

第一部分

机械制图

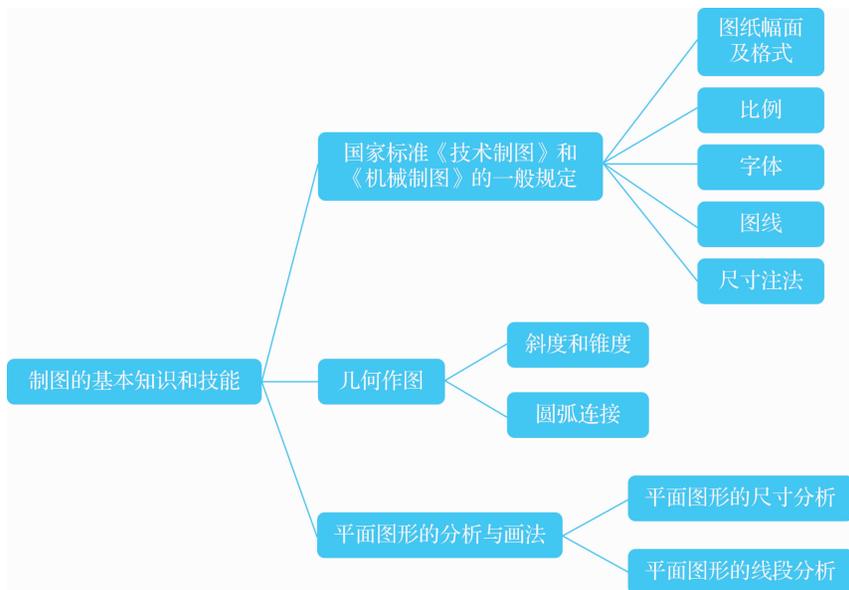
专题一

制图的基本知识和技能

考纲要求

- (1)理解国家标准《技术制图》和《机械制图》中的基本要求；
- (2)了解平面图形的分析和画法,能正确进行平面图形的尺寸标注；
- (3)了解机械制图中尺寸公差、几何公差、表面粗糙度等基本概念,理解其符号、代号的含义,正确标注尺寸公差、几何公差及表面粗糙度。

知识框架



考核要点

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

1. 基本幅面

图纸幅面指绘制图样所采用的图纸规格。

(1)为便于图样的使用和管理,绘制图样时,应优先选用表 1-1-1 中规定的基本幅面,即 A0、A1、A2、A3、A4。

(2)必要时,允许选用加长幅面,加长时,基本幅面的长边尺寸不变,沿短边延长线增加基本幅面短边尺寸的整数倍。

(3)绘图时,图纸可以竖用(短边水平)或者横用(长边水平)。

表 1-1-1 基本幅面及其尺寸

单位(mm)

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

2. 图框格式

在图纸上,必须用粗实线画出图框,其格式分为留装订边和不留装订边两种,但同一产品只能用同一种格式,如图 1-1-1 所示。

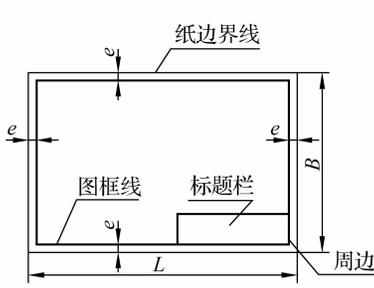
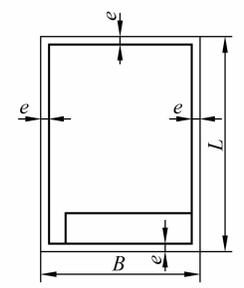
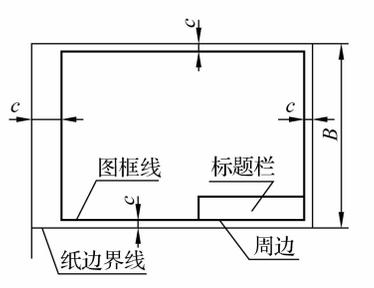
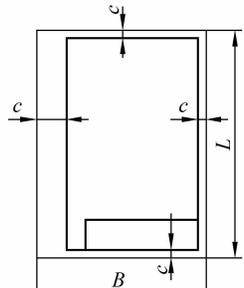
图纸类型	X型(横放)	Y型(竖放)	说明
常用情况			1. 图样通常应按此图例绘制 2. 标题栏应位于图纸右下方
			

图 1-1-1 图纸格式(横放和竖放)

