



[第2版]

工程制图基础

陈 循 唐根顺 主编

国防科技大学出版社

内容提要

本书是以普通高等院校工程图学课程教学基本要求(教育部工程图学教学指导委员会 2004 年杭州工作会议原则通过)和国家质量技术监督局发布的新标准为依据,吸取了计算机图学和工程制图教学改革发展的新成果,并根据军队院校的特点,在国防科学技术大学编《画法几何及工程制图》第一版的基础上修订而成。本书共十一章,主要内容有:工程制图的基本知识和技能;点、直线和平面的投影;立体的投影;组合体;轴测投影;机件常用表达方法;标准件与常用件;零件图;装配图;AutoCAD 绘图;筑城工事与军用桥梁图等。另有《工程制图基础习题集》与本书配套出版。

本书可作为高等工科院校、军队院校 40~60 学时工程制图课程教材,也可用于继续教育同类专业的教材及有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图基础/陈循,唐根顺主编.—2 版.—长沙:国防科技大学出版社,2006.9
ISBN 7-81099-360-7

I. 工… II. ①陈… ②唐… 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(2006)第 083409 号

国防科技大学出版社出版发行

电话:(0731) 4572640 邮政编码:410073

<http://www.gfkdcbs.com>

责任编辑:石少平 责任校对:黄 煌

新华书店总店北京发行所经销

国防科技大学印刷厂印装

*

开本:787×1092 1/16 印张:18.25 字数:433 千

2006 年 9 月第 2 版第 1 次印刷 印数:1-5000 册

*

ISBN 7-81099-360-7/TB·5

定价:28.00 元

前 言

本书是以普通高等院校工程图学课程教学基本要求（教育部工程图学教学指导委员会 2004 年杭州工作会议原则通过）和国家质量技术监督局发布的新标准为依据，吸取了计算机图学和工程制图教学改革发展的新成果，并根据军队院校的特点，在国防科学技术大学编《画法几何及工程制图》第一版的基础上修订而成。

本教材的特点：

1. 着重手工绘图、仪器绘图和计算机绘图三种绘图能力的综合培养，有利于培养学员综合的图形处理能力与动手能力。

2. 在注重形象思维的基础上，突出了图学知识与工程应用特点，加强学员想象构型和设计能力的训练，有利于创造性思维能力培养。

3. 删减了图解法的内容，突出了投影的基本理论、体的表达方法和工程图样的绘制与阅读。基本理论部分通过大量例题突出了分析和解决问题的思路与方法。

4. 在原《画法几何及工程制图》教材的基础上增加了用 AutoCAD 软件绘制工程图的内容，使绘图的基本理论与现代绘图技术有机结合。

5. 增加了筑城工事与军用桥梁图内容，以适应军队院校教学的需要。

6. 贯彻了最新颁布的《技术制图》和《机械制图》的国家标准。

本教材由陈循教授和唐根顺副教授主编，参加编写工作的有鲁建平（绪论和第四章），郭坤州（第一章和第九章），唐根顺（第二章和第六章），徐小军（第三章和第十章），张湘（第五章、第七章和附录），易声耀（第八章和第十一章）。

本教材由中国工程图学学会理事尚建忠教授主审，参加审阅的还有范大鹏教授、夏宏玉副教授，他们对书稿提出了宝贵的建议。本书的出版工作得到了国防科技大学训练部、国防科技大学机电工程与自动化学院以及国防科技大学出版社的支持与帮助，在此一并表示衷心的感谢！

由于我们水平有限，对本书中存在的缺点以及错误，恳请读者批评指正。

编者
2006 年 7 月

目 录

绪 论	(1)
-----	-------

第一章 工程制图的基本知识和技能

§ 1-1 制图基础知识	(3)
§ 1-2 绘图工具和仪器的使用	(11)
§ 1-3 几何作图	(14)
§ 1-4 徒手绘图	(17)

第二章 点、直线、平面的投影

§ 2-1 投影法	(19)
§ 2-2 点的投影	(20)
§ 2-3 直线的投影	(25)
§ 2-4 平面的投影	(33)

第三章 立体的投影

§ 3-1 平面立体	(41)
§ 3-2 回转体	(44)
§ 3-3 立体的表面交线	(49)

