

第 1 章

机械制图概述

【学习目标】

掌握技术制图国家标准的基本规定；掌握平面图形的分析方法和作图方法及步骤。

【学习重点】

图线画法的一般规定、平面图形绘图方法和徒手绘图的方法。

1.1 制图的基本知识

图样是表达设计思想、指导生产和进行技术交流的工程语言,是现代工业生产中最基本的技术文件,技术制图和机械制图相关国家标准对图样上的有关内容做了统一规定。技术制图国家标准是通用性和基础性的技术指标,适用于机械、电气、工程建筑等专业领域的制图;而机械制图国家标准则是专业性技术标准。

国家标准简称国标,其代号用汉语拼音字母“GB”表示,字母后的数字是某一具体标准的编号,分隔号后的数字是该标准发布的年代。GB 表示强制性国家标准,GB/T 表示推荐性国家标准。每个工程技术人员都必须掌握并严格遵守国家标准。

本节仅介绍图纸幅面与格式、比例、字体、图线和尺寸标注等基本规定。其余国家标准将在以后有关章节中摘要介绍。

1.1.1 图纸幅面与格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

在绘制机械图样时,优先采用 5 种规定的图纸基本幅面,分别是 A0、A1、A2、A3、A4,必要时也允许选用所规定的加长幅面。加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。如代号 A4×3 是将 A4 图纸的短边加长 3 倍,这样规定的目的是使图纸折叠后的大小与标准文件夹相同。图 1-1 所示为图纸幅面及加长幅面,其中细实线和虚线为加长幅面。图纸幅面及图框尺寸见表 1-1。在绘制技术图样时,应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。

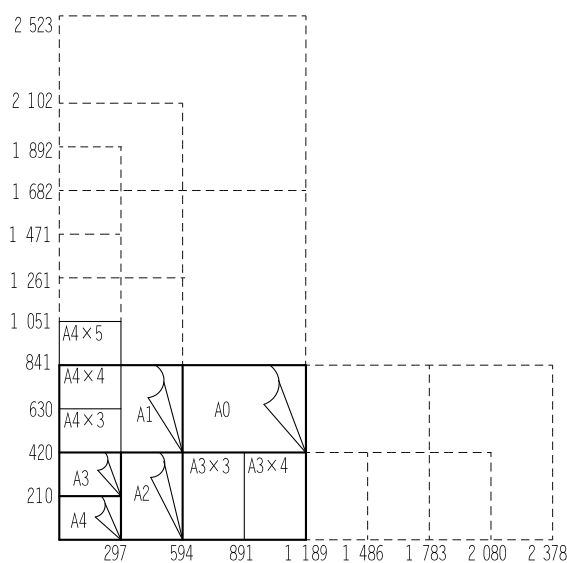


图 1-1 图纸幅面及加长幅面

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸

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

注： B 、 L 、 a 、 c 、 e 含意见图 1-2、图 1-3。

2. 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框即为图框。图纸边界线用细实线绘制，大小为幅面尺寸。图框线用粗实线绘制。

图纸以短边作为垂直边的称为横式(X型)，以短边作为水平边的称为横立式(Y型)，其格式分为不留装订边(图 1-2)和留有装订边(图 1-3)两种，图框周边尺寸 a 、 c 、 e 见表 1-1。但应注意，同一产品的图样只能采用一种格式。

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，对各号图纸均应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号。

对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5 mm，长度从纸边界开始至伸入图框内约 5 mm，如图 1-4(a)所示。当对中符号处在标题栏范围内时，则伸入标题栏部分省略不画。对中符号位置误差不大于 0.5 mm。

为了明确绘图与看图方向，应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号，如图 1-4(a)所示。方向符号是用细实线绘制的等边三角形，其大小和所处位置如图 1-4(b)所示。

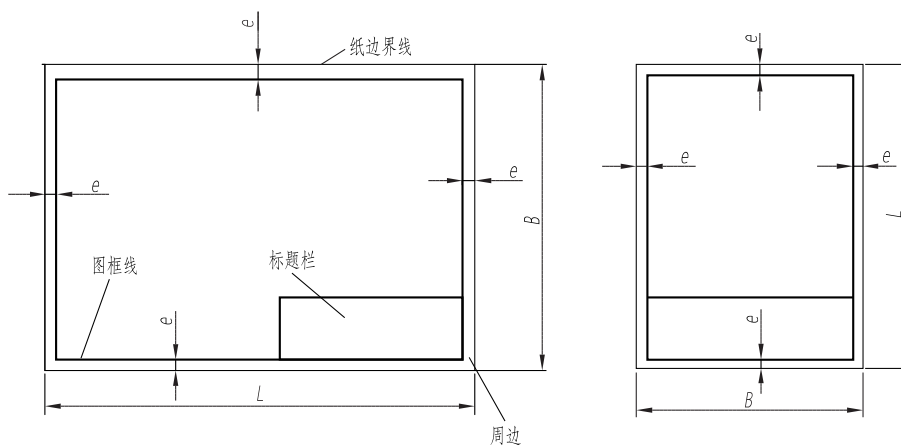


图 1-2 不留装订边的图框格式

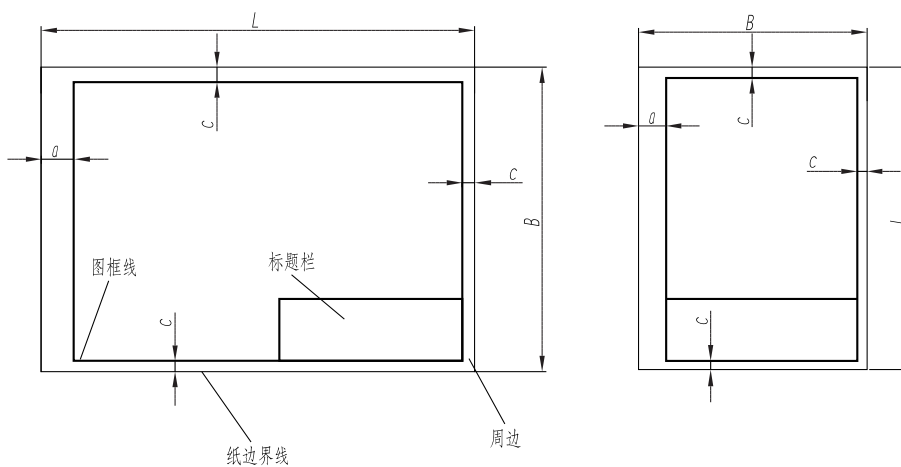


图 1-3 留有装订边的图框格式

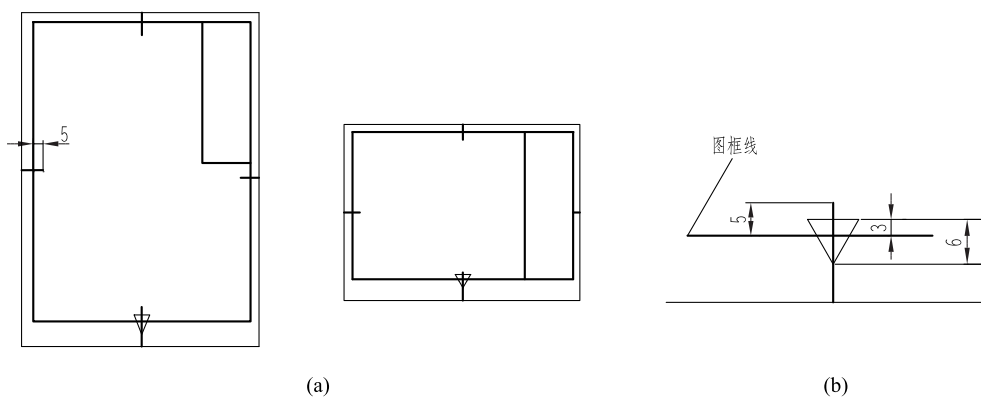


图 1-4 对中符号和方向符号及其画法

3. 标题栏

在每张技术图样中均应有标题栏。标题栏的位置一般应位于图纸的右下角,如图 1-2 和图 1-3 所示,看图的方向一般应与标题栏中文字的方向一致。国家标准(GB/T 10609.1—2008)对标题栏的格式已做了统一规定,如图 1-5 所示,在生产设计中应采用这种格式。学生在学校做制图作业时,可采用图 1-6 所示的标题栏格式。标题栏外框用粗实线、内框用细实线绘制,标题栏内的图名用 10 号字,校名用 7 号字,其余用 5 号字。

