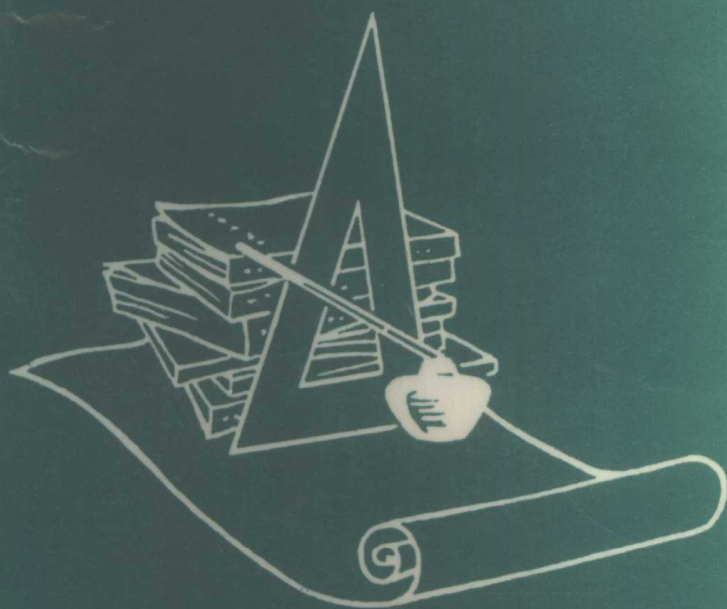


工程制图

主 编 樊 炳 雯
主 审 朱 育 万



西南交通大学出版社

工 程 制 图

樊炳雯 主编
朱育万 主审

西南交通大学出版社

写后

为系

图板

子出现

目下显

nd I

Defau

的一

框内

框内

毕、言

后按

工 程 制 图

樊炳雯 主编

出版人:范子亮

*

西南交通大学出版社出版发行

(成都 二环路北一段 610031)

郫县报华印装厂印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:13.5(另习题集 13.25)

字数:323千字 印数:1~1000册

1998年9月第1版 1998年9月第1次印刷

ISBN 7-81057-143-5/T·274

定价:31.00元(含习题集 14.50元)

序

本书是为适应土木工程类各专业少学时工程制图课程的教学需要编写的,内容取材参照了国家教委 1995 年颁布的《工程制图基础课程教学基本要求》和《画法几何及土木建筑制图课程教学基本要求》的规定。本书配有《工程制图习题集》,作为学习本门课程的练习和作业。

本书在体系上采用了投影理论与制图技术交叉进行的方式编排,内容包括:制图的基本规定和基本技术、投影的基本知识、点和直线、平面、基本几何体、轴测投影、组合体、剖面和断面、标高投影、土木工程图、房屋建筑图、计算机绘图基础等,为适应当今计算机图形技术应用的需要,书中编写了一定分量的计算机绘图基础,并取材于一种绘图软件的基本用法,以加强实用能力的培养。

本书由西南交通大学樊炳雯主编,朱育万教授主审,参加编写工作的有樊炳雯、卢传贤、周慧莺、杨璐敏、李松、汪碧华、王广俊、韩太昌、徐培强。绘图工作由刘聪敏同志完成。

书中有疏漏和不当之处,诚望读者提出宝贵意见。

编者
1997年11月

导 言

工程制图是高等工科院校工程类专业必修的技术基础课,它的主要目的是培养绘制和阅读工程图样的基本能力。土木工程图样是工程建设中的重要技术文件;工程图纸表达了有关工程结构物的形状、构造、材料、尺寸以及各项技术要求,在设计与施工建造中起着记载、传达技术思想和指导生产实践的作用。作为工程技术人员,必须熟练掌握有关工程制图的原理,精通图形技术。本课程的主要任务就是帮助学习工程制图的基本原理和方法,教会绘制工程图的初步技术,为后续课程的学习和专业技术工作打下必要的基础。

由于图样是一种通用的技术语言,所以画图和看图都必须依据共同的原理和方法,遵守统一的规定。为此,国家以制图标准的形式颁布了制图方面的准则,这是画图和识图都要遵守的共同章法。简单地说,有关制图原理、方法的详细论述和规定的贯彻构成了本课程的基本内容,并贯穿于本书的始终。

