



普通高等教育“十五”国家级规划教材
(高职高专教育)

电类、计算机类、通信类专业适用

实用电子工程制图

童幸生 主编



高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材

(高职高专教育)

实用电子工程制图

(电类、计算机类、通信类专业适用)

童幸生 主编

赵培宇 王晓莉 副主编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材,也是教育部高职高专规划教材。本书是为电气控制类专业、电子类、计算机信息类专业等非机类专业学生学习制图知识而编写的。主要内容有:制图的基本知识和技能,计算机绘图基础,投影基础,基本几何体的投影,组合体的投影,物体的剖切表达方法,电子、电器图样简介,电气工程图,电子产品的零件图,电子产品的装配图等。本书可作为高职高专及成人院校非机类特别是电类、计算机类、通信类专业教学用书,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

实用电子工程制图/童幸生主编. —北京:高等教育出版社,2003.8

ISBN 7-04-012550-1

I. 实… II. 童… III. 电子技术—工程制图—高等学校:技术学校—教材 IV. TN02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 038076 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
排 版 高等教育出版社照排中心
印 刷 北京人卫印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 16.75
字 数 410 000

版 次 2003 年 8 月第 1 版
印 次 2003 年 8 月第 1 次印刷
定 价 19.60 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

出版说明

为加强高职高专教育的教材建设工作,2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号),提出了“力争经过5年的努力,编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标,并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施:先用2至3年时间,在继承原有教材建设成果的基础上,充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验,解决好高职高专教育教材的有无问题;然后,再用2至3年的时间,在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神,有关院校和出版社从2000年秋季开始,积极组织编写和出版了一批“教育部高职高专规划教材”。这些高职高专规划教材是依据1999年教育部组织制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(草案)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(草案)编写的,随着这些教材的陆续出版,基本上解决了高职高专教材的有无问题,完成了教育部高职高专规划教材建设工作的第一步。

2002年教育部确定了普通高等教育“十五”国家级教材规划选题,将高职高专教育规划教材纳入其中。“十五”国家级规划教材的建设将以“实施精品战略,抓好重点规划”为指导方针,重点抓好公共基础课、专业基础课和专业主干课教材的建设,特别要注意选择一部分原来基础较好的优秀教材进行修订使其逐步形成精品教材;同时还要扩大教材品种,实现教材系列配套,并处理好教材的统一性与多样化、基本教材与辅助教材、文字教材与软件教材的关系,在此基础上形成特色鲜明、一纲多本、优化配套的高职高专教育教材体系。

普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2002年11月30日

前 言

本书是按照教育部《关于“十五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》的精神,结合我国高等教育的发展、高等职业技术教育的特点而编写的。

本书紧紧围绕我国高等教育发展的新特点,从培养学生的创新精神和实践能力出发,以理论教学够用为度,加强应用性,突出实践性,打破传统机械制图的课程体系,结合电类专业的特点,增加了电类专业的工程图,并通过计算机绘图软件的介绍,达到用计算机绘出工程图样的目的,使学生得到较为系统的训练。其特点如下:

1. 突出专业特色,结合电类、计算机类的专业特点,淡化了画法几何部分,增加了电子元器件、电气工程图等内容。

2. 全面贯彻最新国家技术制图标准,包括名词术语、符号、单位,重点介绍在工程图样方面的有关规定。

3. 加强计算机绘图的实际训练,在讲授计算机绘图基础知识的基础上,将计算机绘图的有关内容逐章地贯穿于工程图样读图和画图之中,并安排一定的上机操作学时,加强实际操作能力的训练。

4. 本书中的工程图样实例,尽可能地选用了工程上的实际产品或零件,侧重列举了电子元器件、电气工程方面的工程图样,以突出实用性,使学生能尽早地接触到专业工程图样。

考虑到教学上的需要,另外还选编了《实用电子工程制图习题集》与本教材配合使用。

本书可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校电类、计算机类、通信工程类专业的教材,也可作为应用型本科院校相同专业的教材或参考书,也可供有关工程技术人员参考。