3. 标题栏

(1)每张图样中均应有标题栏。

(2)标题栏一般配置在图框右下角,文字方向为看图方向。



(3)标题栏一般由更改区、签字区、其他区、名称及代号区组成,如图 1-1-2 所示。

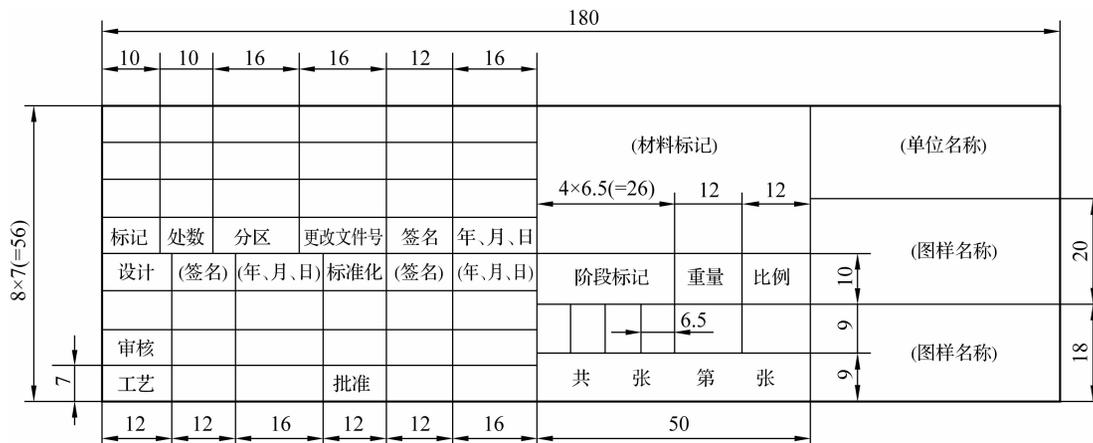


图 1-1-2 标题栏

二、比例(GB/T 14690—1993)

定义:比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

分类:(1)原值比例:比值等于1,如1:1;(2)放大比例:比值大于1,如5:1;(3)缩小比例:比值小于1,如1:2。

常用绘图比例见表 1-1-2。优先选用不带括号的比例。

表 1-1-2 常用绘图比例

(注: n 为正整数)

种 类	比 例
原值比例	1 : 1
放大比例	优先系列值 2 : 1 5 : 1 1×10^n : 1 2×10^n : 1 5×10^n : 1
	(2.5 : 1 4 : 1 2.5×10^n : 1 4×10^n : 1)
缩小比例	优先系列值 1 : 2 1 : 5 $1 : 1 \times 10^n$ $1 : 2 \times 10^n$ $1 : 5 \times 10^n$
	($1 : 1.5 \times 10^n$ $1 : 2.5 \times 10^n$ $1 : 3 \times 10^n$ $1 : 4 \times 10^n$ $1 : 6 \times 10^n$)

绘图时尽可能采用原值比例。根据表达对象的特点,也可选用放大或缩小比例。选用比例的原则是有利于图形的最佳表达效果和图面的有效利用。

不论采用何种比例,图样中所注的尺寸数值都是所表达对象的真实大小,与图形比例无关。

比例符号以“:”表示,一般标注在标题栏中,必要时可在视图名称下方或右侧标注。例如: $\frac{1}{3} : 1$,

$\frac{B}{1 : 50}$, $\frac{A-A}{5 : 1}$ 。

三、字体(GB/T 14691—1993)

图纸中的字体应工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。



字体高度(即字号)用 h 表示。

(1)公称尺寸系列为:1.8 mm,2.5 mm,3.5 mm,5 mm,7 mm,10 mm,14 mm,20 mm。

(2)如需更大的字,其字高应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

汉字应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布的简化字。字体高度 h 不小于 3.5 mm,字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

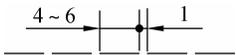
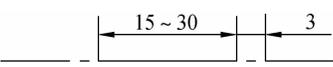
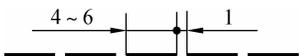
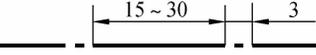
数字和字母分 A 型和 B 型,有直体和斜体,在同一图样上只能选一种形式的字体。斜体字体向右倾斜,与水平基准线约成 75° 。用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般应采用小一号的字体。

四、图线(GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

1. 图线线型及应用

国标规定了各种图线的名称、形式、宽度以及在图上的一般应用,绘制机械图样时,必须严格遵守标准的要求,见表 1-1-3 和图 1-1-3。

表 1-1-3 机械图样中的线型与其应用

线 型	名 称	线 宽	一般应用
	粗实线	d	可见轮廓线
	细虚线	$d/2$	不可见轮廓线
	细点画线	$d/2$	轴线 对称中心线
	细实线	$d/2$	尺寸线和尺寸界线 剖面线、重合断面轮廓线 指引线和基准线 过渡线 不连续同一表面连线 分界线及范围线
	波浪线	$d/2$	断裂处边界线 * 视图与剖视图的分界线
	双折线	$d/2$	断裂处边界线 * 视图与剖视图的分界线
	粗虚线	d	允许表面处理的表示线
	粗点画线	d	限定范围表示线



续表

线 型	名 称	线 宽	一般应用
	细双点画线	$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线 可动零件的极限位置轮廓线 成形前的轮廓线 轨迹线 中断线

