



普通高等教育“十二五”规划教材

工程制图与CAD

杜冬梅 崔永军 主 编
董兴辉 杨志凌 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

014007174

TB237-43
28

391



普通高等教育“十二五”规划教材

本书是普通高等教育“十二五”规划教材，由教育部高等学校工程图学教学指导委员会组织编写，旨在适应我国高等工程教育发展的需要，体现“十二五”规划教材的编写特色。本书可作为高等院校工程图学课程的教学用书，也可供从事工程图学工作的工程技术人员参考。

工程制图与CAD

主 编	杜冬梅	崔永军		
副主编	董兴辉	杨志凌		
编 写	伍 鹏	陈正荣	李 红	李 红
	张 志	郑 凯	冯 欣	冯 欣
主 审	刘静华			



TB237-43
28

2013年9月第1版 2013年9月第1次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 23.4厘米
元 38.80 份宝

中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



北航 C1690302

普通高等教育“十二五”规划教材

内 容 提 要



本书是普通高等教育“十二五”规划教材，是根据高等院校工科和管理类专业对本课程的要求，并结合全体编写人员多年的教学经验编写的。本书主要内容包括：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、计算机绘图等内容。

为了适应各专业的要求，本书采用最新的国家标准，精选内容、突出重点、保证基础、深浅适中，文字叙述通俗简练。在注重分析解题思路和步骤的同时，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。

本书可作为高等工科院校各专业制图课程的教材，也可供相关人员学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

工程制图与 CAD/杜冬梅, 崔永军主编. —北京: 中国电力出版社, 2013. 9
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5123-4804-2

I. ①工… II. ①杜…②崔… III. ①工程制图—AutoCAD 软件—高等学校—教材 IV. ①TB237

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 181643 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 9 月第一版 2013 年 9 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 25 印张 611 千字
定价 39.80 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前 言

本书是根据高等学校工科工程制图课程教学基本要求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。本书的内容包括基础部分和专业制图部分。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、计算机绘图等内容。各本专科专业可根据要求选讲不同内容。

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,一般位置用小号字印刷,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各专业,又适用于机械类和近机类各专业,也适用于建筑工程管理各专业。非机械类专业在画法几何部分的教学,可只选特殊位置,其中小号字所述内容不讲即可,而机械类和近机类专业可全部选用。

(3) 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,有些不符合国家标准要求,如虚线、点画线与其他图线相交时,可能出现和空、点相交的情况,点画线的线段太短等。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) 由于计算机绘图技术发展很快,内容庞杂,本书只介绍 AutoCAD 2012 绘制电气图样和少量的机械图样等内容。

本书由杜冬梅教授和崔永军教授主编,董兴辉教授、杨志凌副教授任副主编,伍鹏、陈正荣、李红、张志、郑凯、冯欣等老师参编,由教育部工程图学教学指导委员会副主任、北京图学会理事长、北京航空航天大学教授刘静华主审。

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

2013年7月

目 录

130	.....	章子豪
131	.....	章一豪
131	.....	章二豪
141	.....	章三豪
143	.....	章四豪
171	.....	章五豪
171	.....	章六豪
前言		
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	.....	14
第三节 几何作图	.....	16
思考题	.....	22
第二章 点、直线、平面的投影	.....	23
第一节 投影的基本知识	.....	23
第二节 点的多面投影	.....	25
第三节 直线的投影	.....	30
第四节 平面的投影	.....	40
第五节 直线与平面、平面与平面的相对位置	.....	50
第六节 换面法	.....	59
思考题	.....	66
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
思考题	.....	76
第四章 回转体表面的交线	.....	77
第一节 平面与回转体表面的交线——截交线	.....	77
第二节 二回转体表面的交线——相贯线	.....	89
思考题	.....	97
第五章 组合体的三视图及尺寸注法	.....	98
第一节 组合体三视图的画法	.....	98
第二节 读组合体三视图的方法	.....	103
第三节 组合体的尺寸注法	.....	110
思考题	.....	115
第六章 轴测图	.....	116
第一节 轴测图概述	.....	116
第二节 正等测图	.....	117
第三节 斜二测图	.....	126
思考题	.....	129

