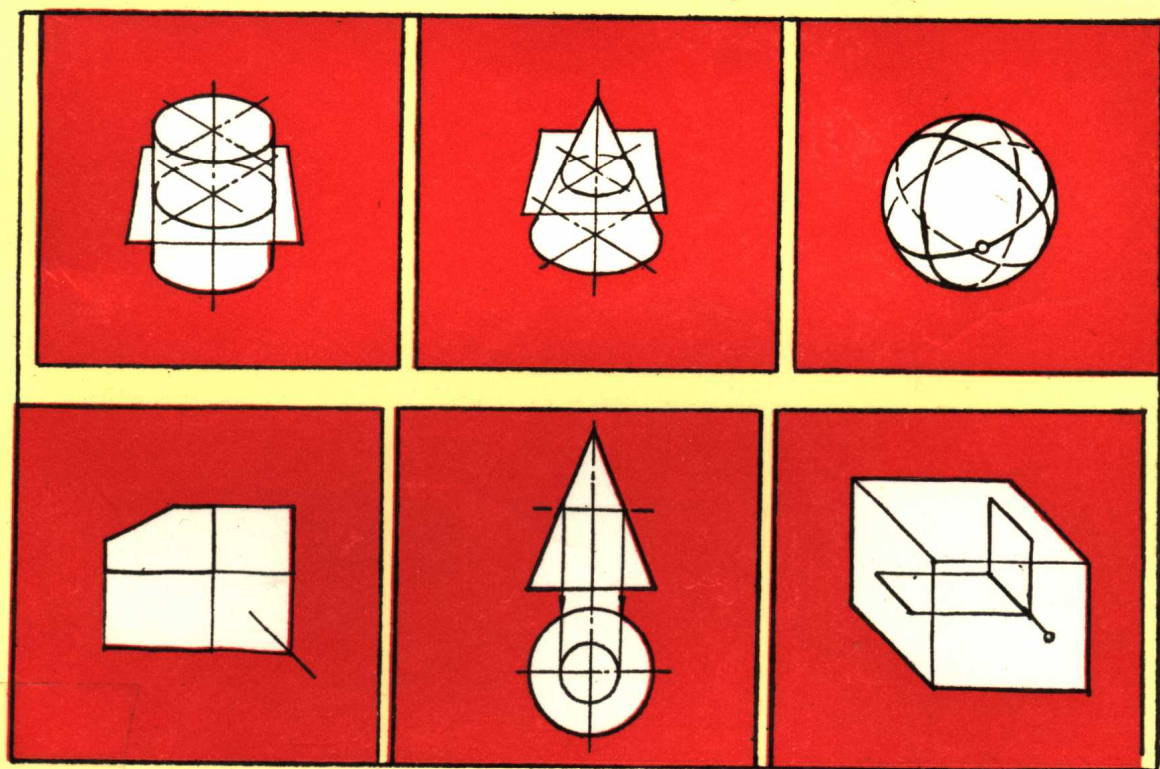


GH

高等学校规划教材
工科电子类

工程制图

石焕增 主编 戴时超 副主编



北京理工大学出版社

工 程 制 图

石焕增 主编 戴时超 副主编

北京理工大学出版社

(京)新登字 149 号

内 容 简 介

本教材是根据 1993 年审定的高等工业学校电子、技术经济、应用理科等专业适用的工程制图基础课教学基本要求(60~70 学时)的精神编写的。书中各项技术标准均采用近几年颁布的最新国家标准。

本书共分十一章及附录,包括制图的基本知识和技能,点、直线和平面的正投影,立体的正投影,轴测图,各种图示方法,零件的连接方式及其图示,电子机械零件图,常用件,装配图,电子专业图,计算机绘图及附录。与本教材配套出版的还有《工程制图习题集》。

本教材经全国应用电子技术专业教材编审委员会评审推荐出版,可作为高等学校电子类、技术经济、应用理科类等专业的教材,也可作为其他类型学校类似专业的师生使用,并可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/石焕增,戴时超编著. —北京:北京理工大学出版社,1995

ISBN 7-81013-952-5

I. 工… I. ①石… ②戴… III. 工程制图—高等学校—教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 03799 号

北京理工大学出版社出版发行

(北京市海淀区白石桥路 7 号)

(邮政编码 100081)

各地新华书店经售

北京房山先锋印刷厂印刷

*

787×1092 毫米 16 开本 14 印张 340 千字

1995 年 5 月第一版 1995 年 5 月第一次印刷

印数:1—5000 册 定价:12.00 元

※图书印装有误,可随时与我社退换※

前 言

本教材系根据 1993 年审定的高等工业学校电子、技术经济、应用理科等专业适用的工程制图基础课教学基本要求(60~70 学时)的精神以及对原教材多年使用经验的基础上编写的。

为了适应社会主义四个现代化需要,在保证课程的基本要求的前提下,立足改革,编写时着重考虑以下几方面:

