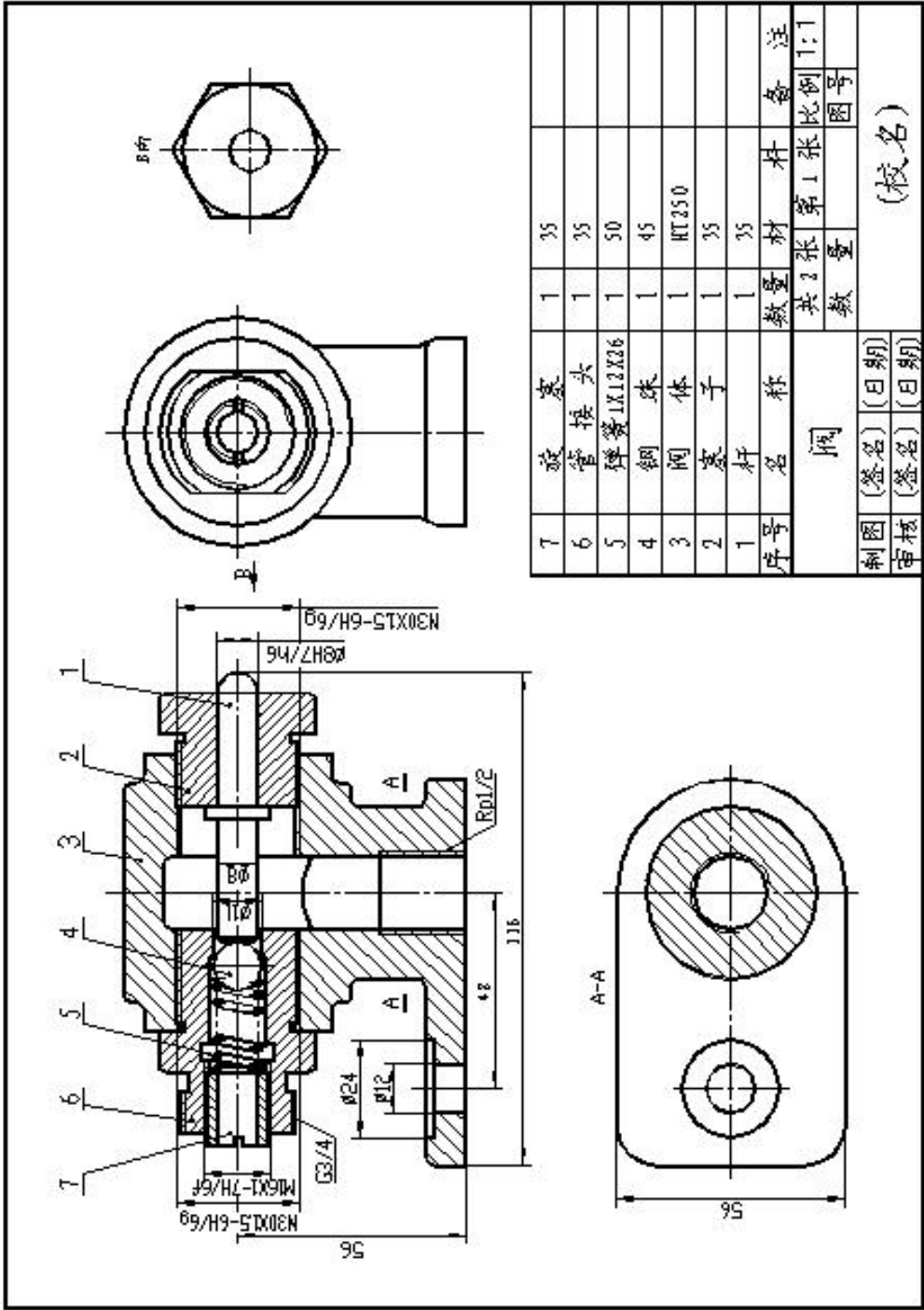
（4）、标注零件各表面粗糙度、形位公差及技术要求时，应结合零件各部分的功能、作用及要求，合理选择精度要求，同时还应使标注数据符合有关标准。

拆画零件图是一种综合能力训练。它不仅要具有看懂装配图的能力，而且还应具备有关的专业知识。

随着计算机绘图技术的普及和提高，拆画零件图变的更加容易。如果已由计算机绘出机器或部件的装配图，可以对被拆画的零件进行拷贝，然后加以整理，并标注出尺寸，即可画出所需拆画的零件图。

9.4.3 由零件图拼画装配图

如下图为阀的装配图，该部件装配在液体管路中，用以控制管路的通与不通，采用了主视图（全剖）、俯视图（全剖）、左视图和 **B** 向局部视图的表达方法，有一条装配轴线，部件通过阀体上的 G1/2 螺纹孔、 $\Phi 12$ 螺栓孔和管接头上的 G3/4 螺纹孔装入液体管路中。



