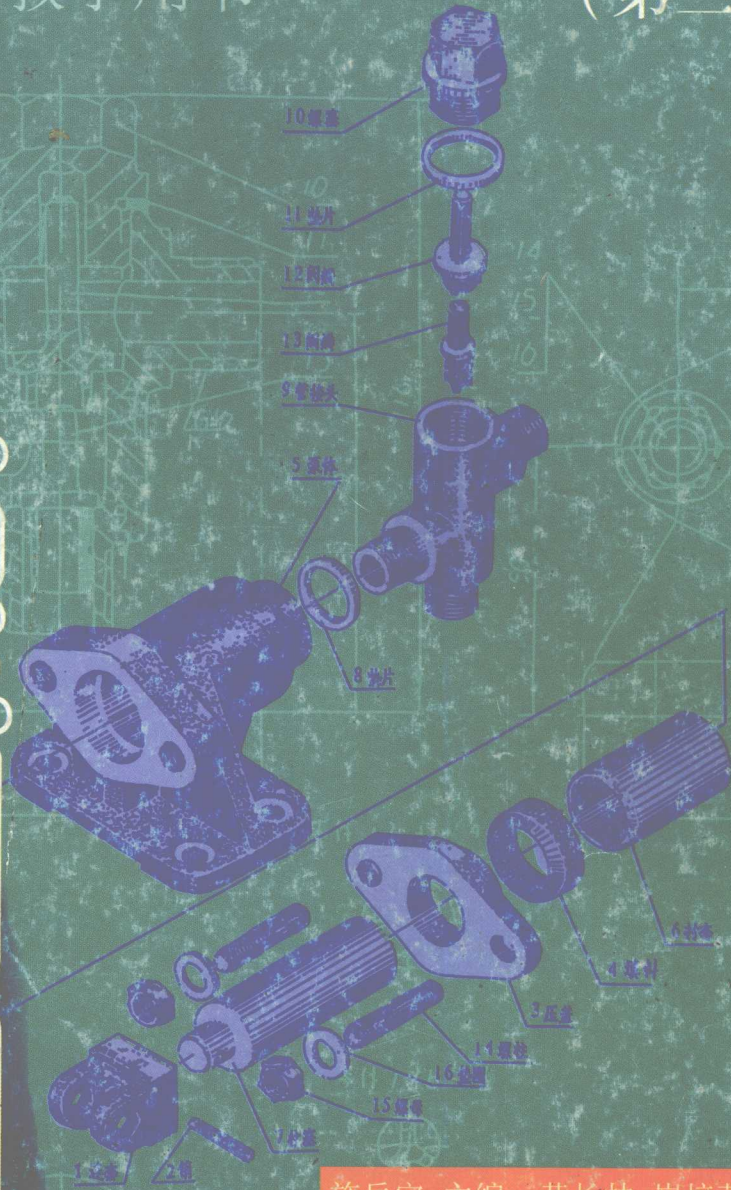


高等学校教学用书

(第二版)

# 工程制图



施岳定 主编 黄长林 崔培英 副主编

# 及计算机绘图

浙江大学出版社

## 内 容 简 介

本书依据普通高校工程制图教学基本要求和成人高校工程制图教学基本要求,以及工科学生计算机绘图基本能力培养要求而编写。

本书主要内容有:正投影法基础、截切体与相贯体、组合体、机件形状表达方法、零件图、装配图、计算机交互绘图系统、二维图形的计算机绘制、三维图形的计算机绘制、展开图和焊接图等。

本书满足教学改革和更新内容的需要,具有掌握概念、强化应用的特点。适合各类普通高校和成人高校非机械非土建类本、专科各专业学生使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

工程制图及计算机绘图 / 施岳定主编. —2版. —杭州:浙江大学出版社, 2001.8  
ISBN 7-308-02795-3

I.工... II.施... III.①工程制图②自动绘图—图形软件,AutoCAD 2000 IV.TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第054497号