1. 本教材编写按照“打好基础、精选内容、逐步更新、利于教学”的精神进行。
2. 本教材除采用 GB4457. 4~4460—84 国家标准《机械制图》外,其余均采用近几年颁布的最新国家标准。如:《技术制图》标准 GB/T14689~14692—93、GB/T13361—92 等。
3. 点、线、面与投影制图两部份的叙述采用接近的写法,如点、线、面部分一开始就用去轴讲述,以加强与后面投影制图的衔接。
4. 考虑到少学时专业的共同特点——只有工程制图课,而无其他机械课程设置,我们在有关章节中,适当增加有关常用工程实际知识,以适应专业需要。
5. 本教材紧密结合应用电子类专业特点,除增加一章电子专业图外,另外,在保证应用制图的基本内容前提下,适当增加与电子类专业有关内容,例如在相应章节中增加了点焊、铆接、塑料材料等内容,在零件图中相应增加了塑料件、冲弯件等内容,在装配图中也增加了电子产品装配图的图示等。

参加本教材编写的有戴时超(第一章、第三章、第六章及第十一章)、林铃生(第二章、第七章、第八章)、石焕增(第四章、第五章、第九章、第十章),石焕增任主编,戴时超任副主编。浙江大学工程及计算机绘图研究所所长周广仁教授负责主审,提出了许多宝贵意见,谨此致谢。

由于编者水平有限,书中难免存在一些缺点和错误,欢迎读者指正。

编 者

于杭州电子工业学院

1995 年 5 月

目 录

第一章 制图的基本知识和技能	(1)
§ 1-1 制图的基本知识	(1)
§ 1-2 常用绘图工具及用法	(10)
§ 1-3 几何作图	(14)
第二章 点、直线和平面的投影	(21)
§ 2-1 投影法的基本知识	(21)
§ 2-2 点的投影	(22)
§ 2-3 直线的投影	(26)
§ 2-4 平面的投影	(30)
第三章 立体的投影	(34)
§ 3-1 基本体的投影	(34)
§ 3-2 组合体的投影	(40)
§ 3-3 平面与立体表面的交线—截交线	(43)
§ 3-4 两立体表面相交—相贯线	(52)
§ 3-5 组合体视图的绘制	(58)
§ 3-6 组合体的尺寸标注	(59)
§ 3-7 组合体视图的识读	(62)
第四章 轴测图	(68)
§ 4-1 基本知识	(68)
§ 4-2 正等轴测图	(69)
§ 4-3 轴测剖视图画法	(73)
第五章 各种图示方法	(75)
§ 5-1 视图	(75)
§ 5-2 剖视图	(77)
§ 5-3 剖面图	(81)
§ 5-4 局部放大图与简化画法	(83)
第六章 零件的连接方式及其图示	(86)
§ 6-1 螺纹	(86)
§ 6-2 螺纹连接件	(91)
§ 6-3 焊接	(95)
§ 6-4 胶接	(104)
§ 6-5 铆接	(105)
第七章 电子机械产品零件图	(107)
§ 7-1 零件图的视图选择及其表达方法	(108)
§ 7-2 零件的工艺结构	(115)
§ 7-3 零件图的尺寸标注	(117)

§ 7-4 公差及表面粗糙度	(120)
§ 7-5 技术要求与材料	(128)
§ 7-6 读零件图	(128)
第八章 常用件	(130)
§ 8-1 键	(130)
§ 8-2 销	(130)
§ 8-3 弹簧	(131)
§ 8-4 滚动轴承	(134)
§ 8-5 齿轮	(136)
第九章 装配图	(141)
§ 9-1 装配图的作用和内容	(141)
§ 9-2 电子机械装配图的图示特点	(141)
§ 9-3 电子产品装配图的图示特点	(145)
§ 9-4 装配图中的尺寸和技术要求	(147)
§ 9-5 装配工艺结构	(148)
§ 9-6 序号、项目代号和明细栏	(149)
§ 9-7 由零件图绘制装配图	(150)
§ 9-8 读装配图及拆画零件图	(153)
第十章 电子专业图	(156)
§ 10-1 电路图	(156)
§ 10-2 印制板制图	(158)
第十一章 计算机绘图	(163)
§ 11-1 计算机绘图概述	(163)
§ 11-2 计算机绘图系统	(164)
§ 11-3 屏幕绘图	(169)
§ 11-4 平面图形的程序设计	(175)
§ 11-5 交互式绘图与 Auto CAD	(178)
§ 11-6 变量设计绘图与微机 CAD 图形处理系统简介	(186)
附录	(194)
一 标题栏与明细栏	(194)
二 螺纹	(195)
三 螺纹连接件	(199)
四 紧固件通孔及沉孔	(205)
五 各种孔的尺寸注法	(206)
六 公差与配合	(207)
七 常用金属材料及热处理	(209)
八 键	(214)
九 销	(215)
十 滚动轴承	(217)

第一章 制图的基本知识和技能

图样是工程界的语言。有关制图的基本知识是工程技术人员学习画图和读图的基础。本章主要介绍国家标准《技术制图》及《机械制图》中有关制图的一般规定,制图工具的用法以及平面图样的画法等内容。

§ 1-1 制图的基本知识

根据投影原理、标准及有关规定绘制的,用来表示工程对象的图叫图样。它的格式、表达方法、尺寸标注等的依据就是国家标准,简称国标(Guo Biao),以代号 GB 表示。本节结合制图课的要求介绍国标中有关图样的基本规定。

一、图纸幅面及格式(GB/T14689-93)

