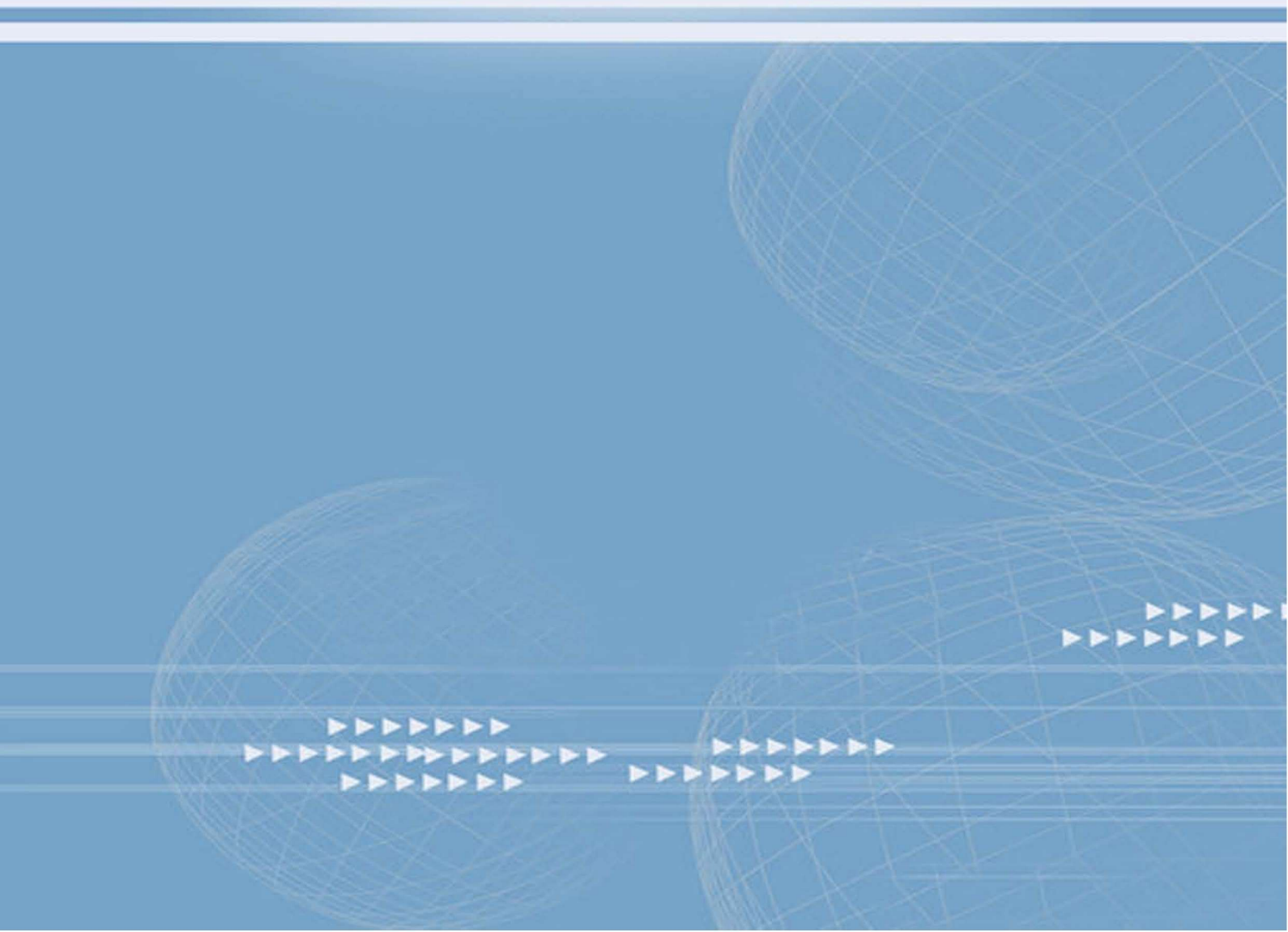


机械制图

主编 杨水洁



编写说明

本书根据劳动和社会保障部颁发的《机械制图教学大纲》编写。在编写过程中作者根据长期的教学经验,将一些内容在组织和编排上作了新的尝试,重点是培养学生的读图能力和绘图能力,为学习专业课程和实践操作打下扎实的基础。

本书的主要内容包括:制图基础知识与技能,正投影法及基本体的视图,组合体与轴测图,图样的基本表示法,标准件与常用件的特殊表示法,零件图、装配图、CAD 绘图基础等。