**出版发行** 浙江大学出版社  
(杭州浙大路38号 邮政编码310027)  
(E-mail: zupress @ mail. hz. zj. cn)  
(网址: <http://www.zjupress.com>)

**责任编辑** 徐宝澍

**排 版** 浙江大学出版社电脑排版中心

**印 刷** 金华市地质彩印厂

**经 销** 浙江省新华书店

**开 本** 787mm×1092mm 1/16

**印 张** 22

**字 数** 563千

**版 印 次** 1999年8月第1版 2001年8月第2版 2001年8月第5次印刷

**印 数** 8001—13000

**书 号** ISBN 7-308-02795-3/TB·017

**定 价** 28.00元

## 第二版前言

本书自第一版出版以来,以其突出重点,精选内容,在体系和内容的编排上具有启发性和实用性等特点,受到兄弟院校师生和广大读者的欢迎,被许多院校采用作为教材,已连续印刷多次。本书既可作为工程制图及计算机绘图课程的教材,也可单独作为工程制图课程或计算机绘图课程的教材。随着教学改革的深入和新的制图国家标准的陆续发布,现对部分内容作了适当扩充和修订,但仍保持了第一版的内容体系的主要特点。

1. 教材中凡与新的国家标准有关的内容,全部采用新的国家标准。

2. 为了加强投影基础训练,在点、直线、平面的投影分析中增加了直线与平面、平面与平面相对位置的投影分析和作图方法。

3. 更新了计算机绘图部分内容,除了计算机绘图基本知识外,着重介绍了 AutoCAD 2000 的基本功能和常用操作,并配有较多练习图例,以满足计算机绘图基本能力培养的要求。

4. 对与教材相配套的习题集也作了适当调整和补充。

参加编写和修订的有(以章节先后为序):施岳定(绪论,第一章第一、二、五、六节,第二章第三节,第四章,第七章,第八章,第十二章,第十三章、附录二、三、五),黄长林(第一章第三、四节,第九章,第十章,第十一章)、崔培英(第二章第一、二、四节,第三章)、陈婕(第五章)、王之煦(第六章,附录一、四、六、七)。本书由施岳定任主编,黄长林、崔培英任副主编。

虽然我们希望并努力将本书修订成为一本适合于大多数学校应用、份量适当、利于教学和便于自学的教材,但难免存在不足之处,请使用本教材的师生和读者批评指正。

本书适用于普通高校、自考、远程教育、成人高校等各类高校非机械非土建类专业。

编者

2001年春于求是园

# 前 言

本书根据国家教委 1995 年印发的工程制图教学基本要求和最近制定的成人高等教育工程制图教学基本要求,并充分考虑当前各类高校非机械非土建类本、专科各专业本课程教学改革的需要,以及工科学生应具备计算机绘图基本知识和基本操作能力的要求而编写的。本书适用于普通高校和各类成人高校(函授大学、夜大学、电视大学、职工大学等)非机械非土建类各专业,以及其他少学时专业,同时也可供在职人员计算机绘图培训使用。

本书是浙江大学国家工科基础课程工程制图教学基地系列教材之一。

本书既可作为工程制图及计算机绘图课程的教材,也可单独作为工程制图课程或计算机绘图课程的教材。

编写本书的指导思想是:立足于改革和创新。依据非机械类及较少学时专业的需要,重点放在投影制图基础以及读图能力的培养上。计算机绘图部分注重绘图操作能力的培养。力求联系实际,精选内容,加强应用,使教材的内容和体系具有科学性、启发性和实用性。同时,力求对学时不同、要求有别的不同专业都能适用。

本书具有以下特点:

1. 充分考虑各学校对课程教学改革的要求,更新部分内容,删繁就简,突出基本要求。
2. 在保证成人教育与普通高校“大体一致”的前提下,充分考虑了成人教育中“掌握概念、强化应用”的特点。
3. 采用了最近几年修订或制定的有关制图新标准。
4. 从“体”出发阐述正投影的基本规律,把空间几何元素的投影特性融合在立体的投影作图中,加强了体的投影分析,以加强应用能力的培养。
5. 在机件表达方法和机械图中,选用了较多实际图例,具有较强针对性和实用性,并配以大量立体图,有助于阐明问题和方便自学。每章后还附有思考题。
6. 满足了工科学生必须具备的计算机绘图基本能力培养的要求。

