

上篇

工程制图基础

图形是人类从古到今认识自然、表达和交流思想的主要形式之一,在人类社会的发展过程中起到了举足轻重的作用。随着工业技术的发展,建立在投影理论基础上的工程图样成为工程界的共同“语言”。如今,计算机的广泛应用使图形学的发展更是迈向了一个新纪元,产品的数字化定义,实现了计算机辅助设计(computer aided design, CAD)、计算机辅助工程(computer aided engineering, CAE)、计算机辅助工艺设计(computer aided process planning, CAPP)、计算机辅助制造(computer aided manufacturing, CAM)等过程的有效集成,使无纸化生产成为现实。

工程制图基本知识的学习和训练,是为了培养空间想象能力、空间逻辑思维能力 and 构型能力,是工程技术人员掌握绘制和识读工程图样能力的基础,并为进一步学习高级绘图、建模技术奠定基础。

制图基本知识与技能

工程图样作为现代工业生产过程中的重要技术资料,是工程界交流信息的共同语言,具有严格的规范性。要完整、清晰、准确地绘制出图样,或通过阅读图样获得全部工程信息,必须掌握制图的基本知识与技能。本章着重介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中的有关规定,并简要介绍绘图工具的使用以及平面图形的画法。

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定

国家标准《技术制图》和《机械制图》是工程界重要的技术基础标准,是绘制和阅读工程图样的准则和依据。技术制图和机械制图标准中的相关规定是最基本的、也是最重要的工程技术语言的组成部分,是发展经济、产品参与国内外竞争和国内外交流的重要工具,是各国之间、行业之间、相同或不同工作性质的人们之间进行技术交流和经济贸易的统一依据。

我国于 1959 年发布了《机械制图》国家标准,1993 年起开始发布《技术制图》国家标准,《机械制图》标准适用于机械图样,《技术制图》标准则普遍适用于工程界各种专业技术图样。后来经过多次修订,目前有十几项《机械制图》标准已被《技术制图》标准所代替,且绝大部分已与国际标准(ISO)接轨。

我国国家标准(简称国标)的代号是“GB”。例如 GB/T 14692—2008《技术制图 投影法》标准规定了投影法的基本规则。其中,GB/T 表示推荐性国标,14692 为发布顺序号,2008 是年号。

本章主要介绍制图标准中图幅、比例、字体、图线、尺寸注法等基本规定,其他有关标准将在以后相关章节中介绍。

1. 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

1) 图纸幅面

图纸幅面是指由图纸宽度与长度组成的图面。为了使图纸幅面统一,便于装订和管理,并符合缩微复制原件的要求,绘制技术图样时应按以下规定选用图纸幅面。

(1) 图纸基本幅面共有 5 种,尺寸关系如图 1-1 所示。绘制技术图样时,优先采用表 1-1 中规定的基本幅面图纸(表中符号的定义 B 、 L 、 e 、 c 、 a 见图 1-2)。

(2) 必要时,允许选用加长幅面的图纸,这些幅面的尺寸由基本幅面短边成整数倍增加后得出,如幅面代号为 $A1 \times 3$,尺寸 $B \times L = 841 \times 1783$ 。化工图样中经常使用加长幅面的图纸。

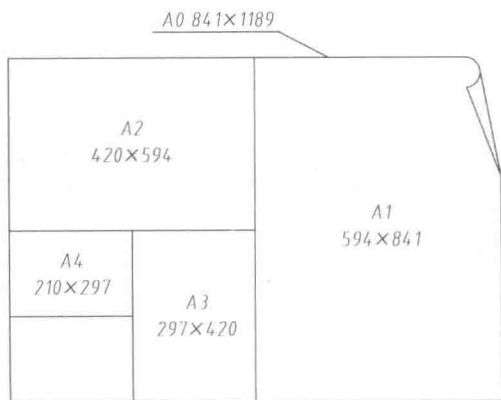


图 1-1 图纸幅面

表 1-1 图纸幅面及边框尺寸

mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
图框	a	25			
	c	10		5	
	e	20		10	

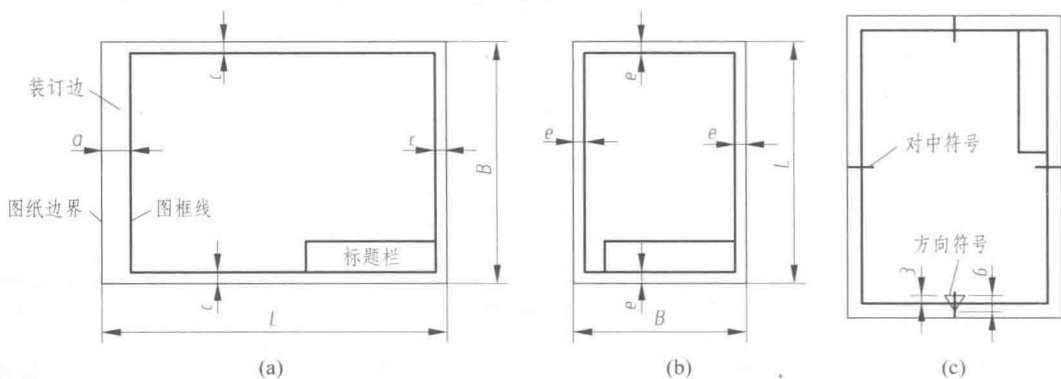


图 1-2 图框格式和看图方向

2) 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框。在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为不留装订边和留装订边两种,如图 1-2(a)、(b)所示。不论图纸竖放还是横放,装订边均在图纸左边,且同一产品的图样只能采用一种格式。

