

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、空间逻辑思维能力和构型能力,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。本章着重介绍技术制图和机械制图国家标准中的有关规定,并简要介绍绘图工具的使用以及平面图形的画法。

1.1 技术制图和机械制图国家标准的有关规定

技术制图和机械制图国家标准是工程界重要的技术基础标准,是绘制和识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进行国内外交流的重要工具,是国家之间、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(GB 122~141—1959),1993 年起开始发布《技术制图》国家标准(GB/T 14689~14692—1993),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。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(以下简称国标)的文件代号是“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 为序号,2008 是发布年份号。

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(表中符号 B 、 L 、 e 、 c 、 a 的定义见图 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的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。

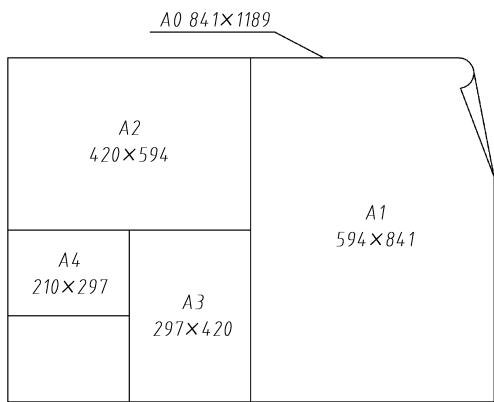


图 1-1 图纸幅面

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸 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	