本书是在浙江大学工程及计算机图学教研室多次编写的《机

械制图》、《画法几何及工程制图》教材和多年来的教学实践基础上,吸收各校同行老师的成功经验,特别是本室许多老教授们的成功经验编写的。在编写过程中,王之煦、周广仁、杨纪生、谭建荣、陆国栋、徐慧萍等老师提出了许多宝贵意见。

参加本书编写的有(以章节先后为序):施岳定(绪论,第一章第一、二、五、六节,第四章,第七章,第八章,第十二章,第十三章)、黄长林(第一章第三、四节,第九章,第十章,第十一章)、崔培英(第二章,第三章)、陈婕(第五章)、王之煦(第六章、附录)。本书由施岳定任主编。

本书虽经多次修改,但难免存在不足之处,恳请使用本教材的师生和读者批评指正。

编者

1998年秋于求是园

# 目 录

绪 论	1
<b>第一章 制图的基本知识</b>	<b>3</b>
第一节 制图基本规定	3
第二节 手工绘图工具及其使用	14
第三节 计算机绘图概述	18
第四节 计算机绘图系统	19
第五节 几何作图	21
第六节 绘制平面图形的方法和步骤	26
思考题	29
<b>第二章 正投影法基础</b>	<b>30</b>
第一节 投影法的基本知识	30
第二节 三视图的形成及其投影规律	32
第三节 立体上点、直线、平面的投影分析	33
第四节 基本体及简单叠加体的三视图	49
思考题	56
<b>第三章 截切体和相贯体</b>	<b>57</b>
第一节 截切体的投影	57
第二节 相贯体的投影	66
思考题	73
<b>第四章 组合体</b>	<b>74</b>
第一节 组合体的形体分析	74
第二节 画组合体视图	77
第三节 组合体的尺寸注法	79
第四节 读组合体视图	85
第五节 组合体轴测图的画法	92
思考题	99
<b>第五章 机件形状的表达方法</b>	<b>100</b>
第一节 视图	100
第二节 剖视图	103
第三节 断面图	114
第四节 其他常用的表达方法	116

第五节	表达方法综合应用举例	120
第六节	第三角画法简介	122
思考题		123
<b>第六章</b>	<b>标准件和常用件</b>	124
第一节	螺纹与螺纹紧固件	124
第二节	键	139
第三节	销	141
第四节	齿轮	143
第五节	弹簧	149
第六节	滚动轴承	152
思考题		155
<b>第七章</b>	<b>零件图</b>	157
第一节	零件图概述	157
第二节	零件图的视图选择	159
第三节	零件图的尺寸标注	166
第四节	表面粗糙度	169
第五节	极限与配合	173
第六节	形状和位置公差简介	180
第七节	技术要求与材料	183
第八节	零件结构的工艺性简介	183
第九节	读零件图	186
第十节	零件测绘	188
思考题		191
<b>第八章</b>	<b>装配图</b>	192
第一节	装配图概述	192
第二节	装配图的视图表达	193
第三节	装配图的尺寸标注	198
第四节	装配图的零件序号、明细栏和技术要求	199
第五节	装配结构的合理性简介	200
第六节	由零件图画装配图	201
第七节	读装配图及由装配图拆画零件图	207
思考题		215
<b>第九章</b>	<b>计算机交互绘图系统</b>	216
第一节	概述	216
第二节	AutoCAD 基本概念	217
第三节	AutoCAD 常用命令	222