第四章 组合体

§ 4-1 组合体的形体分析	(64)
§ 4-2 画组合体视图	(66)
§ 4-3 读组合体视图	(69)
§ 4-4 组合体的尺寸标注	(75)

第五章 轴测投影

§ 5-1 概 述·····	(80)
§ 5-2 正等轴测投影的画法·····	(82)
§ 5-3 斜二测轴测投影的画法·····	(86)
§ 5-4 徒手绘制轴测图·····	(88)

第六章 机件常用的表达方法

§ 6-1 视 图·····	(91)
§ 6-2 剖视图·····	(94)
§ 6-3 断面图·····	(107)
§ 6-4 其它表达方法·····	(110)
§ 6-5 表达方法应用举例·····	(115)

第七章 标准件与常用件

§ 7-1 螺纹及螺纹紧固件·····	(117)
§ 7-2 键、销及滚动轴承·····	(130)
§ 7-3 齿 轮·····	(134)
§ 7-4 弹 簧·····	(138)

第八章 零件图

§ 8-1 零件图的内容·····	(142)
§ 8-2 零件图的视图选择·····	(143)
§ 8-3 零件图的尺寸标注·····	(149)
§ 8-4 零件表面粗糙度及注法·····	(152)
§ 8-5 极限与配合·····	(156)
§ 8-6 零件的工艺结构·····	(168)
§ 8-7 阅读零件图·····	(171)

第九章 装配图

§ 9-1 装配图的作用和内容	(175)
§ 9-2 装配图的常用表达方法	(178)
§ 9-3 装配结构合理性简介	(180)
§ 9-4 部件测绘与装配图的画法	(183)
§ 9-5 阅读装配图和拆画零件图	(191)

第十章 AutoCAD 绘图

§ 10-1 AutoCAD 部分基本操作	(198)
§ 10-2 AutoCAD 绘图举例	(201)

第十一章 筑城工事与军用桥梁图

§ 11-1 基本知识	(212)
§ 11-2 筑城工事与军用桥梁图读图实例	(223)

附 录

一、明细栏和标题栏	(238)
二、螺 纹	(239)
三、常用的标准件	(244)
四、极限与配合	(264)
五、常用材料	(269)
六、热处理	(274)
七、钢筋混凝土单孔重机枪工事钢筋表	(275)
参考文献	(283)

绪 论

一、图学发展简史

图形与文字一样,都是人类创造的用以表达、交流思想的基本工具。文字源于图画,象形文字和字母文字都一样,最早的文字被称为图画文字,图形的历史比文字更加悠久。

图样是人类文化知识的重要载体,是信息传播的重要工具。在人类社会和科学技术的发展进程中,图样发挥了语言文字所不能替代的巨大作用。以图解法和图示法为基础的工程制图是科技思维的主要表达形式之一,也是指导工程技术活动的一种重要技术文件。

中国工程图学史源远流长,图学成就斐然可观。古代典籍《周易·系辞》中有“制器者尚其象”的名言,意即在制造器物时须按一定的图或图样制作。春秋时期的技术著作《周礼考工记》中已记载了规矩、绳墨、悬垂等绘图测量工具的运用情况。魏晋时期的刘徽在《九章算术》中提出了“析理以辞,解体用图”的研究方法,强调要文字和图形并用。古代数学名著《周髀算经》中,对直角三角形的三条边的内在性质已有较深刻的认识。及至宋代,从李诫的《营造法式》可以看出,当时的建筑制图已相当规范。英国科学史家李约瑟在《中国科学技术史》中对中国图学成就也作出了高度评价。

西方近代工业革命推动了图学的发展,1795年法国科学家蒙日系统地提出了以投影几何为主线的画法几何学,为准确和规范的表达提供了理论依据。若把工程图比作工程技术界的“语言”,画法几何就是这门语言的“语法”。