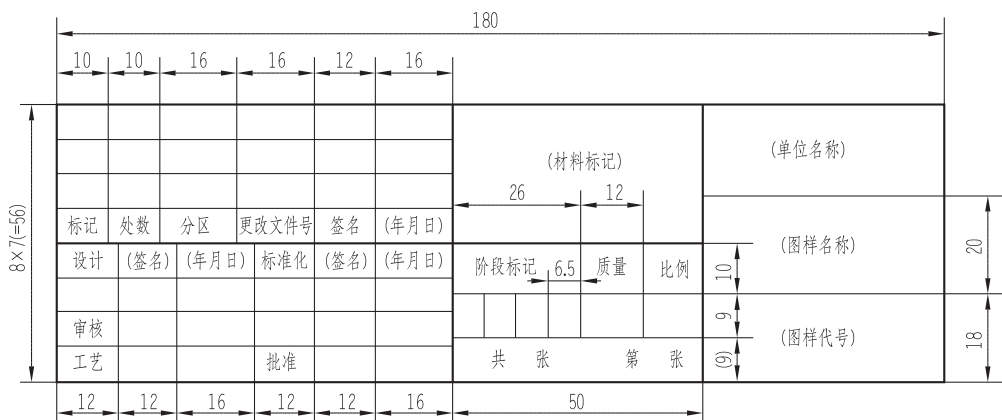


图 1-5 标题栏格式

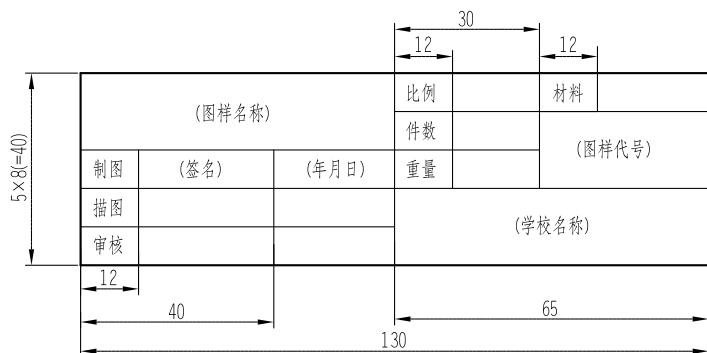


图 1-6 学校用标题栏

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

图样的比例是指图形的线性尺寸与其实物相应要素的线性尺寸之比。

国家标准《技术制图 比例》(GB/T 14690—1993)中规定,比例符号应以“:”表示,如 1:1、1:2、2:1 等。比例按其比值大小分为以下三种:

- (1)原值比例。原值比例是指比值为 1 的比例,如 1:1。
- (2)缩小比例。缩小比例是指比值小于 1 的比例,如 1:3。
- (3)放大比例。放大比例是指比值大于 1 的比例,如 3:1。

在绘图时,应优先采用原值比例。若机件太大或太小,可采用缩小或放大的比例绘制。选用比例的原则是有利于图形的清晰表达和图纸幅面的有效利用。在绘图时,绘图比例必

须从表 1-2 中选取, 优先选择第一系列, 必要时, 允许选取第二系列。应尽量采用相同的比例来绘制同一机件的各个视图。

表 1-2 比例

种 类	第一系列	第二系列
原值比例	1 : 1	
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ 1 : 1 × 10 ⁿ	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6 1 : 1.5 × 10 ⁿ 1 : 2.5 × 10 ⁿ 1 : 3 × 10 ⁿ 1 : 4 × 10 ⁿ 1 : 6 × 10 ⁿ
放大比例	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

注: n 为正整数。

应注意: 无论采用何种比例, 图形中所标注的尺寸数值都必须是实物的实际大小, 与图形的比例无关, 如图 1-7 所示。还要注意, 角度不随比例的变化而变化。

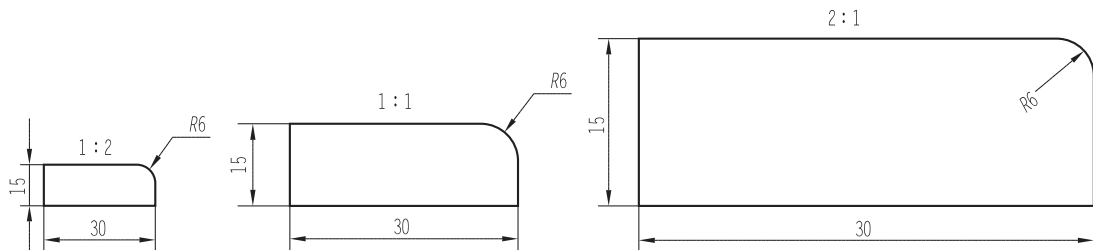


图 1-7 用不同比例画出的图形

比例一般应标注在标题栏的比例栏中, 必要时可在视图名称的下方或右侧标注, 如 $\frac{I}{3:1}$ 、 $\frac{A}{1:100}$ 、 $\frac{B-B}{2.5:1}$ 、 $\frac{\text{平面图}}{1:100}$ 等。

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

国家标准对在图样中书写的字体的大小和结构做了统一规定。

1. 基本要求

- (1) 在图样中书写的字体必须做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。
- (2) 字体的号数, 其公称尺寸系列为 1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm。如需要书写更大的字, 其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比例递增。
- (3) 汉字应写成仿宋体, 并应采用国家正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 应不小于 3.5 mm。其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ (约为 $0.7h$)。
- (4) 图样中的数字和字母分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 d 为字高的 $1/14$, B 型字体的笔画宽度 d 为字高的 $1/10$ 。在同一图样上, 只允许选用一种字体。
- (5) 字母和数字可写成直体与斜体。在绘图中常用斜体, 斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 。

2. 字体示例

(1) 汉字示例。

10号字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7号字

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5号字

技术制图 机械电子 汽车航空 船舶土木 建筑矿山 井坑港口 纺织服装

(2) 字母和数字示例。

A B C D E F G H I J K L M N O

P Q R S T U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n o p q

r s t u v w x y z

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

I II III IV V VI VII VIII IX X

3. 字体的综合应用

用作指数、注脚、极限偏差、分数等的数字及字母,以及图样中的数学符号、计量单位符号及其他符号、代号,示例如下:

$10^3 \text{ S}^{-1} D_1 T_d \quad \phi 20_{-0.023}^{+0.010} \quad 7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}} \quad \frac{3}{5}$
 $l/\text{mm} \quad m/\text{kg} \quad 460\text{r}/\text{min} \quad 220\text{V} \quad 380\text{kPa}$
 $10\text{JS}5(\pm 0.003) \quad \text{M}24-6\text{h}$

1.1.4 图线(GB/T 4457.4—2002)