第四节 绘图准备·····	224
思考题·····	230
<b>第十章 计算机绘制二维平面图·····</b>	<b>231</b>
第一节 绘制基本图元·····	231
第二节 AutoCAD 精确绘图 ·····	238
第三节 AutoCAD 图形编辑 ·····	241
第四节 AutoCAD 绘制机械图 ·····	251
第五节 AutoCAD 尺寸标注 ·····	259
思考题·····	272
<b>第十一章 计算机绘制三维立体图·····</b>	<b>273</b>
第一节 等轴测绘图·····	273
第二节 AutoCAD 三维实体造型 ·····	276
思考题·····	285
<b>第十二章 展开图·····</b>	<b>286</b>
第一节 展开图概述·····	286
第二节 平面立体的表面展开·····	287
第三节 可展曲面的展开·····	288
第四节 不可展曲面的近似展开·····	292
思考题·····	294
<b>第十三章 焊接图·····</b>	<b>295</b>
第一节 焊缝符号及其标注方法·····	295
第二节 焊接图画法·····	300
思考题·····	302
<b>附录·····</b>	<b>303</b>
一、标题栏和明细栏 ·····	303
二、螺纹 ·····	304
三、常用的标准件 ·····	308
四、常用的机械加工一般规范和零件结构要素 ·····	322
五、基本偏差和极限偏差数值 ·····	326
六、常用工程材料 ·····	334
七、常用的热处理和表面处理名词解释 ·····	338
<b>参考书目·····</b>	<b>339</b>



# 绪 论

图样是随着人类历史和技术知识的发展而产生的。从事工程设计和技术工作的科学家、工程师和技师必须把自己脑海中的发明意图和设计思想用图样的形式表达出来,才能够与别人交流,使之变成现实的新产品,以不断提高人们衣、食、住、行的质量和增加新的内容,为人类创造一个更为舒适和理想的工作环境和生活空间。

在工程技术中,按一定的投影方法和有关规定绘制的用于工程技术设计、施工或产品制造的图样称为工程图样。工程图样是表达和交流技术思想的必备工具,是工程界的共同技术语言,也是工程技术部门的一项重要技术文件。因此,掌握这种工程语言,绘制和阅读工程图样是每一个从事工程设计和技术工作的工程技术人员都必须具备的基本能力。

本课程研究绘制和阅读工程图样的基本原理和方法,培养学生的形象思维能力,是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课,其作用不仅在于培养学生的制图能力,而且在学生对三维形状与相关位置的空间思维能力和形象创造能力的培养上有着不可替代的作用。

当前在工业发达国家,工程图纸都是通过计算机来绘制的。我国的大型建筑设计院、能源电力勘测设计部门、机电行业中的大中型企业,现在也都纷纷甩掉图板,采用计算机绘图。可以预见,在不久的将来,计算机绘图将是主要的出图方式。这就要求未来的工程技术人员必须了解计算机绘图的基本原理,掌握计算机绘图的基本操作方法。

本课程主要包括投影制图基础、机械图和计算机绘图等部分。投影制图基础部分主要学习用正投影法表达空间几何形体的基本原理和方法,训练用仪器和徒手绘图的操作技能,培养绘制和阅读投影图的基本能力,学习机件的各种表达方法以及标注尺寸的基本方法等。机械图部分主要培养绘制和阅读常见机器或部件的零件图和装配图的基本方法,并以培养读图能力为主。计算机绘图部分主要学习计算机绘图的基本原理和熟悉计算机绘图支撑系统软件(本书选用了 AutoCAD 软件)的操作流程。

本课程的主要任务是:

1. 学习正投影法的基本原理及其应用。
2. 培养绘制和阅读机械图样的基本能力。
3. 培养对三维形状与相关位置的空间逻辑思维能力和形象思维能力。
4. 培养计算机绘图的基本能力。

在学习中,应坚持理论联系实际。在认真学习投影原理、理解基本概念的基础上,由浅入深地通过一系列的绘图和读图实践,不断地由物画图,由图想物,分析和想象空间形体与图纸上图形之间的对应关系,逐步提高投影作图能力、形体表达能力和空间思维能力。通过完成与本教材配套的习题集相关作业来培养绘图和读图能力;通过上机操作,培养计算机绘图的基本能力。

熟悉和遵守有关制图的国家标准,懂得查阅附录中的标准和有关资料。

由于图样在生产中起着很重要的作用,绘图和读图的差错都会给生产和工作带来损失,所以做作业时,还必须养成耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