注：* 在一张图样上一般采用一种线型，即采用波浪线或双折线。

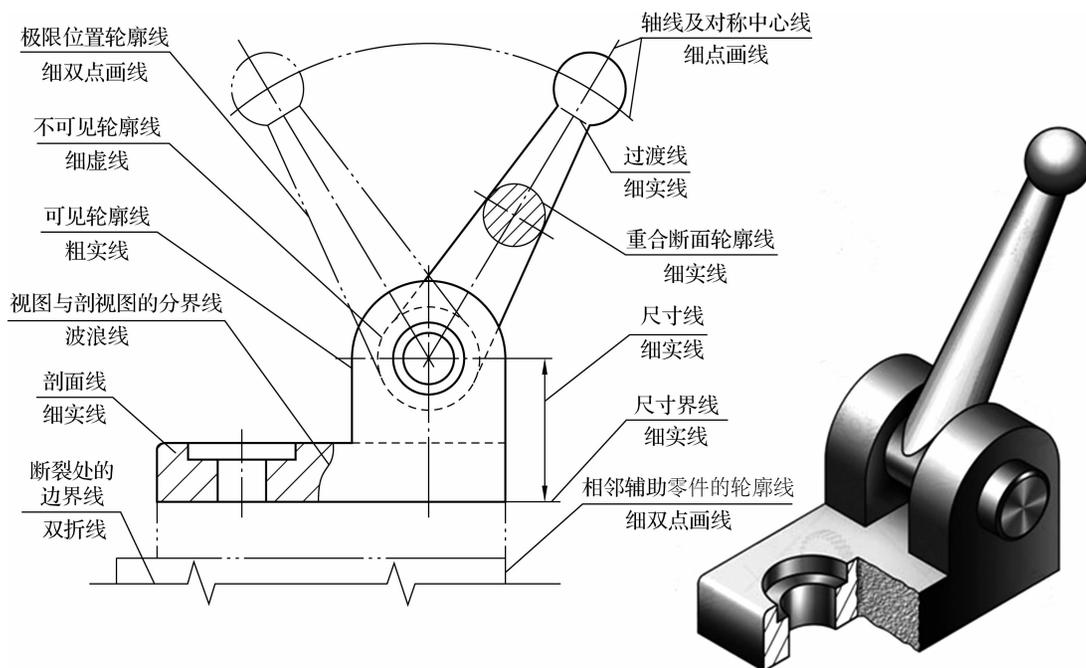


图 1-1-3 图线应用示例

2. 国标线型

国标规定用于绘制机械图样的有粗实线、细实线、波浪线、双折线、细虚线、细点画线、粗点画线、粗虚线、细双点画线 9 种。

3. 图线宽度

(1) 图线分粗、细两种，粗线的宽度 $d=0.5\sim 2\text{ mm}$ ，应按图的大小和复杂程度选用，建议优先选用 0.7 mm 或 1 mm 。

(2) 细线的宽度约为 $d/2$ ，在标准规定图线宽度组别 (0.25 mm 、 0.35 mm 、 0.5 mm 、 0.7 mm 、 1 mm 、 1.4 mm 、 2 mm) 中选取，推荐优先选用 0.5 mm 或 0.7 mm 线型组别。

4. 图线画法

(1) 同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画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)之间的距离不应小于粗实线宽度的两倍，其最小距离不得小于 0.7 mm 。

(3) 绘制圆的对称中心线时, 圆心应为长画的交点。点画线和双点画线的首末两端应是长画而不是点。建议中心线超出轮廓线 2~5 mm。

(4) 在较小的图线上画点画线或双点画线有困难时, 可用细实线代替。

(5) 点画线、虚线与粗实线相交以及点画线、虚线彼此相交时, 均应交于点画线或虚线的线段处, 见图 1-1-4。

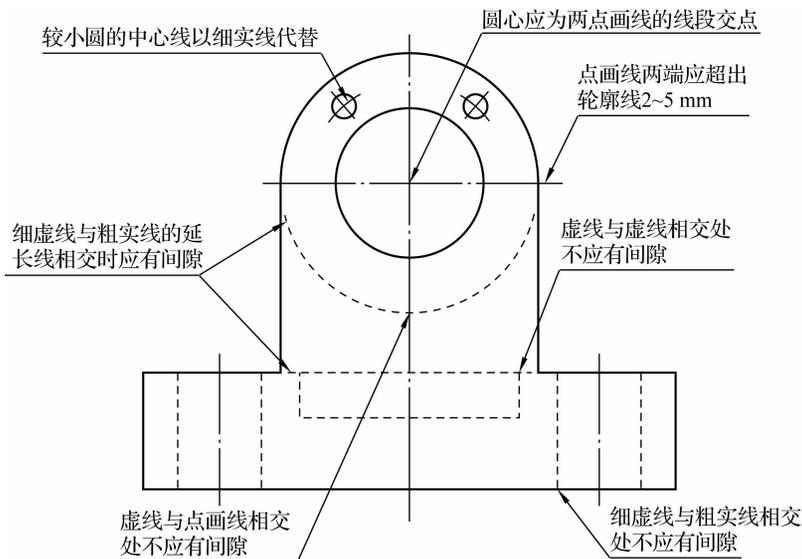


图 1-1-4 图线相交的画法

五、几何作图

用三角板和丁字尺配合可以绘制铅垂线和与水平线成 30° 、 45° 、 60° 以及 15° 倍数角的各种倾斜线。圆规主要用来画圆和圆弧。分规主要用来量取线段和等分线段。