1. 图线型式及应用

国家标准《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457.4—2002)和《技术制图 图线》(GB/T 17450—1998)规定了机械制图中所用图线的一般规则,适用于机械工程图样。在绘图时应采用国家标准规定的图线型式和画法,在不违背 GB/T 17450—1998 的前提下,贯彻 GB/T 4457.4—2002 中的有关规定。

在绘制图样时,应根据表达需要采用不同的线型。图线的宽度从下列数系中选择: 0.13 mm、0.18 mm、0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1 mm、1.4 mm、2 mm,图线一般只有两种宽度,分别为粗线和细线,其宽度比例为 2:1。粗线宽度优先采用 0.7 mm、0.5 mm。

不连续独立部分称为线素,如点、长度不同的画和间隔。在绘图时,常用线型及应用见表 1-3,线素也应符合表 1-3 的规定。各种图线的应用示例如图 1-8 所示。

表 1-3 常用线型及应用

名 称	线 型	线宽 d (建议) /mm		主要应用及线素长度	
粗实线		0.7	0.5	可见轮廓线、棱边线、相贯线等	
细实线		0.35	0.25	尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线、过渡线、引出线、短中心线等	
双折线				断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线	
波浪线				断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线	
细虚线				不可见棱边线、不可见轮廓线	长画长 $12d$, 短间隔长 $3d$
细点画线		0.35	0.25	轴线、对称中心线等	
细双点画线				相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置轮廓线、中断线	
粗点画线		0.7	0.5	限定范围表示线	

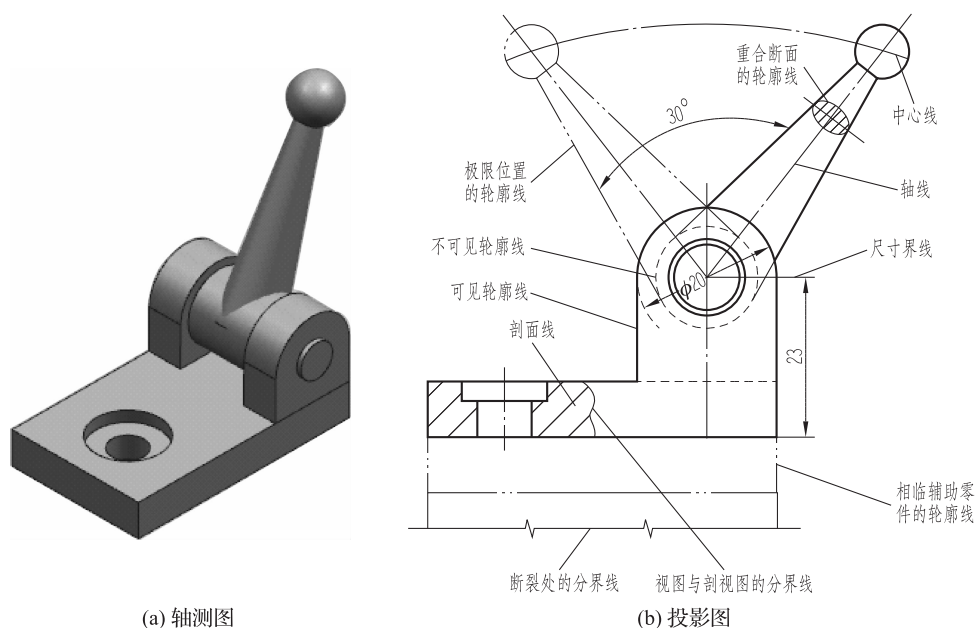


图 1-8 各种图线的应用示例

2. 图线画法

(1) 在同一图样中, 同类图线的宽度应一致, 同类虚线、点画线及双点画线的短画、长画的长度和间隔应各自大小相等。

(2) 两条平行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 mm。

(3) 点画线或双点画线的首末两端应是线段而不是点。当点画线(或双点画线)相交时, 其交点应为线段相交, 如图 1-9(a)所示。

(4) 当在较小图形上绘制细点画线、双点画线有困难时, 可用细实线代替, 如图 1-9(b)所示。

(5) 当点画线、细虚线与其他图线相交时, 都应在长画、短画处相交, 不应在间隔或点处相交, 如图 1-9(c)中 A 处所画图线。

(6) 当细虚线处在粗实线的延长线上时, 应先留空隙, 然后画细虚线的短画线, 如图 1-9(c)中 B 处所画图线。

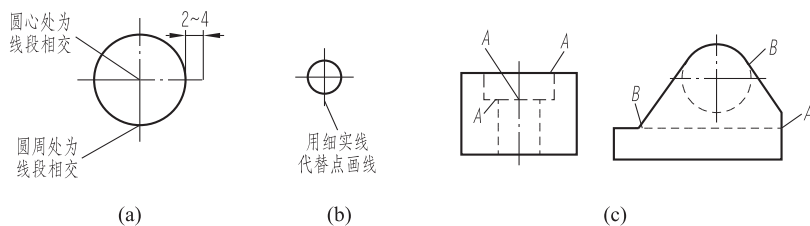


图 1-9 图线的画法

1.1.5 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)

图样中的尺寸是用来直接确定形体的真实大小和位置的,应力求做到正确、完整、清晰、合理。

1. 基本规则

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

(2) 当图样中的尺寸以毫米为单位时,不需要标注计量单位的代号或名称;若采用其他单位,则必须注明相应的单位符号。

(3) 图样中所标注的尺寸为该图样所示零件的最后完工尺寸,否则应另加说明。

(4) 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晰的图形上。

2. 尺寸三要素

在图样上标注的尺寸,一般由尺寸界线、尺寸线(包含尺寸线的终端)和尺寸数字及符号等组成,如图 1-10 所示。

(1) 尺寸界线。尺寸界线用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出。轮廓线、轴线、对称中心线也可作为尺寸界线。尺寸界线表示尺寸的度量范围。

尺寸界线一般应与尺寸线垂直,并略越过尺寸线 2~3 mm。必要时,允许倾斜,但两尺寸界线必须平行。

(2) 尺寸线。尺寸线用细实线单独绘制,不能用其他图线代替,一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。尺寸线的终端有箭头和斜线两种形式。

① 箭头的形式和画法如图 1-11 所示,箭头的尖端与尺寸界线接触。在同一张图样上,箭头大小要一致。在机械图样中,一般采用箭头作为尺寸线的终端。

② 斜线用细实线绘制,其方向和画法如图 1-11 所示。当尺寸线的终端采用斜线时,尺寸线与尺寸界线必须互相垂直。

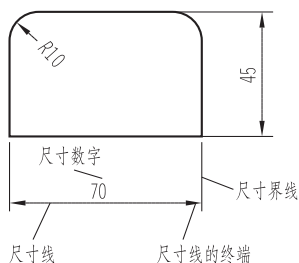


图 1-10 尺寸的组成

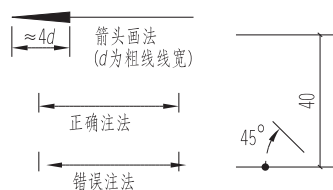


图 1-11 尺寸线终端形式

当尺寸线与尺寸界线垂直时,同一图样中只能采用一种尺寸线终端形式。

(3) 尺寸数字和符号。尺寸数字表示尺寸的大小。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;同时,尺寸数字不能被任何图线通过,否则应将该图线断开。