3) 看图方向和对中符号

工程图样中必须要有标题栏,一般绘制在图框的右下角,标题栏中的文字方向为看图方向。为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,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 0.5mm,长度从纸边界开始至伸入图框内约 5mm。如果

使用预先印制的图纸,需要改变标题栏的方位时,必须将其旋转至图纸的右上角。此时,为了明确绘图与看图的方向,应在图纸的下边对中符号处画出方向符号,方向符号是用细实线绘制的等边三角形,如图 1-2(c)所示。

2. 标题栏(GB/T 10609.1—2008)

为使绘制的图样便于管理及查阅,每张图样必须有标题栏。GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》规定了技术图样中标题栏的基本要求、内容、尺寸与格式。标题栏一般由更改区、签字区、其他区、名称及代号区组成,可采用不同方式布置各区,也可按实际需要增加或减少,如图 1-3 所示。

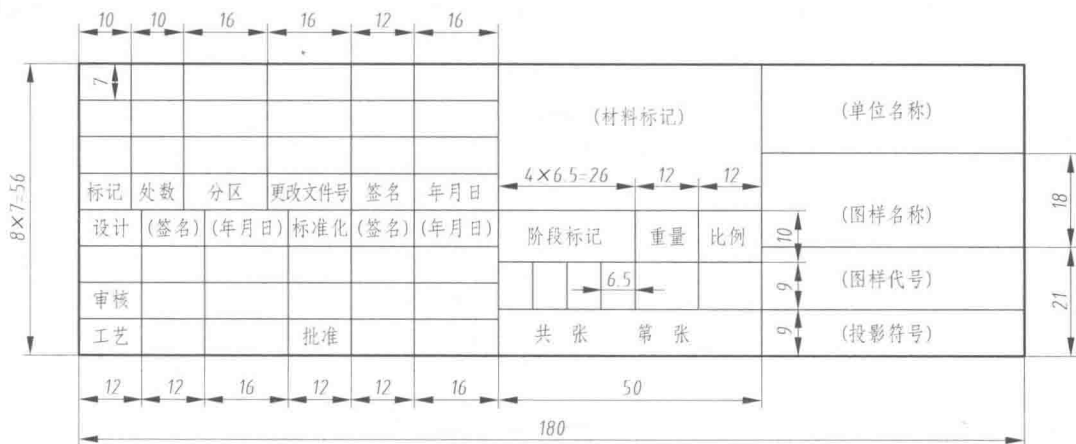


图 1-3 国标中标题栏的尺寸和格式举例

本书建议学生在绘制 A3、A4 图纸作业时,采用图 1-4 所示格式的简化标题栏。

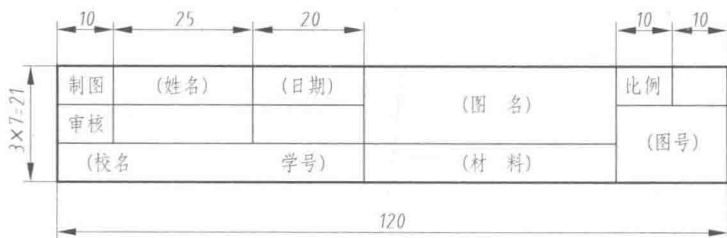


图 1-4 制图作业用简化标题栏

3. 比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。GB/T 14690—1993《技术制图 比例》中规定了适用于技术图样及有关技术文件的绘图比例和标注方法,可选用比例见表 1-2。

为了从图样上直接反映实物的大小,绘图时优先取用原值比例 1:1。若机件太大或太小,可采用表 1-2 中“优先选择系列”中的缩小或放大比例绘图。在化工行业中,由于化工装置的大型化和复杂化,化工图样中常选用“允许选择系列”中的比例绘图。

表 1-2 比例系列(摘自 GB/T 14690—1993)

种 类	优先选择系列			允许选择系列				
原值比例	1 : 1							
放大比例	5 : 1	2 : 1		4 : 1	2.5 : 1			
	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$	$4 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$			
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10	1 : 1.5	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 6
				$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$		
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$			

注: n 为正整数。

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。必须注意,不论采用何种比例绘图,标注尺寸时,均按机件的实际大小标注尺寸,如图 1-5 所示。

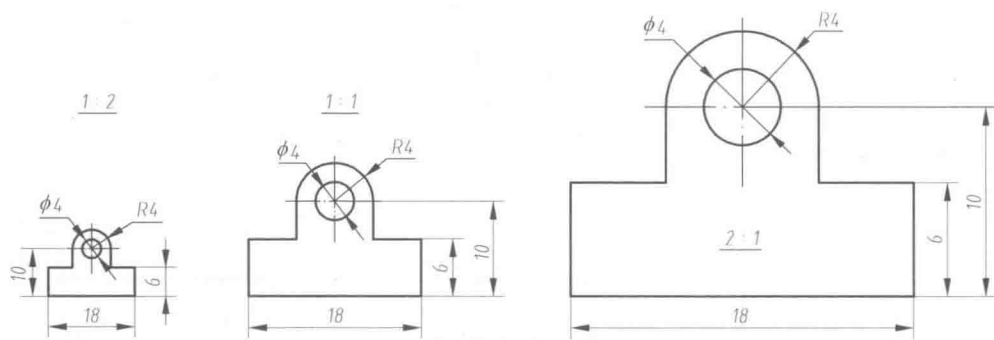


图 1-5 不同比例绘制的图形

4. 字体(GB/T 14691—1993)

