

高等学校教材

工程制图

主编 崔永军 副主编 董兴辉 杜冬梅



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

高等学校教材

工 程 制 图

主编 崔永军 副主编 董兴辉 杜冬梅



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内

容

提

要

本书是根据高等学校工科工程制图课程教学基本要求,并结合各工科和管理类本专科专业对本课程的要求编写的。全书通过 12 个章节,介绍了基础部分和专业部分两大块内容。基础部分有“机械制图和建筑制图国家标准基本知识”、“画法几何”、“投影制图”;专业部分有“机械制图”、“建筑识图”、“管道图”、“展开图”等。各专业可根据本专业的要求选用不同的内容。

本书可作为高等学校工科非机械类各专业近机类各专业和机械类各专业工程制图课程的教材。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/崔永军主编. - 北京:中国电力出版社, 2003

高等学校教材

ISBN 7-5083-1461-1

I. 工… II. 崔… 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 (2003) 第 023740 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京密云红光印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

2003 年 7 月第一版 2004 年 1 月北京第二次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 19.75 印张 448 千字

印数 5001—8000 册 定价 29.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

编者的话

本书是根据高等学校工科工程制图课程教学基本要求,并结合各工科和管理类本专科专业对本课程的要求,集教研室全体教师尤其是老教师多年的教学经验,贯彻少而精的原则编写的。本书的内容由两大块组成,其中基础部分有“机械制图和建筑制图国家标准基本知识”、“画法几何”、“投影制图”;专业制图部分有“机械制图”、“建筑识图”、“管道图”、“展开图”等。各本专科专业可根据本专业的要求选用不同的内容。

需要说明的有以下几点:

(1) 为了适应各专业的要求,本书在选材上力求做到突出重点、精选内容、保证基础、深浅适中。画法几何以特殊位置为主,一般位置内容前加“*”号,换面法以一次换面为主,曲面立体以回转体为主,剖视以单一剖切平面的全、半、局剖为主等。

(2) 本书既适用于非机械类专业,又适用于机械类和近机类专业,也适用于建筑工程管理类专业。非机械类专业在画法几何部分的教学,可只选特殊位置,其中加“*”号的内容不讲即可,而机械类和近机类专业可全部选用。

(3) 本书文字叙述力求通俗简练,注意分析解题的思路和步骤,注意培养学生的空间想象能力,从而解决图物互相转换的问题。图形编排上尽量符合学生的习惯,对一些难点和重点问题采用与作图步骤基本相同的分解图。

(4) 书中绝大多数图形用计算机绘制,个别地方与现行国家标准不太一致,如虚线、点划线与其他图线相交时,可能出现和空、点相交的情况,点划线的线段太短等。但由于计算机绘图是本课程发展的方向,这些出入是应该允许的。