第七章 机件的表达方法	130
第一节 视图.....	130
第二节 剖视图.....	133
第三节 断面图.....	145
第四节 其他表达方法.....	148
第五节 第三角画法简介.....	151
第六节 机件的各种表达方法举例和小结.....	153
思考题.....	155
第八章 标准件和常用件	156
第一节 螺纹.....	156
第二节 螺纹紧固件及其连接.....	164
第三节 齿轮.....	170
第四节 弹簧.....	175
第五节 键和销.....	179
第六节 滚动轴承.....	182
思考题.....	184
第九章 零件图	186
第一节 零件图的内容和作用.....	186
第二节 零件图的视图选择.....	187
第三节 零件图的尺寸注法.....	192
第四节 常见的零件工艺结构.....	195
第五节 表面结构.....	198
第六节 公差与配合.....	204
第七节 几何公差.....	211
第八节 读零件图.....	214
思考题.....	217
第十章 装配图	219
第一节 装配图的内容及其作用.....	219
第二节 装配图的表达方法.....	220
第三节 装配图的尺寸标注.....	223
第四节 装配图中的零件编号和明细栏.....	224
第五节 机器上常见的装配结构.....	226
第六节 读装配图和拆画零件图.....	227
思考题.....	233
第十一章 建筑图的识读	234
第一节 建筑图的分类及组成.....	234
第二节 建筑制图的国家标准及规定画法.....	235
第三节 建筑图的基本表达方法.....	256
第四节 总平面图的阅读.....	259

第五节	建筑施工图的阅读·····	262
第六节	结构施工图的阅读·····	270
思考题	·····	281
第十二章	管道图 ·····	283
第一节	管道施工图·····	283
第二节	管道安装图和管道轴测图·····	287
思考题	·····	293
第十三章	表面展开图 ·····	294
第一节	展开图概述·····	294
第二节	可展表面展开图画法·····	294
第三节	不可展表面的近似展开·····	304
思考题	·····	309
第十四章	AutoCAD 2012 绘图 ·····	310
第一节	软件知识和基本绘图·····	310
第二节	图形编辑与标注·····	325
第三节	实体造型方法·····	339
第四节	典型工程图绘制实例·····	356
附录	·····	375
参考文献	·····	391

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、变电站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。这种被称为图纸的技术文件,在工程界称之为图样。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正确的尺寸、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,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或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)。
- (4) 计算机绘图部分。

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。多面视图用于绘制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所示为支架的零件图,图0-2为手柄操纵机构的装配图,其中(a)为装配图,(b)为装配图的明细栏。

(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。如图0-3(a)所示为一个箱体零件的轴测图,如图0-3(b)所示的轴测图是在建筑工程中用作辅助图样的给水系统图,这种系统图(轴测图)和平面图一起被用来表达管道的空间走向。由于