图样上除了表达机件形状的图形外,还要用文字和数字说明机件的大小、技术要求和其他内容。在图样中书写的汉字、数字和字母,必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体高度 h 代表字体的号数,字高 h 的公称尺寸系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20mm。

汉字应写成长仿宋体,并采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm,其宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 1/14, B 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 1/10。在同一张图样上,只允许选用一种型式的字体。字母和数字可写成斜体或直体(常用斜体),斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。用做指数、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。

字体示例:

汉字 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船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装
3.5号字
螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸坝填筑麻化纤

阿拉伯数字 斜体 0123456789
直体 0123456789
大写拉丁字母 斜体 ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
直体 ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
小写拉丁字母 斜体 abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
直体 abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
罗马数字 斜体 I II III IV V VI VII VIII IX X
直体 I II III IV V VI VII VIII IX X

综合应用举例：

10^3 S^{-1} O_2 T_d $7^{+1^{\circ}}_{-2^{\circ}}$ $\frac{3}{5}$ $10Js5(\pm 0.003)$
 5% $\Phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $\sqrt[3]{3.500}$ $\sqrt{Ra6.3}$

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

1) 图线的型式及应用

绘图时应采用国家标准规定的图线线型和画法。GB/T 17450—1998《技术制图图线》中规定了绘制各种技术图样的 15 种基本线型,表 1-3 列出了绘制工程图样常用图线的名称、型式、宽度及一般应用,图线的具体应用示例见图 1-6。

表 1-3 图线的型式与应用

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
粗实线		粗(b)	可见轮廓线 可见棱边线 螺纹牙顶线
细实线		细($b/2$)	尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合断面的轮廓线 短中心线 投影线 过渡线
细虚线		细($b/2$)	不可见轮廓线 不可见棱边线
细点画线		细($b/2$)	轴线 对称中心线

续表

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
细双点画线		细($b/2$)	相邻辅助零件的轮廓线 可动零件极限位置的轮廓线 轨迹线 中断线
波浪线		细($b/2$)	断裂处的边界线 视图与剖视图的分界线
双折线		细($b/2$)	断裂处的边界线 视图与剖视图的分界线
粗点画线		粗(b)	限定范围表示线

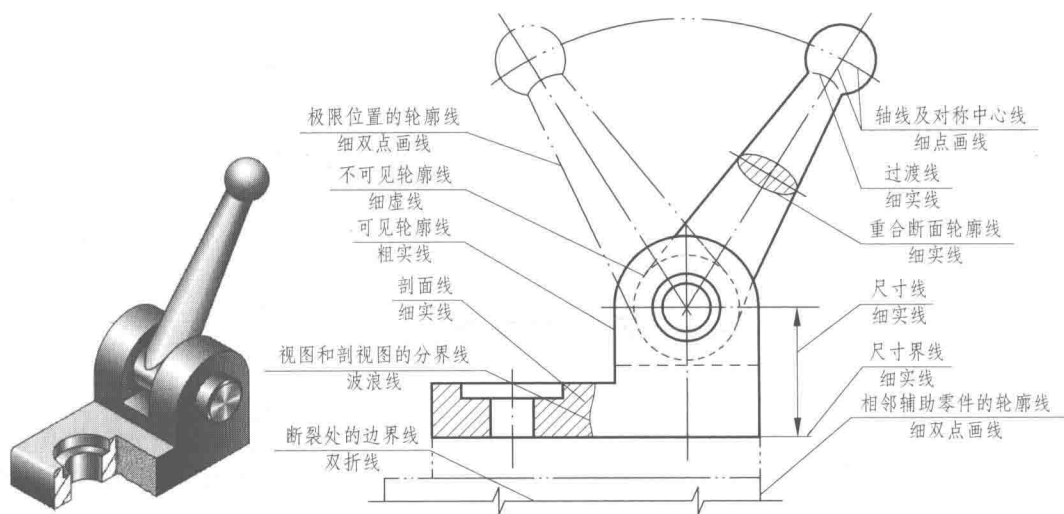


图 1-6 图线的应用实例

2) 图线宽度

机械图样中采用粗细两种图线宽度,它们的比例为 2 : 1。图线的宽度 b 应按图样的大小和复杂程度,在下列推荐宽度系列值中选取: 0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1.0, 1.4, 2mm。国标中推荐优先选用的粗线宽度为 $b=0.5\text{mm}$ 或 0.7mm 。

3) 注意事项(见图 1-7)

(1) 同一图样中,同类图线的宽度应一致,虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应大致相等。

(2) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点,细点画线应超出圆的轮廓线约 3mm。在较小的图形上绘制点画线有困难时,可用细实线代替。