如同其他技术领域一样,图形技术也在发展中前进,从传统的手工绘图到新出现的计算机绘图,图样的生成技术和图纸的制作工艺都有了许多变化,但是制图的基本原理和统一规定则是始终都要严格遵守的。特别是图纸的重要地位决定了它的严肃性,尽管初学者对制图中严格的规定条文可能会感到枯燥,但图纸的严肃性要求工程技术人员必须照章行事,在画图时不能随心所欲或漫不经心,作为初学者从一开始就必须熟读熟记有关的规定,培养自觉遵守标准的良好素质。

在教学方式上,本课程的一个显著特点是它的实践性环节特别突出。学习原理和理论当然是重要的,但更重要的环节在于实际动手画图和上机操作。本课程中将用较多的时间去完成一系列的制图作业和上机练习,以此来进行画图、读图训练,提高画图和看图的能力。每个学习工程制图的人,都必须以极其认真的态度和严谨细致的工作作风完成一定数量的制图作业,这是一切成功者的实践经验证明了的行之有效的学习途径。

目 录

第一章 制图的基本规定和基本技术

§ 1-1 图纸幅面和格式	(1)
§ 1-2 字 体	(2)
§ 1-3 图 线	(4)
§ 1-4 比 例	(6)
§ 1-5 尺寸标注	(6)
§ 1-6 手工绘图的一般方法和步骤	(11)
§ 1-7 几何作图	(12)

第二章 投影的基本知识

§ 2-1 投影和投影法	(16)
§ 2-2 投影的分类	(16)

第三章 点和直线

§ 3-1 点的投影	(18)
§ 3-2 两点的相对位置	(22)
§ 3-3 直线的投影	(23)
§ 3-4 换面法	(28)
§ 3-5 直线上的点	(31)
§ 3-6 两直线的相对位置	(33)

第四章 平 面

§ 4-1 平面的表示法	(42)
§ 4-2 平面的倾角	(43)
§ 4-3 各种位置平面	(44)
§ 4-4 平面内的直线和点	(47)
§ 4-5 用换面法求平面的实形	(50)

§ 4-6	直线与平面、平面与平面的相对位置	(53)
§ 4-7	点、直线、平面综合例题	(59)

第五章 基本几何体

§ 5-1	平面体	(63)
§ 5-2	曲面体	(71)

第六章 轴测投影

§ 6-1	概 述	(86)
§ 6-2	平面体轴测投影的画法	(88)
§ 6-3	带曲面的立体轴测投影的画法	(93)

第七章 组合体

§ 7-1	组合体三面投影的画法	(97)
§ 7-2	组合体尺寸的标注	(101)
§ 7-3	组合体表面的交线	(105)
§ 7-4	读组合体投影图	(113)

第八章 剖面 断面

§ 8-1	剖 面	(121)
§ 8-2	断 面	(126)

第九章 标高投影

§ 9-1	点和直线的标高投影	(128)
§ 9-2	平面的标高投影	(131)
§ 9-3	地面的表示法	(135)

第十章 土木工程图

§ 10-1	桥涵工程图	(140)
§ 10-2	钢筋混凝土结构图	(149)
§ 10-3	钢结构图	(158)

第十一章 房屋建筑图

§ 11-1	总平面图	(164)
§ 11-2	建筑平面图	(166)
§ 11-3	立面图	(173)
§ 11-4	剖面图	(173)
§ 11-5	建筑详图	(179)

第十二章 计算机绘图基础

§ 12-1	概 述	(185)
§ 12-2	基本操作	(186)
§ 12-3	基本绘图命令和工具	(188)
§ 12-4	图形编辑	(191)
§ 12-5	几何作图	(195)
§ 12-6	图形的刷新与缩放	(198)
§ 12-7	注写文本	(198)
§ 12-8	尺寸标注	(200)
§ 12-9	剖面线的绘制	(202)
§ 12-10	图层、线型和颜色	(204)
§ 12-11	块	(206)
§ 12-12	图形输出	(207)

第一章 制图的基本规定和基本技术

制图的国家标准是使图样标准化、规范化的统一准则。国家已经颁布了若干套制图标准,以适应不同专业领域的需要。本章主要依据《房屋建筑制图统一标准》、《建筑制图标准》和《技术制图标准》的各有关分册初步介绍一些基本规定,有关标准中的其他内容将在后续章节中补充介绍。