本书由张卿(绪论、第一章、第八章、第九章、第十章)、甘桂华(第二章、第三章)、杨水洁(第四章、第五章)、吴忠华(第六章、第七章)编写,主编杨水洁。

本书在编写过程中得到赣州技师学院、江西凤凰高级技工学校、江西机械电子技工学校、江西赣州东方丽影时尚数码影像中心的大力支持,在此表示感谢。

由于时间仓促,编者水平有限,书中难免会有不足之处,希望使用本书者多提宝贵意见和建议,以便修订与完善。

江西省技工学校教学研究室

2006 年 3 月

目录

绪 论	1
第一章 制图基本知识与技能	6
§1-1 制图的基本规定	6
§1-2 绘图工具及其使用	10
§1-3 尺寸注法(GB/T4458.4-1984)	12
§1-4 平面图形的画法	15
§1-5 绘图的方法与步骤	19
第二章 正投影法及基本体的视图	21
§2-1 正投影法及基本体的视图	21
§2-2 点、直线、平面的投影	24
§2-3 基本体的三视图	31
§2-4 切割体的绘制与识读	37
§2-5 相贯线的画法与识读	43
第三章 组合体	47
§3-1 组合体的形体分析	47
§3-2 组合体视图的画法	49
§3-3 形体的尺寸标注	52
§3-4 读组合体视图	59
§3-5 轴测图	65
第四章 图样的基本表示方法	72
§4-1 机件外部形状的表达——视图	72
§4-2 机件内部形状的表达式——剖视图	76
§4-3 机件断面形状的表达式——断面图	83
§4-4 局部放大图	84
§4-5 常用简化画法(GB/T1667·1-1996)	85
§4-6 第三角画法(GB/T14692-1993)	89
第五章 标准件与常用件的特殊表示法	92
§5-1 螺纹及螺纹紧固件	92
§5-2 齿轮	100
§5-3 键和销	106
§5-4 弹簧	109
§5-5 滚动轴承	111
§5-6 中心孔(GB/T4459.5-1999)	113
第六章 零件图	116
§6-1 概述	116
§6-2 零件图的视图选择	117
§6-3 零件图的尺寸标注	119
§6-4 零件图技术要求的标注	126

§6-5	读典型零件图	132
§6-6	零件的测绘	139
第七章	装配图	143
§7-1	概述	143
§7-2	装配图的规定画法和特殊画法	145
§7-3	装配图的尺寸标注和技术要求	149
§7-4	装配图上零件序号和明细栏	150
§7-5	读装配图和拆画零件图	151
§7-6	装配体的测绘	156
第八章	AutoCAD 使用入门	162
§8-1	AutoCAD 的启动	162
§8-2	AutoCAD 图形屏幕	164
§8-3	坐标系统	168
§8-4	图形文件及其操作	169
§8-5	选择编辑对象的方法	172
第九章	AutoCAD 基本绘图环境的设置	174
§9-1	设置图层管理环境	174
§9-2	设置文本书写环境	176
§9-3	设置图形界限	180
§9-4	设置精确绘图工具	180
第十章	AutoCAD 命令组合实例制作	184
§10-1	绘制图幅格式及平面图形	184
§10-2	圆弧连接与组合体剖视图	192
§10-3	轴类零件的绘制	206
§10-4	轴测图的绘制	217
§10-5	绘制实体图形	226
§10-6	装配图的绘制	229
附录		234
附表 1	普通螺纹直径与螺距(GB193-81)	234
附表 2	六角头螺栓	235
附表 3	双头螺柱	236
附表 4	螺钉(一)	237
附表 4	螺钉(二)	238
附表 5	螺母	239
附表 6	垫圈	240
附表 7	轻型弹簧垫圈(GB859-87)	240
附表 8	键	241
附表 9	圆柱销(GB119-86)	242
附表 10	圆锥销(GB119-86)	242
附表 11	开口销(GB91-86)	243

绪 论

一、图样的内容和作用

机器是由部件和零件组装而成。在制造机器时,要零件图加工零件,再按装配图把零件装配成机器。图 0-1(a)为千斤顶立体图。它由底座、顶块、螺杆等零件组成。图 0-1(b)为千斤顶块的零件图。零件图是表达零件的结构、形状、大小及有关技术要求的图样,在制造机器时根据零件图加工零件。装配图是表示组成机器各零件之间的连接方式和装配关系的图样,只有根据装配图所表达的装配关系和技术要求,把合格的零件装配在一起,才能制造出机器。0-1(c)为千斤顶装配图,用来说明千斤顶的工作原理、装配关系及组成零件的名称、数量、材料、主要的结构形状等,以便了解千斤顶的构造和设计要求。由此可见,图样是工业生产中重要的技术文件,是进行技术交流的重要工具,因此被称为工程界的技术语言。

本课程正是研究识读和绘制图样的方法的课程。

二、投影的方法和分类

物体在光线照射下,在地面或墙上就会产生影子,根据这种自然现象,总结其中规律,形成了投影的方法。

工程上常用的投影方法分为两类:中心投影法和平行投影法。

1.中心投影法[图 0-2(a)]

设 S 为投影中心, SA,SB,SC 为投影线,平面 P 为投影面。延长 SA,SB,SC 与投影面 P 相交,交点 a,b,c 即为三角形顶点 A,B,C 在 P 面上的投影。由于投影线均从投影中心出发,所以这种投影法称为中心投影法。在日常生活中,照相,放映电影等均为中心投影的实例。

2.平行投影法

假设投影中心移到无限远处时,所有投影线互相平行,这种投影法称为平行投影法。根据投影线对投影面 P 的倾角不同,平行投影法又分为斜投影法和正投影法两种。

斜投影法——投影线倾斜于投影面的平行投影法[图 0-2(b)]。

正投影法——投影线垂直于投影面的平行投影法[图 0-2(c)]。

三、工程上常用的投影图

1.透视图

用中心投影法将物体投影到单一投影面上得到的图形称为透视图[图 0-3(a)]。透视图与人的视觉习惯相符,能体现近大远小的效果,所以形态逼真,具有强烈的立体感,但作图比较麻烦,且度量性差,常用于绘制机械或建筑工程的效果图,如图 0-3(b)所示。