本课程为学生的绘图和读图以及计算机绘图能力打下一定基础,在后继课程、工作实践中,还要注意学习和提高。

# 制图的基本知识

**本章要点** 熟悉制图国家标准的一些基本规定和常用制图工具的用法;掌握图线的画法和几何图形的基本作图方法;熟悉尺寸标注的基本规定;了解计算机绘图的初步知识。

## 第一节 制图基本规定

在现代化的工业生产中,图样是主要的技术资料,为了便于生产和技术交流,对于图样的内容、格式、表达方法以及尺寸注法等都必须作出统一的规定。国家标准《技术制图》是技术基础标准,在内容上具有统一性和通用性,它涵盖了机械、电气、建筑、土木、水利等各技术行业。国家标准《机械制图》是我国颁布的一项重要技术标准。《技术制图》和《机械制图》国家标准统一规定了生产和设计部门应该共同遵守的画图规则。

我国国家标准的代号为“GB”(GB/T 为推荐性国家标准),是由“国标”两字的汉语拼音的第一个字母“G”和“B”组成,字母后面的两组数字,分别表示标准顺序号和标准批准的年份,例如“GB/T17451—1998 技术制图 图样画法 视图”即表示制图标准:图样画法的视图部分,顺序号为 17451,批准发布年份为 1998 年。