近几十年来,计算机技术的迅猛发展极大地促进了图形学的发展,计算机图形学的兴起谱写了图形学应用与发展的新篇章,以计算机图形学为基础的计算机辅助设计(CAD)技术给设计领域带来了重大变革,CAD发展、应用水平已成为衡量一个国家工业现代化水平的重要标志之一。CAD技术完全改变了过去手工绘图、描图、发送图纸,凭图纸组织整个产品开发过程的传统模式,代之以在图形工作站上进行协同设计、用数据文件发送产品设计信息、在统一的产品设计模式下进行分析计算、工艺规划、工艺装备设计、数控加工、质量控制、产品维护手册编制等工作的新模式。

但是,计算机在设计领域的广泛应用并不意味着可以忽视图学基本理论的学习和基本绘图技能训练。计算机性能再高也只是一种工具,必须有掌握了相关理论基础和技能的具有创造性的人,才能充分发挥出计算机的作用,为社会创造出大量物质和精神财富。

二、本课程的研究对象

工程制图以工程图样为研究对象。工程设计中以投影理论为基础、按照国家颁布的制图标准而绘制的、包含物体形状尺寸材料加工等信息的图形文件,称为工程图样。工程图样中一般注有必要的生产、检验、安装、使用、维护技术说明与要求,是机械制造、土木建

筑等各种工程技术活动中的重要技术文件,是进行技术交流所必不可少的工具。

本课程主要研究绘制和阅读各种工程图样的基本原理和方法,主要内容包括制图基础知识、正投影原理、组合体的表达、机件的表达、工程图样的绘制和阅读、建筑制图基础、筑城工事与军用桥梁图、计算机绘图基础等几个方面。

三、本课程的任务

工程制图是一门既有一定的理论深度,又有很强的实践性的技术基础课,完成本课程的学习之后,读者应能掌握图学基本理论和绘制、阅读工程图样的基本技能,本课程的任务可概括为以下几点:

1. 学习正投影法的基本理论及其应用;
2. 培养尺规绘图、徒手绘图、计算机绘图及阅读各种工程图样的综合能力;
3. 培养空间构思表达能力和空间思维能力;
4. 培养自学能力及分析问题和解决问题的能力;
5. 培养查阅有关设计资料和工程图样国家标准的能力;
6. 培养耐心细致、严谨的工作作风和认真负责的工作态度。

四、本课程的学习方法

1. 工程制图是一门实践性很强的课程,必须注重理论联系实际,细观察、多思考、勤动手,掌握正确的读图、画图方法和步骤,以逐步提高相关技能。

2. 牢固掌握基本投影规律、弄清几何元素的空间关系、明晰作图步骤。
3. 注意将尺规绘图、徒手绘图、计算机绘图等技能与投影理论密切结合。
4. 在学习过程中有意识地培养自身自学能力、独立解决问题的能力 and 创新能力。
5. 要有明确的学习目的、严谨的态度、耐心细致的作风。

由于工程图样在国防和国民经济建设中起着非常重要的作用,绘图和读图时出现的小差错都可能导致很大的经济损失或安全事故,从做本课程的第一道作业题起,就应该特别注重严谨细致的好习惯、好作风的培养。

学好本课程可为多门后续课程及生产实习、课程设计和毕业设计打下良好的基础,绘图和读图的技能也将在上述环节中得到进一步的巩固和提高。

第一章 工程制图的基本知识和技能

工程图样是现代工业生产中的重要技术文件,是表达设计思想、交流技术经验的必不可少的工具之一,是工程界共同的技术语言。为了便于指导生产和进行技术交流,必须对图样作出统一规定。设计和生产部门必须严格遵守国家标准《技术制图》与《机械制图》的统一规定,认真执行国家标准。

我国国家标准简称“国标”,代号为“GB”。本章摘录了国家技术监督局发布,中国标准出版社出版的《技术制图》与《机械制图》的部分内容,其余内容将在以后有关章节中介绍。

§ 1-1 制图基础知识

一、图纸幅面与格式(GB/T14689-1993)