(5) 本书采用了最新发布的国家标准《技术制图与机械制图》。

(6) 由于计算机绘图发展很快,内容庞杂,本书未收入这部分内容,同学们可通过选修课或其他方法学习。

本书由崔永军教授主编,董兴辉、杜冬梅任副主编,杨志凌、伍鹏、陈正荣等老师参编,王志明教授主审。

由于编者水平有限,且教学工作繁忙,虽经反复校对,书中仍会存在缺点和错误,恳请读者批评指正。

编者

2002年11月15日

目 录

编者的话

绪论..... 1

第一章 制图的基本知识 6

第一节 国标《技术制图与机械制图》简介 6

第二节 绘图工具和仪器的使用方法 18

第三节 几何作图 21

第二章 点、直线、平面的投影 27

第一节 投影的基本知识 27

第二节 点的多面投影 29

第三节 直线的投影 35

第四节 平面的投影 47

第五节 直线与平面、平面与平面的相对位置 57

第三章 基本体的三视图 67

第一节 平面基本体的三视图 67

第二节 回转体的三视图 71

第四章 回转体表面的交线 75

第一节 平面与回转体表面的交线—截交线 75

第二节 二回转体表面的交线—相贯线 86

第五章 组合体的三视图及尺寸注法 93

第一节 组合体三视图的画法 93

第二节 读组合体三视图的方法 97

第三节 组合体的尺寸注法 105

第六章 机件的表达方法 111

第一节 视图 111

第二节	剖视图	114
第三节	剖面图	127
第四节	其他表达方法	130
第五节	第三角画法简介	134
第六节	机件的各种表达方法举例和小结	136
第七章	轴测图	138
第一节	轴测图概述	138
第二节	正等测图	139
第三节	斜二测图	148
第八章	标准件和常用件	151
第一节	螺纹	151
第二节	螺纹紧固件及其连接	159
第三节	齿轮	164
第四节	弹簧	169
第五节	键和销	173
第六节	滚动轴承	176
第九章	零件图	179
第一节	零件图的内容和作用	179
第二节	零件图的视图选择	181
第三节	零件图的尺寸注法	186
第四节	常见的零件工艺结构	189
第五节	表面粗糙度	191
第六节	公差与配合	194
第七节	形状和位置公差	201
第八节	读零件图	204
第十章	装配图	207
第一节	装配图的内容及其作用	207
第二节	装配图的表达方法	208
第三节	装配图的尺寸标注	211
第四节	装配图中的零件编号和明细栏	212
第五节	机器上常见的装配结构	213
第六节	读装配图和拆画零件图	215
第十一章	建筑图的识读	220
第一节	建筑图的分类及组成	220

第二节	建筑制图的国家标准及规定画法	221
第三节	建筑图的基本表达方法	244
第四节	总平面图的阅读	247
第五节	建筑施工图的阅读	250
第六节	结构施工图的阅读	258
第十二章	管道图	270
第一节	管道施工图	270
第二节	管道安装图和管道轴测图	274
第十三章	表面展开图	281
第一节	展开图概述	281
第二节	可展表面展开图画法	281
第三节	不可展表面的近似展开	290
附录		296

绪 论

一、本课程的性质、研究对象和任务

在现代工业生产中,设计制造机器、仪器、仪表、建造厂房和其他各种用途的建筑物等,都需要画出设计施工图纸,然后根据图纸进行施工。这种称为图纸的技术文件,在工程界称为图样。图样包含了制造产品所需的全部信息,如用图形表达产品准确的形状和结构、在图形上标注完整清晰合理的尺寸、技术要求以及使用的材料等。图样是表达和交流技术思想的重要工具,被人们称为“工程界的语言”。设计人员用图样表达自己的设计意图和产品的功能及形状结构尺寸等信息,加工制造人员则根据图样将设计师的设计转化为合格的产品。因此,从事工业生产的工程技术人员和管理人员必须具备绘制、阅读工程图样的知识和能力。工程制图是研究绘制和阅读工程图样的学科,是工程图学的一个重要组成部分,是工科各专业及工程管理等专业必须掌握的一门既有理论又有较多绘图实践的技术基础课。本课程是工程类课程进行课程设计的重要基础,也是一切需要阅读工程图样课程的基础,更是机械设计、制造、检验、维修等工作的技术基础。本课程的研究对象是利用正投影的理论表达空间形体和解决空间几何问题。学习本课程将为学生的画图和读图打下初步基础,且通过后续课程的课程作业、课程设计、生产实习等绘图和读图的实际训练,以及生产实践的锻炼,才能使所画图样和读图能力接近和达到生产实际的要求。

本课程的主要内容包括:

- (1) 画法几何部分;
- (2) 制图基础部分;
- (3) 专业制图部分(包括机械制图、建筑制图等)。

本课程的主要任务是:

- (1) 学习正投影法的基本理论;
- (2) 培养绘制和阅读工程图样的基本能力;
- (3) 培养空间想象、空间分析和初步图解空间几何问题的能力;
- (4) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二、工程上常用的图样

(1) 多面正投影图。用正投影法将空间形体投影在两个或两个以上的互相垂直的投影面上得到的多个正投影图,称为多面正投影图或多面视图。多面视图用于画机械制图中的零件图、装配图及建筑制图中的建筑施工图和结构施工图等,是工程上应用最广泛的一种图样。如图 0-1 所示为零件图,图 0-2 为装配图 [其中 0-2 (a) 为装配图,0-2 (b) 为装配图的明细栏]。