(3) 细虚线与其他图线相交时,应以实线部分相交,不留空隙;当细虚线处于粗实线的延长线上时,细实线与粗实线之间应留空隙。

(4) 当几种线型的图线重合时,应按粗实线、虚线、点画线的优先顺序画出。

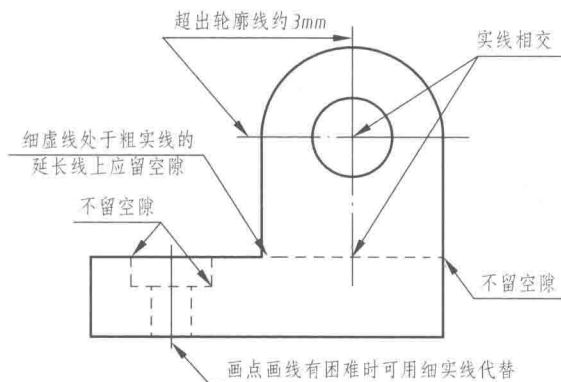


图 1-7 图线画法的注意事项

1.2 尺规绘图

尺规绘图是指用丁字尺、三角板、圆规、分规、铅笔、曲线板和图板等绘图工具来绘制图样。作为传统的绘图方法,利用尺规绘制技术图样仍然是工程技术人员必备的基本技能,也是学习掌握图示理论知识和培养绘图、读图能力的主要训练方法。作为工程技术人员,必须熟练掌握各种绘图工具的使用方法。

1. 常用绘图工具的用法

1) 图板和丁字尺

绘图时,先将图纸用胶带固定在图板上,丁字尺头部紧靠图板左边,如图 1-8 所示。将丁字尺沿图板左边上下移动到画线位置,可绘制水平线,如图 1-9(a)所示。

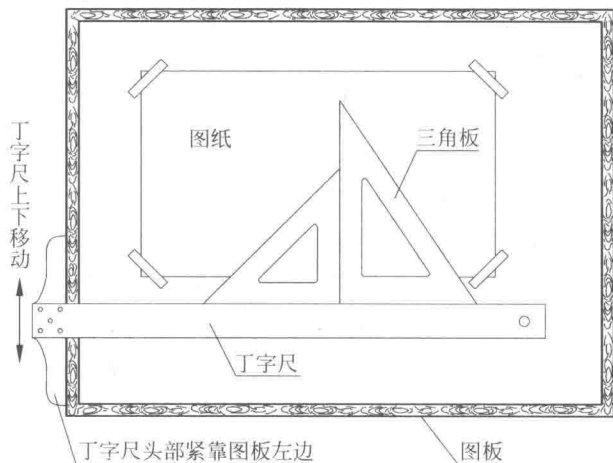


图 1-8 图板和丁字尺

2) 三角板

一副三角板与丁字尺配合使用时,可绘制垂直线,如图 1-9(b)所示;还可以绘制与水平

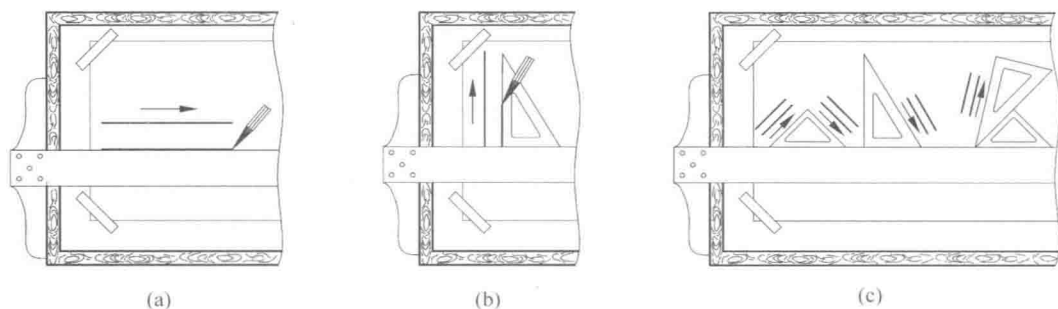


图 1-9 用三角板和丁字尺画线

(a) 自左至右绘制水平线；(b) 自下至上绘制垂直线；(c) 用三角板画常用角度斜线

线成 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 的倾斜线,如图 1-9(c)所示。另外,直接使用两块三角板还可以绘制任意已知直线的平行线或垂直线。