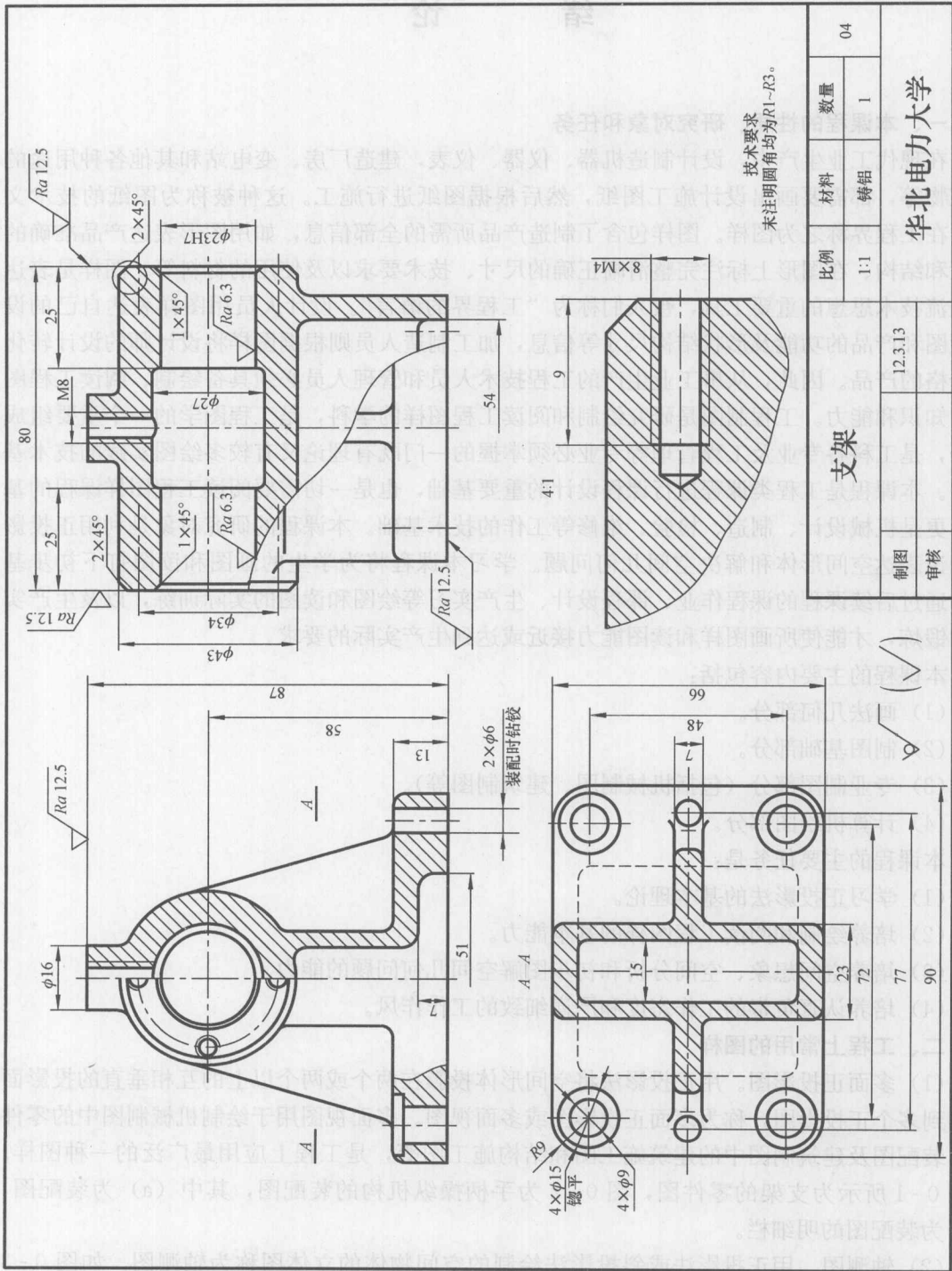
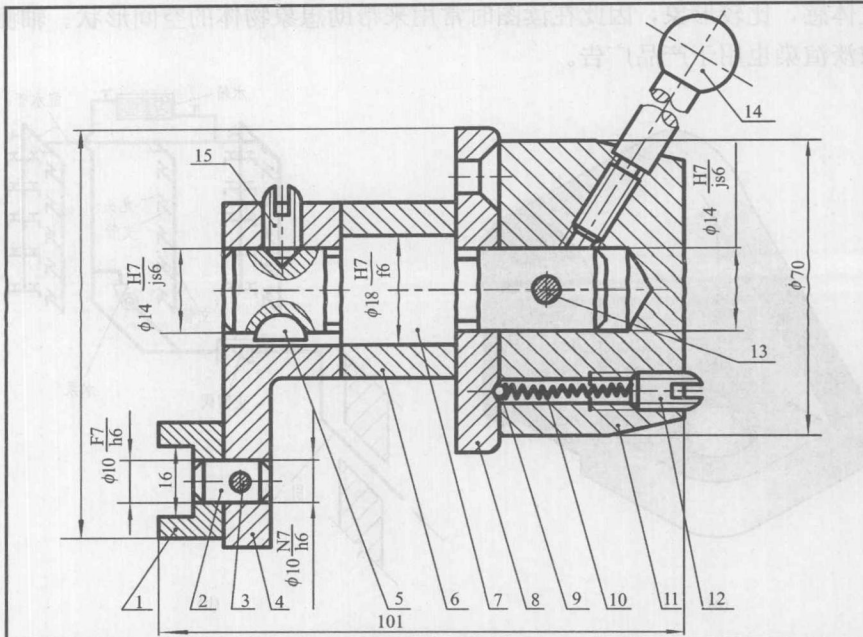