§ 1-1 图纸幅面和格式

一、图幅

绘制工程图应使用标准中规定的图纸幅面。制图标准中规定的基本图纸幅面列于表 1-1 中,表内使用的符号其意义见图 1-1。

表 1-1 图纸幅面尺寸 (单位:mm)

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

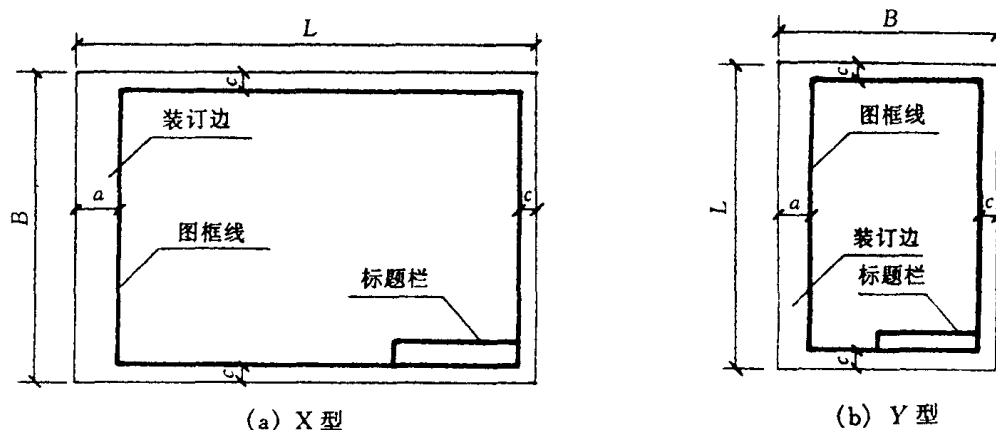


图 1-1 图纸幅面

二、图框格式

如图 1-1 所示,图纸的外边框是画完图后的裁切边线,画图时用细实线绘制;内边框是图框线,用粗实线绘制,图框线以内的区域是作图的有效范围。位于图纸左侧内、外边框之间的

25 mm 宽的长条是图纸的装订边。不需要装订的图纸不留装订边,其图框格式只需把 a 、 c 尺寸均换成表 1-1 中的 e 尺寸即可。

三、标题栏

每张图纸上都必须画出标题栏,标题栏简称图标,它是用来填写设计单位、工程名称、图名、图号等内容的表格。标题栏的位置在图纸的右下角,其具体格式由绘图单位确定,制图课中建议使用图 1-2 所示的标题栏。

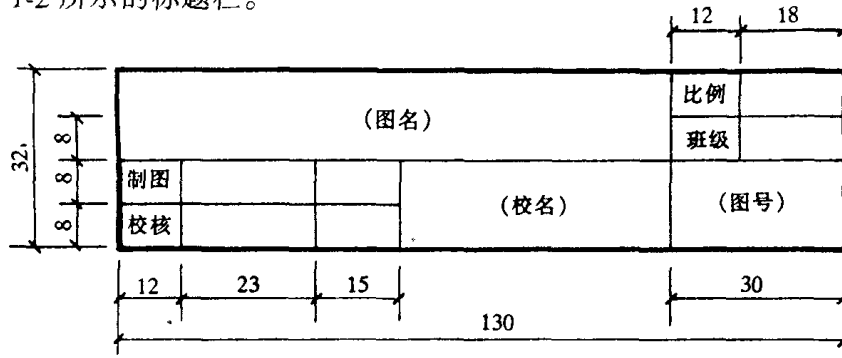


图 1-2 标题栏

标题栏的长边与图纸的长边平行时,构成 X 型图纸(图 1-1(a));若标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸(图 1-1(b))。

四、图纸折叠

图纸如需装订成册,可折叠成 A3 或 A4 幅面。折叠时图标一律向外,采用便于展开的往返折叠方式。图 1-3 示出了将 A2 号图纸折叠成 A3 或 A4 时的方法。