1. 图纸幅面

为了便于图纸的绘制、使用和管理,国家标准中规定了五种基本幅面,其幅面尺寸如表 1-1。

表 1-1 图纸基本幅面尺寸

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

表 1-1 中,B 和 L 分别表示图幅短边和长边的尺寸,a、c、e 表示图框的周边尺寸。

2. 图框格式

图框线必须用粗实线绘制,分为留装订边和不留装订边两种格式。

不留装订边的图框格式,如图 1-1 所示。

留装订边的图框格式,如图 1-2 所示。

为便于图样的复制、缩微和摄影,可采用对中符号,对中符号是从纸边画入图框内约 5mm 长的一段粗实线,如图 1-3 所示。

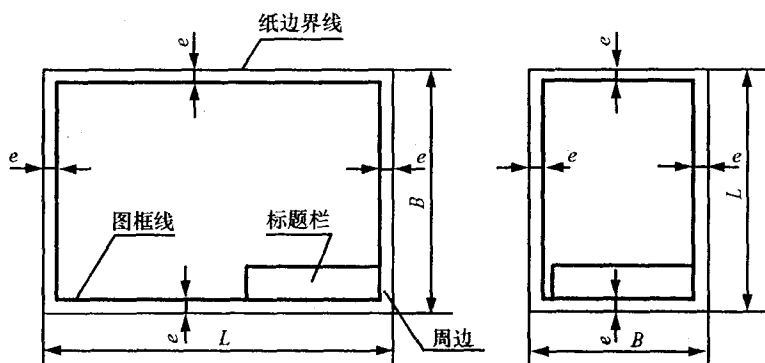


图 1-1 不留装订边的图框格式

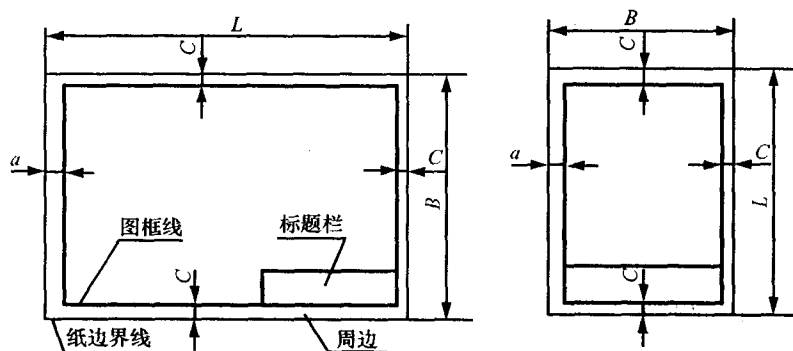


图 1-2 留装订边的图框格式图框格式

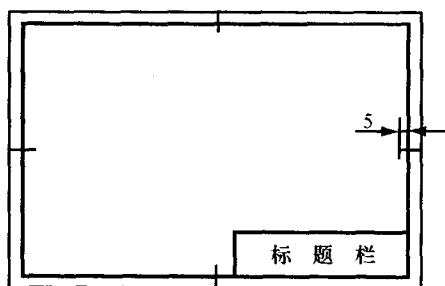


图 1-3 有对中符号的图框格式

3. 标题栏(GB/T10609.1-1989)

标题栏是由图样的名称、代号区、签字区、其他区等栏目组成,一般应画在图样的右下角,如图 1-4 所示。学校学生作业可采用图 1-5 的格式。标题栏中的文字方向与看图方向一致。