本书由江汉大学童幸生主编,江汉大学赵培宇、成都电子机械高等专科学校王晓莉任副主编。参加本书编写的还有江汉大学王九红、天津职业大学袁文革。具体分工如下:童幸生编写绪论,第一、四章;赵培宇编写第七、八章;王晓莉编写第五、十章;王九红编写第二、三章;袁文革编写第六、九章。全书由华中科技大学胥北澜审阅。

由于编者水平有限,书中的错误与疏漏在所难免,敬请同仁及读者批评指正。

编 者

2003年1月

目 录

绪论	1
第一章 制图的基本知识和技能	3
1.1 国家标准《技术制图》的一些有关规定	3
1.2 绘图工具使用方法简介	14
1.3 几何作图	15
1.4 平面图形的分析与画法	20
第二章 计算机绘图基础	23
2.1 计算机绘图简介	23
2.2 AutoCAD 2000 的工作环境	23
2.3 AutoCAD 2000 的基本绘图命令	27
2.4 AutoCAD 2000 的基本编辑命令	35
第三章 投影基础	44
3.1 投影法	44
3.2 点的投影	45
3.3 直线的投影	48
3.4 平面的投影	51
3.5 物体的组成与三视图	55
3.6 用 AutoCAD 绘制物体的三视图	57
第四章 基本几何体的投影	61
4.1 基本几何体的投影	61
4.2 基本几何体表面上交线的投影	67
4.3 用 AutoCAD 绘制典型基本几何体	78
第五章 组合体的投影	81
5.1 组合体的组合形式及画法	81
5.2 组合体的尺寸标注	84
5.3 组合体的看图方法	86
5.4 轴测图	89
5.5 AutoCAD 的文字、尺寸标注及轴测图的画法	94
第六章 物体的剖切表达方法	100
6.1 物体的基本视图	100
6.2 剖视图	104
6.3 断面图	111
6.4 物体的其他表达方式(局部放大、简化画法)	113
6.5 第三角投影法简介	118

6.6	用 AutoCAD 绘制物体剖面线	120
第七章	电子、电器图样简介	124
7.1	电子工程图样特点	124
7.2	常见电子元器件的外形图及图形符号	126
7.3	电子产品中的常用标准件	136
7.4	AutoCAD 图层的创建与使用	147
第八章	电气工程图	150
8.1	系统图及框图	150
8.2	电路图与印制电路板图	151
8.3	接线图与线扎图	155
8.4	逻辑图与流程图	161
8.5	设计文件的编制	165
8.6	用 AutoCAD 绘制自动控制系统方框图	169
第九章	电子产品的零件图	175
9.1	电子元器件零件图的内容及作用	175
9.2	电子元器件零件视图的表达与选择	178
9.3	电子元器件零件图上常见的工艺结构及尺寸标注	183
9.4	电子元器件零件图的技术要求	191
9.5	读零件图的方法	203
9.6	用 AutoCAD 的图块创建标准件和常用件	204
第十章	装配图	210
10.1	装配图的内容及一般规定	210
10.2	装配图的表达方法	212
10.3	常见装配工艺结构	214
10.4	装配图的画法	215
10.5	读装配图的方法	217
10.6	由装配图拆画零件图	219
10.7	用 AutoCAD 绘制装配图	221
附录 1	电气图形符号国家标准	222
附录 2	电子设备常用紧固件	238
附录 3	公差与配合	243
附录 4	AutoCAD 2000 常用命令速查表	248
参考文献		261