现在先简要介绍图纸幅面和格式、比例、字体、图线、剖面符号、尺寸注法等近年来新修订的有关制图标准,其余部分将在有关章节中阐述。

### 一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—93)

#### 1. 图纸幅面尺寸

绘制图样时,应采用表 1-1 中所规定的图纸基本幅面尺寸。表中的幅面代号意义见图 1-1、图 1-2。

表 1-1 图纸基本幅面尺寸

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		

必要时,也允许选用所规定的加长幅面。这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增

加后得出的。

## 2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为不留装订边(如图 1-1 所示)和留有装订边(如图 1-2 所示)两种,但同一产品的图样只能采用一种格式。

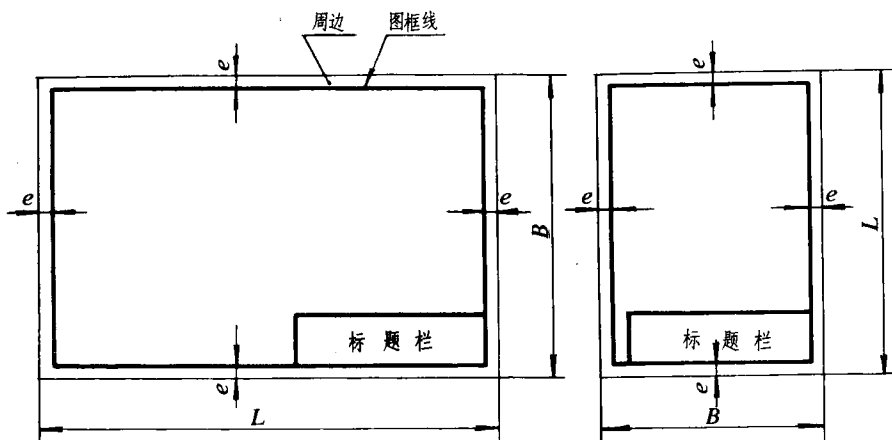


图 1-1 不留装订边的图框格式

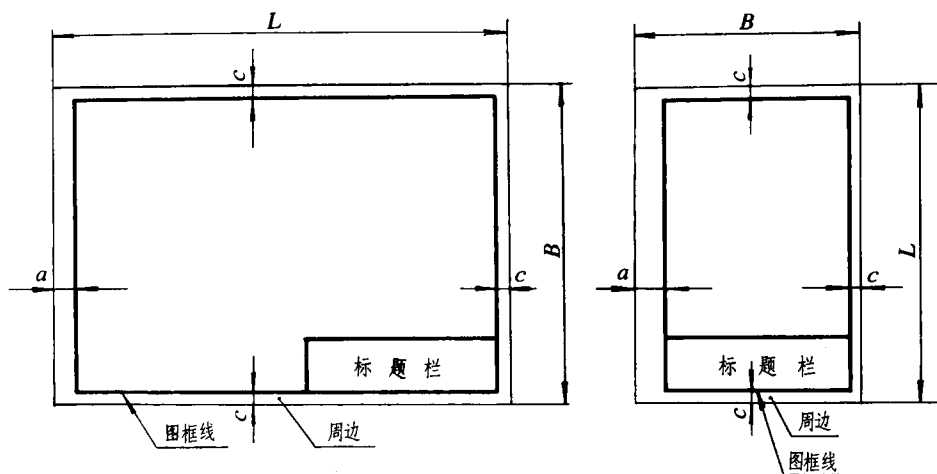


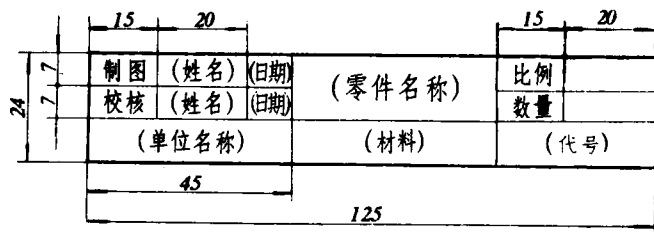
图 1-2 留有装订边的图框格式

## 二、标题栏(GB 10609.1 — 89)

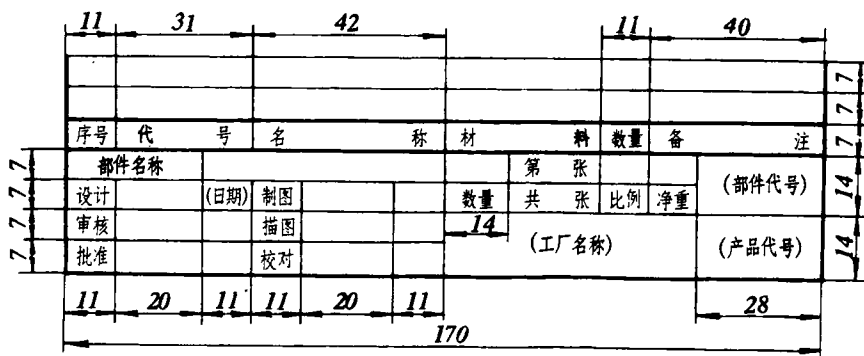
每张图纸都应有标题栏,标题栏的格式已在国家标准中作了规定(见本书附录一)。它一般配置在图样的右下角。生产实际技术图样的,应按标准格式绘制标题栏。本课程的一般作业、零件图、装配图建议采用图 1-3(a) 和图 1-3(b) 所示的格式。

## 三、比例(GB/T 14690 — 93)

比例是图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。需要按比例绘制图样时,应由表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。必要时,也允许选取表 1-3 中的比例。



(a) 零件图标题栏



(b) 装配图标题栏和明细栏

图 1-3 标题栏和明细栏

表 1-2 由规定的系列中选取适当的比例

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

表 1-3 必要时,也允许选取的比例

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 : 3	1 : 4	1 : 6
	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$

注:表 1-2、表 1-3 中的  $n$  为正整数。

比例符号应以“:”表示。比例的表示方法为 1 : 1、1 : 500、20 : 1 等。

比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。必要时,可在视图名称的下方或右侧标注比例,如:

$$\frac{I}{2:1} \quad \frac{A \text{ 向}}{1:100} \quad \frac{B-B}{2.5:1} \quad \text{平面图 } 1:100$$