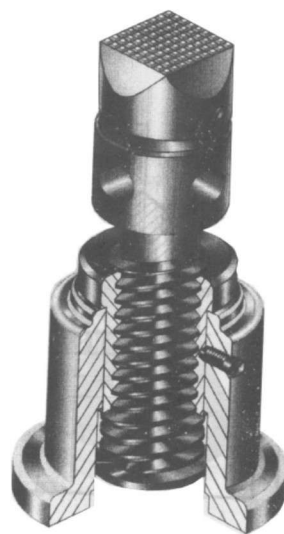


图 0-1(a) 千斤顶

图 0-1(c) 千斤顶

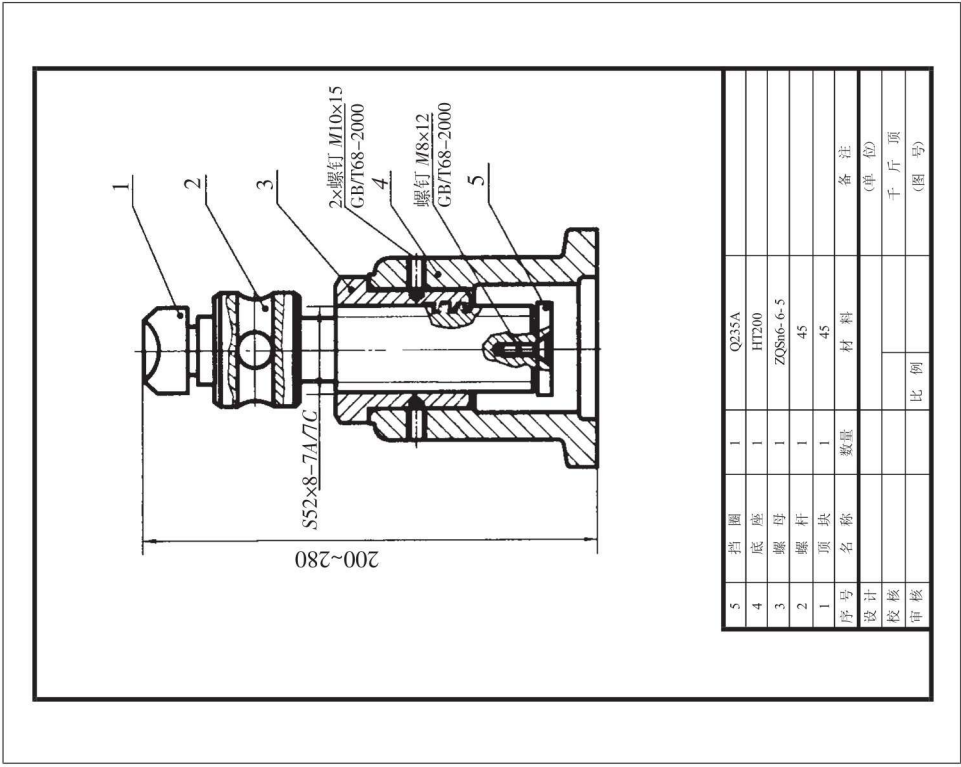


图 0-1(c) 千斤顶

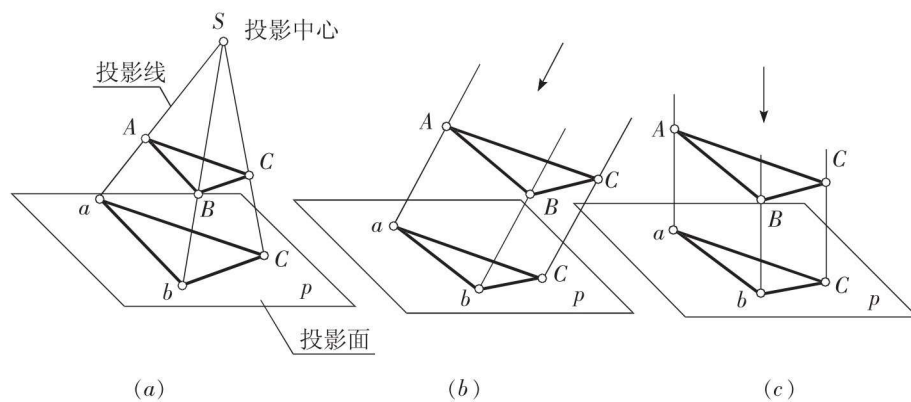


图 0-2 投影法

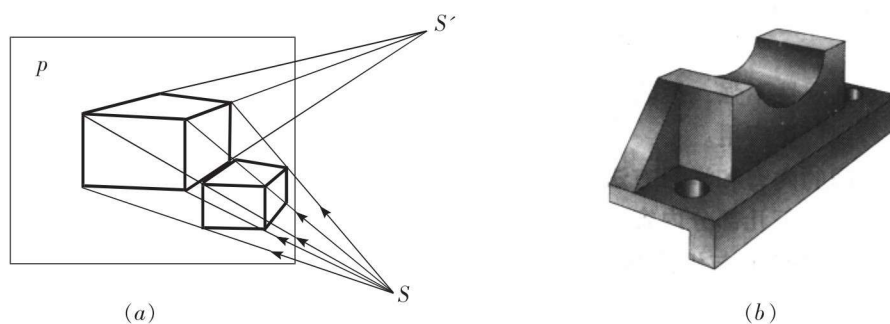


图 0-3 透视图

2.轴测图

用平行投影法将物体投影到单一投影面上所得到的图形称为轴测图。

如图 0-4(a) 所示,物体上互相平行且长度相等的线段,在轴测图上仍互相平行,长度相等。轴测图虽然不符合近大远小的视觉习惯,但仍具有很强的直观性,所以在工程上特别是机械图样中应用广泛,如图 0-4(b)。