绪 论

一、本课程的地位和研究对象

在工程技术及生产过程中,按一定的投影方法和技术规定,将物体的结构形状、尺寸和技术要求正确地表达在图纸上,称为工程图样。工程图样是工程技术人员用来表达物体的形状、大小和技术要求的图形。它集中地体现了工程技术人员的创新思维、设计思想。过去图形的载体往往是纸介质,技术人员所讲的“图纸”就是工程图样。计算机的出现使人类似乎是眨眼之间就进入了信息时代。计算机及计算机网络改变了过去工程图样制作的方式,使得手工绘图、注写文字和符号、描图、晒图这些过程变得简便,通过网络使远距离传递图样变得非常快捷。电子图样、电子文件减少了制作图样的工作量。高质量、高效率的计算机绘图给工程技术人员进行创造性设计提供了广阔的天地。在现代工业生产中,设计或制造各种机器设备都离不开工程图样。因此,工程图样是设计、制造、检验、使用机器和进行技术交流的一种必不可少的技术文件。工程图样被称为“工程技术界的语言”。每位工程技术人员都必须掌握这种技术语言。

本课程是研究绘制和阅读工程图样的理论和方法,运用先进的绘图软件绘制工程图样,并培养学生的制图技能和一定的空间想象能力的一门学科。在机械、电子、通信工程等各工程技术专业中,都设置了这门主干技术基础课,主要为后继课程、生产实习、课程设计和毕业设计打下一定的基础,从而使学生在绘图和读图方面得到工程实际训练。

二、本课程的主要任务

本课程是一门理论严谨、实践性强的课程,其目的是培养学生具有绘图、读图和一定的空间想象能力,主要任务是:

- (1) 学习投影理论,培养形体表达和空间想象的初步能力;
- (2) 培养徒手绘图和计算机绘图和阅读机械图样的能力;
- (3) 掌握机械图样有关知识和技术制图国家标准,培养查阅有关标准的能力;
- (4) 培养学生的自学能力,提高分析问题、解决问题的能力;
- (5) 培养耐心细致的工作作风和认真负责的工作态度,提高创造能力和审美能力。

学完本课程后应达到如下要求:

- (1) 掌握正投影法的基本理论和基本方法;
- (2) 能运用所学的基本理论、基本知识和基本技能绘制和阅读零件图和装配图;
- (3) 掌握计算机绘图的基本技能;
- (4) 了解工程上常见电子工程图样的特点、应用;
- (5) 具有一定的空间想象能力和空间构思能力。

三、本课程的学习方法

(1) 学好投影理论,掌握《技术制图》国家标准中的有关规定

正确理解本课程中的基本概念、基本原理,正确运用“投影基础”中的几何元素、几何形体的投影对应关系进行绘图和阅图。学习和掌握《技术制图》国家标准中的有关规定,不断提高用工程图样正确表达各种工程技术问题的能力。

(2) 重视图、物之间的投影对应关系

在具体的绘图和读图过程中,要不断地通过由物到图、由图到物的反复实践进行投影分析,把空间的机件形状、结构与投影中的视图联系起来,逐步提高空间想象和空间分析能力。

(3) 正确掌握绘图软件及绘图工具

对计算机绘图系统有一个基本了解,掌握 Auto CAD 的菜单结构和绘图命令,正确地绘制出常见的工程图样,力求做到投影正确、图线分明、尺寸齐全、图面布置美观。注意将绘图工具绘图与计算机绘图结合起来,学会正确使用各种绘图工具。

(4) 以投影原理为基础,学好电子工程专业图

在学习和掌握画法几何的基础上,掌握各章节之间的内在联系,注意掌握各电子类专业图的画法特点及表达方法,为学好后继的专业课打下坚实的基础。

第一章 制图的基本知识和技能

1.1 国家标准《技术制图》的一些有关规定

国家标准《技术制图》是国家制定的一项基础性的技术标准。为了便于进行科学管理和指导生产及对外技术交流,《技术制图》中对工程图样上的有关内容作出了统一的规定,每个从事管理和技术工作的人员必须掌握并遵守。国家标准代号为“GB”,简称“国标”。

本节就图幅、图线、字体、比例、尺寸注法等有关规定作一简要介绍。

1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

绘制工程图样时,应优先采用表 1-1 所规定的图纸幅面尺寸。

表 1-1 图纸幅面尺寸

幅面代号		A0	A1	A2	A3	A4
幅面尺寸 <i>B × L</i>		841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
周边尺寸	<i>a</i>	25				
	<i>c</i>	10			5	
	<i>e</i>	20		10		