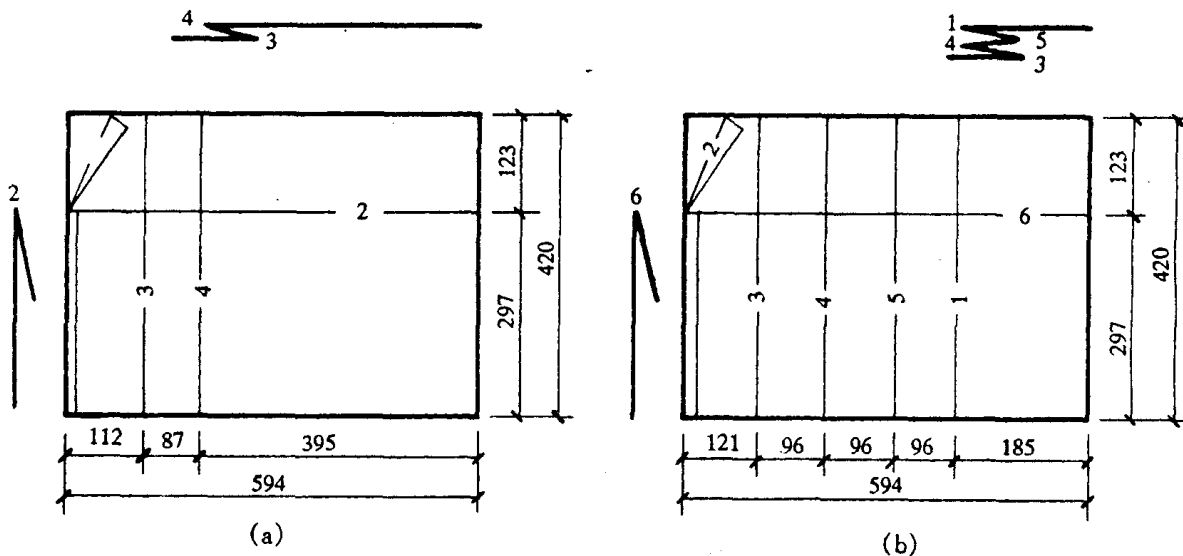


图 1-3 图纸的折叠

§ 1-2 字 体

一、一般规定

图纸上的各种文字如汉字、字母、数字等,必须书写正确,且应做到字体工整、笔画清楚、间

隔均匀、排列整齐。

字体高度的公称尺寸系列为:1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 mm。高度尺寸即为字体的号数,如5号字,其字高的公称尺寸即为5 mm。汉字不应小于3.5号。汉字的字宽是字高的 $1/\sqrt{2}$,具体地说,汉字的尺寸系列为:3.5×2.5、5×3.5、7×5、10×7、14×10、20×14。字母和数字分为A型和B型,A型字体的笔画宽度为字高的1/14,B型字体的笔画宽度为字高的1/10。在同一张图上只允许选用一种型式的字体。

二、汉字

汉字应写成长仿宋体字,并采用《汉字简化方案》中规定的简化字。

写字时应先按字体的大小尺寸打好格子,字与字之间要留出间隔。书写仿宋字需注意基本笔画和字体结构两个方面。表1-2列出了基本笔画的写法。安排字体结构时要做到结构匀称、疏密得当、写满方格。图1-4是长仿宋体的字样。

表1-2 仿宋字基本笔画书写方法

笔划	横	竖	撇	捺	点		挑	钩	折
形状	一	丨	丿	㇇	丶	丶	㇇	亅	𠃉
运笔顺序									

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

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棉麻化纤

图1-4 长仿宋体字样

三、字母和数字

字母和数字可书写成斜体或直体,斜体字字头向右倾斜 75° 。图 1-5 是斜体字符的字样。书写字母和数字时,应按字号的高度尺寸画出两条平行的导线,用以控制字的大小。



图 1-5 斜体字符字样

§ 1-3 图 线

为了保证图样示意明确、主次分明,应采用不同的图线画图。

一、图线的型式


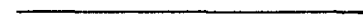

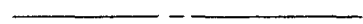

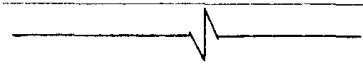
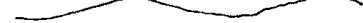
在不同的专业领域和不同的应用场合,各种制图标准对线型的规定有所不同。作为基本用法和一般的应用场合,表 1-3 中列出了 7 种图线的线型供初学者使用。

线宽符号 b 表示图线的标准粗度,其具体数值应根据图的复杂程度从 0.18、0.25、0.35、0.7、1.0、1.4、2.0 mm 中选取。在制图课中,一般的制图作业可选用 0.7~1.0 mm。