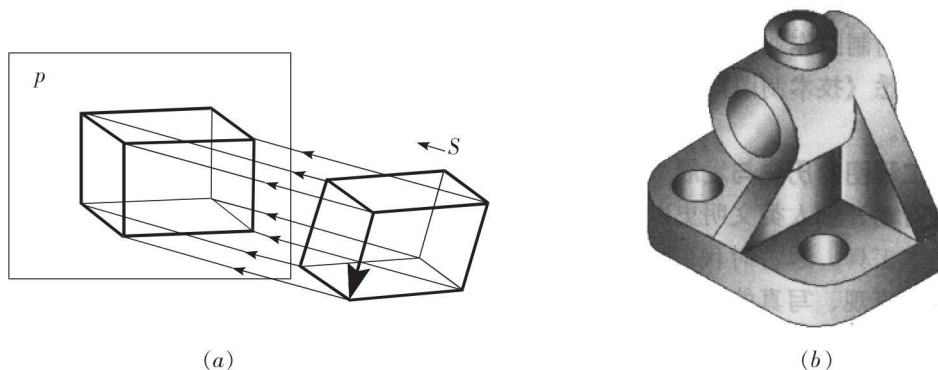


图 0-4 轴测图

3.多面正投影图

由正投影法所得的图形称为正投影图,如图 0-5(a)所示。

用正投影法将物体分别投影到相互垂直的几个投影面上,如 V 、 H 、 W 面,得到三个投影,然后将 H 、 W 面旋转,使其与 V 面在一个平面内。这种用一组投影表达物体形状的图,称为多面正投影图,如图 0-5(b)所示。

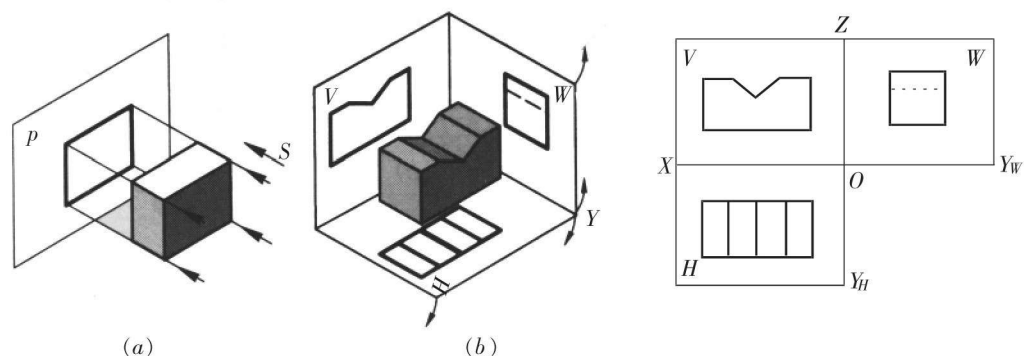


图 0-5 正投影图

正投影图直观性不强,但能正确反映物体的形状和大小,而且作图方便,度量性好,所以在工程上得到广泛应用。

四、工程图的历史与发展

在人类的进化过程中,语言为人类的思想沟通奠定了基础,文字的出现将前人生活实践经验记录下来传之后世。图形与语言、文字一样,是人们认识自然、表达和交流思想的基本工具。远古时代,人类从制造简单工具到营造建筑物,一直使用图形来表达意图,但均以直观、写真的方法来画图。随着生产的发展,这种简单的图形已不能正确表达形体,人们迫切需要总结出一套绘制工程图的方法,既能正确表达形体,又便于绘制和度量。18 世纪欧洲的工业革命,促进了一些国家科学技术的迅速发展。法国科学家蒙日在总结前人经验的基础上,根据平面图形表示空间形体的规律,应用投影方法创建了画法几何学,奠定了图学理论的基础,使工程图的表达与绘制实现了规范化。200 年来,经过不断完善和发展,工程图在工业生产中得到了广泛的应用。

在图学发展的历史长河中,我国人民也有着杰出的贡献。“没有规矩,不成方圆”,反映了我国在古代对尺规作图已有深刻的理解和认识,如春秋时代的《周礼·考工记》中已记载了规矩、绳墨、悬锤等绘图工具的运用。我国历史上保存下来最著名的建筑图样为宋代李明仲所著的《营造法式》(刊印于 1103 年),书中记载的各种图样与现代的正投影图、轴测图、透视图的画法已非常接近。宋代以后,元代王桢所著《农书》(1313 年)、明代宋应星所著《天工开物》(1637 年)等书中都附有上述类似图样。清代徐光启所著《农政全书》,画有许多农具的图样,包括构造细部的详图,并附有详细的尺寸和制造技术要求注解。由于我国长期处于封建社会,科学技术发展缓慢,图学方面虽然很早就有相当高的成就,但未能形成专著留传下来。

20 世纪 50 年代,我国著名学者赵学田教授,简明而通俗地总结了三视图的投影规律“长对正、高平齐、宽相等”。1959 年,我国正式颁布国家标准《机械制图》,1970 年、1974 年、1984 年相继作了必要修订。为了尽快与国际标准接轨,1992 年以来我国又陆续制定了多项适用于各行业的国家标准《技术制图》,目前,正对 1984 年发布的《机械制图》国家标准分批进行全面的修订工作。

20 世纪 50 年代,世界第一台平台式自动绘图机诞生。20 世纪 70 年代后期,随着微型计算机的出

现,使计算机绘图进入高速发展和广泛普及的新时期。

跨入 21 世纪的今天,计算机辅助设计(AutoCAD)技术推动了几乎所有领域的设计革命。AutoCAD 技术从根本上改变了手工绘图、按图组织生产的管理方式,无图纸生产、甩图板工程已经指日可待了。

五、本课程的内容和学习方法

本课程包括以下几部分内容:

1.机械图样的绘制与识读基础

介绍国家标准的有关规定、平面图形画法和绘图方法、轴测图画法及读图的基本方法等。

2.机械图样的表达

介绍图样的基本表示法、常用件的特殊表示法、零件和部件的表达方法等。

3.机械图样的识读

介绍图样上技术要求的注写和识读、零件图和装配图的识读方法与步骤等。

4.计算机辅助绘图基础

介绍利用 AutoCAD2004 绘图软件的操作及绘制简单机械图形等。

本课程的基本要求是能用图形表达物体形状,并由已画好的图样想像物体形状,初步掌握识读和绘制机械图样的能力。学习机械制图的一个重要方法是自始至终把物体的投影与物体的形状紧密联系,既要想像物体的形状,又要思考作图的投影规律,通过不断的由物画图、由图画物,分析和想象空间形体与图形之间的对应关系,逐步提高空间想象能力。在学习过程中应贯彻以识图为主,以绘图促识图的原则。此外,还要了解和熟悉《技术制图》和《机械制图》国家标准的有关规定,培养认真细致的学习态度和工作作风。