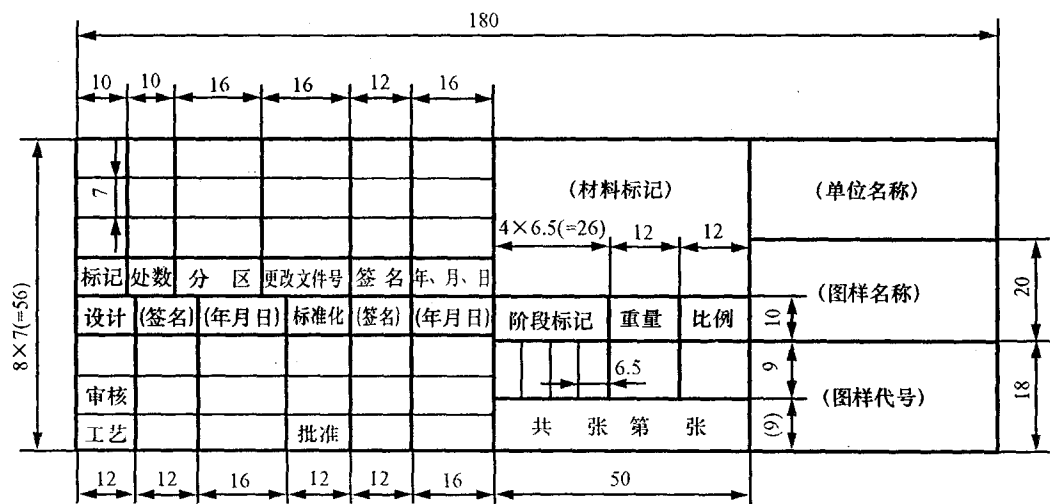


图 1-4 国家标准规定的标题栏格式与尺寸

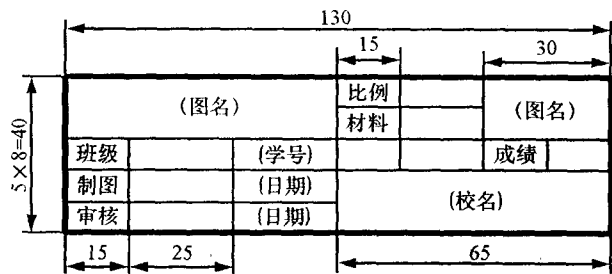


图 1-5 学校采用的标题栏格式与尺寸

二、比例(GB/T14690 - 1993)

图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比称为比例。国标规定的比例见表 1-2,表中不加括号的为优先采用的比例。

绘图时,应尽量按 1:1 的比例绘制图样,以使图样反映机件实际大小;必要时也可将图样以放大或缩小的比例绘制,但图样的尺寸应标注机件的实际尺寸。

表 1-2 国标规定的绘图比例

种 类	比 例
原值比例	1:1
放大比例	2:1 (2.5:1) (4:1) 5:1 $1 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ ($2.5 \times 10^n:1$) ($4 \times 10^n:1$) $5 \times 10^n:1$
缩小比例	(1:1.5) 1:2 (1:2.5) (1:3) (1:4) 1:5 (1:6) $1:1 \times 10^n$ ($1:1.5 \times 10^n$) $1:2 \times 10^n$ ($1:2.5 \times 10^n$) ($1:3 \times 10^n$) ($1:4 \times 10^n$) $1:5 \times 10^n$ ($1:6 \times 10^n$)

注: n 为正整数。

三、字体(GB/T14691 - 1993)

图样中除了表示机件形状的图形外,还需要文字、数字和字母等进行标注或说明。GB/T14691 - 1993《技术制图 字体》规定了文字、数字、字母的书写形式。

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。

字体的号数即字体的高度 h (单位为毫米),分别为 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8 等八种。汉字的高度不应小于 3.5mm。如字体的高度大于 20mm,则字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体的宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

汉字要用长仿宋体书写,且采用国家公布的简化字。长仿宋体的特点是字形端正、结构匀称、笔划粗细一致、清楚美观、便于书写。书写长仿宋体的要领为:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。

长仿宋体字示例:

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

A 型斜体拉丁字母示例:

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

A 型斜体数字示例:

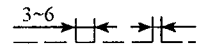
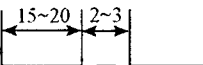
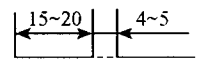
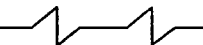
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

I II III IV V VI VII VIII IX X

四、图线(GB/T17450 - 1998、GB/T4457.4 - 1984)

为了使图样统一、清晰、便于阅读,绘制图样时,应遵循国家标准 GB/T17450 - 1998《技术制图 图线》的规定。该规定制定了 15 种基本线型,以及多种基本线型的变形和图线的组合。表 1-3 列出了 GB/T4457.4 - 1984《机械制图 图线》规定的机械制图常用的线型及其变形和组合。

表 1-3 机械制图的图线型式及应用

名 称		线 型	一般应用
实 线	粗实线		可见轮廓线、可见过渡线
	细实线		尺寸线、尺寸界线、剖面线、牙底线、齿根线、引出线、辅助线等
虚 线			不可见轮廓线、不可见过渡线
点画线	细点画线		轴线、对称中心线、轨迹线、齿轮节线等
	粗点画线		有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线			相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线、假想投影的轮廓线等
波浪线			断裂处的边界线、剖视与视图的分界线
双折线			断裂处的边界线