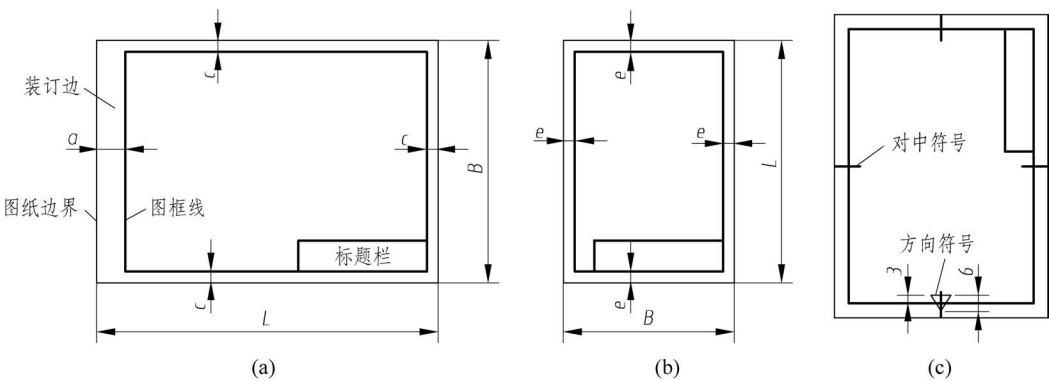


图 1-2 图框格式和看图方向

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) 标题栏的方位、看图方向和对中符号

工程图样中必须要有标题栏,一般绘制在图纸的右下角,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。

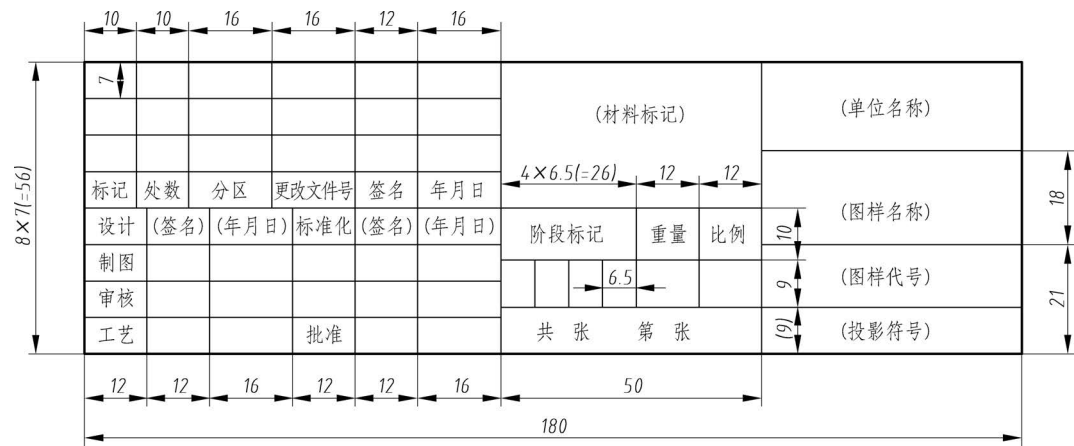


图 1-3 标题栏的尺寸和格式示例

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。

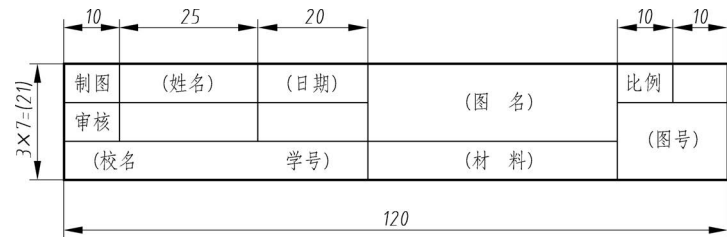


图 1-4 制图作业用简化标题栏

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 × 10 ⁿ : 1	2 × 10 ⁿ : 1	1 × 10 ⁿ : 1	4 × 10 ⁿ : 1	2.5 × 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 × 10 ⁿ	1 : 2.5 × 10 ⁿ	1 : 3 × 10 ⁿ		
	1 : 2 × 10 ⁿ	1 : 5 × 10 ⁿ	1 : 1 × 10 ⁿ	1 : 4 × 10 ⁿ	1 : 6 × 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。

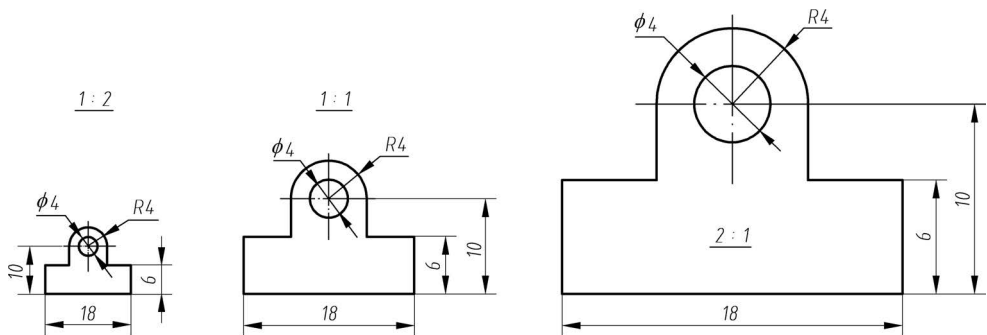


图 1-5 不同比例绘制的图形

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,字体高度 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 为字体高度 h 的 1/14,B 型字体的笔画宽度 d 为字体高度 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。

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阀门坝棉麻化纤

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

综合应用示例：

10^3 S^{-1} O_2 T_d $7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}}$ $\frac{3}{5}$ $10Js5(\pm0.003)$
 5% $\phi 20\frac{H6}{m5}$ $\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $\sqrt[3]{3.500}$ $\sqrt{Ra6.3}$

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(d)	可见轮廓线 可见棱边线 螺纹牙顶线
细实线		细($d/2$)	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($d/2$)	不可见轮廓线 不可见棱边线
细点画线		细($d/2$)	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($d/2$)	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($d/2$)	断裂处的边界线 视图与剖视图的分界线
双折线		细($d/2$)	断裂处的边界线 视图与剖视图的分界线
粗点画线		粗(d)	限定范围表示线

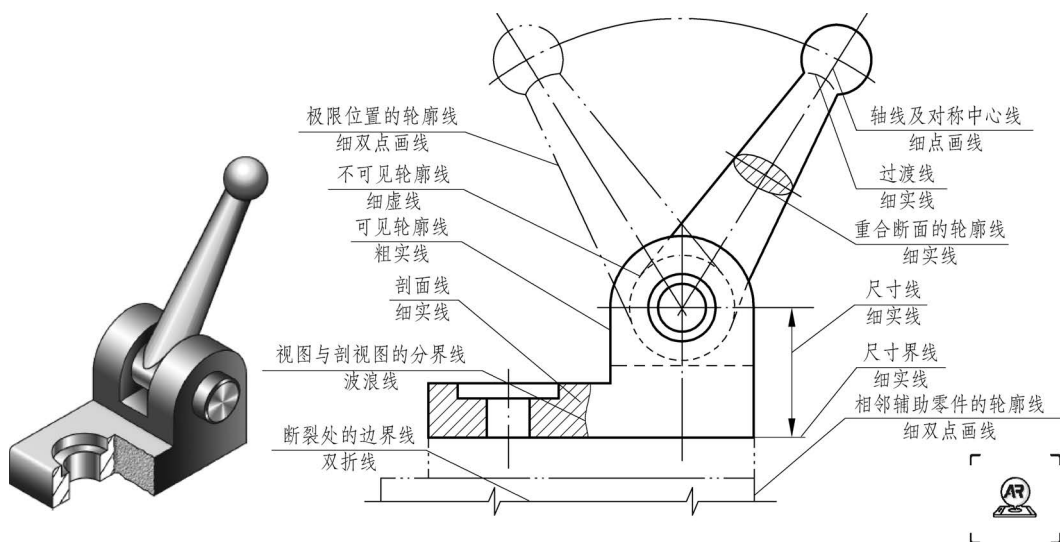
注： d 为图线的宽度。

图 1-6 图线的应用示例

2) 图线宽度

机械图样中采用粗细两种线宽,它们的比例为 $2:1$ 。图线的宽度 d 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: $0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1.0, 1.4, 2\text{mm}$ 。GB/T 4457.4—2002中推荐优先选用的粗线宽度为 0.5mm 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,细虚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。