3) 圆规和分规

圆规是画圆和圆弧的工具。画圆时,要使圆规的钢针与纸面垂直,圆规的使用方法如图 1-10 所示。

分规是量取尺寸、等分线段及截取线段的工具,其使用方法如图 1-11 所示。

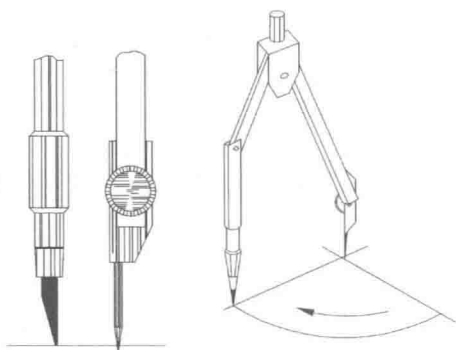


图 1-10 圆规的使用

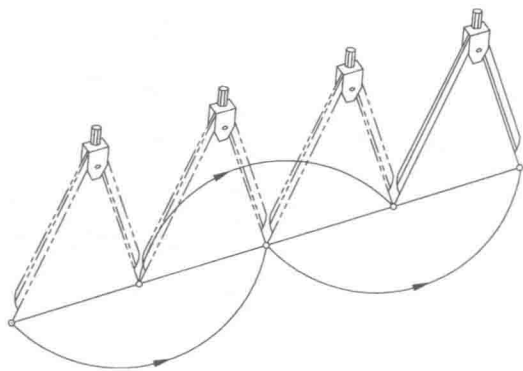


图 1-11 分规的使用

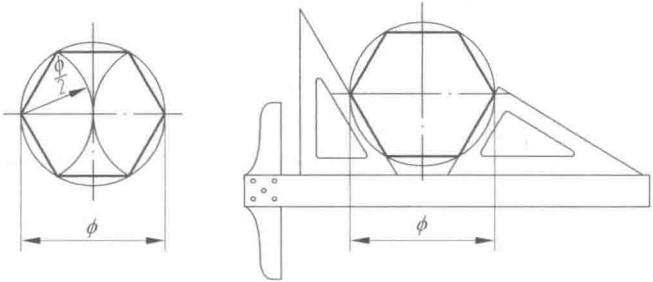
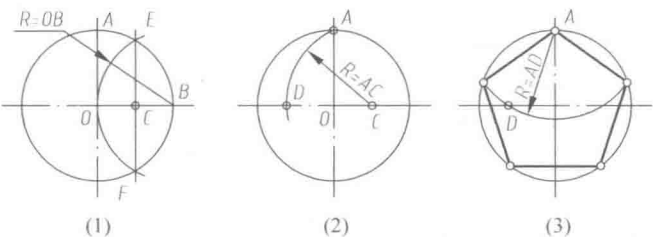
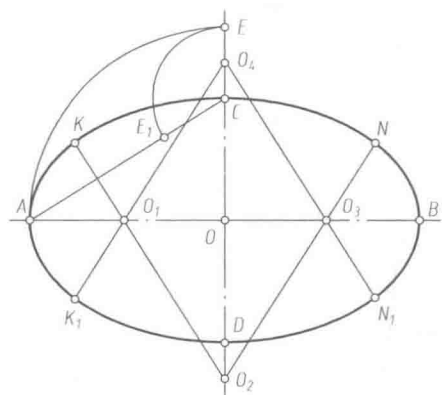
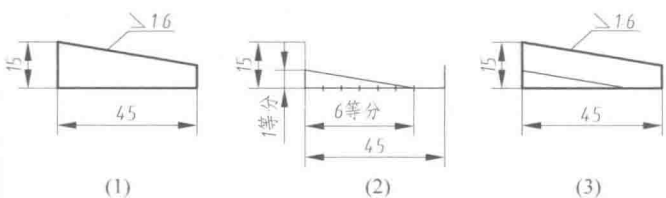
4) 铅笔

绘图铅笔用代号 H 和 B 代表铅芯的硬度。H 表示硬性铅笔,H 前面的数字越大,表示铅芯越硬,绘出图线颜色越浅;B 表示软性铅笔,B 前面的数字越大,表示铅芯越软,绘出图线颜色越深。HB 表示软硬适中。通常画粗线用 B 或 HB,画细线用 H 或 2H,写字用 HB 或 H,画底稿建议用 2H 铅笔。画圆或圆弧时,圆规中使用的铅芯应比画直线的铅芯软 1~2 级。

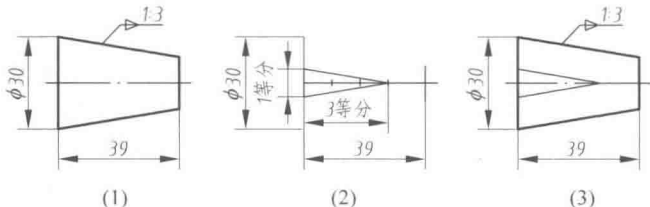
2. 几何作图

工程图样上的图形是由各种几何图形组成的。正确地使用绘图工具,快速而准确地作出各种平面几何图形,是学习本课程的基础之一。同时,熟练掌握几何图形的作图方法,也是提高绘图速度、保证绘图质量的基本技能之一。常见几何图形的作图方法见表 1-4。

表 1-4 常见几何图形的作图方法

种类	作图步骤	说 明
正六边形	 作法一 作法二	作法一：利用六边形外接圆的半径作图； 作法二：利用丁字尺和三角板与外接圆配合作图
正五边形	 (1) (2) (3)	(1) 作半径 OB 的中点 C； (2) 以 C 点为圆心，AC 为半径画弧，交水平直径于 D 点； (3) 以 A 为圆心，AD 为半径画弧，与圆弧交点即为等分点，作出圆周五等分点，连接各顶点得到圆内接正五边形
椭圆	 “四心法”画近似椭圆	(1) 已知椭圆长轴 AB、短轴 CD，连接端点 AC，以 O 点为圆心，OA 为半径画圆弧，交 DC 延长线于 E 点； (2) 以 C 点为圆心，CE 为半径画弧，交 AC 于点 E_1； (3) 作 AE_1 的中垂线，交长轴于 O_1，交短轴于 O_2，并找出 O_1 和 O_2 的对称点 O_3 和 O_4； (4) 连接 O_1 与 O_2、O_2 与 O_3、O_3 与 O_4、O_4 与 O_1 成直线； (5) 以 O_1、O_3 为圆心，O_1A 为半径画弧，以 O_2、O_4 为圆心，O_2C 为半径画弧，圆弧连接到 K、K_1、N_1、N 点即得椭圆
斜度	 (1) (2) (3)	斜度是一直线对另一直线或一平面对另一平面的倾斜程度。绘制图(1)所示斜度，按图(2)方法绘出斜度 $1:6$ 辅助线，再按图(3)作出辅助线的平行线。 注：标注时，斜度符号的方向应与倾斜方向一致