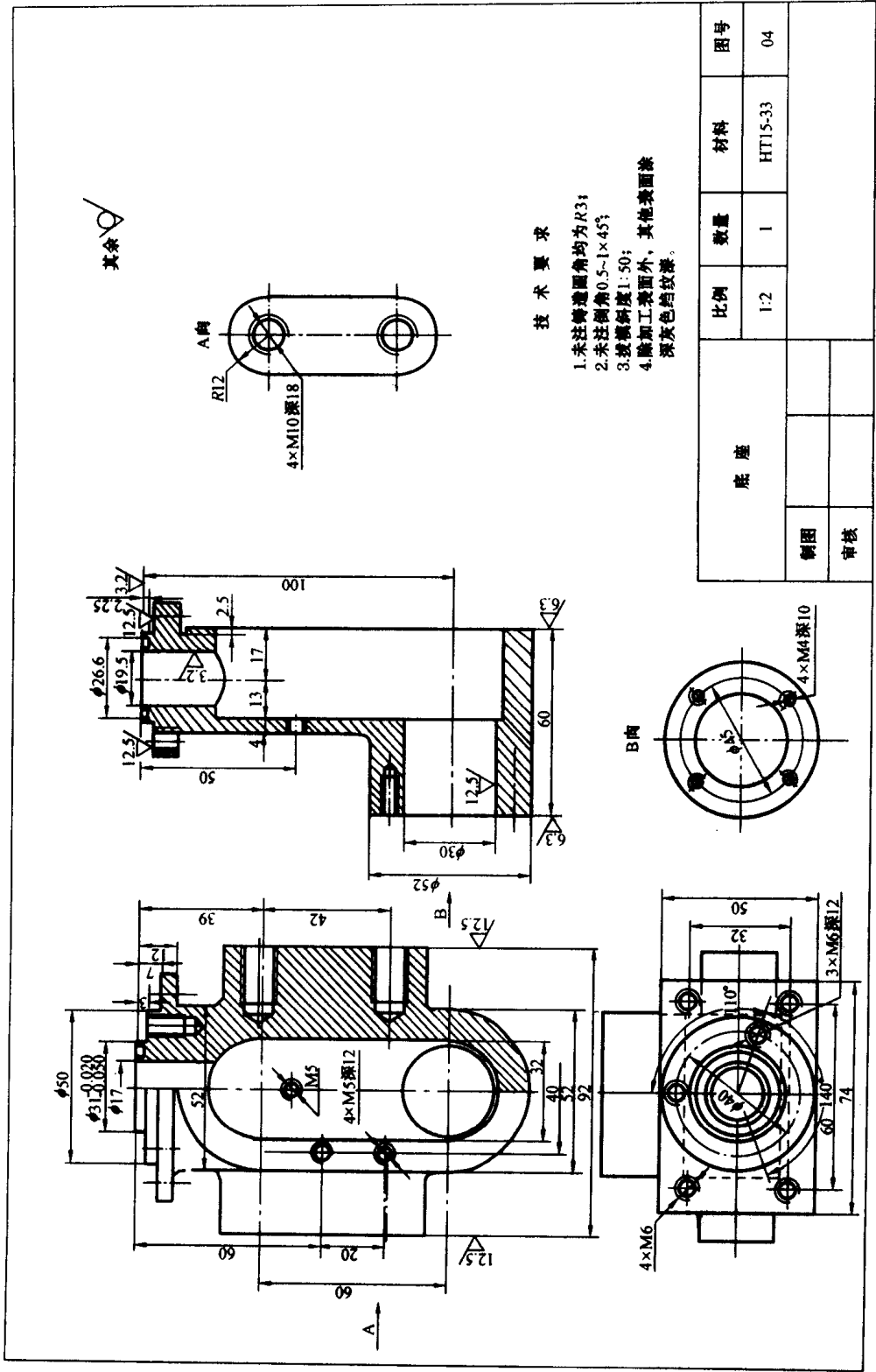


图 0-1 多面正投影图 (零件图)