1. 斜度

(1) 定义: 斜度是指一直线(或平面)相对于另一直线(或平面)的倾斜程度。

(2) 表示方法: $\text{斜度} = H/L = (H-h)/L = \tan \alpha$ 。

(3) 标注方法:

斜度符号 \setminus 或 \sphericalangle , 应与实际斜度方向一致。

标注形式为 $\setminus 1:n$ 或 $\sphericalangle 1:n$ 。

2. 锥度

(1) 定义: 锥度是指正圆锥底圆直径与锥高之比。若为圆台, 则为两底圆直径之差与锥台高之比。

(2) 表示方法: $\text{锥度} = D/L = (D-d)/L = 2\tan \alpha$ 。

(3) 标注方法:

锥度符号 \sphericalangle 或 \sphericalangle , 应与实际锥度方向一致。

标注形式: $\sphericalangle 1:n$ 或 $\sphericalangle 1:n$ 。

3. 圆弧连接的作图步骤

(1) 找圆心——作图的关键;

(2) 定切点——不可省略;



(3)画连接弧——于两切点之间。

4. 平面图形的画法

(1)尺寸分析。

①尺寸基准:标注尺寸的起点。通常以图形的对称中心线、回转轴线或较长的轮廓直线作为尺寸基准。

②尺寸分类:平面图形中的尺寸,按其作用可分为两类:定位尺寸和定形尺寸。

定位尺寸:用于确定线段在平面图形中所处位置的尺寸。

定形尺寸:用于确定线段的长度、圆弧的半径(或圆的直径)和角度大小等的尺寸。

(2)线段分析。平面图形中的线段(直线或圆弧),按所给的尺寸齐全与否,可分为三类:已知线段、中间线段、连接线段。

①已知线段:定位、定形尺寸齐全的线段。

②中间线段:有定形尺寸,但定位尺寸不全的线段。

③连接线段:只有定形尺寸,而无定位尺寸的线段。

(3)平面图形的作图步骤。

①画基准线,并据定位尺寸画出定位线;

②画已知线段;

③画中间线段;

④画连接线段。

六、尺寸标注

1. 标注尺寸的基本原则

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

(2)图样中的尺寸以 mm 为单位,不需标注计量单位的代号或名称,若采用其他单位,则必须注明。

(3)机件的每个尺寸一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清楚的图形上。

(4)图样中所注尺寸,为该图样所示机件的最后完工尺寸。

(5)标注尺寸时应尽可能使用符号和缩写词。常用的符号和缩写词见表 1-1-4。

表 1-1-4 常用符号和缩写词

名 称	符号和缩写词	名 称	符号和缩写词
直径	ϕ	45°倒角	C
半径	R	深度	
球直径	S ϕ	沉孔或铤平	
球半径	SR	埋头孔	V
厚度	t	均布	EQS
正方形	□	斜度	\angle

2. 尺寸的组成

(1) 尺寸界线:用细实线绘制。尺寸界线应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出,也可用轮廓线、轴线或对称中心线代替。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,并超出尺寸线 2~3 mm,必要时才允许倾斜。

(2) 尺寸线:尺寸线表明度量尺寸的方向,必须用细实线单独绘制,而不能用图中的任何图形来代替,也不得画在其他图线的延长线上。应尽量避免尺寸线之间及尺寸线与尺寸界线之间相交。