绘制图样一般使用绘图纸和描图纸,也可用方格纸(格距 1mm)或印有方格(格距 2.5mm)的描图纸。绘图用纸统称图纸。

(一) 图纸幅面尺寸

为了合理使用图纸及便于图样的管理,国家标准规定了五种图纸幅面的尺寸(表 1-1)

表 1-1 图纸幅面尺寸

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

每幅图样中有一个用粗实线画出的图框。需要装订的图样,图框格式见图 1-1,一般采

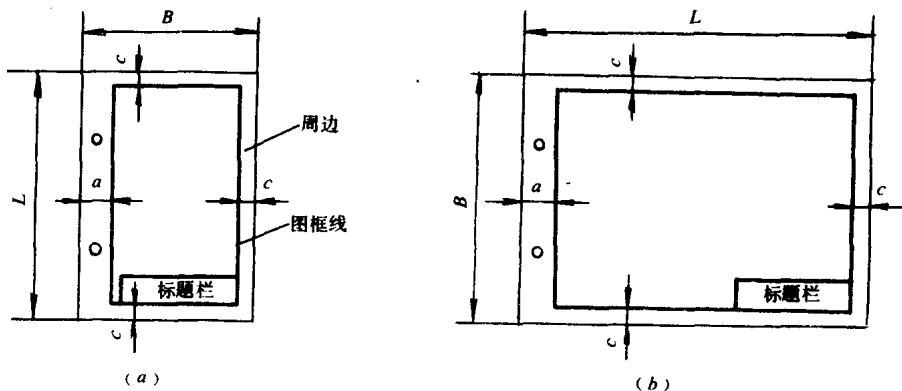


图 1-1 有装订边图样的图框格式

用 A3 幅面横装, A4 幅面竖装。不留装订边的图样, 图框格式见图 1-2。图中 a 、 c 、 e 的尺寸见表 1-1。同一产品的图样只能采用一种图框格式。

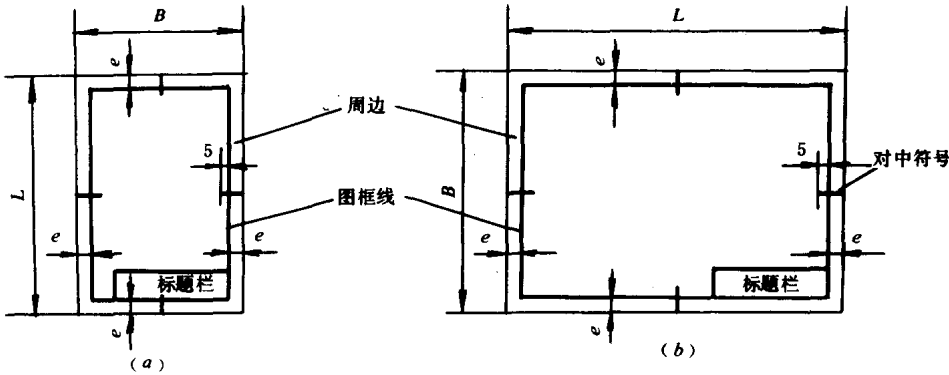


图 1-2 无装订边图样的图框格式

(二) 标题栏

每幅图样上一般都有标题栏。国标规定的标题栏格式见附录表 1。本教材中采用的简化标题格式(图 1-3)仅供学生做制图作业时使用。

线上为装配图明细栏				30		25			
				12					
序号		名 称		件数	材料	备注		∞	
(图名)				比例		(图号)			
				件数					
制图		(日期)	重量		共 张 第 张				
描图			杭州电子工业学院					零件图此栏写材料	
审核									
12									
40				65					
130									

图 1-3 学生绘图用标题栏格式

标题栏在图中的位置一般按图 1-1 和图 1-2 所示配置, 必要时也可按图 1-4 所示配置。标题栏中的文字方向即为读图的方向。

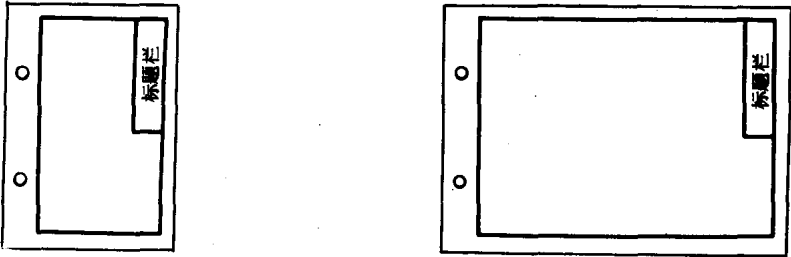


图 1-4 标题栏的配置

复制和缩微摄影的定位基准标记是对中符号,它是从周边画入图框约 5mm 长的一段粗实线(图 1-2)。

(三) 图幅分区

在图样上作必要的修改或增加新的图形后,为读图时查找方便,可在周边对图幅进行分区(图 1-5)。分区数应为偶数,多少随图样复杂程度而定。分区线用细实线绘制,每一分区的长度在 25~75mm 之间选取。

分区编号从图纸左上角开始,按读图边方向从左到右用直体阿拉伯数字依次编号;按标题栏短边方向从上到下用直体拉丁字母依次编号,各对应边上分区号相同。分区代号由字母和数字组合而成,字母在前,数字在后并排书写,如 B3、C5。