续表

种类	作图步骤	说 明
锥度	 (1) (2) (3)	锥度是正圆锥的底圆直径与圆锥高度之比。 绘制图(1)所示锥度,按图(2)方法绘出锥度 1 : 3 辅助线,再按图(3)作出辅助线的平行线。 注:标注时,锥度符号的尖端应指向圆锥小端

1.3 尺寸注法

在图样中,用图形表示物体的形状,用标注的尺寸确定其大小及各部分相对位置。尺寸是图样中的重要内容之一,是制造机件、设备的直接依据。因此,在标注尺寸时,必须严格遵守国家标准有关规定,做到正确、齐全、清晰和合理。标注尺寸应依据的国家标准为 GB/T 4458.4—2003《机械制图 尺寸注法》和 GB/T 16675.2—2012《技术制图 简化表示法 第2部分:尺寸注法》。

1. 标注尺寸的基本规则

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

(2) 图样中的尺寸以 mm 为单位时,不需注写单位符号(或名称)。如采用其他单位,则应注明相应的单位符号。

(3) 图样中所注的尺寸为该图样所示机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。

(4) 机件的每一尺寸一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 标注尺寸的要素

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字(包括必要的字母和图形、符号)三个要素组成,如表 1-5 中图例所示。

尺寸界线和尺寸线画成细实线,尺寸线的终端有箭头(见图 1-12(a))和斜线(见图 1-12(b))两种形式。通常机械图样的尺寸终端画箭头,箭头尖端与尺寸界线接触,不得超出也不得分

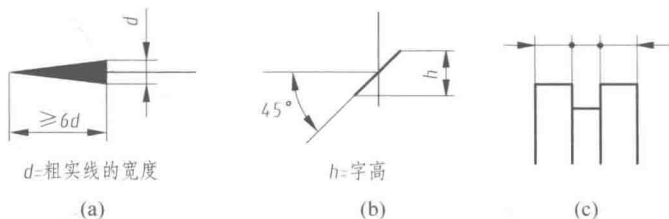


图 1-12 标注尺寸的要素

开。土建图的尺寸线终端画斜线,尺寸线终端采用斜线形式时,尺寸线与尺寸界线必须垂直。当没有足够的地方画箭头时,可用小圆点代替(见图 1-12(c))。尺寸数字一般注写在尺寸线上方。

表 1-5 尺寸注法示例

项目	图 例	说 明
尺寸界线		(1) 尺寸界线由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出,也可直接利用它们作尺寸界线; (2) 尺寸界线一般应与尺寸线垂直并超过尺寸线 2~3mm
尺寸线		(1) 尺寸线不能用其他图线代替,也不得与其他图线重合或画在其他线的延长线上; (2) 尺寸线与所标注的线段平行。尺寸线与轮廓线的间距、相同方向上尺寸线之间的间距以 5~7mm 为宜; (3) 尺寸线间或尺寸线与尺寸界线之间应尽量避免相交
尺寸数字		(1) 尺寸数字一般应标注在尺寸线的上方,也允许标注在尺寸线的中断处; (2) 线性尺寸数字的注写方向一般应按图(a)所示的方向标注,并尽可能避免在图示 30°范围内标注,若无法避免时,可按图(b)的形式标注; (3) 尺寸数字不能被图样上任何图线所通过,当不可避免时,必须将图线断开,如图(c)所示

续表

项目	图 例	说 明
直径与半径		(1) 标注直径时,应在尺寸数字前加注符号“ϕ”;标注半径时,应在尺寸数字前加注符号“R”。一般大于半圆,标直径;小于半圆,标半径。图中有若干按规律布置的圆时,可采用“$n \times \phi d$”表示,如图(a)所示; (2) 当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法注出其圆心位置时,可按图(b)形式标注,但尺寸线应指向圆心; (3) 标注球面直径或半径时,应在符号ϕ或R前加注符号“S”,如图(c)所示
角度		标注角度时,尺寸界线应沿径向引出,尺寸线是以角的顶点为圆心的圆弧,角度数字一律水平书写,一般注写在尺寸线的中断处,必要时也可注写在尺寸线的上方、外侧或引出标注
小尺寸		(1) 在没有足够的位置画箭头或标注数字时,可将箭头或数字布置在外面,也可将箭头和数字都布置在外面; (2) 几个小尺寸连续标注时,中间的箭头可用圆点代替,尺寸数字可写在尺寸界线外或引出标注
对称机件		当对称机件的图形只画出一半或略大于一半时,尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界,此时仅在尺寸线的一端画出箭头。 注:(1) 在图中中心线两端画“=”表示图形对称,只画出一半,另一半省略不画; (2) 图中“t”表示板厚,可省略表达厚度方向尺寸的视图
方头结构		表示断面为正方形结构的尺寸时,可在正方形边长尺寸数字前加注符号“$\square$”,如图所示 $\square 12$,或用 12×12 代替 $\square 12$