标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,相同方向各尺寸线间距要均匀,间隔应大于 5 mm。

(3) 尺寸数字:线性尺寸的数字一般注写在尺寸线上方,也允许注写在尺寸线中断处,同一图样中注写方法和字体大小应一致,位置不够可引出标注。

尺寸标注示例如图 1-1-5 所示。

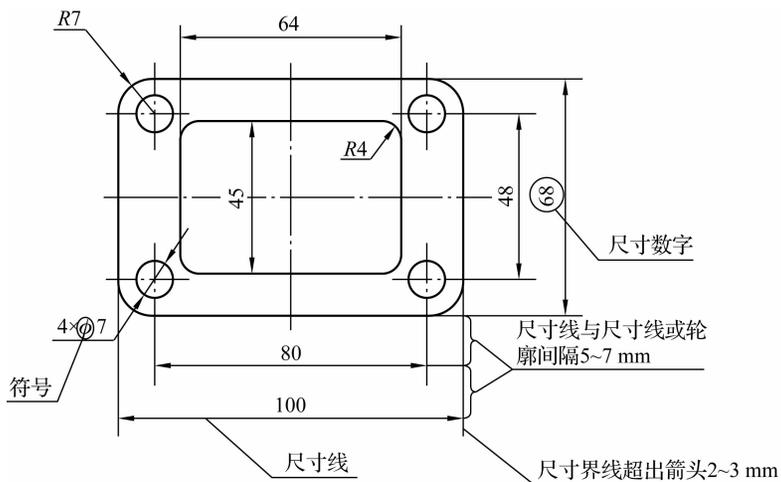


图 1-1-5 尺寸标注示例

七、极限配合与技术测量

1. 尺寸公差

尺寸公差是指最大极限尺寸与最小极限尺寸之差,或上偏差与下偏差之差,是尺寸允许的变动量。

计算公式: $T_h = L_{\max} - L_{\min} = ES - EI$

$$T_s = l_{\max} - l_{\min} = es - ei$$

2. 偏差

偏差是指某一尺寸(实际尺寸、极限尺寸等)减去其基本尺寸所得的代数差。

计算公式:上偏差 $ES = L_{\max} - L$ $es = l_{\max} - l$

$$\text{下偏差 } EI = L_{\min} - L \quad ei = l_{\min} - l$$

3. 配合

配合是指基本尺寸相同,相互结合的孔和轴公差带之间的位置关系。

计算公式:①间隙配合 $X_{\max} = L_{\max} - l_{\min} = ES - ei$



$$X_{\min} = L_{\min} - l_{\max} = EI - es$$

$$T_f = X_{\max} - X_{\min} = T_h + T_s$$

$$X_a = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2}$$

② 郭应配合 $Y_{\max} = L_{\min} - L_{\max} = EI - es$

$$Y_{\min} = L_{\max} - L_{\min} = ES - ei$$

$$T_f = Y_{\min} - Y_{\max} = T_h + T_s$$

③ 过渡配合 $X_{\max} = L_{\max} - L_{\min}$ (正值)

$$Y_{\max} = L_{\min} - L_{\max}$$
 (负值)

$$T_f = |X_{\max} - Y_{\max}| = T_h + T_s$$

$$|X_{\max}| > |Y_{\max}| \text{ 时, } X_a = \frac{X_{\max} + Y_{\max}}{2} \text{ (正值)}$$

$$|X_{\max}| < |Y_{\max}| \text{ 时, } Y_a = \frac{X_{\max} + Y_{\max}}{2} \text{ (负值)}$$

4. 尺寸公差带图的作图方法

先画零线,偏差为正在零线上方,偏差为负在零线下方。间隙配合:孔公差带在轴公差带上方;过盈配合:孔公差带在轴公差带下方;过渡配合:孔公差带、轴公差带相互交叠。

5. 判别配合性质

$EI \geq es$ 时为间隙配合, $ei \geq ES$ 时为过盈配合;以上两条同时不成立时,则为过渡配合。

6. 间隙配合、过渡配合与过盈配合

$a \sim h$ ($A \sim H$) 为间隙配合,如: $\phi 30H7/g6, \phi 30D9/h9$ 。

$j \sim n$ ($J \sim N$) 为过渡配合,如: $\phi 50H7/j6, \phi 50N9/n9$ 。

$p \sim zc$ ($P \sim ZC$) 为过盈配合,如: $\phi 40U7/n6, \phi 30H7/s6$ 。

7. 配合的特点

(1) 过渡配合主要用于定位精确并要求拆卸的相对静止的连接,要求孔轴间有较好的对中性 and 同轴度且易于拆卸、装配的定位连接,如滚动轴承内径与轴的连接。

(2) 间隙配合主要用于孔、轴间的活动联系,如滑动轴承与轴的连接。

(3) 过盈配合属于紧配合中的一种,也就是说相配对的轴径(键宽)要大于孔径(键槽),必须采用特殊工具挤压进去,或利用热胀冷缩的特性,将孔(键槽)加热,趁孔径扩大,迅速套到轴上,待冷却收缩后两个零件就紧紧配合成一体。

8. 国标对组成配合的原则的规定

国标对组成配合的原则规定了两种准制:基孔制和基轴制。在一般情况下,应优先采用基孔制,其次采用基轴制,如有特殊需要,允许采用混合配合。

(1) 基孔制。孔的基本偏差为一定,孔的公差带与不同基本偏差轴的公差带形成各种配合的一种制度。

基孔制的基本特点为:

① 基孔制中的孔为基准孔,用“H”表示。

② 基准孔的公差带位于零线上方,其下偏差为零。

③基准孔的最小极限尺寸等于基本尺寸。

(2)基轴制。基轴制是轴的基本偏差为一定,轴的公差带与不同基本偏差孔的公差带形成各种配合的一种制度。

基轴制的基本特点为:

- ①基轴制中的轴为基准轴,用“h”表示。
- ②基准轴的公差带位于零线下方,其上偏差为零。
- ③基准轴的最大极限尺寸等于基本尺寸。

9. 公差等级的选用

(1)国标规定标准公差共分 20 级,各级代号由字母 IT 与阿拉伯数字两部分组成,其中 IT 表示标准公差,阿拉伯数字表示公差等级。在标准公差等级系列 IT01、IT0、IT1……IT18 中,IT01 精确度最高,IT18 精确度最低。