图 0-1 多面正投影图(零件图)



标记	处数	分区	更改文件号	签名	年月日	手 柄 操 纵 机 构			
设计			标准化						
工艺			批准						
						阶段标记	重量	比例	
						共	张	第	张

(a)

序号	代 号	名 称	数 量	材 料	备 注
1		拨 叉	1	HT200-GB9439	
2	GB/T119-1986 10×18	圆 柱 销	1	35	
3	GB/T117-1986 A3×15	圆 锥 销	1	35	
4		摇 臂	1	HT200-GB9439	
5	4×25 GB/T1099-1979	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	HT200-GB9439	
12	GB/T73-1985 M8×10	螺 钉	1	35	
13	GB/T117-1986 A5×70	圆 锥 销	1	35	
14		手 柄	1	35	
15	GB/T71-1985 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 机 构			
设计			标准化						
工艺			批准						
						阶段标记	重量	比例	
						共	张	第	张

(b)

图 0-2 多面正投影图

(a) 装配图; (b) 明细栏

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。

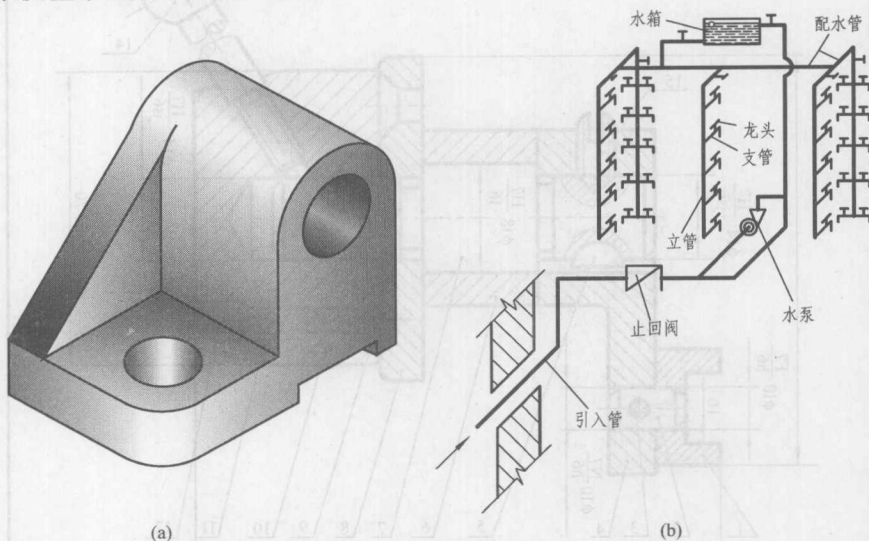


图 0-3 轴测图

(a) 零件轴测图; (b) 给水系统图

三、学习本课程的基本要求和学习方法建议

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; 了解及掌握计算机绘图。

(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、由图想图的能力、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, 不但作图方法正确, 更重要的是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) 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。

图 1-1 展示了工程制图中常用的幅面尺寸。图 1-1 展示了工程制图中常用的幅面尺寸。图 1-1 展示了工程制图中常用的幅面尺寸。图 1-1 展示了工程制图中常用的幅面尺寸。

图 1-1 工程制图中常用的幅面尺寸 (mm)

图 1-1 展示了工程制图中常用的幅面尺寸。图 1-1 展示了工程制图中常用的幅面尺寸。图 1-1 展示了工程制图中常用的幅面尺寸。图 1-1 展示了工程制图中常用的幅面尺寸。

表 1-1 工程制图中常用的幅面尺寸 (mm)