二、比例(GB/T14690-93)

图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比称为图样的比例。图样的统一比例填在标题栏的“比例”项中。

绘图时,尽可能采用原值比例 1:1。当机件过大或过小时,可将它缩小或放大画出,其比例

一般采用国标所规定的比例,见表 1-2(a)、(b)。优先选用表 1-2(a)。

表 1-2(a)

种类	比	例
原值比例	1:1	
放大比例	5:1	2:1
	$5 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2	1:5
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$

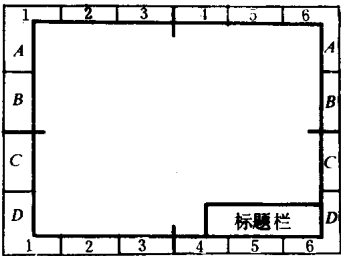
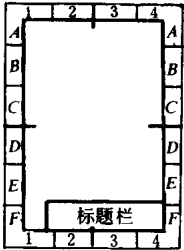


图 1-5 图幅分区

表 1-2(b)

种类	比	例
放大比例	4:1	2.5:1
	$4 \times 10^n:1$	$2.5 \times 10^n:1$
缩小比例	1:1.5	1:2.5
	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$

注:n 为正整数

三、字体(GB/T14691-93)

图样中的字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体大小分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8 八种号数。号数即字体的高度(单位 mm)。

(一) 汉字

汉字应写成长仿宋体(图 1-6)。并采用国家正式公布使用的简化字。汉字字高 h 不应小于 3.5mm,其字宽一般为 $h\sqrt{2}$ 。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

技术制图 机械电子 汽车航空 船舶土木 建筑矿山 井坑港口 纺织服务

图 1-6 汉字示例

长仿宋字的书写要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格(图 1-7)。

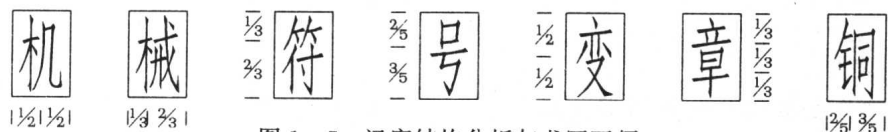


图 1-7 汉字结构分析与书写要领

(二) 数字和字母

数字和字母一般写成向右倾斜与水平线约成 75° 角的斜体(图 1-8)。但当它们与汉字连在一起书写时,则仍写成直体。建议采用 B 型字体,其笔划宽度为 $h/10$ 。

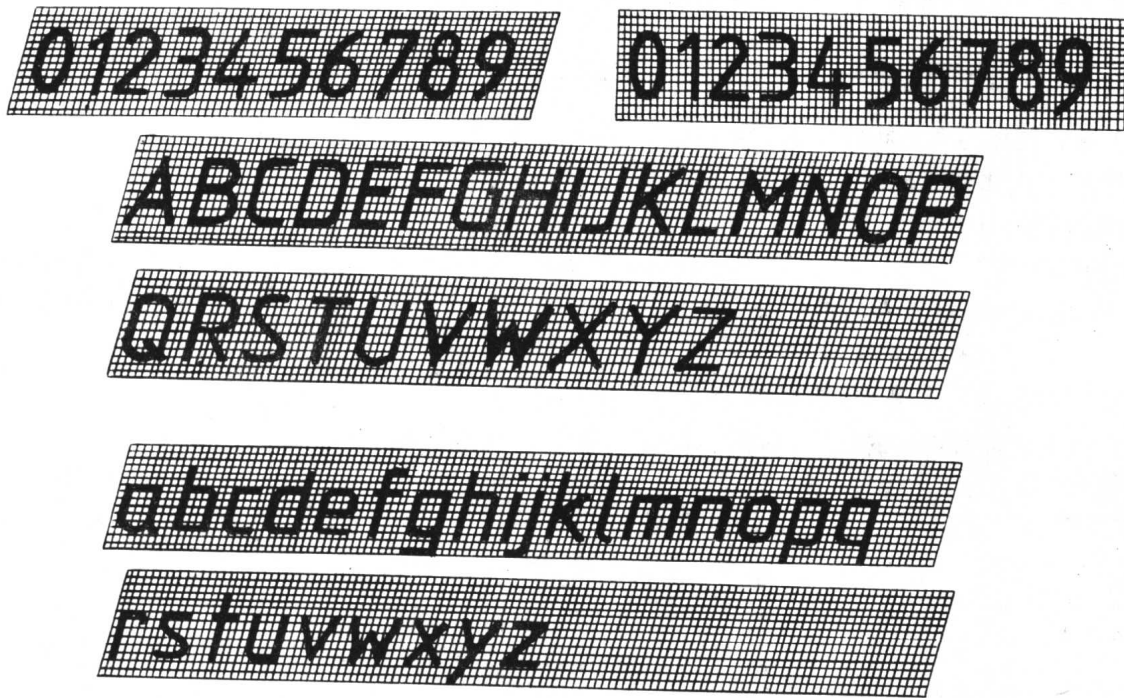


图 1-8 数字与字母示例

四、图线及其画法

(一) 图线的种类及应用

图样上的图线的型式、粗细必须严格按国标的规定正确绘制。各种图线的名称、型式及主要应用见表 1-3。

表 1-3 图线种类及主要应用

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	主 要 用 途
粗实线	—— A	b	A1 可见轮廓线
细实线	—— B	约 $b/3$	B1 尺寸线及尺寸界线 B2 剖面线 B3 重合剖面轮廓线
波浪线	~~~~ C	约 $b/3$	C1 断裂处的边界线 C2 视图和剖视的分界线
双折线	—— D	约 $b/3$	D1 断裂处的边界线