二、图线的画法及要求

(1) 成图后各种图线浓淡要一致,不要误以为细线就是轻轻地画,细和轻是不同概念。

表 1-3 常用线型

名称	线型	线宽	一般用途
粗实线		b	可见轮廓线
细实线		$0.35b$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、图例线、引出线
虚线		$0.5b$	不可见轮廓线
点划线		$0.35b$	中心线、轴线
双点划线		$0.35b$	假想轮廓线
折断线		$0.35b$	断开界线
波浪线		$0.35b$	断开界线

(2)同一种图线在整张图上要保持粗细一致。

(3)虚线由短划和间隔组成,短划的长短要一致,每段长约 4~6 mm,间隔大约 1 mm。把短划画得很短、很长或间隔留得很大都是不妥的(图 1-6)。

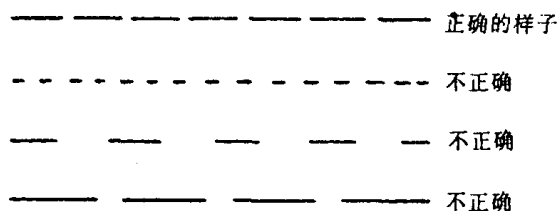


图 1-6 虚线

(4)点划线由长划和短划交替相间组成。长划每段长约 15~20 mm,短划长约 1 mm,长、短划间留有大约 1 mm 的间隔。画点划线要顺着—个方向顺次画成,不要采用先画完长划而后再去填补一些圆点代替短划的办法画点划线(图 1-7)。

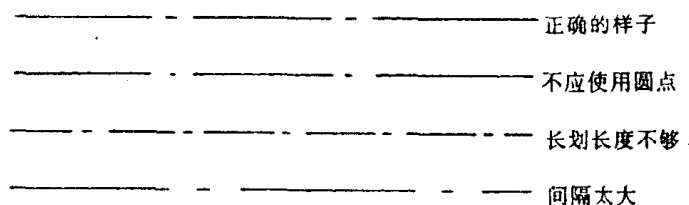


图 1-7 点划线

(5)点划线的起、止端应是长划,不能是短划。当点划线作为轴线或中心线时,两端应超出图形轮廓线约 3~5 mm 的距离(图 1-8)。在较小的图上画点划线难以分段时,可用细实线代替点划线。

(6)虚线、点划线与另外的图线相交时应以线段交接,不要在交点处出现空隙。当虚线出现在实线的延长线上时,虚线不要与实线接上,要留出—点空隙。

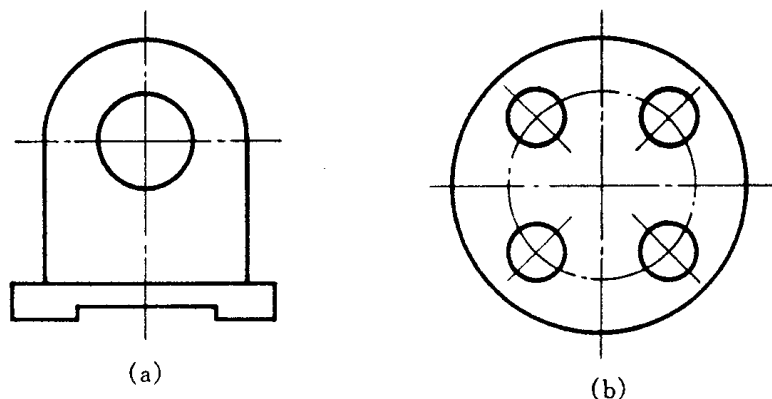


图 1-8 轴线和中心线

§ 1-4 比 例

在多数情况下,图画得和实物一样大是不常有的。例如画房屋,需将尺寸缩小才能在纸上画得下;而画精密仪器的小零件时,需将尺寸放大才能画清楚。画图时的这种缩放处理是按比例进行的。图与实物相应要素的线性尺寸之比叫图的比例。比值小于1的比例是缩小比例,写成如同1:2的样子,意思是说图上一单位长代表实物的两单位长;比值大于1的比例是放大比例,写成如同2:1的样子,表示图上两单位长对应于实物的一单位长;比值等于1的比例叫原值比例,表示画图时未作缩放。