尺寸的组成及标注示例如图 1-12 所示。

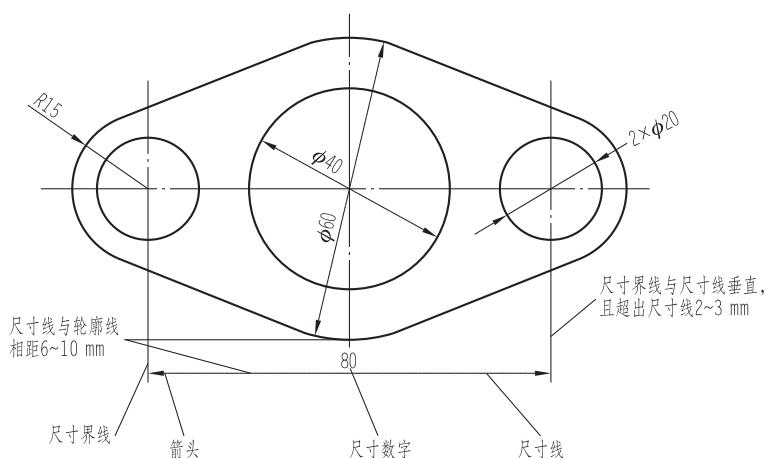


图 1-12 尺寸的组成及标注示例

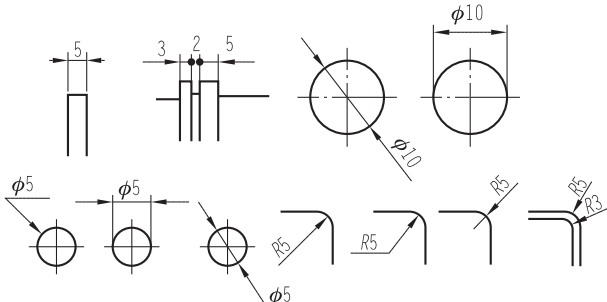
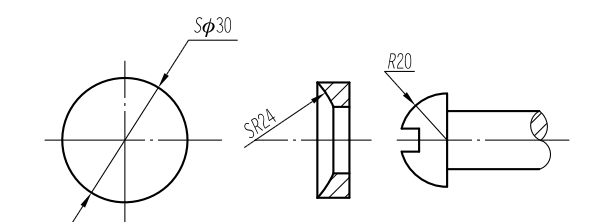
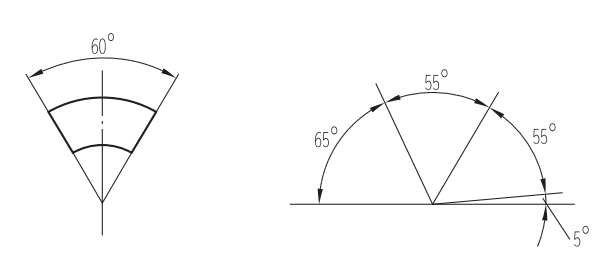
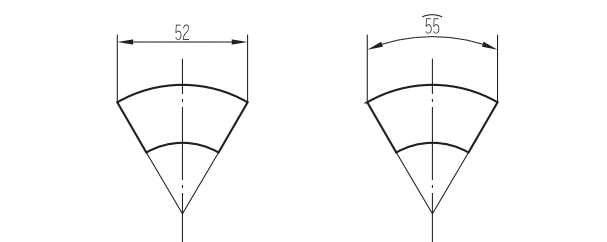
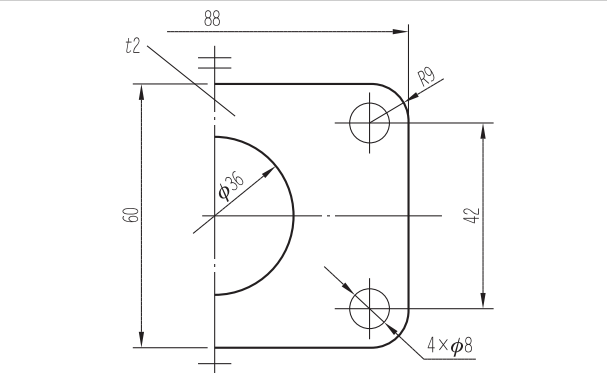
3. 常见尺寸标注示例

常见尺寸标注示例见表 1-4。

表 1-4 常见尺寸标注示例

标注内容	说明	示例
线性尺寸	尺寸数字应按左图所示的方向注写,在图示 30°范围内不要标注尺寸。当无法避免时,可采用示例的方法标注	
圆及圆弧	半径、直径的尺寸数字前应分别加符号“R”“φ”。通常对小于或等于半圆的圆弧注半径,对大于半圆的圆弧注直径。尺寸线应通过圆心且不能与中心线重合。它们可采用示例的方法标注	
大圆弧	当圆弧过大、在图纸范围内无法标出圆心位置时,可采用示例的方法标注	

续表

标注内容	说 明	示 例
小尺寸	在标注小尺寸时,箭头可画在尺寸界线的外面或用小圆点代替两个箭头;尺寸数字也可写在外面或引出标注。圆和圆弧的小尺寸可采用示例的方法标注	
球面	在标注球面的尺寸时,应在 ϕ 或 R 前加注“S”。对于螺钉、铆钉头部,轴和手柄的端部等,在不致引起误解的情况下,可省略符号“S”,采用示例的方法标注	
角度	将尺寸线画成圆弧,其圆心为该角度顶点。角度尺寸数字一律水平书写,一般应注写在尺寸线的中断处,必要时,也可注写在尺寸线上方或外面,还可以引出标注	
弦长和弧长	在标注弦长时,尺寸界线应平行于弦的垂直平分线;在标注弧长尺寸时,尺寸线用圆弧,并应在尺寸数字上方加注符号“ \frown ”。弦长和弧长尺寸采用示例的方法标注	
对称机件只画出一半或大于一半	尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线,仅在尺寸线的一端画出箭头。示例在对称中心线端分别画出两条与其垂直的平行细实线作为对称符号	

标注内容	说 明	示 例
板状零件	在标注薄板状零件的尺寸时,可在厚度的尺寸数字前加注符号“ <i>t</i> ”	
光滑过渡处的尺寸	在光滑过渡处,必须用细实线将轮廓线延长,并从它们的交点引出尺寸界线。 尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时,允许倾斜。如例图所示,若这里的尺寸界线垂直于尺寸线,则图线很不清晰,因此允许倾斜	
正方形结构	断面为正方形结构的尺寸标注,可在边长尺寸数字前加注符号“□”或用14×14代替□14。可按图例标注	
斜度和锥度	斜度、锥度符号的方向应与斜度、锥度的方向一致,可采用示例的方法标注	
均布的孔	均匀分布的孔可注EQS,可采用示例的方法标注	

4. 常用的标注尺寸符号和缩写词

在标注尺寸时,应尽可能使用符号和缩写词。常用的标注尺寸的符号或缩写词见表 1-5。

表 1-5 常用的标注尺寸的符号或缩写词(GB/T 4458. 4—2003)

名 称	半径	直径	球半径	球直径	正方形	45°倒角	厚度
符号或缩写词	<i>R</i>	ϕ	SR	<i>S</i> ϕ	□	<i>C</i>	<i>t</i>
名 称	沉孔或锪平	埋头孔	均布	弧长	斜度	锥度	深度
符号或缩写词	└	∇	EQS	⌒	∠	◁	√

1.2 制图工具及绘图方法

按使用工具的不同,绘制图样可分为手工绘图、徒手绘图和计算机绘图。手工绘图既是工程技术人员的必备基本技能,又是学习和巩固工程图学理论知识不可缺少的方法,必须熟练掌握。本节主要介绍手工绘制工程图样的技能和方法。

手工绘图是借助图板、丁字尺、三角板等绘图仪器进行绘图的方法。手工绘图常用的绘图工具有以下几种。

1.2.1 图板、丁字尺和三角板

(1)图板。图板是手工绘图时用来铺放图纸的垫板,要求表面平坦而光洁,棱边光滑而平直,左、右两侧为工作导向边,如图 1-13 所示。

(2)丁字尺。丁字尺由尺头和尺身组成,在使用时必须随时注意尺头工作边(内侧面)与图板导边靠紧,如图 1-13 所示。画水平线要用尺身工作边(上边缘),使用完毕应悬挂放置,以免尺身弯曲变形。