序号	代 号			名称	数量	材 料			备注
1				拨 叉	1	HT200—GB 9439			
2	GB 119—1986 10 × 18			圆柱销	1	35			
3	GB 117—1986 A3 × 25			圆锥销	1	35			
4				摇 臂	1	HT200—GB 9439			
5	4 × 25 GB 1099—1979			半圆键	1	45			
6				轴 套	1	35			
7				轴	1	35			
8				定位板	1	40			
9				钢 球	1	GCr6			
10				弹 簧	1	65Mn			
11				手柄座	1	HT 200—GB 9439			
12	GB 73—1985—M8 × 10			螺 钉	1	35			
13	GB 117—1986 A5 × 70			圆锥销	1	35			
14				手 柄	1	35			
15	GB 71—1985—M8 × 10			螺 钉	1	35			
标记	处数	分区	更改文件号	签名	年月日				手 柄 操纵装置
设计			标准化			阶段标记	重量	比例	
工艺			批准			共 张 第 张			

(b)

图 0-2 多面正投影图 (二)

(b) 明细栏

(2) 轴测图。用正投影法或斜投影法绘制的空间物体的立体图称为轴测图。图 0-3 (a) 所示为一个箱体零件的轴测图, 图 0-3 (b) 所示为轴测装配图。轴测图在工程上主要用作辅助图样, 有时也用于施工, 如在建筑图的水暖通风系统中, 一般用系统图 (轴测图) 和平面图表达管道的空间走向。由于轴测图有立体感, 比较形象, 因此在读图时常用来帮助想象物体的空间形状。轴测图涂上阴影或施以浓淡渲染也用于产品广告。

三、学习本课程的基本要求和学習方法建议

本课程是高等工科教育中的一门必修的技术基础课, 学习本课程应达到如下基本要求:

(1) 掌握投影法尤其是正投影法的基本理论、方法及其应用; 了解轴测图的基本知识, 并能绘制简单及中等复杂的轴测图; 掌握基本的度量和定位问题的图解方法。

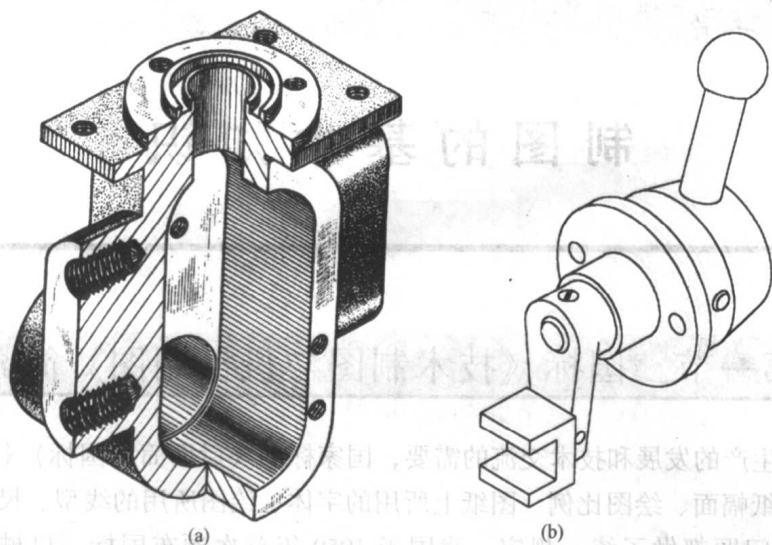


图 0-3 轴测图

(a) 零件轴测图; (b) 轴测装配图

(2) 能画能读中等复杂的零件图和装配图。画图应做到投影关系正确; 尺寸标注完整清晰正确; 懂得图样中各种符号和文字的含义; 画图要求图面整洁、符合国家标准。

(3) 学会查阅各种制图手册和设计手册, 熟悉常用国家标准。

(4) 学会正确使用绘图工具和仪器。

本课程具有与其他课程不同的特点:

(1) 本课程解题的思维方法除了逻辑思维, 更重要的是空间思维;

(2) 本课程是一门具有较多实践的课程, 需要掌握正确的绘图方法;

(3) 本课程几乎没有公式推导, 主要是培养能力, 如由物想图的能力、由图想物的能力、由图想图的能力以及正确使用绘图工具仪器的能力等。因此在学习过程中要特别注意采用正确的学习方法。根据我们的经验, 建议如下:

1) 课前预习。在学习每一章前, 建议首先对该章内容预习, 了解基本内容, 做到心中有数, 以便听课抓住重点。

2) 有意识地培养空间思维能力。在学习过程中尤其在做作业的过程中, 不但要求作图方法正确, 更重要的是要想象空间形象和空间几何关系, 也可画出立体草图或用橡皮泥做出模型。

3) 及时、独立、认真地做好课内外作业。有人说本课程是一门以习题为主的课程, 从学生画图实践较多这个角度看, 这种说法也有一定道理。反过来说, 如果只听课, 不做作业, 将肯定学不好本课程。

4) 要严格遵守国家标准。国家标准是规范图样画法和标注的指导性文件, 有些同学认为学习就是学习, 反正也不是真的用于生产, 何必那么认真, 有无所谓的想法, 这是不对的。要牢固树立标准化意识, 要培养责任心, 这是将来参加工作回报社会所必需的品格。

制图的基本知识

第一节 国标《技术制图与机械制图》简介

为了适应生产的发展和技术交流的需要,国家标准(后面简称国标)《技术制图与机械制图》对图纸幅面、绘图比例、图纸上所用的字体、绘图所用的线型、尺寸标注及图样的表示方法等问题都做了统一规定。我国于1959年首次颁布国标《机械制图》,1970、1974、1984、1989、1993、1995年又分别颁布了修订的标准。国标《技术制图与机械制图》的内容很多,本书只介绍最新修订本的基本内容,该标准与国际标准ISO十分相近。国标《技术制图与机械制图》的标准号由三部分组成,第一部分是国标代号,用“GB”表示,两个字母是“国标”两字汉语拼音的第一个字母;第二部分是国标的编号,用数字表示;第三部分是标准颁布的年号,国标编号与颁布年号之间用一字线隔开。如GB 10609.2—1989表示1989年发布的第10609条国标,其中的“.2”表示该条国标中的第2条。

一、图纸幅面及格式 (GB/T 14689—1993)

为了使图纸幅面规整,便于管理,GB/T 14689—1993中规定五种基本幅面,分别用A0、A1、A2、A3、A4表示,各幅面的长与宽的比为 $\sqrt{2}$ 。每种幅面的尺寸见表1-1。在实际绘图时,图纸幅面允许加长或加宽,关于加长与加宽的规定可查阅标准的有关部分。

各种型号幅面的尺寸关系是:沿上一号幅面的长边平分对裁,即为下一号幅面,如图1-1所示。绘图时,可以根据图形布置的具体情况横向或竖向使用图纸。国标规定,各种幅面的图样,必须用粗实线画出图框,需要装订的图纸,一般采用A3幅面横装或A4幅面竖装,如图1-2所示。图框的尺寸: $a=25$; c 分两类, A0~A2号幅面中的 $c=10$, A3~A4号幅面中 $c=5$,见表1-1。

表 1-1 图纸幅面尺寸 (mm)