幅面代号	幅面尺寸 (mm)
A0	841 × 1189
A1	594 × 841
A2	420 × 594
A3	297 × 420
A4	210 × 297

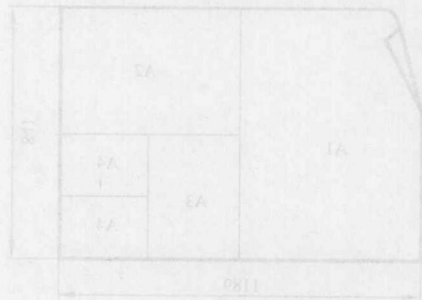


图 1-1 工程制图中常用的幅面尺寸

图 1-1 展示了工程制图中常用的幅面尺寸。图 1-1 展示了工程制图中常用的幅面尺寸。图 1-1 展示了工程制图中常用的幅面尺寸。图 1-1 展示了工程制图中常用的幅面尺寸。

第一章 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的交流的需要,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、2003年及2008年又分别颁布了修订的标准。《技术制图与机械制图》国标的内容很多,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”二字汉语拼音的第一个字母,“GB/T”表示该标准为推荐性标准;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短横线隔开。如10609.2—89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—2008)

为了使图纸幅面规整,便于管理,GB/T 14689—2008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,即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 分为两类,A0~A2号幅面中的 $c=10$,A3~A5号幅面中 $c=5$,见表1-1。

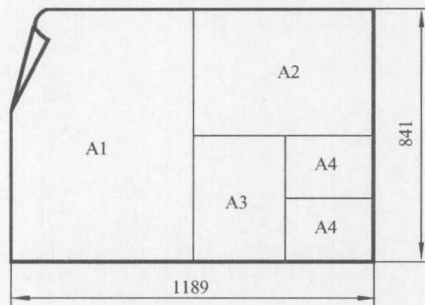


图 1-1 图纸幅面的种类

表 1-1 图纸幅面尺寸 (mm)

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

在图框的右下角绘制标题栏,标题栏的格式由GB/T 10609.1—2008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,如第九章的图9-1所示,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

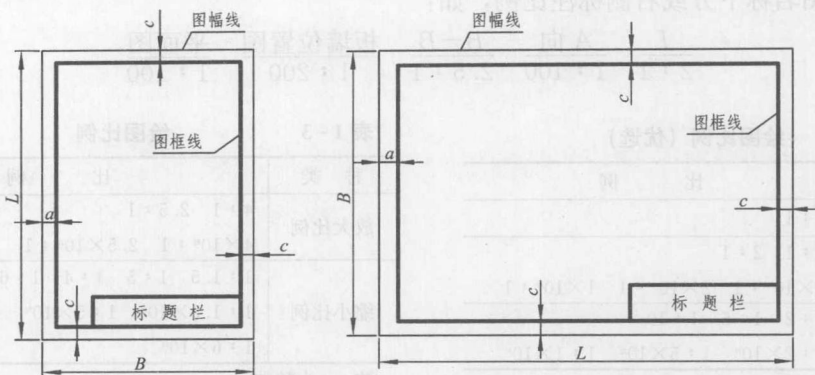


图 1-2 图样幅面和图框尺寸

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。

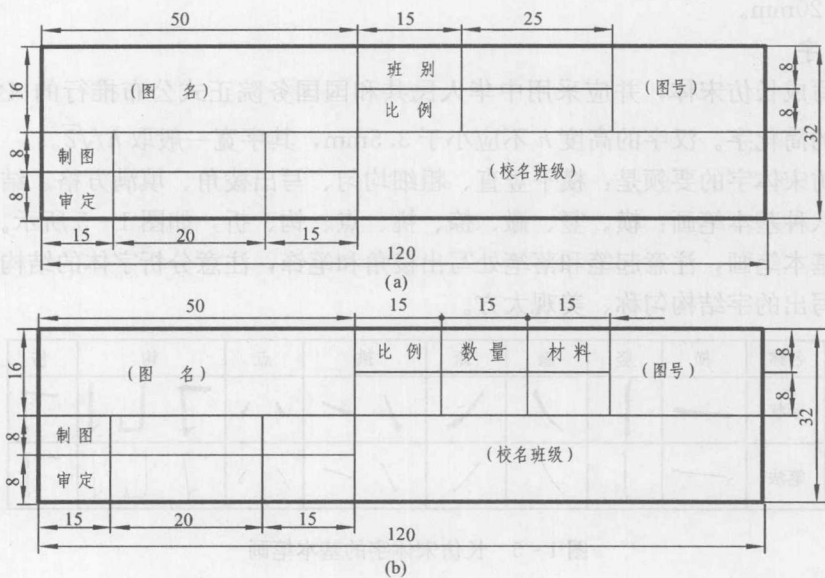


图 1-3 标题栏的格式

二、比例 (GB/T 14690—93)