1.4 平面图形

平面图形是由若干直线和封闭曲线连接组合而成,这些线段之间的相对位置和连接关系根据给定的尺寸来确定。在平面图形中,有些线段的尺寸已完全给定,可以直接画出,而有些线段要按照相切等连接关系画出。因此,绘图前应对所绘图形进行分析,从而确定正确的作图方法和步骤。

1.4.1 圆弧连接

用一段圆弧光滑地连接(即在连接点处相切)相邻两已知线段(直线或圆弧)的作图方法称为圆弧连接。要保证圆弧连接光滑,作图时必须准确地作出连接圆弧的圆心和切点。

常见几种圆弧连接方法如图 1-13 所示,其绘图步骤为:

- (1) 已知半径 R 为连接弧半径,根据已知条件作出连接弧圆心 O ;
- (2) 求出连接点(切点) M 、 N 、 K_1 、 K_2 ;
- (3) 以 O 为圆心, R 为半径,在 M 、 N 和 K_1 、 K_2 间画弧即得所求连接弧。

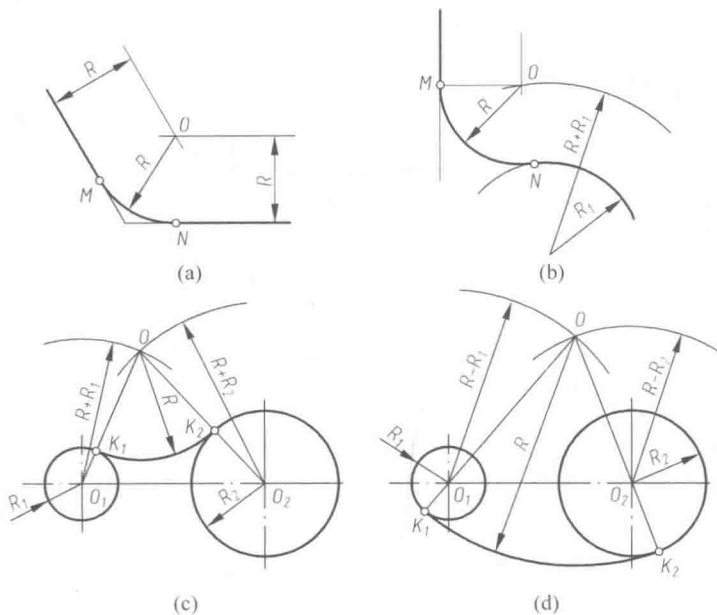


图 1-13 圆弧连接作图示例

- (a) 用半径 R 圆弧连接两直线; (b) 用半径 R 圆弧连接一直线与一圆弧;
(c) 用半径 R 圆弧外连接两已知圆弧; (d) 用半径 R 圆弧内连接两已知圆弧

1.4.2 平面图形的分析与作图

下面以图 1-14 所示图形为例进行尺寸和线段分析。

1. 尺寸分析

平面图形中的尺寸按其作用可分为定形尺寸和定位尺寸两种。

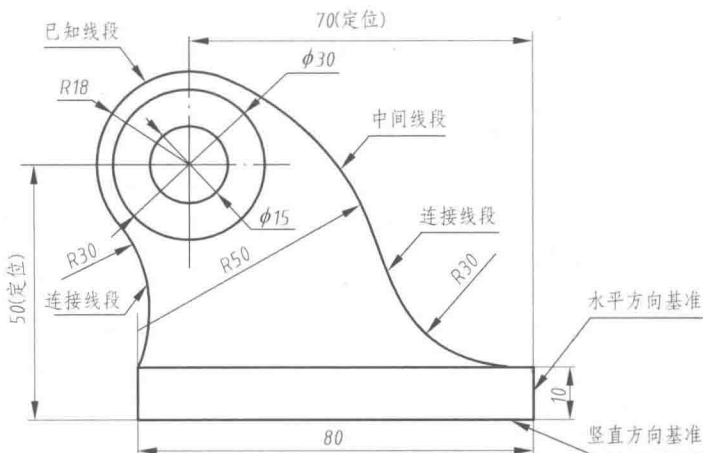


图 1-14 平面图形的尺寸分析与线段分析

(1) 定形尺寸: 确定图形中各部分几何形状大小的尺寸, 如图 1-14 中的 $\phi 15$ 、 $\phi 30$ 、 $R18$ 、 $R30$ 、 $R50$ 、80、10。一般常用几何图形的定形尺寸数量是一定的, 如圆和圆弧的定形尺寸是直径和半径, 矩形的定形尺寸是长和宽等。

(2) 定位尺寸: 确定图形中各几何形状之间相对位置的尺寸, 如图 1-14 中的 50 和 70, 尺寸 50 以图形下方矩形的底边作为竖直方向基准, 尺寸 70 以矩形的右边作为水平方向的基准, 来确定 $\phi 15$ 、 $\phi 30$ 的圆心位置。有时, 一个尺寸既是定形尺寸, 也是定位尺寸, 如尺寸 80 是矩形的长(定形尺寸), 也是 $R50$ 圆弧圆心位置水平方向的定位尺寸。

(3) 尺寸基准: 标注尺寸的起点。基准是在机件中或加工时用以确定零件及其几何元素位置的一些点、线、面。对平面图形来说, 基准可以是对称线、圆的中心线或直线等几何元素。