(2)选用公差等级的原则:在满足使用要求的前提下,尽可能选用较低的公差等级,以便很好地解决机器零件的使用要求与制造工艺及成本之间的矛盾。

八、几何公差

(1)几何公差特征符号包括形位公差特征符号、几何公差框格和指引线、几何公差的数值和有关符号、基准四个部分。

(2)形位公差特征项目符号分为形状公差特征项目符号和位置公差特征项目符号,共有公差特征项目 14 项,分别用 14 个符号表示,见表 1-1-5。

表 1-1-5 几何公差特征项目符号

公差		特征项目		有或无基准要求
形状	形状	直线度	—	无
		平面度		无
		圆度	○	无
		圆柱度		无
形状或位置	轮廓	线轮廓度		有或无
		面轮廓度		有或无
位置	定向	平行度	//	有
		垂直度		有
		倾斜度		有
	定位	位置度	⊕	有或无
		同轴(同心)度	◎	有
		对称度		有
跳动	圆跳动		有	
	全跳动		有	



(3)几何公差框格和指引线。

①形位公差框格由两个框格或多个框格组成,框格中的主要内容从左到右按以下次序填写:公差特征项目符号;公差值及有关附加符号;基准符号的字母及有关符号。如图 1-1-6 所示,两个框格是形状公差,三个框格是位置公差,三个以上的框格表示有多个基准。

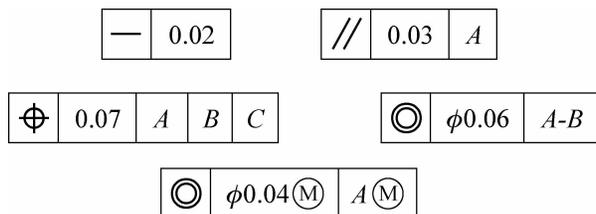


图 1-1-6 形位公差框格

②几何公差框格用带箭头的指引线把被测要素与公差框格相连,且箭头垂直指向被测要素,如图 1-1-7 所示。

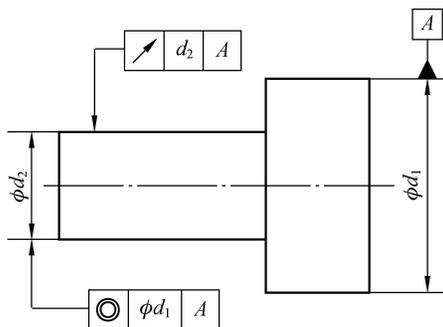


图 1-1-7 指引线

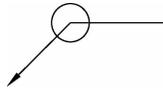
(4)几何公差的数值和有关符号。

- ①形位公差数值从形位公差表中查到后标注到第二格中。
- ②符号包括被测要素、基准要素和基准目标等符号,见表 1-1-6。

表 1-1-6 附加符号

符 号	说 明	符 号	说 明
	被测要素	\textcircled{M}	最大实体要求
		\textcircled{L}	最小实体要求
	基准要素	A C S	任意横截面
$\textcircled{\frac{\phi 2}{A1}}$	基准目标	\textcircled{P}	延伸公差带
$\boxed{50}$	理论正确尺寸	\textcircled{F}	自由状态条件

续表

符 号	说 明	符 号	说 明
Ⓔ	包容要求		全周(轮廓)

(5) 基准。

① 有形状或位置公差要求的零件的被测要素,在图样上必须明确标明基准要素。

② 基准要素用基准符号或基准目标表示。相对于被测要素的基准,用基准字母表示。带圆圈的大写字母用细实线与粗的短横线相连,如图 1-1-8 所示。

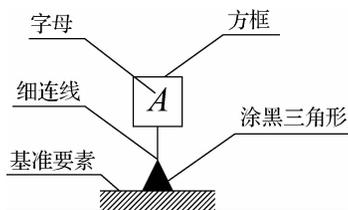


图 1-1-8 基准符号

九、表面粗糙度

1. 概念

表面粗糙度是指加工表面所具有的较小间隙和峰谷所组成的微观几何形状特性。

2. 表面粗糙度的评定参数

表面粗糙度的主要评定参数有轮廓算术平均偏差 R_a 和轮廓最大高度 R_z 。因 R_a 参数较直观,易理解,并能充分反映表面微观几何形状高度方面的特性,测量方法比较简便,是采用得较为普遍的评定指标。 R_z 值不如 R_a 值能准确反映几何特征, R_z 与 R_a 联用,可对某些不允许出现较大的加工痕迹的零件表面和小零件表面质量加以控制。

3. 标注

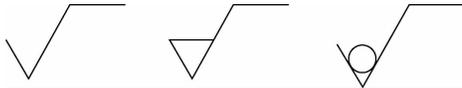
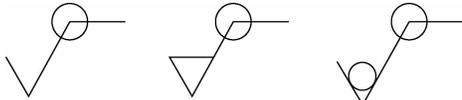
表面粗糙度的符号见表 1-1-7。