图 1-4 为用不同比例绘制的图形。

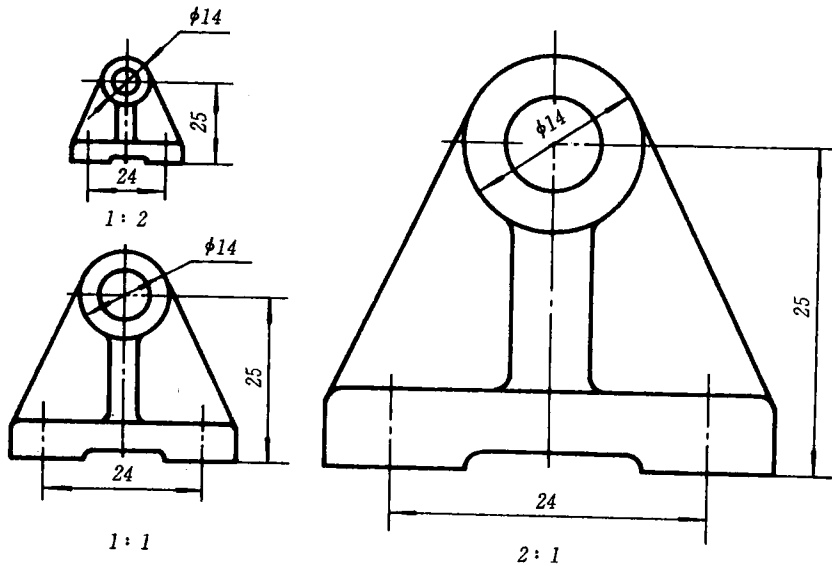


图 1-4 用不同比例绘制的图形

#### 四、字体(GB/T 14691 — 93)

图样上除了机件图形之外,还需用文字和数字说明物体的大小和技术要求以及其他内容。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。

字体高度(用  $h$  表示)的公称尺寸系列为:1.8,2.5,3.5,5,7,10,14,20(mm)。字体高度代表字体的号数。

如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

汉字应写成长仿宋体字,并应采用我国正式推行的简化字。汉字的高度不应小于 3.5mm,其字宽一般为  $h/\sqrt{2}$ 。书写长仿宋体字的要领是:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。

字母和数字分 A 型和 B 型。字体的笔画宽度用  $d$  表示。A 型字体的笔画宽度  $d = h/14$ ,B 型字体的笔画宽度  $d = h/10$ 。

在同一图样上,只允许选用一种型式的字体。

字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成  $75^\circ$ 。绘制图样时,一般用 B 型斜体字。

图 1-5 为长仿宋体汉字示例。图 1-6 为 B 型斜体拉丁字母示例。图 1-7 为 B 型斜体阿拉伯数字与罗马数字示例。

#### 五、图线(GB/T 17450 — 1998)

##### 1. 线型及图线尺寸

国家标准《技术制图》中,规定了 15 种基本线型,见表 1-4 所示。

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

图 1-5 长仿宋体汉字示例

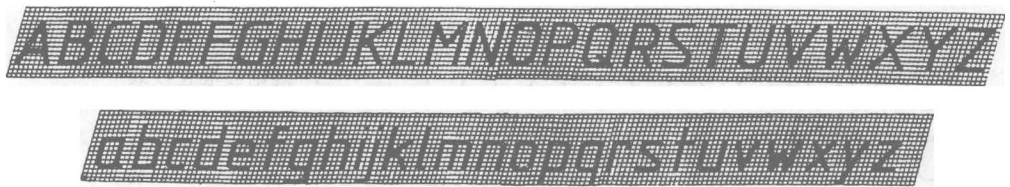


图 1-6 拉丁字母示例

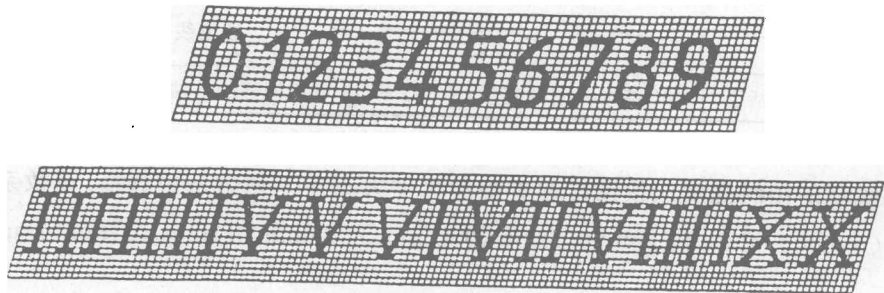


图 1-7 阿拉伯数字与罗马数字示例

表 1-4 基本线型

代码 No.	基本线型	名称
01	—————	实线
02	- - - - -	虚线
03	— — — —	间隔画线
04	— · — · — · — · — ·	点画线
05	— · · — · · — · · — · ·	双点画线
06	· · · — · · · — · · · — · · ·	三点画线
07	· · · · ·	点线
08	— — — — —	长画短画线
09	— — — — —	长画双短画线
10	— · — · — · — · — ·	画点线