GB/T17450 规定,图线的线宽 b 根据图的大小及复杂程度,在下列数系中选择:0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2。

粗线、中粗线和细线的宽度比率为 4:2:1。在同一图样中,同类图线的宽度应一致。在建筑图样中采用三种线宽,其比例关系为 4:2:1;在机械图样中采用两种线宽,其比例关系为 2:1。

绘制图样时,应遵守以下规定:

1. 同一图样中,同类图线的线宽基本一致。虚线、点画线和双点画线的线段长度及间隔应各自大致相等,如表 1-3 中所示。

2. 两条平行线(包括剖面线)之间距离应不小于粗实线的两倍宽度,其最小距离不得小于 0.7mm。

3. 轴线、对称中心线、双点画线应超出轮廓线 2 ~ 5mm。点画线和双点画线的首尾两端应是长画,而不是短画。在较小的图形上画点画线有困难时,可用细实线代替。

4. 当虚线、点画线与其它图线相交时,必须是线段相交。虚线是实线的延长线时,则在连接处要留空隙。

各种图线的应用如图 1-6 所示。

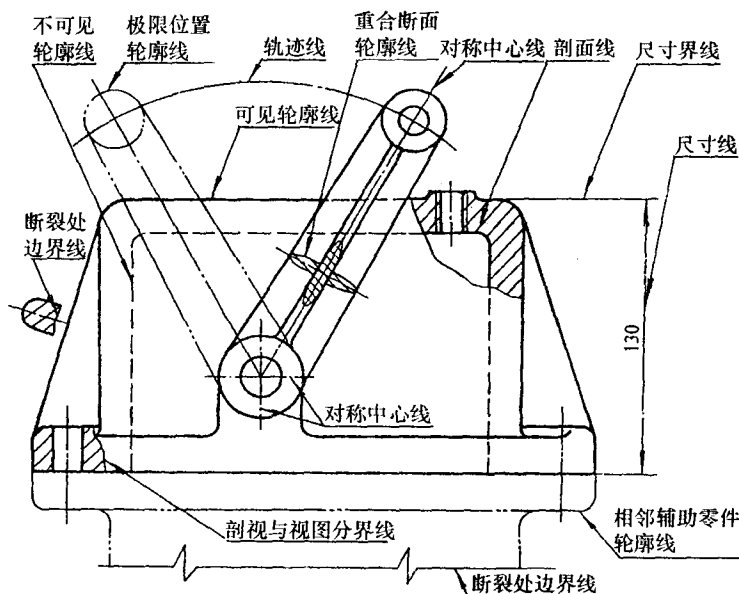


图 1-6 各种图线的应用

五、尺寸标注(GB/T16675.2-1996)

图样中图形仅仅表示了机件的形状,而机件的真实大小是靠尺寸确定的,因此,尺寸标注是图样中一项重要内容。标注尺寸必须认真细致,一丝不苟,严格遵守国家标准中规定的原则和标注方法。

1. 尺寸标注的基本规定

1) 机件的真实大小应以图样中所标注的尺寸数值为依据,与图形的大小及绘图的准确度无关。

2) 机械图样中的尺寸,以毫米为单位时,不须标注计量单位的代号或名称,如采用其他单位,则必须注明计量单位的代号或名称。

3) 图样中所标注的尺寸,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,且应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸组成