在有些情况下,可按规定加长幅面,如图 1-1 所示。加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后所得。

2. 图框格式

图框是指图纸上限定绘图区域的线框。在图样上必须用粗实线画出图框,其格式分为不留装订边和留有装订边两种,每种格式又分为水平放置和竖直放置,但每一种产品图样只能采用一种格式。两种格式如图 1-2 所示,其尺寸大小按表 1-1 中的规定选取。

3. 标题栏

标题栏是指由名称、图号区、签字区和其他区组成的栏目。其格式已由国家标准 GB 10609.1—1989 作出统一规定,如图 1-3。

为了作图方便,可采用标题栏的简化形式,如图 1-4。

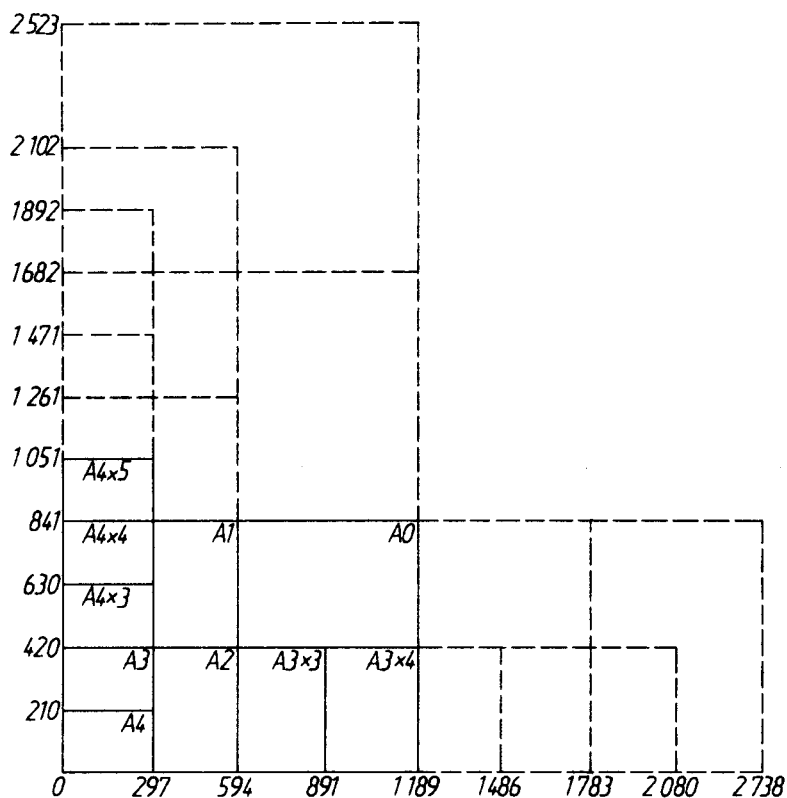
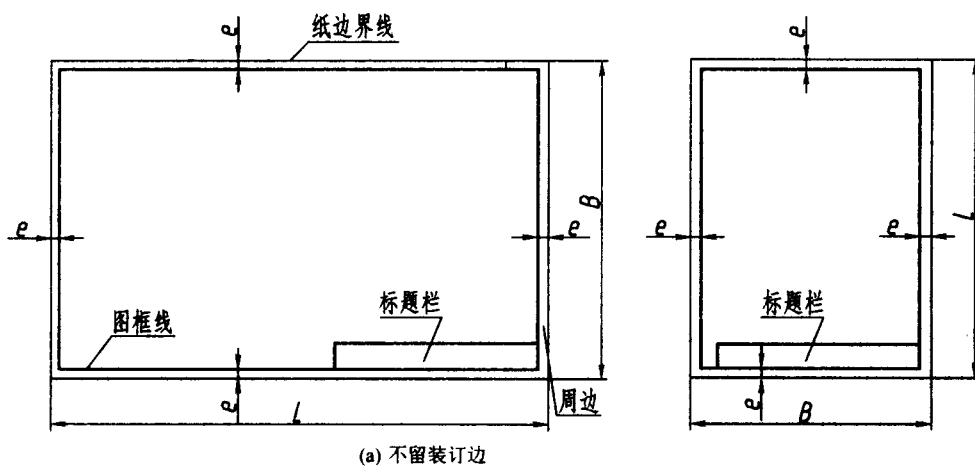
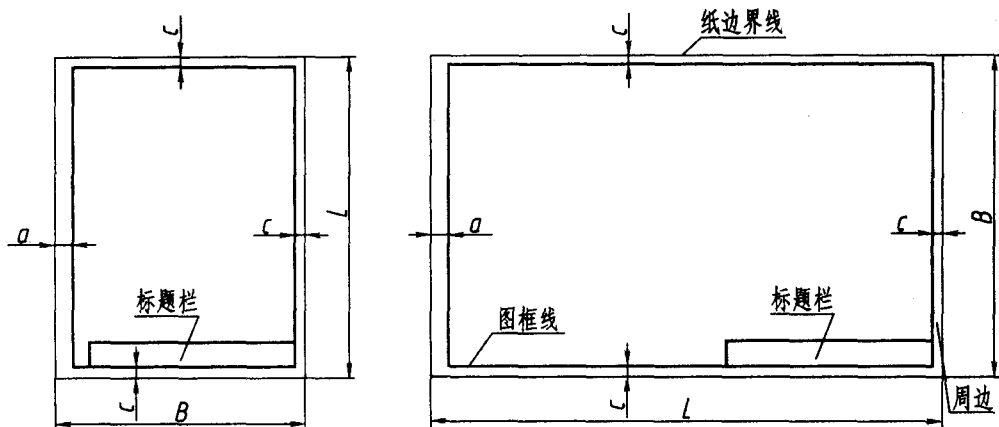