绘图所用的比例与图样的用途和实物的大小及其复杂程度有关。制图标准规定,对于缩小的比例,应从 $1:1 \times 10^n$ 、 $1:2 \times 10^n$ 、 $1:5 \times 10^n$ (n 为等于大于0的整数)中选用。如果这些比例不适用,必要时也允许从 $1:1.5 \times 10^n$ 、 $1:2.5 \times 10^n$ 、 $1:3 \times 10^n$ 、 $1:4 \times 10^n$ 或 $1:6 \times 10^n$ 中选用。

按比例画图,应使用刻有比例刻度的比例尺进行度量。常用的比例尺是三棱柱形的,俗称三棱尺。尺上有6种比例刻度,最常见的刻度是1:100、1:200、1:300、1:400、1:500和1:600。根据每一种比例刻度实际上可以转换出一系列的比例尺。例如在1:100的尺面上把刻度读数缩读100倍,就成了1:1的比例尺,而把读数放大10倍来读,则成了1:1000的比例尺。其余的以此类推。

§ 1-5 尺 寸 标 注

工程图上的图形表明了工程结构物的形状和构造,但要说明结构物各部分的大小还必须标注出它们的实际尺寸。本节讲述标注尺寸的基本形式和规定,对于不同专业的工程图在尺寸注法上还存在一些差异,这些将在后续有关章节中陆续补充说明。

标注尺寸要画出尺寸界线、尺寸线、尺寸起止符号并填写尺寸数字(图1-9)。标注尺寸的基本规定如下:

1. 尺寸界线

尺寸界线指明拟注尺寸的边界,用细实线绘制,引出端留有 2 mm 以上的间隔,另一端则超出尺寸线约 2~3 mm。必要时,图形的轮廓线、轴线、中心线可作为尺寸界线使用(图 1-10 (a))。对于长度尺寸,一般情况下尺寸界线应与被标注的长度垂直;对于角度尺寸,尺寸界线应沿径向引出(图 1-10(b))。

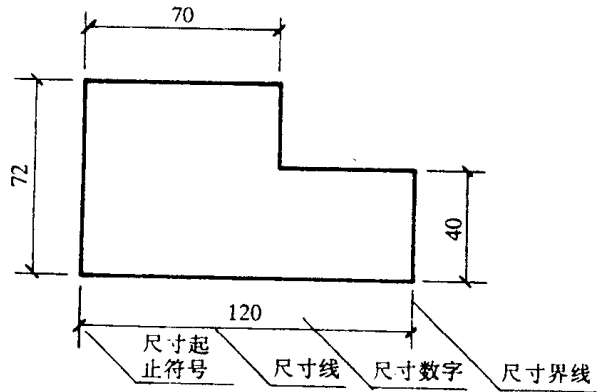


图 1-9 尺寸的组成

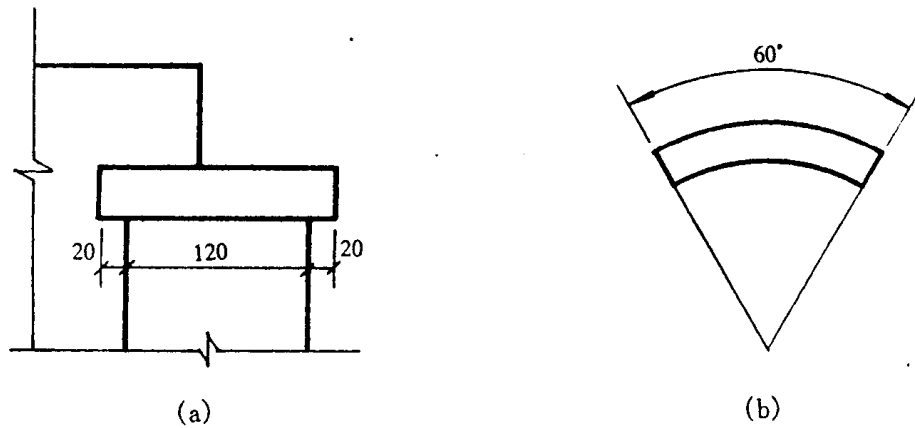


图 1-10 尺寸界线

2. 尺寸线

尺寸线画在两尺寸界线之间,用来注写尺寸。尺寸线用细实线绘制。对于长度尺寸,尺寸线应与被注长度方向平行;对于角度尺寸,尺寸线应画成圆弧,圆弧的圆心是该角的顶点(图 1-10(b))。图形轮廓线、轴线、中心线、另一尺寸的尺寸界线(包括它们的延长线)都不能作为尺寸线使用。