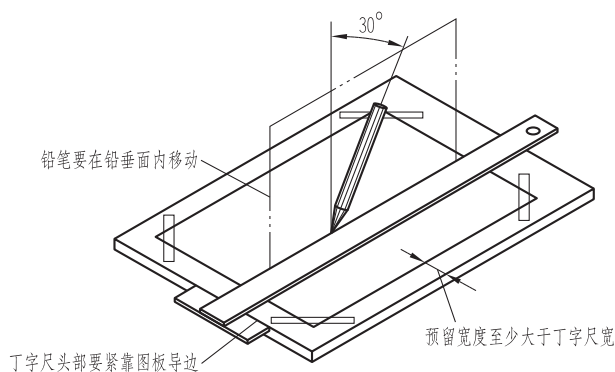


图 1-13 图板和丁字尺

(3)三角板。一副三角板由 45° 和 $30^\circ/60^\circ$ 两块组成,当三角板与丁字尺配合使用时,可画垂直线,还可绘制与水平线成 15° 、 75° 的倾斜线,如图 1-14 所示。

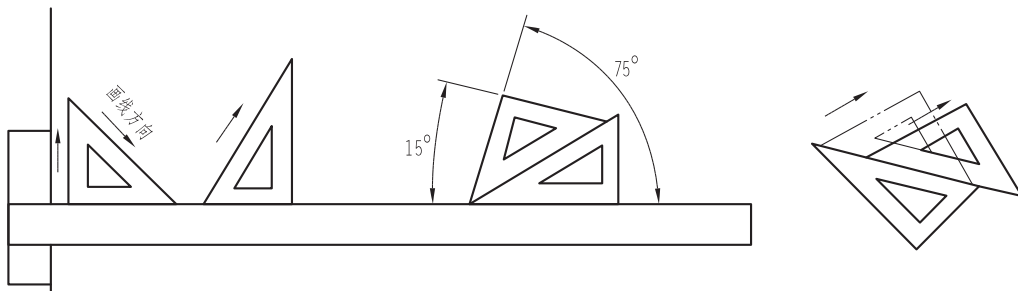


图 1-14 三角板的使用

1.2.2 分规和圆规

(1)分规。分规的两脚都是针尖,伸出长度对齐。分规的两腿均装有钢针,当分规两腿合拢时,两针尖应合成一点,如图 1-15(a)所示。分规用来截取某一定长的线段或等分线段,如图 1-15(b)所示。

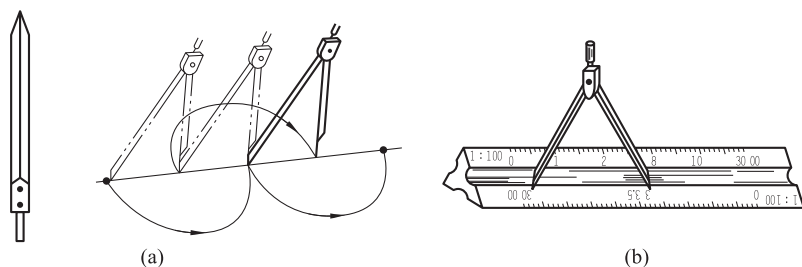


图 1-15 分规的使用方法

(2)圆规。圆规主要用于画圆和圆弧,一般有大圆规、弹簧圆规和点圆规三种。圆规有两只脚,圆规针脚上的针一头有凸台(做圆规用),另一头无凸台(做分规用),在使用时应先调整针脚,使针的凸台与铅芯头平齐,且针和铅芯脚都与纸面大致保持垂直,如图 1-16(a)所示;当画大圆时,可装上延长杆来扩大所画的圆的直径,如图 1-16(b)所示。

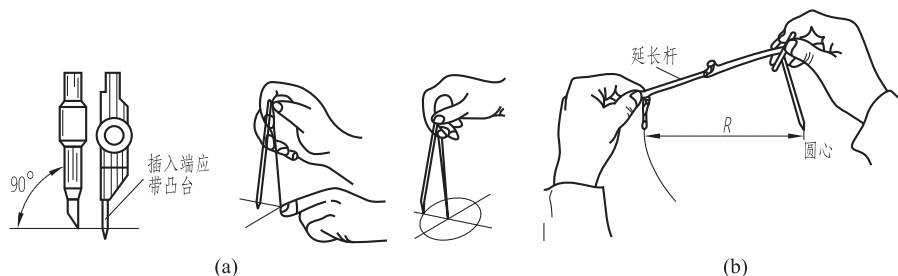


图 1-16 圆规的使用方法

1.2.3 铅笔

在绘制工程图样时要选择专用的绘图铅笔。

铅笔的一端打有标记,如 H、HB、B 等,它表示铅笔的软硬。H 和 B 前还有数字,H 前的数值越大,铅芯越硬,B 前的数值越大,铅芯越软,HB 表示其软硬介于 H 与 B 之间。

在绘图时,铅笔的削法直接影响所画图线的粗细和光滑程度。在削铅笔时应从无标记的一端开削,先削出一段长度约 10 mm 的圆柱形铅芯,然后在砂纸板上磨削,如图 1-17 所示。在画底稿时,一般用 H 或 HB 铅笔,写字常用 HB 铅笔,把铅芯磨成圆锥形。在加深线时,画粗实线常用 B 铅笔,铅芯应磨成扁平形;画虚线、点画线等常用 HB 铅笔。加深用的圆规铅芯要比画直线的铅笔铅芯软一级,注意同类型的线条粗细、浓淡应一致。

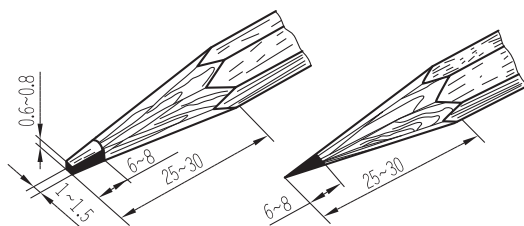


图 1-17 铅笔的削法

1.2.4 曲线板

曲线板是用来绘制非圆曲线的常用工具。曲线板的使用方法如图 1-18 所示。作图时,应先徒手用铅笔轻轻地把已求出的各点勾描出来,徒手将一系列点轻轻地连成一条光滑曲线,然后选择曲线板上曲率相当的部分与徒手连接的曲线贴合,分段将曲线描深,注意每段至少有四个吻合点,并与前面画过的曲线重复一段,这样才能使所画的曲线连接光滑。

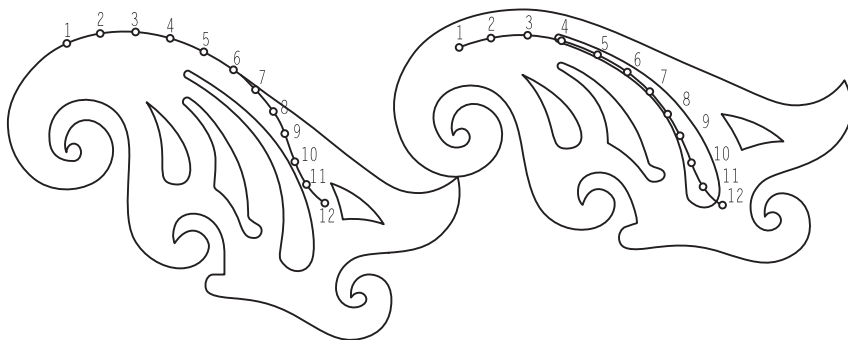
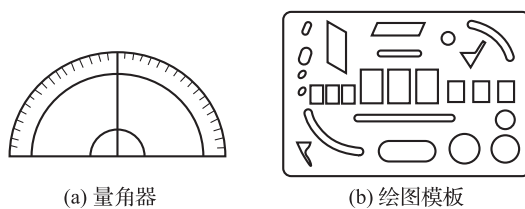