图 1-1 基本幅面与加长幅面





(b) 留有装订边

图 1-2 图框格式

180											
10	10	16	16	12	16	(材料标记)			(单位名称)		
						4×6.5(=26)			12	12	(图样名称)
标记	处数	分区	更改文件号	签名	年月日	阶段标记		重量	比例		
设计	(签名)	(年月日)	标准化	(签名)	(年月日)						(图样代号)
审核						5.6					
工艺			批准			共 张 第 张					
12	12	16	12	12	16	50					

图 1-3 标题栏的格式

				15	35	15	
(图名)				材料		比例	
				数量		图号	
制图			(校名、班名)				
审核							
15	25	20					
140							

图 1-4 标题栏的简化形式

在制作标题栏时,其外框线一律采用粗实线绘制,右边与底边均与图框线重合。标题栏内部分格线均用细实线绘制。

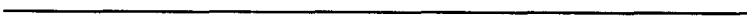
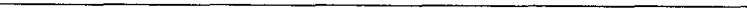
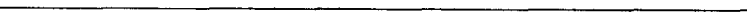
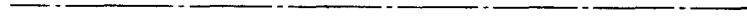
1.1.2 图线 (GB/T 17450—1998)

工程图样的图形、符号等都是由图线组成的。在新的国家标准中,对各种技术图样中图线的名称、形式、结构、标记、画法等都作出了统一的规定。

1. 基本线型

基本线型如表 1-2

表 1-2

代码 No.	基本线型	名称
01		实线
02		虚线
03		间隔划线
04		单点长划线
05		双点长划线
06		三点长划线
07		点线
08		长划短划线
09		长划双短划线
10		点划线
11		单点双划线
12		双点划线
13		双点双划线
14		三点划线
15		三点双划线

2. 图线的尺寸

所有线型的图线分为粗线、中粗线和细线三种。它们的宽度比例为 4: 2: 1。图线宽度(d)应按图样的类型和大小在下列数系(单位为 mm)中选择。该数系的公比约为 0.13 : 0.18 : 0.25 : 0.35 : 0.5 : 0.7 : 1.0 : 1.4 : 2.0。