一个完整的尺寸标注,由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字组成,如图 1-7 所示。

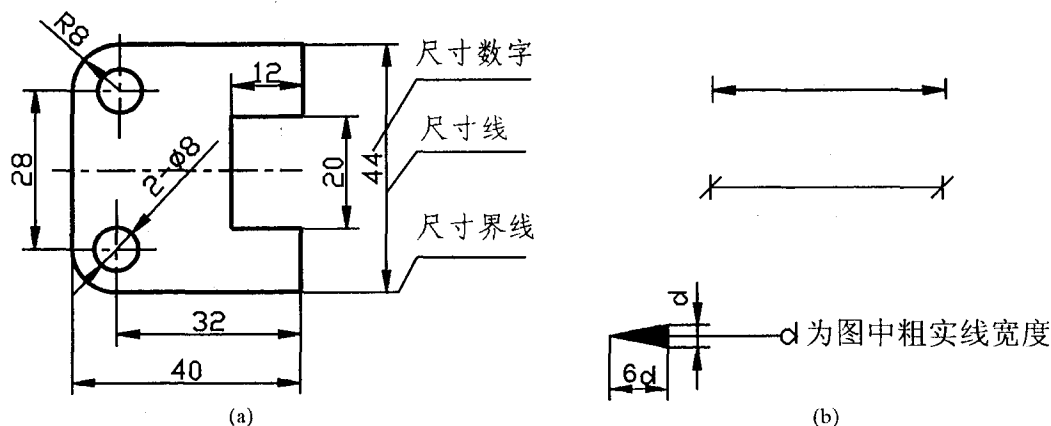


图 1-7 尺寸的组成及注法

1) 尺寸界线

尺寸界线表示尺寸的起止。一般用细实线画出并垂直于尺寸线,尺寸界线的一端应与轮廓线接触,另一端应伸出尺寸线 2~3mm。有时也可借用轮廓线、中心线等作为尺寸界线。

2) 尺寸线

尺寸线用细实线单独绘制,不能借用其它图线代替,也不能画在图线的延长线上。

尺寸线的终端为箭头或细斜线,箭头的画法如图 1-7(b)所示。细斜线的方向和画法如图 1-7(b)所示。当尺寸线终端采用斜线形式时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直,并且同一图样中只能采用一种尺寸线终端形式。

标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,当有几条相互平行的尺寸线时,大尺寸要注在小尺寸外面,以免尺寸线与尺寸界线相交。

3) 尺寸数字

线性尺寸的尺寸数字一般要标注在尺寸线的上方或中断处。注写方向如图 1-8(a)所示,应避免在 30°角范围内标注尺寸。无法避免时,可以采用引出标注,如图 1-8(b)所示。

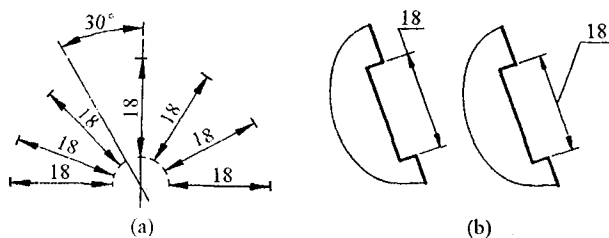


图 1-8 线性尺寸数字的标注

3. 各种尺寸标注示例

1) 圆及圆弧的标注方法

(1) 标注圆的直径时,应在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”;标注圆弧半径时,应在尺寸数字前加注符号“ R ”,如图 1-9 所示。

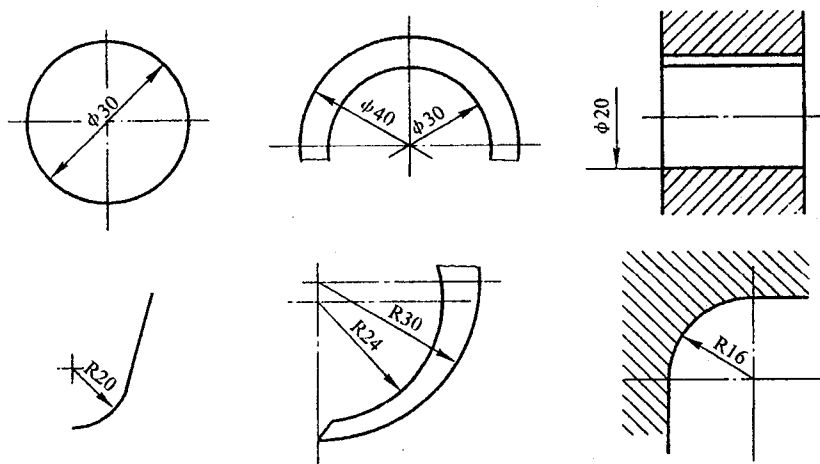


图 1-9 圆及圆弧尺寸注法

(2) 标注大圆弧尺寸时,由于半径过大,无法在图纸中标出圆心位置时,可以采用图 1-10(a)所示的形式标注;若不需要标出圆心位置时,可采用图 1-10(b)所示的形式标注。