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

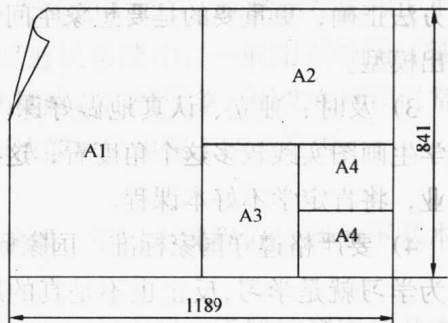


图 1-1 图纸幅面的种类

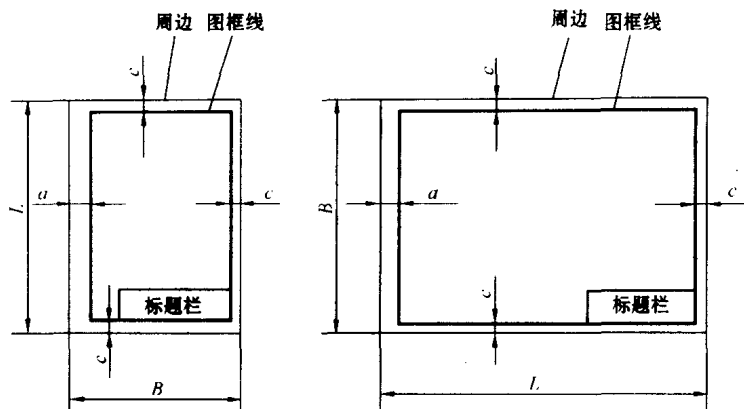


图 1-2 图样幅面和图框尺寸

在图框的右下角绘制标题栏，标题栏的格式符合 GB 10609.1—1989 的规定。该标准规定了绘制标题栏的基本要求，标题栏的内容，标题栏的填写，标题栏的尺寸与格式。标题栏一般由更改区、签字区、其他区、名称及代号区组成，见第九章图 9-1，也可按实际需要增加或减少。在绘制工程图样时，应按国标要求绘制标题栏。学生制图作业建议采用图 1-3 的简化格式。其中图 1-3(a)为一般制图作业的标题栏，图 1-3(b)为零件图的标题栏格式。

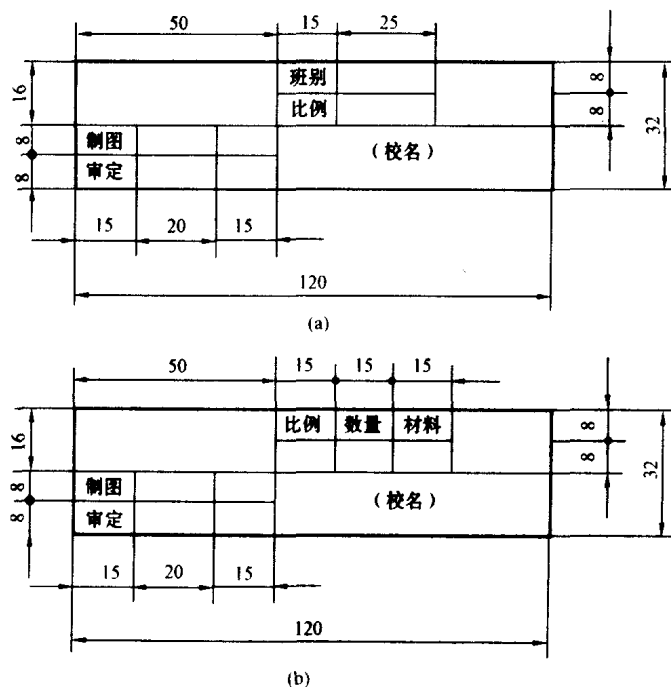


图 1-3 标题栏的格式

二、比例 (GB/T 14690—1993)

比例是图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

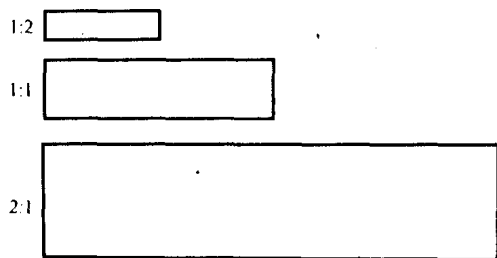


图 1-4 用不同的比例画出的图形

国标规定了三类比例，即原值比例（比值为 1 的比例，即 1 : 1）、放大比例（比值大于 1 的比例，如 2 : 1 等）和缩小比例（比值小于 1 的比例，如 1 : 2 等），图 1-4 所示为用不同的比例画的同一矩形。绘图时应由表 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。