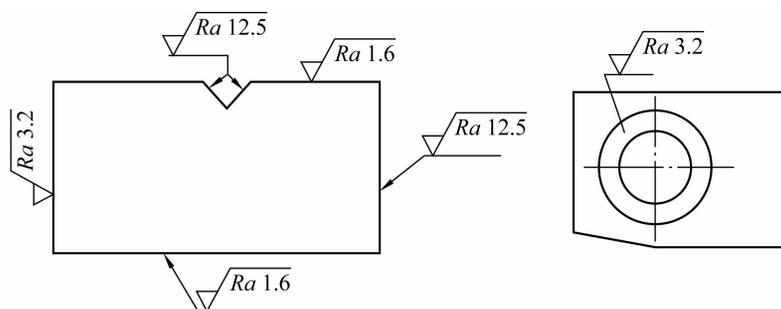
表 1-1-7 表面粗糙度的符号

符 号	意义及说明
	基本符号,表示表面可用任何方法获得。当不加注粗糙度参数值或有关说明(如表面处理、局部热处理状况)时,仅适用于简化代号标注
	基本符号加一条短画线,表示表面是用去除材料的方法获得的,如车、铣、钻、磨、剪切、抛光、腐蚀、电火花加工、气割等

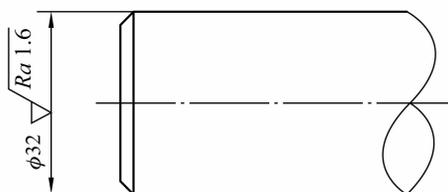


续表

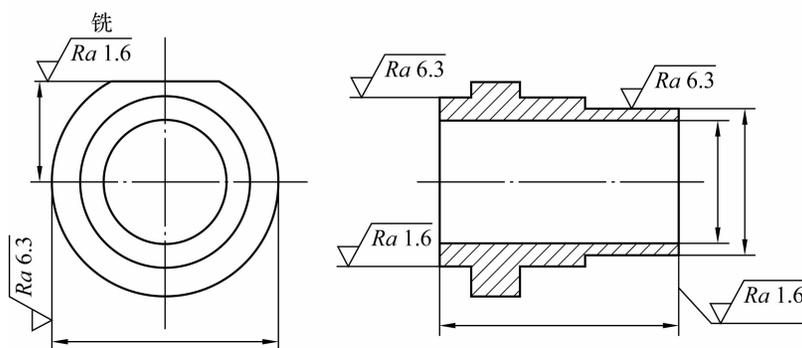
符 号	意义及说明
	基本符号加一个小圆,表示表面是用不去除材料的方法获得的,如铸、锻、冲压变形、热、粉末冶金等。或者是用于保持原供应状况的表面(包括保持上道工序的状况)
	在上述三个符号的长边上均可加一条横线,用于标注有关参数和说明
	在上述三个符号上均可加一个小圆,表示所有表面具有相同的表面粗糙度要求



(a)



(b)



$\sqrt{Ra 3.2}$ ($\sqrt{\quad}$)

(c)



【例题 4】(多选题)比例的种类有()。

- A. 放大比例
B. 缩小比例
C. 真实比例
D. 原值比例

【答案】 ABD

【解析】 比例分类:原值比例,1:1;放大比例,例如 5:1;缩小比例,例如 1:2。

【例题 5】(判断题)每张技术图样中均应画出标题栏。()

【答案】 √

【解析】 每张技术图样中均应画出标题栏。

【例题 6】(判断题)机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形的大小及绘图的准确度有关。()

【答案】 ×

【解析】 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形的大小及绘图的准确度无关。

专题训练

一、填空题

1. 图纸格式分为_____和_____两种,按照标题栏的方位又可将图纸格式分为_____和_____两种。图样中书写的汉字、数字和字母,必须做到_____,汉字应用_____书写,数字和字母应书写为_____或_____。
2. 字号是指字体的_____,图样中常用的字号有_____种。
3. 图样中,机件的可见轮廓线用_____画出。虚线、细实线和细点画线的图线宽度约为粗实线的_____。
4. 标注水平尺寸时,尺寸数字的字头方向应_____;标注垂直尺寸时,尺寸数字的字头方向应_____。角度的尺寸数字一律按_____位置书写。当任何图线穿过尺寸数字时都必须_____。
5. 绘图时,应尽可能采用_____比例,必要时也可选用_____或_____比例,无论采用哪种比例,图样上标注的应是机件的_____。

二、判断题

1. 2:1 是缩小比例。 ()
2. 国家制图标准规定,图纸大小可以随意确定。 ()
3. 可以利用轮廓线做尺寸线。 ()
4. 可以利用对称中心做尺寸界线。 ()

三、单项选择题

- 机械图样中的尺寸以()为单位时,不需要标注计量单位符号或名称。
A. mm B. cm C. dm D. m
- 图样上各尺寸线间或尺寸线与尺寸界线间应尽量避免()。
A. 重合 B. 相交 C. 平行 D. 垂直
- $\phi 30A5$ 比 $\phi 120A8$ 的基本偏差()。
A. 大 B. 小 C. 一样大 D. 无法确定

四、多项选择题

- 在国标 GB/T 17450—1998《技术制图——图线》中规定的图线的基本线型有()。
A. 粗实线 B. 细实线 C. 粗点画线
D. 细点画线 E. 对称线
- 在国标 GB/T 14689—2008《技术制图——图纸幅面和格式》中规定工程样图可以使用的图纸幅面有()。
A. A4 B. A5 C. B4
D. B5 E. A0
- 已知公差带为 $\phi 40H6$, 下列说法正确的是()。
A. 孔的公差带 B. 基准孔
C. 基本偏差 $EI=0$ D. 轴的公差带