3. 尺寸起止符号

尺寸线的两端与尺寸界线交接,交点处应画出尺寸起止符号。对于长度尺寸,该符号用中粗斜短线绘制,其倾斜方向应与尺寸界线成顺时针 45°角,长度宜为 2~3 mm。

4. 尺寸数字

图上标注的尺寸数字,表示物体的真实大小,与画图用的比例、作图的准确度等均无关系。尺寸数字的单位,对于线性尺寸除标高及总平面图为米外,其余均为毫米,并且在数字后面不

写出来。

为使数字清晰可见,任何图线不得穿过数字,必要时可将其它图线断开,空出写尺寸区域(图 1-11)。

尺寸数字的字头方向称为读数方向。水平尺寸,字头向上;竖直尺寸,字头向左;倾斜尺寸,字头应有向上的趋势,如图 1-12 所示。尺寸线的倾斜方向若位于图中所示 30° 阴影区内,尺寸数字宜采用图 1-12(b)的形式注写。

线性尺寸的尺寸数字一般应顺着尺寸线的方向排列,并依据读数方向写在靠近尺寸线的上方中部。如遇没有足够的位置注写数字时,数字可以写在尺寸界线的外侧;在连续出现小尺寸时,中间相邻的尺寸数字可错开注写,也可引出注写。如图 1-13 所示。

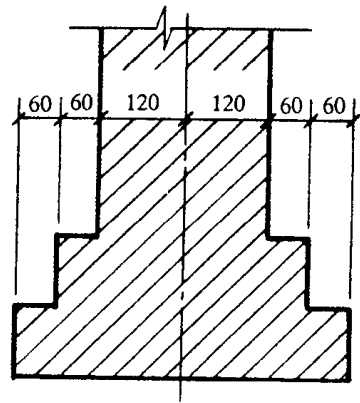


图 1-11 尺寸数字处其它图线断开

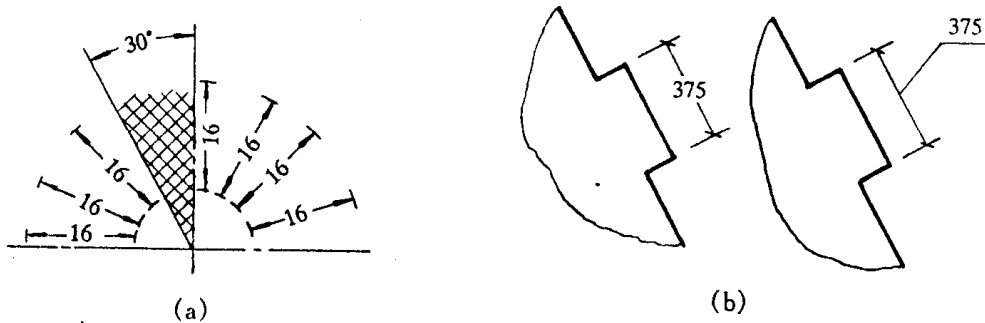


图 1-12 尺寸数字的读数方向

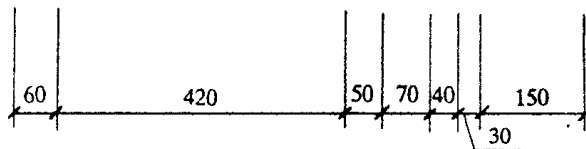


图 1-13 尺寸数字的注写位置

5. 尺寸的排列与布置

布置尺寸应整齐、清晰,便于阅读。为此,尺寸应尽量注在图形轮廓线以外,不宜与图线、文字及符号等相交(图 1-14)。对于互相平行的尺寸线,应从被注的图形轮廓线由近向远整齐排列,小尺寸靠内,大尺寸靠外。内排尺寸线距离图形轮廓线不宜小于 10 mm,平行排列的尺寸线间,宜保持 7~10 mm 的距离。