2. 线段分析

平面图形中的线段(直线或圆弧), 根据其定位尺寸是否齐全, 可分为以下三类。

(1) 已知线段。具有定形尺寸和齐全的定位尺寸的线段称为已知线段, 已知线段可直接画出, 如图 1-15(b) 中绘出的 $\phi 15$ 、 $\phi 30$ 、 $R18$ 、80、10 尺寸的线段。

(2) 中间线段。具有定形尺寸和不齐全的定位尺寸的线段称为中间线段。作图时, 中间线段必须根据它与其他线段的连接关系才能画出, 如图 1-15(c) 中的 $R50$, 其定位尺寸只有 80 一个已知, 另一个定位尺寸依靠与 $R18$ 圆弧相切来确定。

(3) 连接线段。只有定形尺寸, 没有定位尺寸的线段称为连接线段。作图时, 需根据已作出的与其相邻接线段的连接关系, 通过几何作图方法作出, 如图 1-15(d) 中左右两个 $R30$ 的圆弧。

平面图形的作图步骤如图 1-15、图 1-16 所示, 图 1-16(b)、(c) 中粗实线为上一步所画图线, 以区别当前步骤画的图线。

3. 平面图形的尺寸标注

标注尺寸要符合国家标准有关尺寸注法的基本规定, 通常先标注定形尺寸, 再标注定位

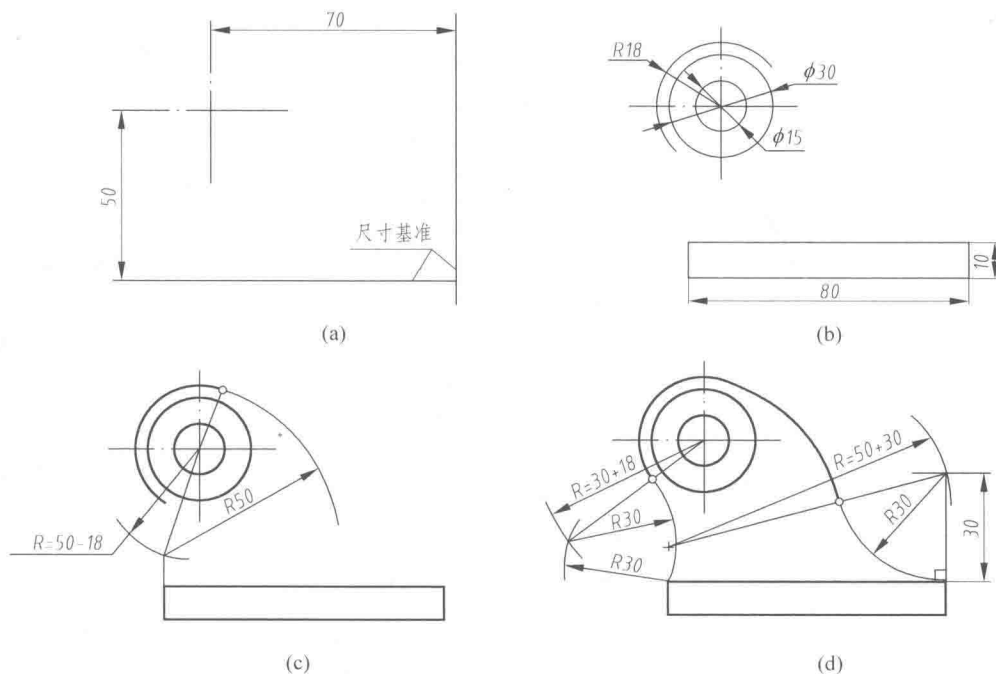


图 1-15 平面图形的作图步骤

(a) 画基准线、定位线; (b) 画已知线段; (c) 画中间线段; (d) 画连接线段

尺寸。通过几何作图可以确定的线段,不需标注定位尺寸。尺寸标注完成后要检查是否有重复或遗漏,在作图中没有用到的尺寸是重复尺寸,要删除;如果按所注尺寸无法完成作图,说明尺寸不齐全,应补注所需尺寸。标注尺寸要求做到:正确、完整、清晰。

平面图形标注尺寸的方法和步骤如下:

- (1) 先选定水平及竖直方向的尺寸基准;
- (2) 分析图形,确定已知线段、中间线段和连接线段;
- (3) 标注已知线段的定形、定位尺寸,标出中间线段的定形和必要的定位尺寸,连接线段只标注定形尺寸。如图 1-16(d)所示, $R40$ 、 $R60$ 、 $R3$ (两个)均为连接弧。

1.4.3 尺规绘图的画图步骤

- (1) 画图前的准备工作:准备绘图工具和仪器,确定绘图比例及图纸幅面大小。
- (2) 画底稿:底稿图一般用 H 或 2H 的铅笔画。首先画图框和标题栏,然后进行布图,注意留出标注尺寸的位置。一般画底稿步骤为:先画轴线或对称中心线,再画主要轮廓,然后画细节。
- (3) 标注尺寸:按国家标准规定标注图样尺寸,保证尺寸准确、完整、清晰。
- (4) 加深图线:在加深图线前,要仔细检查底稿是否有画错、漏画的图线,并及时纠正错误,擦去多余图线。加深图线的顺序一般是自上而下,由左向右;先描细实线,后加深粗实线;先加深曲线,后加深直线。
- (5) 填写标准栏:填写标题栏各项内容。