第一章 制图基本知识与技能

§1-1 制图的基本规定

图样是现代工业生产中最基本的技术文件。为了正确地绘制和阅读机械图样,必须熟悉和掌握有关标准和规定。我国于 1959 年制定了国家标准《机械制图》,经过几次修订,现行有效的国家标准《技术制图》和《机械制图》是 1984~1999 年制定和修订的。《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,是绘制和阅读机械图样的准则和依据。

我国国家标准(简称国标)的代号是“GB”,它是由“国标”两个字的汉语拼音的第一个字母“G”和“B”组成的,例如《GB/T17451-1998 技术制图 图样画法 视图》即表示制图标准中图样画法的视图部分,“17451”是发布顺序号,“1998”是年号,“T”表示推荐性国标。需要注意的是,《机械制图》标准适用于机械图样,《技术制图》标准则对工程界的各种专业技术图样普遍适用。

本节摘要介绍制图标准中的图纸幅面、比例、字体和图线等制图基本规定,其他标准将在有关章节中叙述。

一、图纸幅面和格式(GB/T14689-1993)

绘制图样时,应优先选用表 1-1 中规定的图纸基本幅面。

表 1-1 基本幅面及尺寸 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				

有关幅面的其他规定如下:

(1)需要装订的图样,其图框格式如图 1-1(a)所示,尺寸按表 1-1 中的规定。

(2)不留装订边的图样,其图框格式如图 1-1(b)所示,尺寸按表 1-1 中的规定。

(3)图框用粗实线绘制。

(4)图框右下角必须画出标题栏,标题栏中的文字方向为看图方向。为了使图样复制缩微摄影时定位方便,均应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号(粗实线)。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

边对中符号处画一个方向符号,如图 1-2 所示。标题栏的内容、格式及尺寸,国家标准(GB/T10609.1-1989)均作了规定。本书一般采用图 1-3 所示的形式。

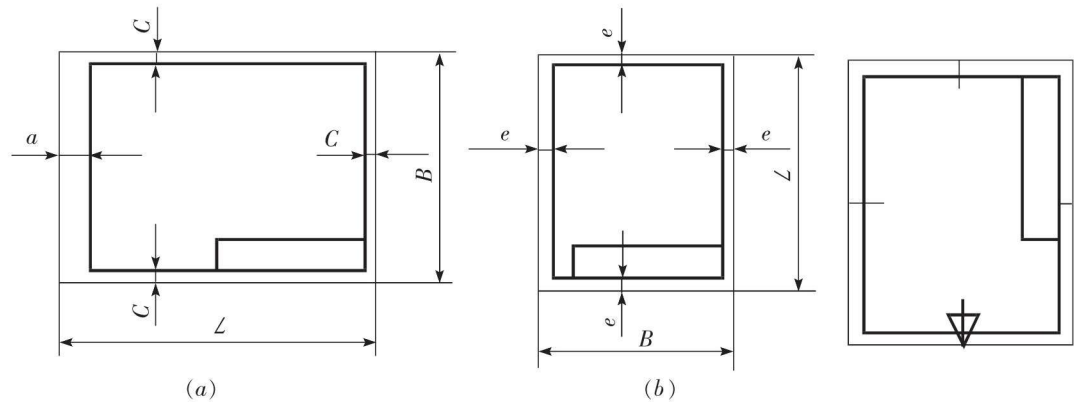


图 1-1 图框格式

图 1-2 对中符号与看图方向

15 35 20 15						
3×9=27	设计			(材料)	(单位)	
	校核			比例	(图名)	
	审核			共张第张	(图号)	
180					60	

图 1-3 标题栏格式

二、比例(GB/T14690-1993)

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。在绘制图样时,常用的比例为 1:1,根据机件的大小和复杂程度也可采用放大或缩小比例,应从表 1-2 规定的系列中选取。

表 1-2		绘 图 比				
原值比例	1:1					
放大比例	2:1	5:1	1×10 ⁿ :1	2×10 ⁿ :1	5×10 ⁿ :1	
	(2.5:1)	(4:1)	(2.5×10 ⁿ :1)	(4×10 ⁿ :1)		
缩小比例	1:2	1:5	1:1×10 ⁿ	1:2×10 ⁿ	1:5×10 ⁿ	
	(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)	(1:4×10 ⁿ)	(1:6×10 ⁿ)	