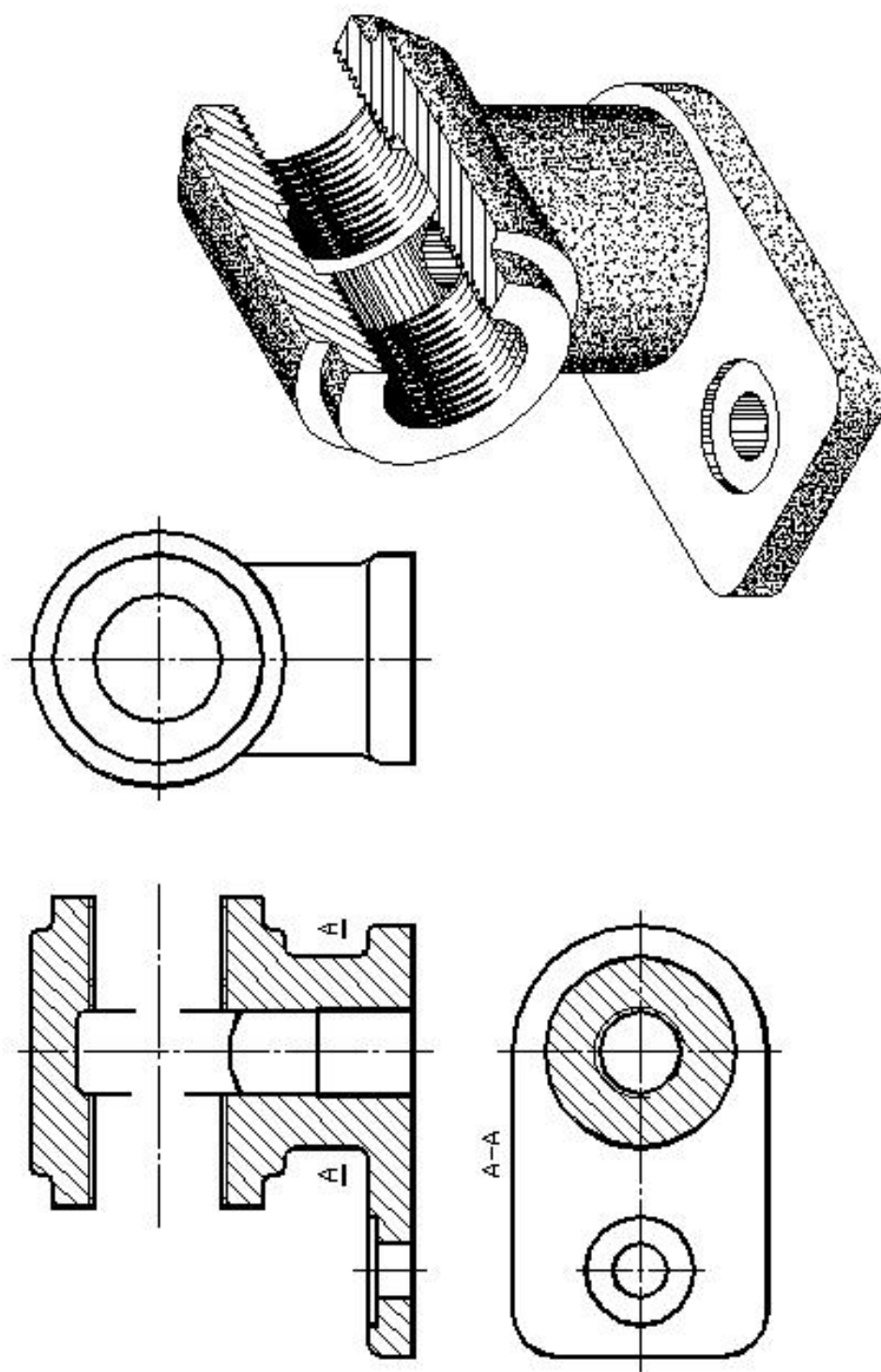


图 a 分离阀体

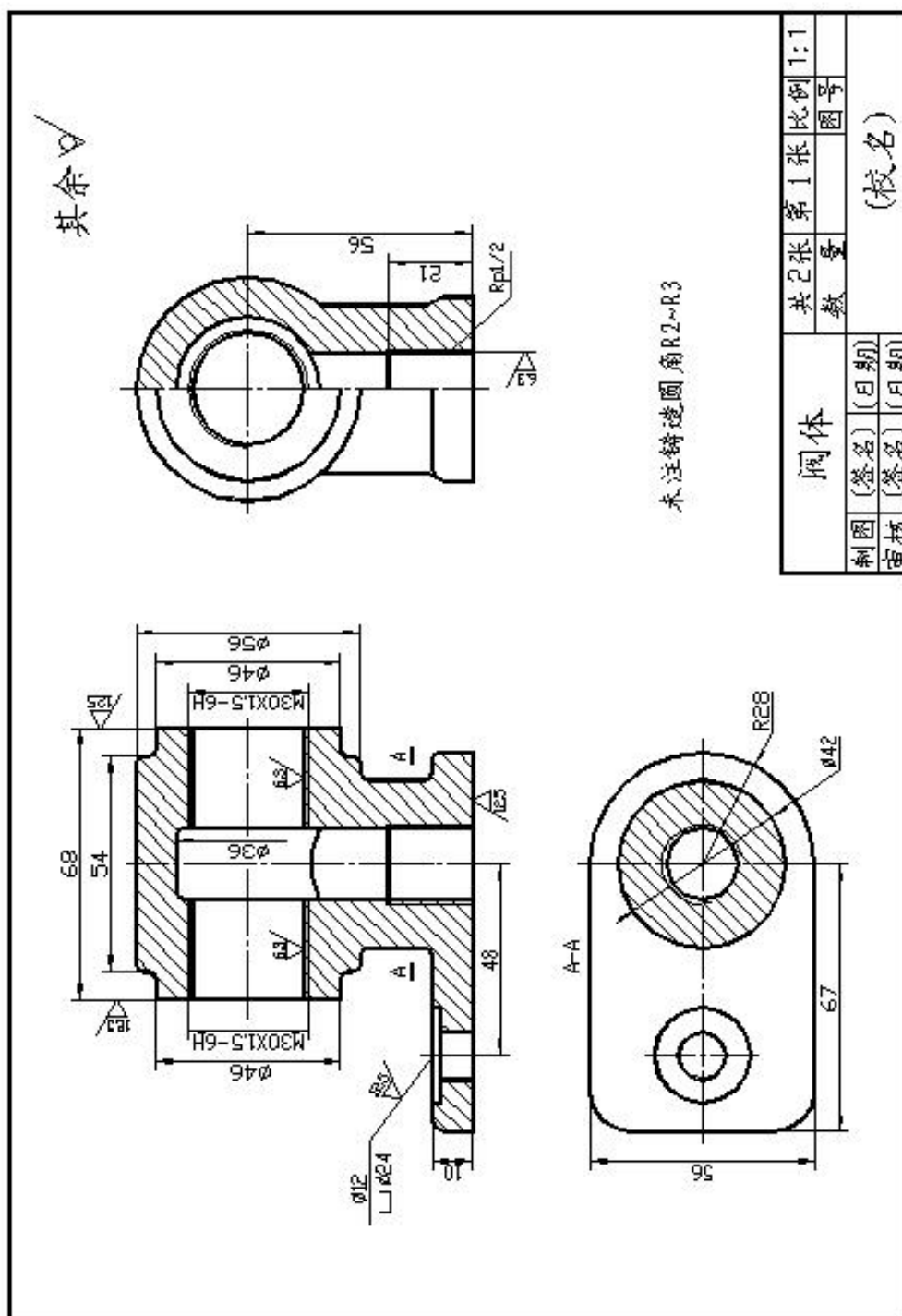


图 b 阀体零件图

工作原理：四通阀是用在管路系统中控制液体流动方向的控制部件，当阀杆 2 处于图示位置时，管道 A 和管道 B 接通，管道 C 和管道 D 接通；当阀杆 2 转过 90°时，管道 A 和管道 D 接通，管道 C 和管道 B 接通.当阀杆 2 转过 45°时，所有管道均关闭。

由零件图拼画装配图时，首先要理解部件的工作原理，读懂零件图，掌握部件的装配关系，然后选择适当的表达方案、图幅和比例，根据零件图提供的尺寸绘制装配图。