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	主要用途
虚线	----- F	约 $b/3$	F1 不可见轮廓线
细点划线	——— G	约 $b/3$	G1 轴线 G2 对称中心线 G3 轨迹线
粗点划线	——— J	b	J1 有特殊要求的线或表面表示线
双点划线	——— K	约 $b/3$	K1 相邻辅助零件的轮廓线 K2 极限位置的轮廓线

表中所示的图线宽度分粗、细两种,粗线宽度 b 应根据图样大小和复杂程度在国标推荐的宽度系列(0.18,0.25,0.35,0.5,0.7,1,1.4,2mm)中选取。各种图线应用示例见图 1-9。

(二) 图线的画法

(1) 同一图样中的同类图线,其宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线的各划线段的长度和间隔应各自大致相等。

(2) 绘制图的中心线时,圆心应是点划线长划线段的交点。点划线(双点划线)的首末两端应是长划线段,一般超出图形约 5mm(图 1-11)。

(3) 当图形比较小(如圆直径 $\leq 10\text{mm}$)时,可用细实线代替点划线(图 1-11)。

(4) 虚线是粗实线的延长线

时,在两种线型的分界处应留有间隙。而当虚线与虚线或其他图线相交时,则不能交在空隙处(1-11)。

(5) 两条平行线(包括剖面线)之间的最小距离应不小于粗实线宽度的两倍(或不小于 0.7mm)。

(6) 波浪线表示实心 and 空心圆柱体断裂处的画法,见图 1-10。

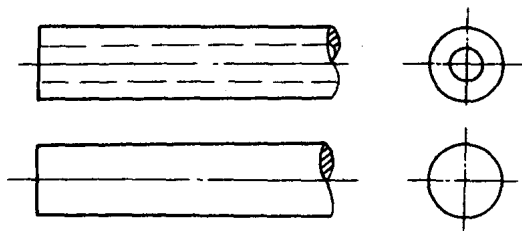


图 1-10 圆柱体断裂处画法

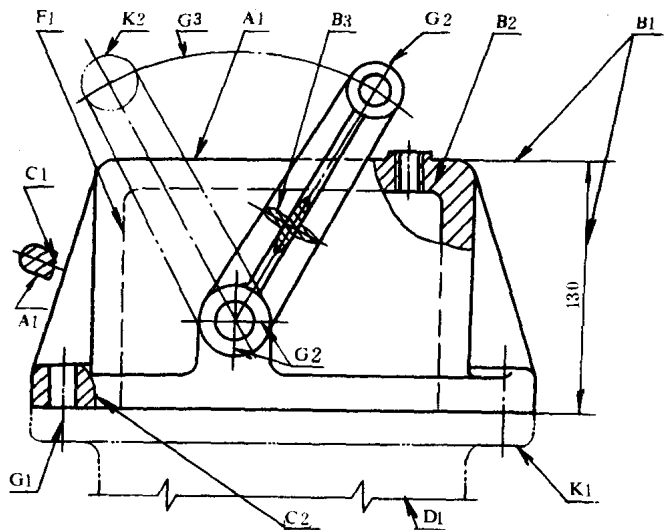


图 1-9 图线应用示例

为使初学者避免绘制各种线型的常见错误,特绘制线型正误对比图 1-11 供参考。

五、尺寸注法

图形只表示出机件的形状,而机件大小则由图样上标注的尺寸来决定,所以标注尺寸是绘图中的一项重要而细致的工作。

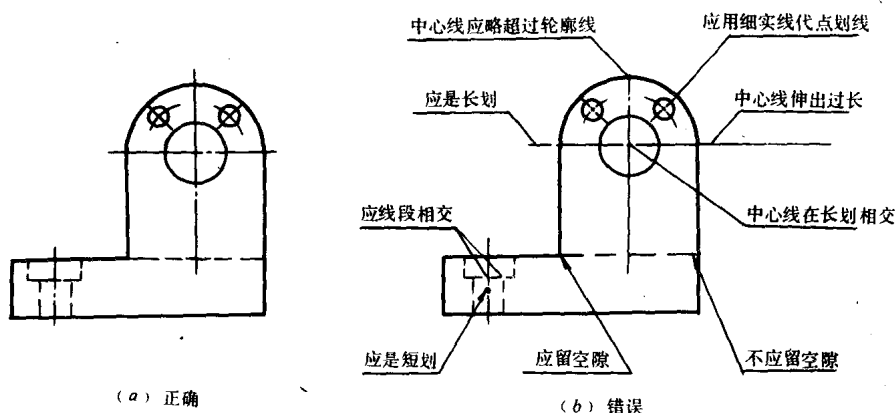


图 1-11 图线画法正误对比

(一) 基本规则

- (1) 机件的真实大小以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形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,不需注明其名称或代号;如采用其他单位时,则必须注明名称或代号。