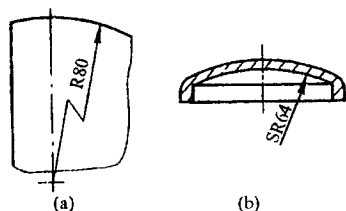


图 1-10 大圆弧尺寸注法

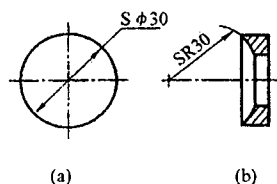


图 1-11 球面的尺寸注法

(3) 标注球面的直径或半径时,尺寸数字前应加“ $S\phi$ ”或“ SR ”,如图 1-11 所示。

2) 角度标注方法

标注角度时,尺寸界线沿径向引出,尺寸线为以角度顶点为圆心的圆弧,尺寸数字一律水平书写,一般写在尺寸线的中断处,如图 1-12(a)、(b)所示,也可注在外面或引出标注,如图 1-12(c)所示。

3) 小尺寸标注方法

若尺寸界线之间没有足够位置画箭头及写数字时,箭头可画在外面,允许用小圆点代替两个连续尺寸间的箭头,如图 1-13 所示。

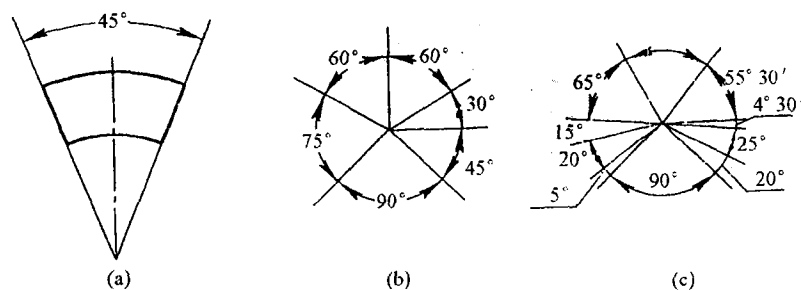


图 1-12 角度的尺寸注法

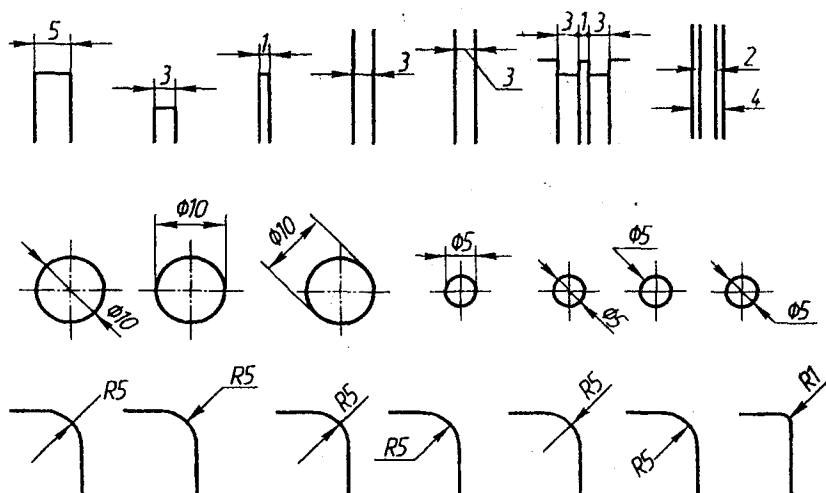


图 1-13 小尺寸的注法

§ 1-2 绘图工具和仪器的使用

常用的绘图工具和仪器有图板、丁字尺、铅笔、绘图仪器、比例尺、绘图仪等。正确而熟练地使用绘图工具和仪器,不但能保证图样质量,而且能提高绘图速度。下面介绍最常用的绘图工具和仪器的使用方法。

一、图板与丁字尺

图板用于铺放图纸,其表面必须平坦、光滑,左右导边必须平直。丁字尺用于画水平线,由尺头和尺身构成,此两者必须结合牢固,尺头内侧边及尺身工作边必须平直,如图 1-14所示。