6. 直径、半径和角度的尺寸注法

圆的直径尺寸可注在圆内(图 1-15(a)),也可注在圆外(图 1-15(b))。注在圆内时尺寸线应通过圆心,方向倾斜,两端用箭头作为起止符号,箭头指至圆周,箭头应画得尽量细,长度约 3~5 mm。注在圆外时应画出尺寸界线,尺寸线上的起止符号仍为 45° 短划。无论用哪种形式标注直径,直径数字前应加直径符号“ ϕ ”。小圆直径的注法可采用图 1-16 所示的形式。

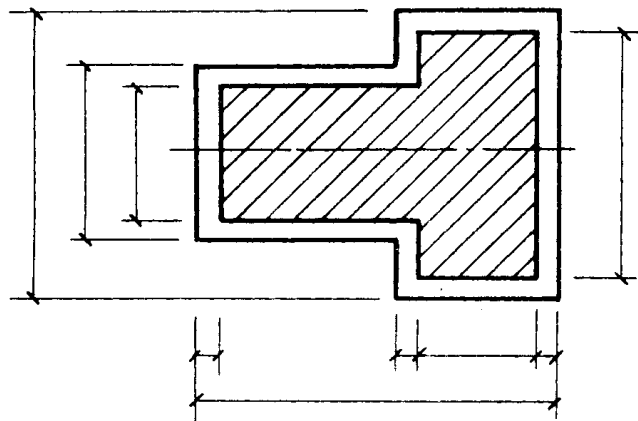


图 1-14 尺寸的排列

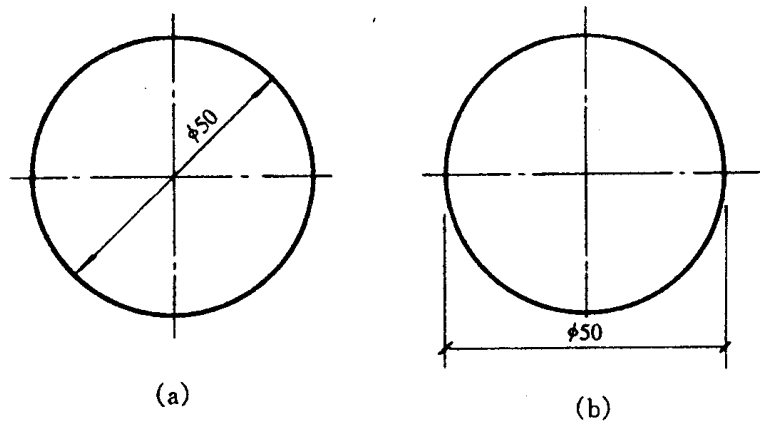


图 1-15 圆的直径注法

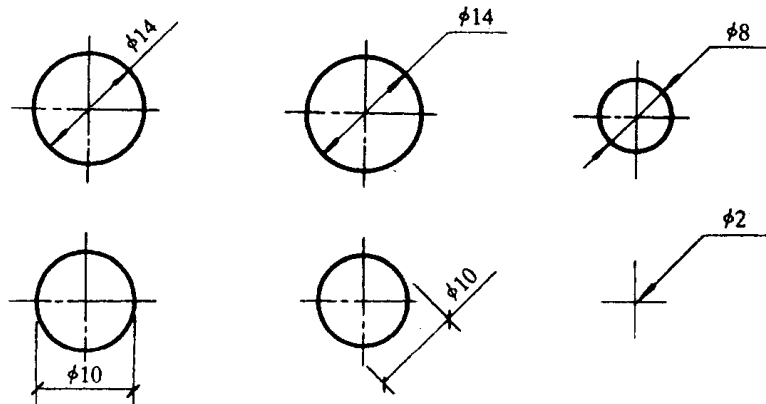


图 1-16 小圆直径的注法

半径的尺寸线应自圆心画至圆弧,方向倾斜,圆弧端画上箭头,半径数前加注半径符号“R”(图 1-17)。

较小圆弧的半径可用图 1-18 的形式标注。较大圆弧的半径,其尺寸线允许画成折线,或者只画一段,但方向须对准圆心,箭头仍指至圆弧(图 1-19)。

角度尺寸线的两端,以箭头为起止符号,角度数字水平排列(图 1-20)。

7. 其它尺寸的注法