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

如：

<u>I</u>	<u>A 向</u>	<u>B-B</u>	<u>板墙位置图</u>	<u>平面图</u>
2 : 1	1 : 100	2.5 : 1	1 : 200	1 : 100

表 1-2

种 类	比 例
原值比例	1 : 1
放大比例	5 : 1 2 : 1 5 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 1 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ 1 : 1 × 10 ⁿ

注 n 为整数。

表 1-3

种 类	比 例
放大比例	4 : 1 2.5 : 1 4 × 10 ⁿ : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	1 : 1.5 1 : 5 1 : 4 1 : 6 1 : 1.5 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ 1 : 4 × 10 ⁿ 1 : 6 × 10 ⁿ

注 n 为整数。

三、字体 (GB/T 14691—1993)

图样中书写的文字必须做到：字体端正、笔划清楚、间隔均匀、排列整齐。字体的号数即字体的高度（单位为 mm），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, 20mm。

(一) 汉字

汉字应写成长仿宋体，并应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 h 不应小于 3.5mm，其字宽一般取 $h/\sqrt{2}$ 。

书写长仿宋体字的要领是：横平竖直、粗细均匀、写出棱角、填满方格、结构匀称。长仿宋体字有八种基本笔划：横、竖、撇、捺、点、挑、钩、折，如图 1-5 所示。在书写时，要注意练好基本笔划，注意起笔和落笔处写出棱角和笔锋，注意分析字体的结构和偏旁部首的写法，使写出的字结构匀称、美观大方。

练习写长仿宋体字宜用 HB 铅笔，铅心要削的尖一些，初练时要先打长方格后再写长仿宋体字。图 1-6 为长仿宋体字的示例。

(二) 字母和数字

图样中的字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔划宽度 (d) 为字高的 1/14，B 型字体的笔划宽度 (d) 为字高的 1/10。在同一张图样上，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线成 75°。用作指数、极限偏差、

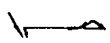
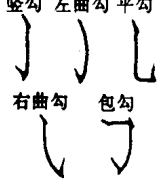
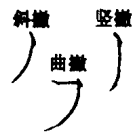
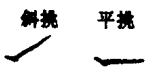
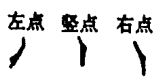
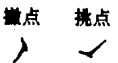
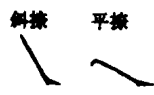
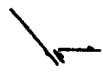
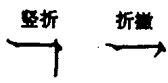
名称	笔划型式	运笔路线	字 例	要 领
横			上下元	起笔、落笔写出棱角，落笔为一扁三角形
竖			旧汁壮	起笔、落笔写出棱角，落笔向左写出一扁三角形，若落笔到其他线终止时，不再写出棱角
勾	竖勾 左曲勾 平勾  右曲勾 包勾		灯疗包 戈功虑	竖勾的起笔和竖的起笔相同，写竖勾时，向左画一小折线，然后回笔到中间处向左斜勾出，收笔有锋
撇	斜撇 竖撇  曲撇		化开外	起笔写出棱角，收笔有锋
挑	斜挑 平挑 		捉独绘	起笔写出棱角，收笔有锋
点	左点 竖点 右点  撇点 挑点 	 	息六料 滑职雨	左点，起笔先画一斜点，然后向左下画出斜线（稍弯曲），收笔为一扁三角形；右点，向右写出一长扁三角形；竖点收尾无棱角
捺	斜捺 平捺 		泵建仪	收尾处如笄带，回笔后，水平方向快速画出，有笔锋
折	竖折 折撇 		点灾邛	转折处有棱角，和竖笔的起笔相同

图 1-5 长仿宋体字的基本笔划

10 号

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

7 号

装配时作斜度深沉最大小球直网纹均布水平镀抛光研视图

5 号

设计制图技术要求表面处理基本尺寸材料向视图旋转其余均布未注圆角精度等级热处理

图 1-6 长仿宋体字

注脚等的数字和字母，一般用小一号字体。图 1-7 为字母写法示例。图 1-8 为数字写法示例。图 1-9 为罗马数字示例。

A 型字体
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 ϕ

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 ϕ

图 1-7 字母写法示例 (一)