(3) 图样中所注尺寸应为该图样所示机件的最后完工尺寸,否则需另加说明。

(4) 机件的每一尺寸,一般只注一次,并应注在反映该结构最清晰的图形上。

(二) 尺寸要素

一个完整的尺寸,必须包含有尺寸数字、尺寸界线和尺寸线(图 1-12)。

(1) 尺寸数字 线性尺寸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(图 1-12)。一张图样上应尽可能采用同一种注写方式。

线性尺寸数字的方向见图 1-13 (a),水平方向尺寸数字字头朝上,垂直方向尺寸数字字头朝左,各种倾斜方向尺寸数字字头保持朝上的趋势,并避免在所示 30° 范围内标注尺寸。无法避免时则按图 1-13(b)引出标注。

角度尺寸数字一律水平注写,并加

单位符号“°”。其位置一般注写在尺寸线中断处,必要时也可引出或注在尺寸线旁(图 1-14)。

尺寸数字不可被任何图线通过,无法避免时,必须将该图线断开,如图 1-12 中 $\phi 20$ 、 $\phi 16$ 、 $\phi 28$ 处。

(2) 尺寸线 尺寸线用细实线单独绘出,不能用图样上的其他图线代替或画在它们的延长线上。

尺寸线两端必须画上指向尺寸界线的箭头。箭头的正确画法见图 1-15。在小尺寸中无法画出箭头时,允许采用图 1-16 所示画法。

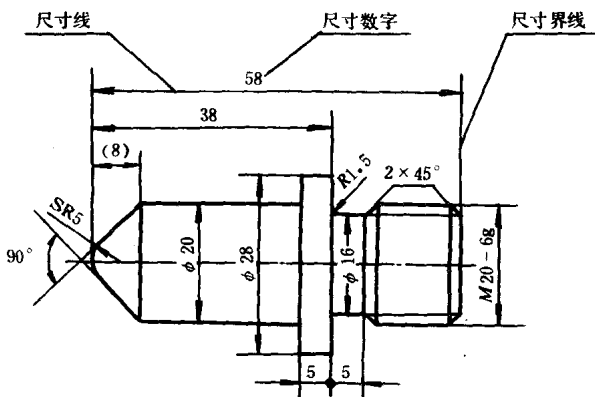
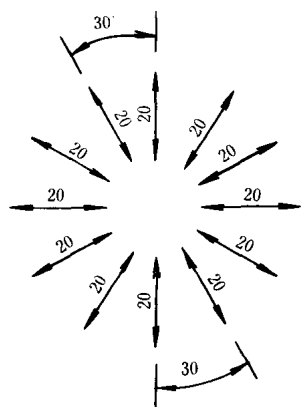
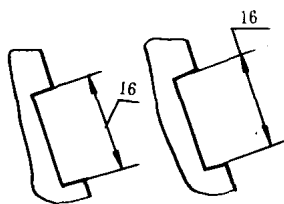


图 1-12 尺寸要素



(a)



(b)

图 1-13 线性尺寸数字的注写

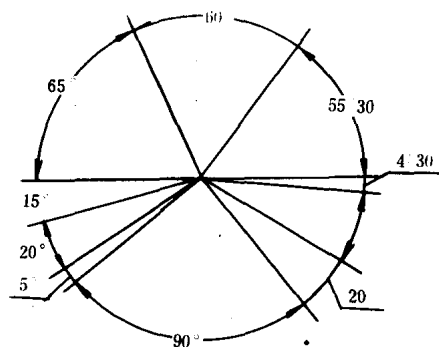


图 1-14 角度尺寸数字的注写



图 1-15 箭头的画法

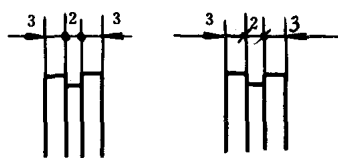


图 1-16 小尺寸中箭头的画法

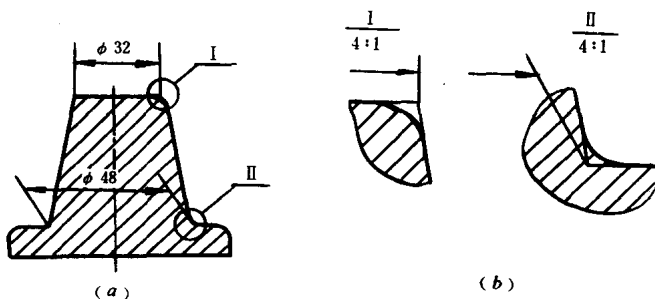
线性尺寸的尺寸线必须与所注的线段平行(图 1-12)。

以圆或圆弧为尺寸界线时,尺寸线必须过圆心。小圆及小圆弧尺寸线箭头画法见表 1-5。

角度尺寸的尺寸线是以角顶为圆心的圆弧(图 1-14)。

(3) 尺寸界线 尺寸界线用细实线绘制,从图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出,也可利用图形的图线作尺寸界线。

尺寸界线一般应与尺寸线垂直并超过尺寸线 2~3mm,必要时也允许不垂直(图 1-17a)。圆角处尺寸界线画法见图 1-17(b)。



(a)

(b)