续 表

代码 No.	基本线型	名称
11		双画单点线
12		画双点线
13		双画双点线
14		画三点线
15		双画三点线

基本线型可能的变形如表 1-5 所示。

表 1-5 基本线型的变形

基本线型的变形	名称
	规则波浪连续线
	规则螺旋连续线
	规则锯齿连续线
	波浪线(徒手连续线)

注:此表仅包括了 No. 01 基本线型的变形, No. 02 ~ 15 可用同样的方法变形表示。

所有线型的图线宽度应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择。该数系的公比为  $1 : \sqrt{2} (\approx 1 : 1.4) : 0.13\text{mm}, 0.18\text{mm}, 0.25\text{mm}, 0.35\text{mm}, 0.5\text{mm}, 0.7\text{mm}, 1\text{mm}, 1.4\text{mm}, 2\text{mm}$ 。

线的宽度分粗线、中粗线和细线,其宽度比例为  $4 : 2 : 1$ ,粗线的宽度用  $d$  表示。

在手工绘图时,线素(线型中不连续线的独立部分,如点、长度不同的画和间隔)的长度应符合表 1-6 的规定。

表 1-6 线素的长度






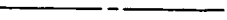

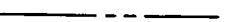
线素	线型 No.	长度
点	04 ~ 07, 10 ~ 15	$\leq 0.5d$
短间隔	02, 04 ~ 15	$3d$
短画	08, 09	$6d$
画	02, 03, 10 ~ 15	$12d$
长画	04 ~ 06, 08, 09	$24d$
间隔	03	$18d$

## 2. 图线的应用



建筑图样上,可以采用三种线宽,其比例关系是 4 : 2 : 1,机械图样上采用两种线宽,其比例关系是 2 : 1。机械图样上,常用的线型为粗实线、细实线、[细]波浪线、[细]双折线、粗虚线、[细]虚线、粗点画线、[细]点画线、[细]双点画线,其一般应用见表 1-7。

表 1-7 常用图线的名称、型式、宽度及其应用

No.	图线名称	线 型	图线宽度	一 般 应 用
01	粗实线		$d$	A1 可见轮廓线 A2 可见过渡线
	细实线		$d/2$	B1 尺寸线及尺寸界线 B2 剖面线 B3 重合断面的轮廓线 B4 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线(圆) B5 引出线 B6 分界线及范围线 B7 弯折线 B8 辅助线 B9 不连续的同—表面的连线 B10 成规律分布的相同要素的连线
	[细]波浪线		$d/2$	C1 断裂处的边界线 C2 视图和剖视的分界线
	[细]双折线		$d/2$	D1 断裂处的边界线
02	[细]虚线		$d/2$	F1 不可见轮廓线 F2 不可见过渡线
04	[细]点画线		$d/2$	G1 轴线 G2 对称中心线 C3 轨迹线 C4 节圆及节线
	粗点画线		$d$	J1 有特殊要求的线或表面的表示线
12	[细]双点画线		$d/2$	K1 相邻辅助零件的轮廓线 K2 极限位置的轮廓线 K3 坯料的轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线 K4 假想投影轮廓线 K5 试验或工艺用结构(成品上不存在)的轮廓线 K6 中断线

### 3. 图线的画法

同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线、双点画线的长度应各自大致相等,一般在图样中要显得匀称协调,建议采用如图 1-8 所示的图线规格。

画点画线和虚线时,还应遵守图 1-9 的画法,在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。

图线一般应用示例如图 1-10 所示。