图 1-18 曲线板的使用方法

1.2.5 其他工具

除上述工具之外,绘图时,还需要准备量角器、绘图模板、擦图片、胶带纸、橡皮、小刀等工具。图 1-19 所示为量角器和绘图模板。



(a) 量角器

(b) 绘图模板

图 1-19 量角器和绘图模板

1.3 绘图的一般步骤

1. 绘图前的准备工作

在绘图前应准备所用的图板、丁字尺、三角板等绘图工具和仪器,将铅笔及圆规上铅芯按线型削好并准备好图纸。

2. 确定图幅, 固定图纸

根据图形的复杂程度确定绘图比例及图纸幅面大小, 并将选好的图纸铺在图板的左下方, 用丁字尺对准图纸的水平边, 然后用胶带纸固定。

3. 布置图形的位置

按照国家标准画图框和标题栏, 然后进行布图, 注意要留标注尺寸的位置。再依次画轴线、中心线及轮廓线。

4. 画底稿

底稿图用 H 或 2H 的铅笔画, 底稿一律用细线画出。作图时, 应先画主要轮廓, 再画细节。

5. 标注尺寸

将尺寸界线、尺寸线和箭头全部画好, 然后注写尺寸数值。

6. 检查与加深

在描深前应仔细检查全图, 修改图中的错误, 擦去多余图线。描深不同类型的图线应使用不同型号的铅笔, 尽可能将同一类型、同一粗细的图线一起描深。描深底稿的步骤为先粗后细、先实后虚、先曲后直、先水平后垂斜。

7. 全面检查, 填写标题栏

于描深后, 再一次全面检查全图, 待确认无误后填写标题栏, 完成全图。

1.4 几何作图

任何创新设计和新产品开发都要由设计人员构思出新颖、实用、经济、美观的产品结构, 这种构思过程称为构型设计。构型设计包含平面构成和立体构成, 构思和绘制平面图形称为平面构成, 由平面图形运动生成基本立体或将多个基本立体进行不同的组合称为立体构成。平面构成的基础是几何作图。

机件的图样都是由直线、圆弧、圆等构成的各种几何图形的组合。设计人员应熟练地掌握常用几何图形的作图方法。下面介绍机械设计中常用的几何作图方法。

1.4.1 正六边形的画法

在几何作图中, 经常需要画正六边形。这里介绍正六边形的两种画法。

(1) 利用正六边形的边长等于外接圆半径的原理画图。如图 1-20(a) 所示, 已知正六边形外接圆半径为 R , 在外接圆上以 R 为半径画圆弧来六等分圆周, 依次连接圆上 6 个分点, 即得正六边形。

(2) 根据圆内接或外切正六边形各内角均为 120° , 可以利用丁字尺和三角板得到圆的六等分点, 绘制出圆内接正六边形, 如图 1-20(b) 所示。

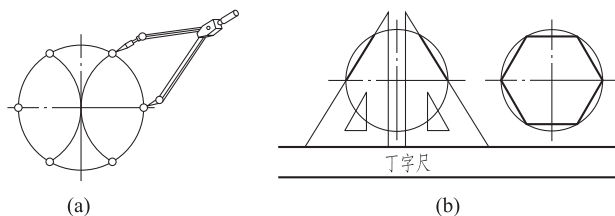


图 1-20 正六边形的画法

1.4.2 斜度的画法

斜度是指一直线(或平面)对另一直线(或平面)的倾斜程度。其大小用两条直线(或平面)间夹角的正切值来表示。图样中常用 $\angle 1:n$ 的形式标注。当标注斜度时,在比数前用符号“ \angle ”表示,斜度符号“ \angle ”的倾斜方向应与斜度的方向一致。图 1-21 所示为斜度(1:6)的画法。

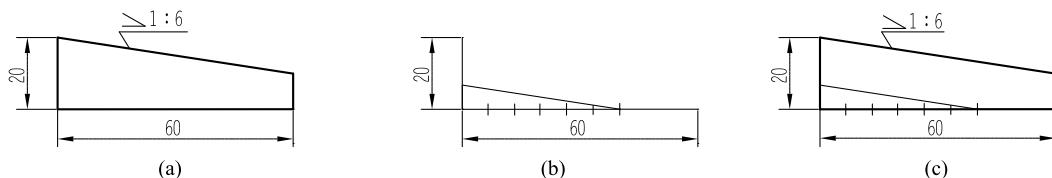


图 1-21 斜度的画法

1.4.3 锥度的画法(GB/T 15754—1995)

锥度是指正圆锥体的底圆直径与其高度之比。如果是圆台,锥度则为两底圆直径之差与圆台高度之比。一般将锥度以 $1:n$ 的形式标注,锥度符号的方向应与锥度方向一致。图 1-22 所示为锥度(1:3)的画法。

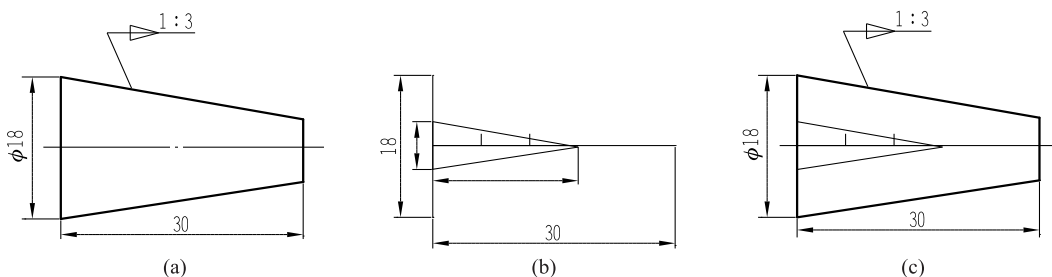


图 1-22 锥度的画法

1.4.4 圆弧连接的画法

工程图样中经常用到圆弧连接。圆弧连接就是用已知半径的圆弧光滑地连接两已知直线或圆弧。这种起连接作用的圆弧称为连接弧,如图 1-23 所示。在作图时要达到光滑连接,就要准确地求出连接圆弧的圆心及连接点(切点)的位置。光滑连接的条件是直线与圆弧相切和圆弧与圆弧相切。

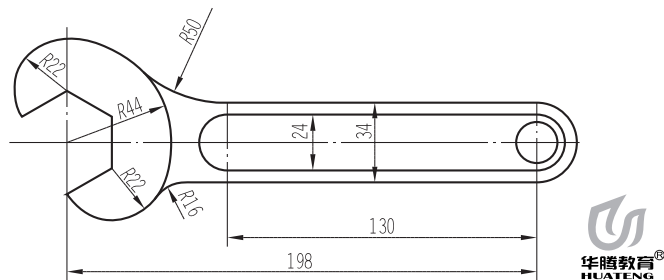


图 1-23 用圆弧连接构成的零件

1. 圆弧连接的作图原理

圆弧与直线相切的几何条件是圆弧的圆心到直线的距离等于圆弧半径,切点是圆心向直线作垂线的垂足,如图 1-24(a)所示。

两圆弧外切的几何条件是两圆心距等于两半径之和,切点 K 在连心线上,如图 1-24(b)所示。

两圆弧内切的几何条件是两圆心距等于两半径之差,切点 K 在连心线外,如图 1-24(c)所示。

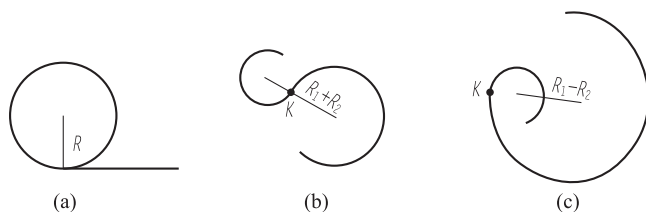


图 1-24 圆弧连接的作图原理

2. 圆弧连接的作图方法

圆弧连接的作图方法有以下几种:

(1) 圆弧连接两已知直线,如图 1-25 所示。

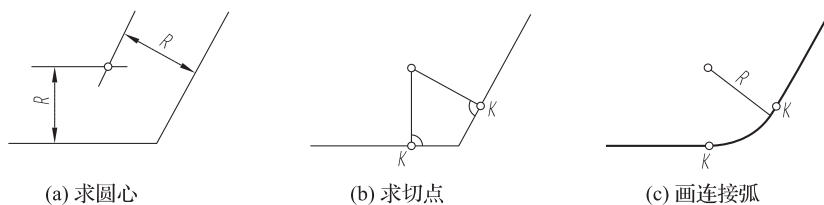


图 1-25 圆弧连接两已知直线

(2) 圆弧连接一已知直线和一已知圆弧,如图 1-26 所示。

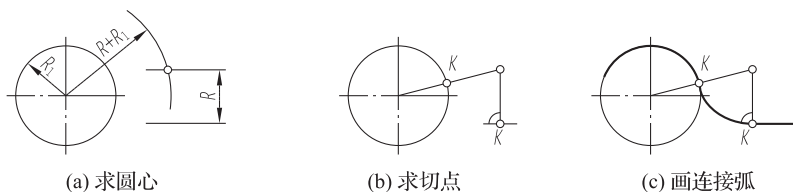


图 1-26 圆弧连接一已知直线和一已知圆弧

(3) 圆弧内连接两已知圆弧,如图 1-27 所示。

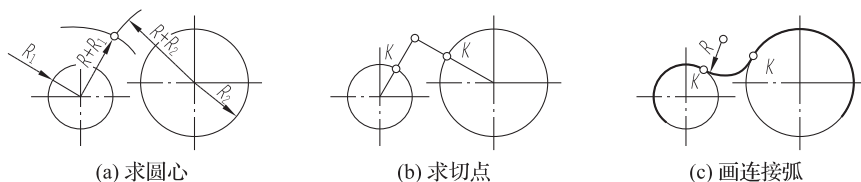


图 1-27 圆弧内连接两已知圆弧

(4) 圆弧外连接两已知圆弧, 如图 1-28 所示。

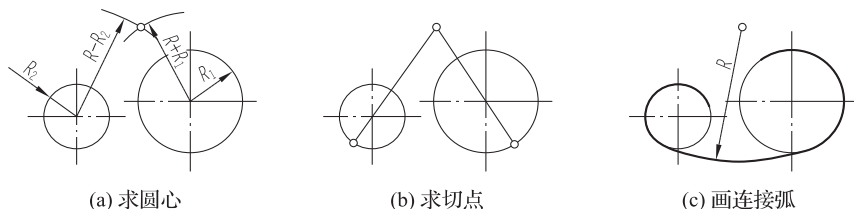


图 1-28 圆弧外连接两已知圆弧

1.4.5 椭圆的画法

绘图时除要画直线和圆弧外, 也会遇到一些非圆曲线, 如椭圆。作椭圆通常采用同心圆法和四心法。

(1) 同心圆法作椭圆。如图 1-29 所示, 在已知长、短轴的条件下, 以 O 为圆心, 分别以 OA 和 OC 为半径画圆, 过 O 作若干直线与两圆相交, 自大圆交点作铅垂线, 自小圆交点作水平线, 即可相应地求得椭圆上一系列点, 然后用曲线板连成椭圆。

(2) 四心法作椭圆。如图 1-30 所示, 已知椭圆的长轴 AB 和短轴 CD , 在 AC 上取 $CF = OA - OC$, 作 AF 的垂直平分线, 交长轴于 O_1 点, 交短轴于 O_2 点, 并找出 O_1 、 O_2 点的对称点 O_3 、 O_4 ; 分别以 O_1 、 O_2 、 O_3 、 O_4 点为圆心, 并分别以 O_1A 、 O_2C 、 O_3B 、 O_4D 为半径画圆弧即可。

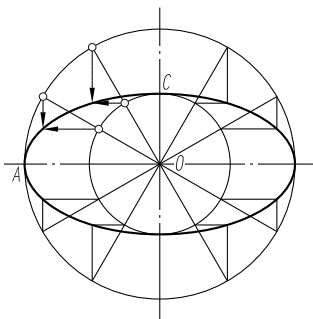


图 1-29 同心圆法作椭圆

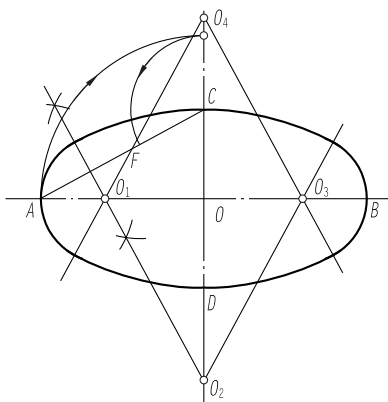


图 1-30 四心圆法作椭圆

1.5 平面图形的分析和绘制

1.5.1 平面图形的尺寸分析

绘制平面图形, 首先要对构成图形的每条线段进行分析, 弄清每条线段的形状及其相互之间的连接关系。要根据每条线段的形状和位置尺寸分析哪些线段可以直接画出, 哪些线段要用几何作图的方法画出来。

平面图形的尺寸按其所起作用可以分为定形尺寸和定位尺寸两类。

1. 定形尺寸

定形尺寸是指在图中确定平面图形各组成线段形状和大小的尺寸,如线段长度、圆和圆弧半径。图 1-31 中的全部圆弧半径尺寸和两圆直径尺寸均为定形尺寸。

2. 定位尺寸

定位尺寸是指用来确定平面图形中各组成线段之间相对位置的尺寸。图 1-31 中的 60, 14, 15, 6 均为定位尺寸。

3. 尺寸基准

尺寸基准是指标注尺寸的起点。一般,平面图形中常用作基准的有重要工作点的中心线、对称图形的对称线和较长的轮廓直线。图 1-31 所示的吊钩以重要工作点起吊钩的起吊点的中心线作为基准线。

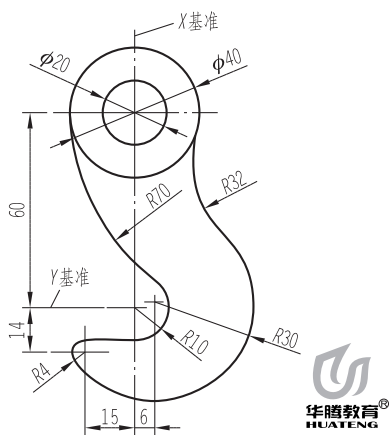


图 1-31 平面图形的尺寸分析

1.5.2 平面图形的线段分析

根据所注尺寸是否齐全,平面图形的线段通常可分为已知线段、中间线段和连接线段三类。

1. 已知线段

定位尺寸充足(两个参数 X 、 Y 的坐标均给出)的线段称为已知线段,这类线段可以直接画出来。图 1-31 中的 $\phi 20$ 、 $\phi 40$ 、 $R10$ 、 $R4$ 均为已知线段。