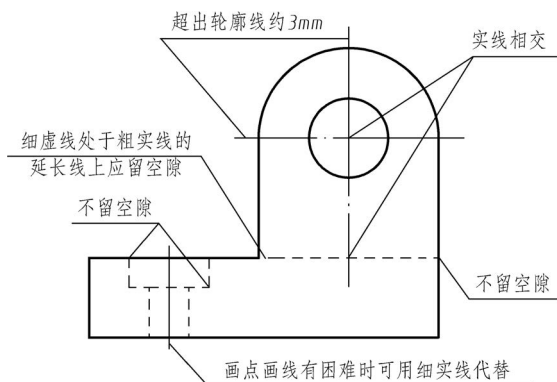


图 1-7 图线画法的注意事项

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。

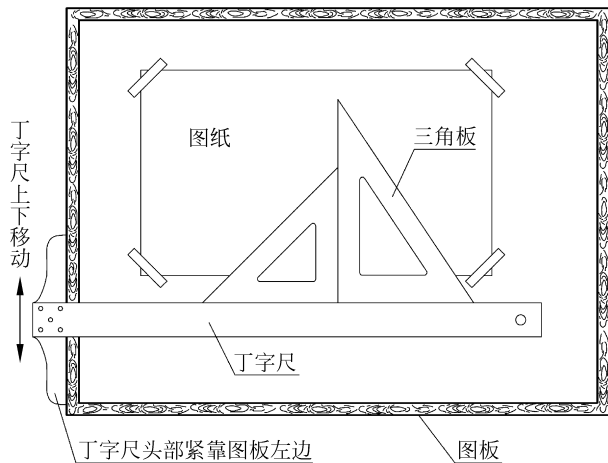


图 1-8 图板和丁字尺

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

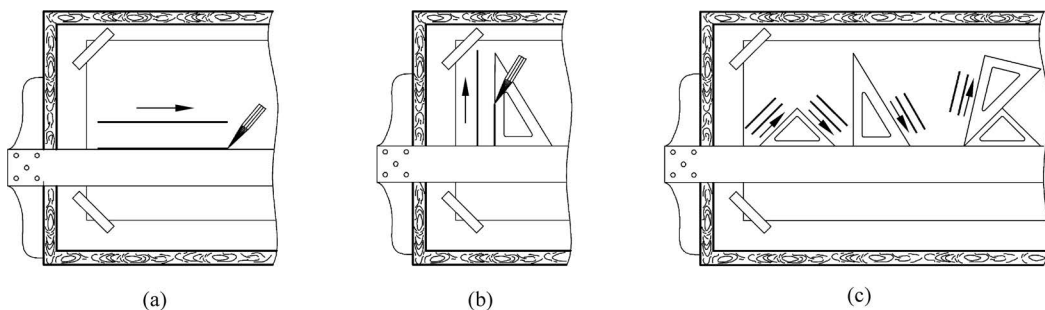


图 1-9 用三角板和丁字尺画线

(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。

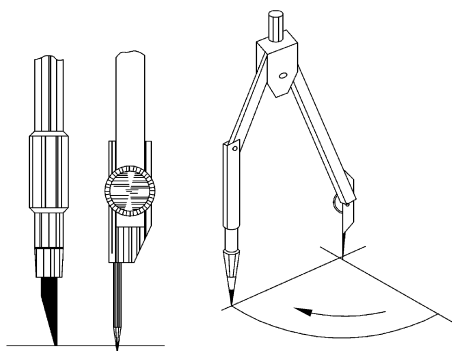


图 1-10 圆规的使用

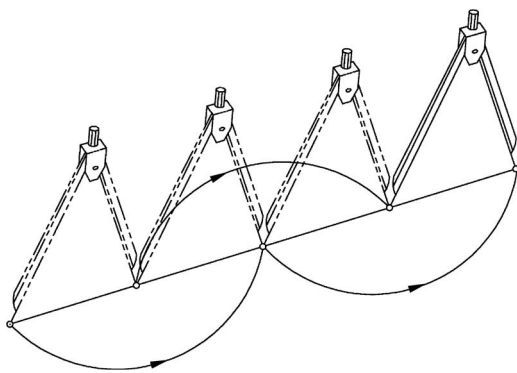


图 1-11 分规的使用

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。