在《技术制图》标准中,对图线中的线素进行了界定。不连续线的独立部分,如点、长度不同的画线和间隙称为线素。

在绘制工程图样时,注意线素的长度应符合于表 1-3 中的规定。

表 1-3 图线的选用及长度

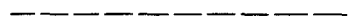
线素	线型	长度
点	04 ~ 07, 10 ~ 15	$\leq 0.5 d$
短间隔	02, 04 ~ 15	$3 d$
短划	08, 09	$6 d$
画	02, 03, 10 ~ 15	$12 d$
长画	04 ~ 06, 08, 09	$24 d$
间隔	03	$18 d$

注: d 为图线的宽度。

3. 图线的应用

在技术制图中,各种线型的应用见表 1-4。

表 1-4 图线的类型及应用

图线名称	图线型式	图线宽度	应用举例
粗实线		$d = 0.25 \sim 2 \text{ mm}$ 电气图取小值	可见轮廓线、移出剖面线的轮廓线、可见导线、简图主要内容用线
虚线		约 $d/4$	不可见轮廓线、辅助线、屏蔽线、机械连接线
细实线		约 $d/4$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线
点划线		约 $d/4$	轴心线、中心线、对称中心线、结构围框线、功能围框线
双点划线		约 $d/4$	假想投影轮廓线、极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线、辅助围框线
波浪线		约 $d/4$	断裂的边界线、视图与剖视的分界线
双折线		约 $d/4$	断裂处边界线

4. 画图线时应注意的事项

(1) 同一图样中,同一类图线的宽度应一致,虚线、点画线等不连续的画线和间隔应各自相等。

(2) 绘制圆的中心线时,圆心应为线段的交点。如图 1-5 中的①点画线的首末两端应是线段,一般超出轮廓线 2~3 mm。

(3) 虚线与虚线相交及虚线与实线相交不应留有空隙,见图 1-5 中的②。

(4) 在较小的图形上绘制点画线和双点画线有困难时,可用细实线代替,如图 1-5 中③。

(5) 图形不得与文字、数字或符号重叠、混淆,当不可避免时应优先保证文字、数字或符号等的清晰。

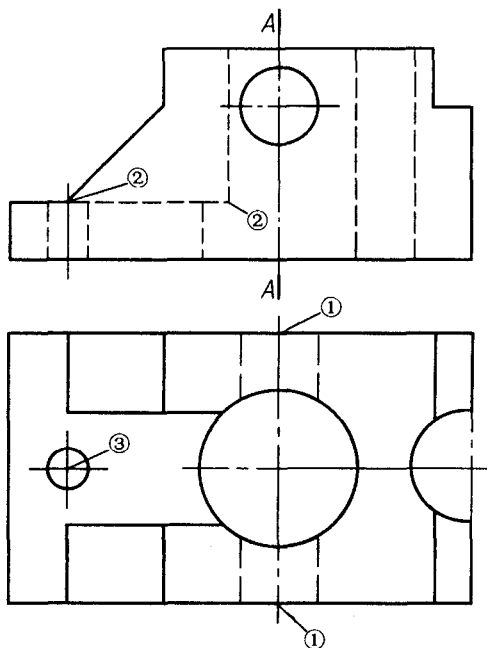


图 1-5 工程制图中的图线画法

1.1.3 比例 (GB/T 14690—1993)

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。绘制图样时,一般应按比例绘制图样,比例由表 1-5 所规定的系列中选取,必要时也允许选取表 1-6 中的比例。

表 1-5 规定选取的比例

种 类	比 例
原值比例(比值为 1 的比例)	1: 1
放大比例(比值 > 1 的比例)	5: 1 2: 1 5×10^n : 1 2×10^n : 1 1×10^n : 1
缩小比例(比值 < 1 的比例)	1: 2 1: 5 1: 10 1: 2×10^n 1: 5×10^n 1: 1×10^n