五、作图题

- 图 1-1-10(a)中尺寸标注有错误,请在图 1-1-10(b)上正确标注尺寸。

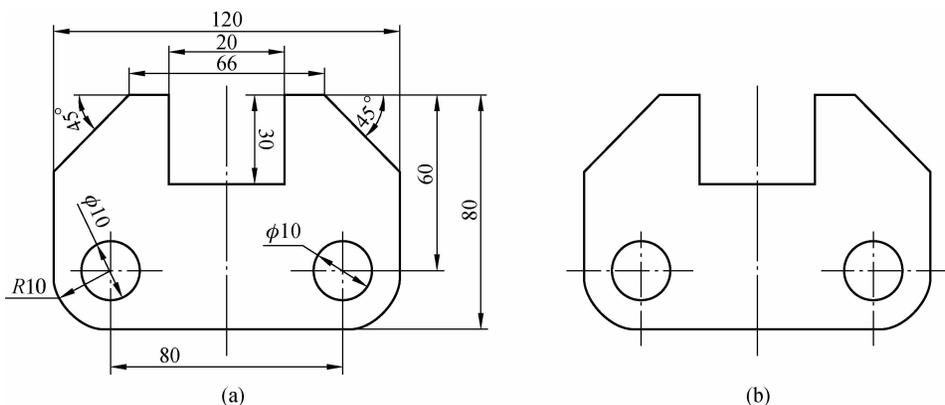


图 1-1-10 第一部分专题一图一



2. 按 1:1 的比例画出图 1-1-11 所示图形。

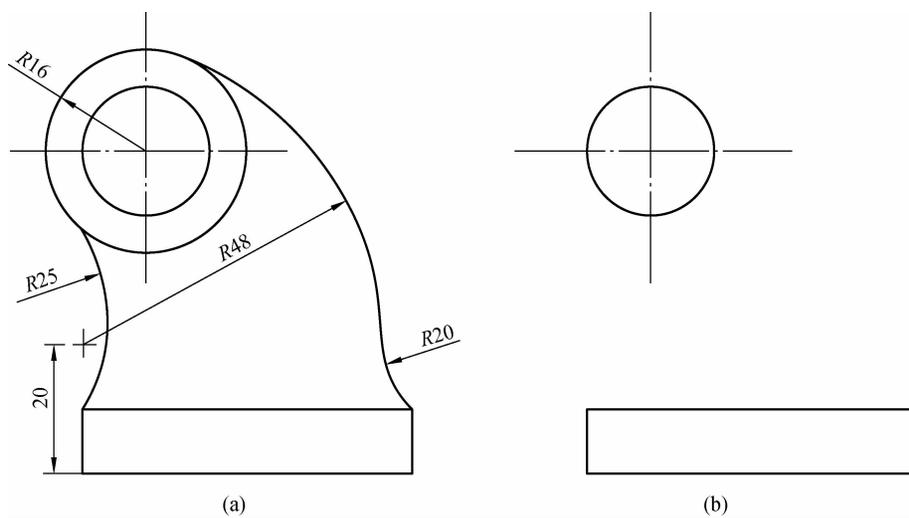


图 1-1-11 第一部分专题一图二

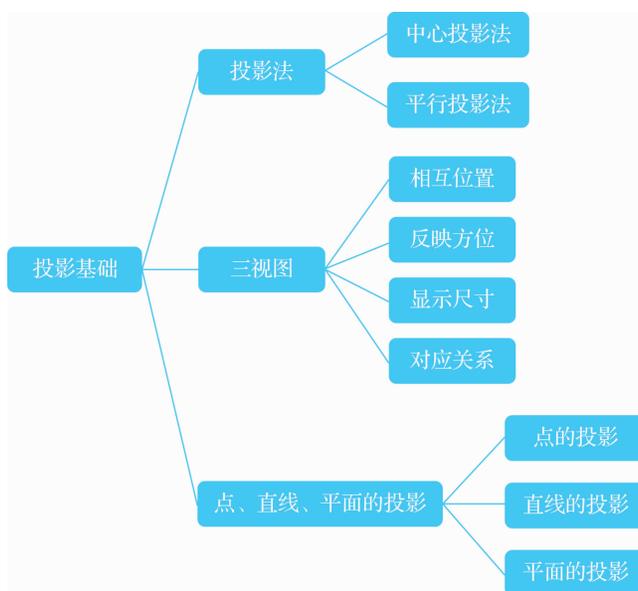
专题二

投影基础

考纲要求

- (1)了解投影的概念及分类,理解正投影的基本性质;
- (2)了解平面图形的分析和画法,能正确进行平面图形的尺寸标注;
- (3)了解三视图的形成过程,理解三视图之间的对应关系,能识读与绘制物体三视图。

知识框架



考核要点

一、投影基础知识

1. 投影法的基本概念

投影法是指用投影原理在平面上表达物体形状的方法。它是投射射线通过物体向选定的平面投