注:n 为正整数,优先选用不带括号的比例。

无论采用何种比例,标注尺寸时必须注出设计要求的尺寸,它与所采用的比例无关。图 1-4 为用不同比例画出的同一图形。

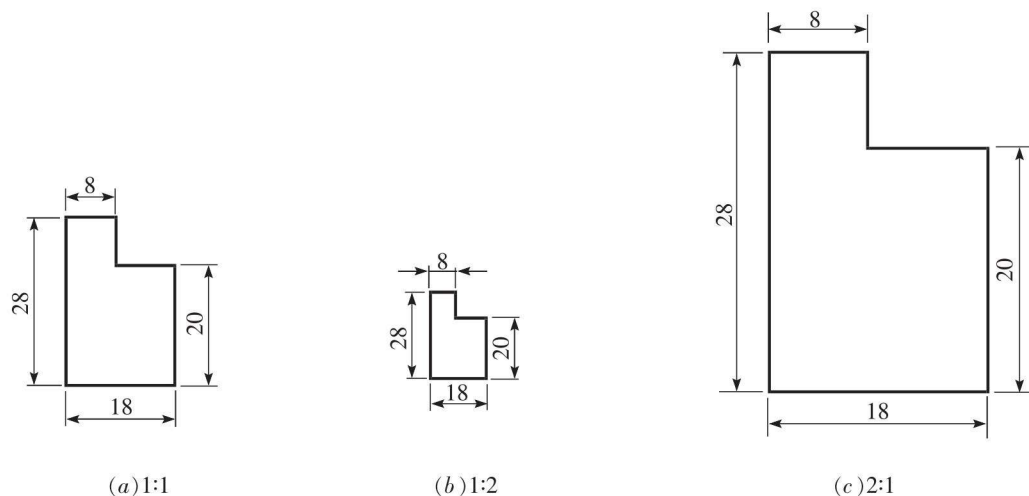


图 1-4 用不同比例画出的图形

三、字体(GB/T14691-1993)

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 ,分为 20mm、14mm、10mm、7mm、5mm、3.5mm、2.5mm、1.8mm 八种。

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。汉字的高度不应小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

数字和字母可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线约成 75° 。字母和数字分 A 型和 B 型两种,建议采用 B 型字体。B 型字体的笔画宽度(d)为字高的(h)1/10。

1.长仿宋体汉字示例

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港口纺织服装

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阀棉麻化纤

汉字的基本笔画为点、横、竖、撇、捺、挑、折、勾。

2.B 型斜体数字示例

0123456789

I II III IV V VI VII VIII IX X

3.B 型斜体字母示例

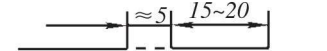


四、图线

我国现行的图线专项标准有两项,即 GB/T4457.4-1984《机械制图 图线》和 GB/T17450-1998《技术制图 图线》。在绘制机械图样时,应在不违背 GB/T17450 的前提下,继续贯彻 GB/T4457.4 中的有关规定。

国家标准(GB/T17450-1998)规定了 15 种基本线型,并允许变形,组合而派生出其他图线。机械图样中常用线型的名称、型式及应用见表 1-3。

表 1-3 线型名称、型式及应用

线型名称	图线型式	宽度	一般应用
实线		b (0.5~2mm)	粗实线用作可见轮廓线
		约 $b/2$	细实线用作尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线
虚线		约 $b/2$	不可见轮廓线
点画线		约 $b/2$	细点画线用作轴线、对称中心线
		b	粗点画线用作有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		约 $b/2$	极限位置轮廓线、假想投影轮廓线、中断线
双折线		约 $b/2$	断裂处的边界线
波浪线		约 $b/2$	断裂处的边界线、视图与局部剖视线的分界线

所有线型的图线宽度 b 按图样的类型和尺寸大小在 0.13,0.18,0.25,0.35,0.5,0.7,1,1.4,2mm 数系中选择。在机械图样上采用粗、细两种线宽,其线宽比率是 2:1。在同一图样中,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各自大致相等。图线应用如图 1-5 所示。

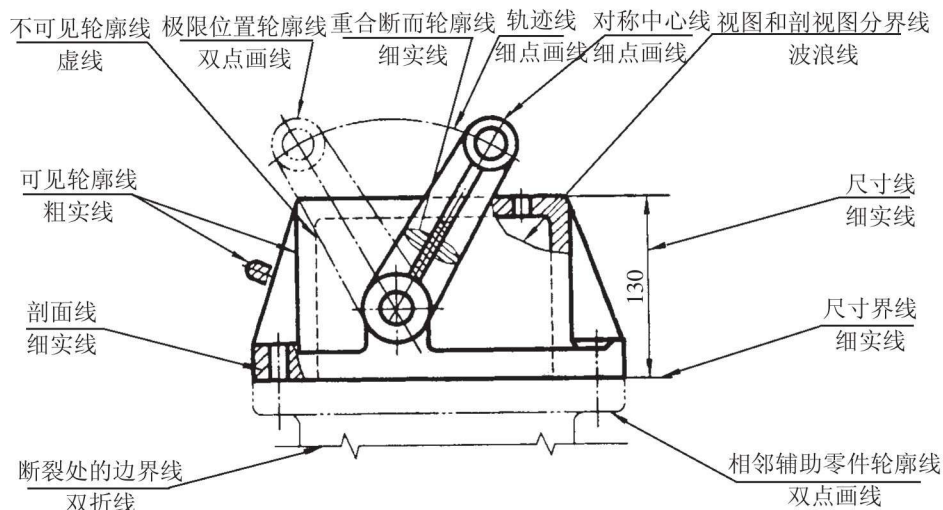


图 1-5 图线应用示例

图线相交时应相交于画线处,如图 1-6 中圆的中心线用细点画线画出,相交于画线处〔(图 1-6 (a))],而不要相交于点或间隔处〔(图 1-6(b))〕。点画线一般超出轮廓线 2~5mm。