注: n 为正整数。

表 1-6 允许选取的比例

种 类	比 例
放大比例	4: 1 2.5: 1 4×10^n : 1 2×10^n : 1 2.5×10^n : 1
缩小比例	1: 1.5 1: 2.5 1: 3 1: 4 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。

为了能从图样上得到实物大小的真实概念,应尽量采用原值比例绘图,绘制大而简单的机件可采用缩小比例,绘制小而复杂的机件可采用放大比例。无论是缩小还是放大,图样中所标注的尺寸均为机件的实际尺寸(图 1-6)。

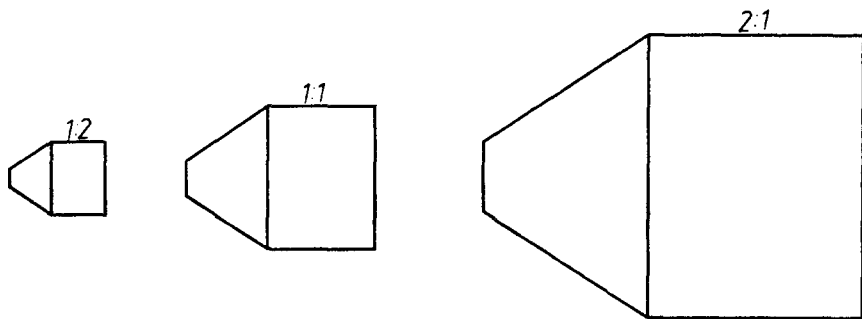


图 1-6 为同一机件采用不同比例所画的图形

1.1.4 字体 (GB/T 14691—1993)

图样中除图形外,还需用汉字、字母、数字等来标注尺寸和说明机件在设计、制造装配时的各项要求。

在图样中书写汉字、字母、数字时,必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

1. 汉字

(1) 图样中的汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布推行的简化字。

(2) 字体高度(h)的公称尺寸系列为 1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm。高度大于 20 mm 的字体,其尺寸按 $\sqrt{2}$ 比率递增,字体高度代表字体的号数(如 7 号字 $h = 7$ mm)。

2. 字母和数字

(1) 字母和数字分为 A 型和 B 型,A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 1/14。B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 1/10,在同一图样上,只允许选用一种类型的字体。

(2) 字母和数字可以写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,并与水平基准线成 75° 。

3. 字体书写示例

1.1.5 尺寸注法 (GB 4458.4—1984)

图样中的图形只能表达机件的形状,必须依据图样上标注的尺寸来确定其形体大小。在标注尺寸时,必须遵照国家标准,准确、完整、清晰地标出形体的实际尺寸。

1. 尺寸标注的基本规则

(1) 图样中的尺寸,当以 mm(毫米)为单位时,不需标注计量单位的代号和名称。如采用其他单位,则须注明单位符号(或单位名称),如 m(米)、cm(厘米)、 $^\circ$ (度)等。

(2) 机件的真实大小均应以图样中所注的尺寸数值为准,与图形大小及绘图的准确度无关。

(3) 机件的每一尺寸在图样中一般只标注一次,并应标注在反映其结构最清晰的图形上。

表 1-7 字体书写示例

字体工整

笔划清楚

间隔均匀

排列整齐

拉丁字母: A型大写斜体

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

拉丁字母: A型小写斜体

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

希腊字母: A型大写斜体

A B Γ Δ E Z H Θ I K Λ M N E O Π P Σ T T Φ X Ψ Ω

希腊字母: A型小写斜体

α β γ δ ε ξ η θ ι κ λ μ ν ξ ο π ρ σ τ υ φ χ ψ ω

阿拉伯数字: 斜体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

阿拉伯数字: 直体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

罗马数字: A型斜体

I II III IV V VI VII VIII IX X

罗马数字: A型直体

I II III IV V VI VII VIII IX X

(4) 图样中所标注的尺寸,为该机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。

2. 尺寸的组成与注法(表 1-8)