2. 中间线段

定位尺寸不充足(仅给出一个参数 X 或 Y 的坐标)的线段称为中间线段,这类线段必须在—端相邻线段画出后,根据连接关系画出来,如图 1-31 中的 $R30$ 。

3. 连接线段

定位尺寸未知的线段称为连接线段。这类线段在两条相邻线段画出后,根据线段连接关系才能画出来,如图 1-31 中的 $R70$ 、 $R32$ 。须注意:在两条已知线段之间可以有多条中间线段,但只有一条连接线段。

1.5.3 平面图形的绘图步骤

平面图形的一般绘图步骤如下:

- (1)对平面图形进行线段分析。
- (2)画出平面图形的对称线、中心线或基准线。
- (3)先画出全部的已知线段,然后画出中间线段,最后画出连接线段。
- (4)按线型描深图线并标注尺寸。

图 1-31 所示平面图形的绘图步骤如下:

(1)画出基准线、定位线,如图 1-32(a)所示。

(2)画出已知线段,如图 1-32(b)所示。

(3)画出中间线段。中间线 $R30$ 与已知线 $R4$ 外切,因此,两圆心距为两半径之差,即 $30-4=26$ 。以 $R4$ 圆的圆心为圆心,以 26 为半径画弧,与尺寸 6 的尺寸界线相交,即求得 $R30$ 的圆心,如图 1-32(c)所示。

(4)画出连接线段,连接弧 $R70$ 、 $R32$;作 $R4$ 和 $R10$ 的公切直线。

(5)整理全图,仔细检查无误后加深图线,标注尺寸,如图 1-32(d)所示。

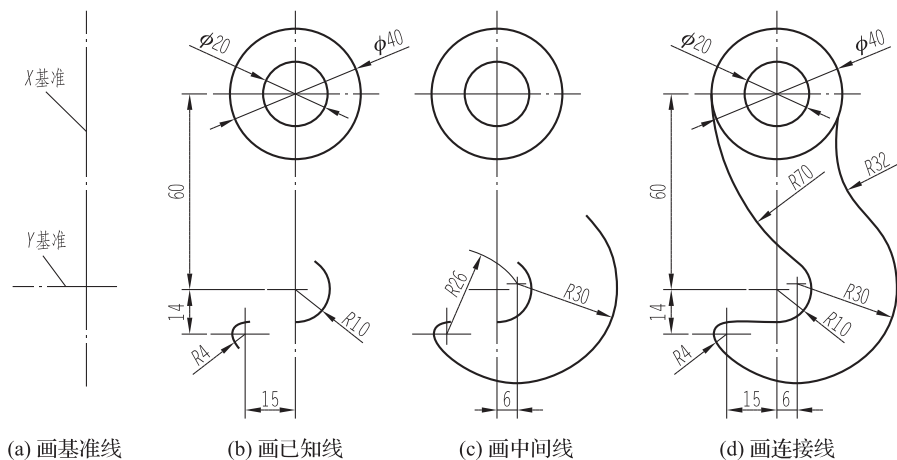


图 1-32 吊钩的绘图步骤

1.6 徒手绘图

1.6.1 徒手图的概念

不用绘图工具或仪器,只用铅笔徒手绘制的图样称为徒手图,又称草图。

当机器局部零件损坏需要修配,以及在调查研究过程中收集资料时,往往需要测量实物、徒手作图,为制定技术文件提供原始资料。因此,徒手绘图也是制图工作中重要的一环,要求做到迅速、完整、清晰、准确。

徒手绘图是工程技术人员构思、创作、记录、交流的有力工具,是工程技术人员必须掌握的一项重要基本技能。为了便于控制尺寸大小,经常在网格纸上徒手画草图,网格纸无须固定在图板上,作图时可任意转动或移动。

徒手绘图一般用 HB、B 铅笔,将铅芯磨削成圆锥形。

1.6.2 徒手绘图的要求

徒手绘图的要求如下:

- (1)草图中的图线应粗细分明,符合各种线型的基本规定。
- (2)草图没有比例,画图时仅凭绘制者目测形体各部位的长短比例关系绘制,但各部分之间要协调、均匀,基本反映原形。
- (3)草图中的尺寸标注也应完整、正确、清晰,字体工整。

1.6.3 徒手绘图的方法

1. 握笔的方法

手握笔的位置应比尺规作图高些,以利于运笔和观察目标。笔杆与纸面成 $45^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 角,执笔稳而有力。

2. 徒手画直线的方法

在画直线时,执笔要稳,眼睛应朝着前进的方向注意直线的终点,并将图线画直,画短线时手腕运笔,画长线时则用手臂动作。

在画水平线时,图纸可稍斜放,按图 1-33(a)所示的方向画线比较顺手;在画竖直线时,一般应自上而下运笔,如图 1-33(b)所示;在画斜线时,可将图纸稍做旋转,使其处于比较顺手的方位再画线,如图 1-33(c)所示。

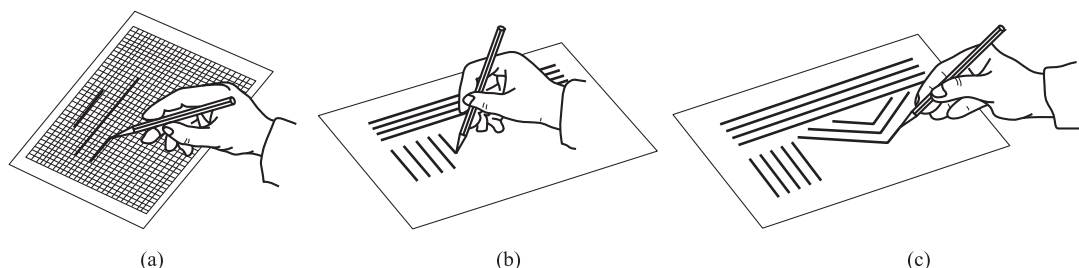


图 1-33 徒手画直线

3. 徒手画圆的方法

在画圆时,首先应过圆心画出两条互相垂直的中心线,然后根据半径大小在中心线上定出四个点,过该四个点徒手画圆即可,如图 1-34(a)所示。当画较大半径的圆时,可过圆心加画两条 45° 方向的斜线,并在其上按半径大小再定出四个点,然后过该八个点徒手画圆,如图 1-34(b)所示。

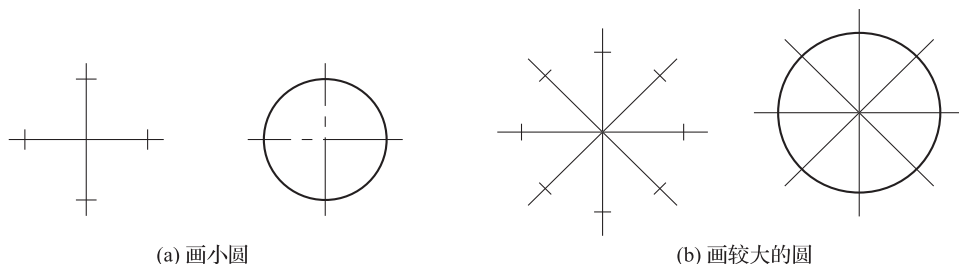


图 1-34 徒手画圆

本章小结

(1) 图纸基本幅面分别是 A0、A1、A2、A3、A4, 加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。图纸以短边作为垂直边的称为横式(X型), 以短边作为水平边的称为横立式(Y型), 其格式分为不留装订边和留有装订边两种。

(2) 比例按其比值大小分为三种, 即原值比例、缩小比例和放大比例。

(3) 在图样中书写的字体必须做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。在图样上标注的尺寸一般由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字及符号等组成。