在较小的图形上绘制点画线有困难时,可用细实线代替,如图 1-7 所示。

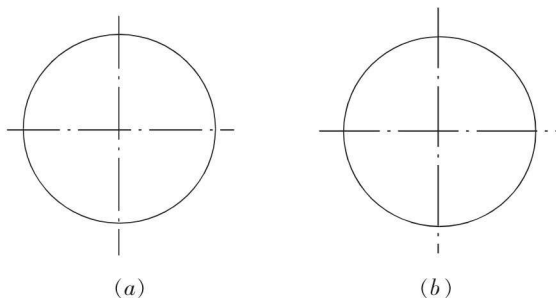


图 1-6 圆的中心线用点画线画出

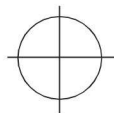


图 1-7 小圆中心线用细实线画出

§1-2 绘图工具及其使用

在绘制平面图形时,要保证绘图的质量和速度,必须养成正确使用绘图工具和仪器的良好习惯及掌握作图的基本方法。

一、图板、丁字尺、三角板

(1)图板。用作绘图的垫板。矩形,要求其表面平整光洁,左边为平直的导边。

(2)丁字尺。用于绘制水平线。使用时,尺头紧靠图板左侧导边上下移动,右手执笔,笔杆稍向外倾,自左向右画水平线,如图 1-8(a)所示。

(3)三角板。一副三角板由 45°和 30°~60°三角板各一块组成。三角板与丁字尺配合使用,可画垂直线及与水平线成 30°,45°,60°倾斜线,如图 1-8(b)、(c)所示。用两块三角板可以画与水平线成 15°,75°

倾斜线,以及任意已知直线的平行线和垂直线,如图 1-9 所示。

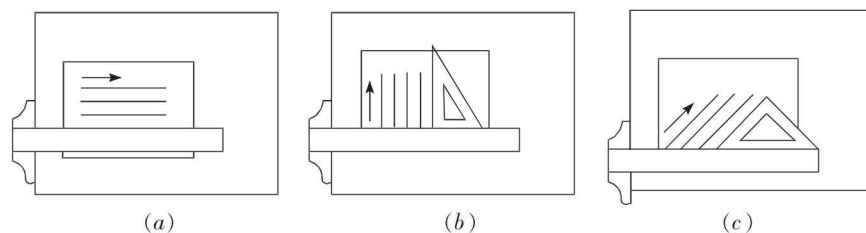


图 1-8 用丁字尺、三角板画线

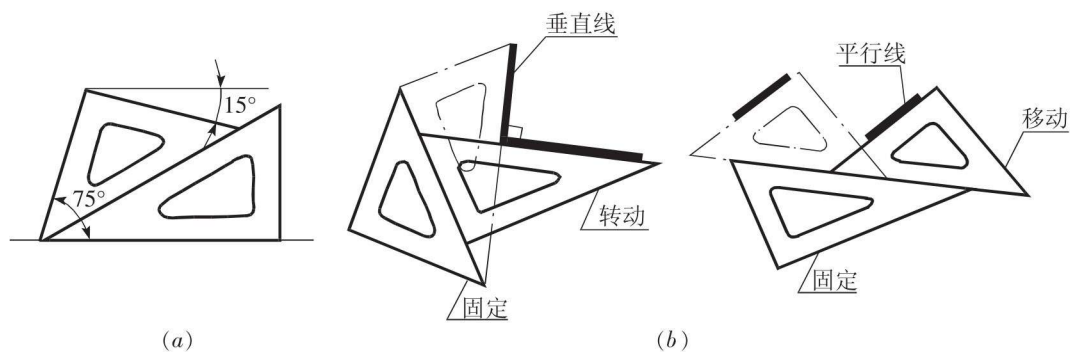


图 1-9 两块三角板配合使用

二、圆规与分规

(1)圆规。用来画圆和圆弧。圆规的一腿装有带台阶的小钢针,用来定圆心;另一腿装上铅芯插脚或钢针(作分规用)。画图时,当钢针插入图板后,钢针台阶应与铅芯尖端平齐[图 1-10(a)],并使笔尖与纸面垂直[图 1-10(b)],然后用右手转动圆规手柄,均匀地沿顺时针方向一笔画出。

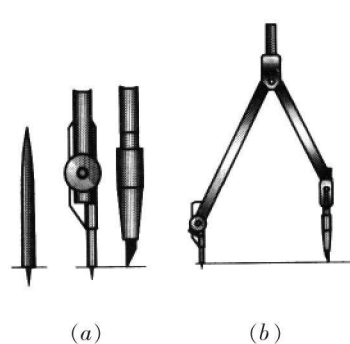


图 1-10 圆规的使用

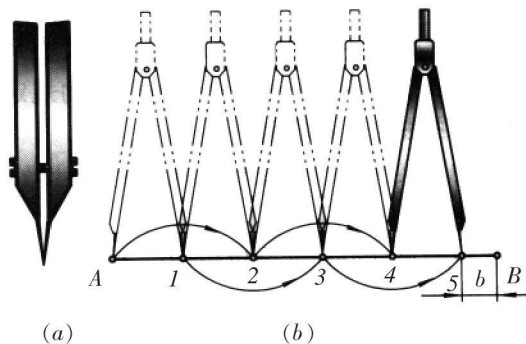


图 1-11 分规的使用

(2)分规。用来等分线段时截取尺寸的工具。使用前先并拢两针尖图[1-11(a)],检查其是否平齐。用分规等分直线段的方法如图[1-11(b)]所示,用同样的方法也可等分圆弧。

三、比例尺

常用的比例尺为三棱尺(图 1-12),它有三个尺面,刻有六种不同比例的尺标,如 1:100、1:200...1:600 等。当使用比例尺上某一比例时,可直接按尺面上所刻的数值截取读出刻线段的长度。例如按比例 1:100 画图时,图上每 1cm 长度即表示实际长度为 100cm。

在绘制机械图样时,1:100 可当作 1:1 使用,此时每一小格刻度为 1mm,1:200 可当作 1:2 使用,每一小格刻度为 2mm。

四、铅笔

绘图铅笔用“B”和“H”代表铅芯的软硬程度。“H”表示硬性铅笔,H 前面的数字越大,表示铅芯越硬;“B”表示软性铅笔,B 前面的数字越大,表示铅芯越软(黑)。HB 表示铅芯软硬适中。画粗实线常用 B 或 HB 铅笔,写字常用 HB 或 H 铅笔,画细线用 H 或 2H 铅笔。铅笔的削法如图 1-13 所示,注意画粗、细线的笔尖形式的区别。