图 1-17 圆角处尺寸界线的画法

(三) 尺寸符号

当所注尺寸部位的形状或该尺寸的意义需要说明时,常在尺寸数字前面加注一些特定的符号,常用尺寸符号见表 1-4。

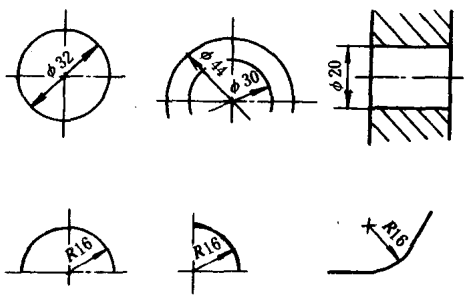
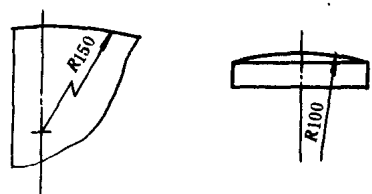
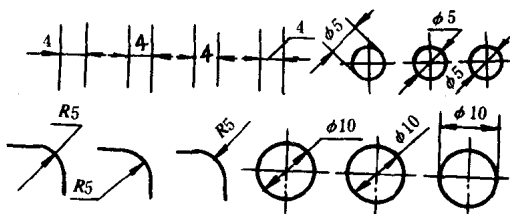
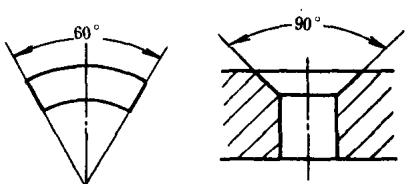
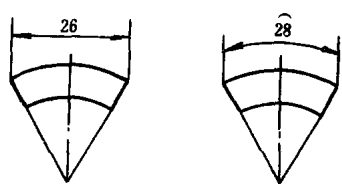
表 1-4 常用尺寸符号

名称	符号	名称	符号	名称	符号	名称	符号
直径	ϕ	圆球	S	正方形	$\square$	度	°
半径	R	板厚	δ	弧长	$\frown$	参考尺寸	()

(四) 常见几何图形的尺寸注法

常见的几何图形有多边形、圆、圆弧、角等,表示它们的尺寸是长度、直径、半径、弧长、角度等,表 1-5 说明了这些尺寸的注法。

表 1-5 常见图形的尺寸注法

名称	图 制	说 明
圆和圆弧		标注圆或大于半圆的圆弧直径尺寸时,其尺寸线可以按图中所示进行标注。 标注半圆或小于半圆的圆弧半径尺寸时,其尺寸线或尺寸线的延长线应通过圆心。
大圆弧		圆弧半径过大或在图纸范围内无法画出其圆心时,可按图中所示标注。
狭小部位		在没有足够位置画箭头或写数字时,可按图示形式标注。
角 度		角度的尺寸界线必须沿所注角的角边引出,尺寸线是以角顶为圆心所画的圆弧。
弦长和弧长		弦长和弧长的尺寸界线应平行于该弧的垂直平分线。 弦长的尺寸线是直线,弧长的尺寸线则为该弧的同心弧。

名称	图 制	说 明
长圆形结构		注长圆形结构(如孔、凸台等)的尺寸时,应按功能要求,如图(a)、(b)所示注出尺寸。 当需注明的半径尺寸由其它尺寸确定时,则“只”画出尺寸线和标出符号“R”,而不必填写R的尺寸数字,见图(c)。
对称图形		当对称机件的图形只画出一半或大于一半时,尺寸线应略超过对称中心线或断裂线,并仅在指向尺寸界线的一端画箭头。
斜度		标注斜度可在数字前加符号“/”,该符号用细实线按图中所示绘制,方向与斜度方向一致。“h”为字高。
锥度		标注锥度可在数字前加符号“/”,该符号用细实线按表中所示绘制,方向与锥度方向一致。“h”为字高。

标注尺寸既要严格遵守国标的规定,又带有较大的灵活性。图1—18为尺寸注法的正误对比示例,供读者参考。

说明:

- ① 在一般情况下,尺寸界线应和尺寸线垂直。数字不能被图线通过。
- ② 引线应在轮廓线外转折。
- ③ 尺寸线不能与图形上其他图线重合。

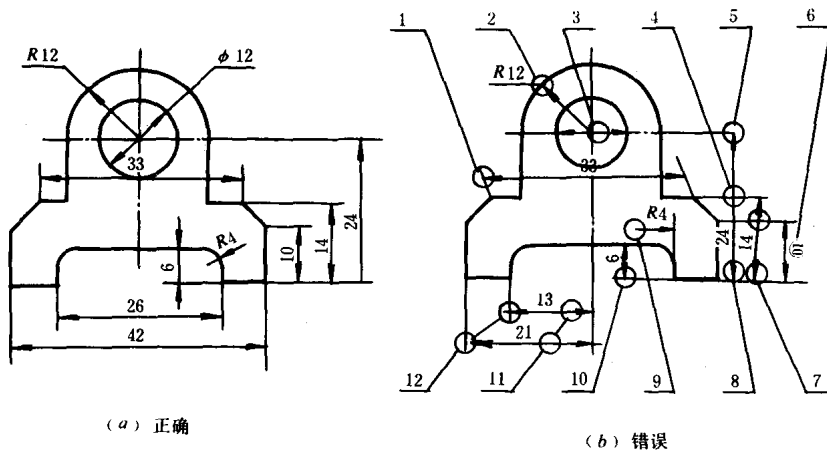


图 1-18 尺寸注法正误对比示例

- ④ 小尺寸应在大尺寸内侧,避免尺寸线与尺寸界线相交。
- ⑤ 尺寸界线应略超过尺寸线。
- ⑥ 尺寸数字书写方向应正确。
- ⑦ 线性尺寸的尺寸线应与所注的线段平行。
- ⑧ 尺寸线与轮廓线间距不应小于 5mm。
- ⑨ 半径尺寸应注写在过该圆弧圆心的尺寸线上。
- ⑩ 小尺寸的尺寸箭头可画在尺寸界线外侧。
- ⑪ 对称图形尺寸应注全长而不是一半。
- ⑫ 箭头应与尺寸界线接触,不能超过或留有间隙。

§ 1-2 常用绘图工具及用法

正确地使用绘图工具,掌握绘图的基本技能,才能准确、迅速地绘出优质图样。制图常用的绘图工具有:图板、丁字尺、三角板、曲线板、比例尺和绘图仪器等。

一、图板

图板用来放置图纸。绘图时,需将图纸四角用胶带纸固定在图板的左方并略靠上,图纸下边应与丁字尺尺身工作边平行(图 1-19)。

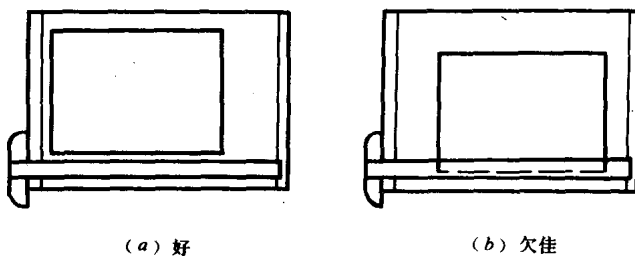


图 1-19 图纸的固定

二、丁字尺

丁字尺由尺头和尺身组成。画图时,将尺头紧靠图板左面导边上下推移,即可沿丁字尺工

作边从左至右画出一条条相互平行的水平线(图 1-20)。

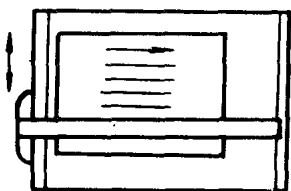


图 1-20 丁字尺的用法

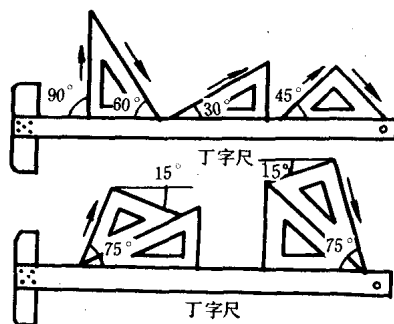


图 1-21 三角板与丁字尺的配合作用

三、三角板

一付三角板由一块 45° 和一块 $30^\circ-60^\circ$ 角的直角三角板组成。它们与丁字尺配合使用,可画出垂直线以及倾角为 $n \times 15^\circ$ (n 为整数) 的倾斜线。其画法见图 1-21。

四、圆规

圆规用来画圆和圆弧。它有两条腿,一条腿装针尖脚,针尖一端有小凸肩,防止画圆时针尖扎入图板太深;另一条腿可装铅笔插脚或鸭嘴笔插脚。画图时,圆规两脚应与纸面保持垂直,一般顺时针旋转(图 1-22)。画大圆时需使用延伸杆(图 1-23)。

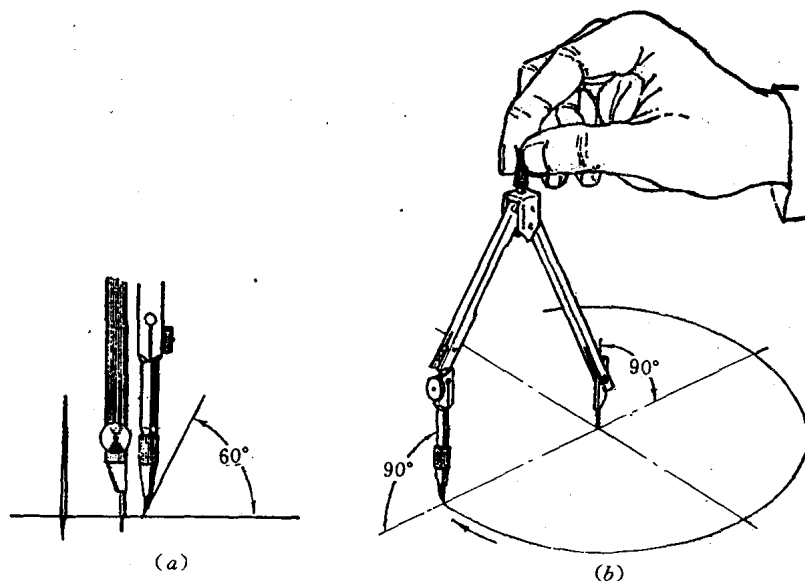


图 1-22 圆规的使用