若由 AutoCAD 绘制的零件图拼画装配图，可先对零件图进行整理，然后根据装配关系确定一个基础零件，将其它零件移动到基础零件中，移动时注意基准点的选择。

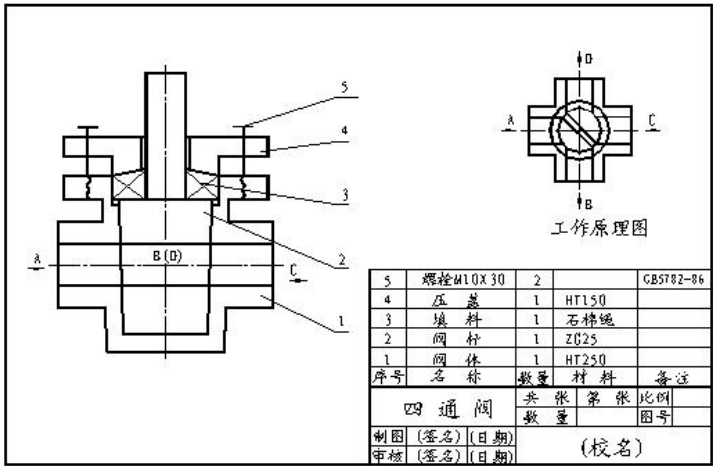


图 c 四通阀工作原理

◆ 总结与巩固（小结、考核知识点、作业等）

（课堂小结）

- 1、读装配图的方法及步骤；
- 2、由装配图拆画零件图的方法及步骤
- 3、画零件图时表达方案的重新确定原则；
- 4、零件图的尺寸标注时应注意的问题

（作业布置）

习题集 P₁₅₁₋₁₅₄