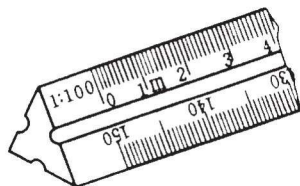


图 1-12 比例尺

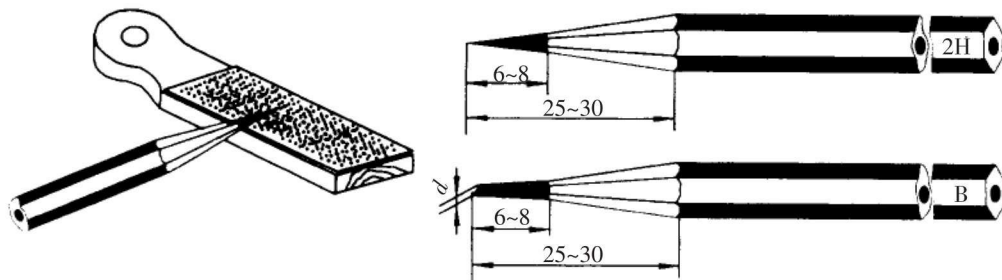


图 1-13 铅笔的削磨

除了上述工具外,绘图时还要备有削铅笔的小刀、磨铅笔的砂纸、固定图纸的胶带纸、橡皮等。有时为了画非圆曲线,还要用到曲线板。如果需要描图,还要用直线笔(俗称鸭嘴笔)或针管笔。这些工具因为不经常使用,所以就不作详细介绍了。

§1-3 尺寸注法(GB/T4458.4-1984)

图形只能表示物体的形状,而其大小则要由尺寸表示,因此,尺寸标注十分重要。标注尺寸时,应严格遵照国家标准有关尺寸注法的规定,做到正确、齐全、清晰、合理。

一、尺寸注法的基本规则

- (1)机件的真实大小应以图样上所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)图样中的尺寸以 mm 为单位时,不必标注计量单位的符号或名称,如果用其他单位时,则必须注明相应的计量单位。
- (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,并应标注在表示该结构最清晰的图形上。

二、标注尺寸的要素

如图 1-14 所示,标注尺寸一般应包括尺寸界线、尺寸线、尺寸数字。

1. 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制,并由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出,也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,并超出尺寸线的线端 2~3mm。

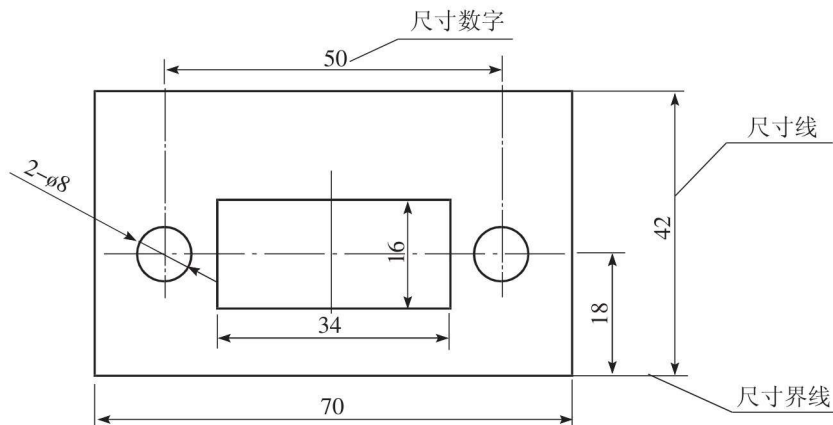


图 1-14 标注尺寸的三要素

2. 尺寸线

尺寸线用细实线绘制,不能与其他图线重合或画在其延长线上。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所注的线段平行;当有几条互相平行的尺寸线时,大尺寸要注在小尺寸外面。在圆或圆弧上标注直径或半径尺寸时,尺寸线一般应通过圆心或其延长线通过圆心。在采用斜线形式时,尺寸线与尺寸界线必须互相垂直。

尺寸线的终端有两种形式,如图 1-15 所示。尺寸线终端箭头的画法如图 1-15(a)所示(d 为粗实线宽度);尺寸线终端采用斜线时,画法如图 1-15(b)所示(h 为字体的高度)。在机械图样中采用箭头这种终端形式,斜线终端形式主要用于建筑图样。圆的直径、圆弧的半径及角度的尺寸线的终端应画成箭头。

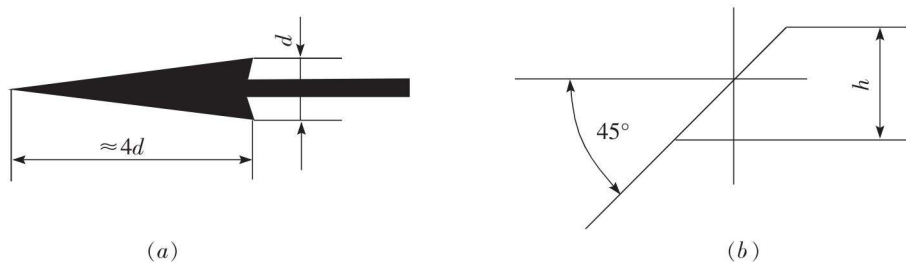


图 1-15 尺寸线终端的画法

3. 尺寸数字

线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方或左方,也允许注写在尺寸线的中断处。在同一图样上,数字的注法应一致。注写线性尺寸数字时,如尺寸线为水平方向时,尺寸数字规定由左向右书写,字头向上;如尺寸线为竖直方向时,尺寸数字由下向上书写,字头朝左;在倾斜的尺寸线上注写尺寸数