比例是图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

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），如图 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

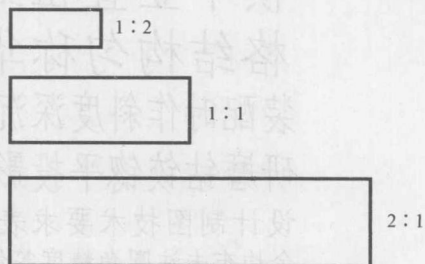


图 1-4 用不同的比例画出的图形

时,可在视图名称下方或右侧标注比例,如:

$\frac{I}{2:1}$	$\frac{A \text{ 向}}{1:100}$	$\frac{B-B}{2.5:1}$	板墙位置图 1:200	平面图 1:100
-----------------	-----------------------------	---------------------	----------------	--------------

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
	$1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:1 \times 10^n$

注 n 为整数。

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 1:5 1:4 1:6
	$1:1.5 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$

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、笔画清楚、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画: 横、竖、撇、捺、挑、点、钩、折, 如图 1-5 所示。在书写时, 要注意练好基本笔画, 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。

名称	横	竖	撇	捺	挑	点	钩	折
形状	—	|	丿	㇏	㇇	丶	㇇	㇏
笔法	—	|	丿	㇏	㇇	丶	㇇	㇏

图 1-5 长仿宋体字的基本笔画

练习写长仿宋体字宜用 HB 铅笔, 铅芯要削得尖一些, 初练时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。

横平竖直粗细均匀写出棱角填满方格结构匀称
 华北电力大学学院系班
 装配时作斜度深沉大小球直网纹均布水平镀抛光
 研磨钻铰铤平投影制图视图长对正高平齐宽相等
 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公差与配合粗糙度比例班级学号

图 1-6 长仿宋体字

(二) 字母和数字

图样中的字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 (d) 为字高的 $1/14$, B 型字体的笔画宽度 (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、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 为罗马数字写法示例。

大写斜体



小写斜体



图 1-7 字母写法示例

斜体



直体



图 1-8 数字写法示例

斜体



直体

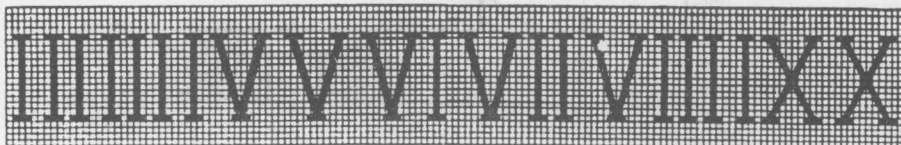




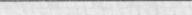

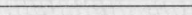



图 1-9 罗马数字写法示例

四、图线 (GB/T 4457.4—2002)

绘制图样时应采用表 1-4 中规定的八种线型。图线分粗、细两种。粗线的宽度 b 应按图样的大小和复杂程度在 $0.5\sim 2\text{mm}$ 之间选取, 细线的宽度约为粗线的 $1/2$ 。

表 1-4 图线名称、型式、宽度和主要用途

图线名称	代号	图线类型及画法	线宽	主要应用
粗实线	01.2		b	可见轮廓线
细实线	01.1		$\sim b/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线
波浪线	01.1		$\sim b/2$	断裂线、视图与剖视图分界线
双折线	01.1		$\sim b/2$	断裂处的边界线
虚线	02.1		$\sim b/2$	不可见轮廓线
细点画线	04.1		$\sim b/2$	对称中心线、轴线
粗点画线	04.2		b	有特殊要求的线或面的表示线
双点画线	05.1		$\sim b/2$	假想线、中断线

图线的推荐系列为: 0.18 、 0.25 、 0.35 、 0.5 、 0.7 、 1 、 1.4 、 2mm 。由于图样复制中的困难, 应避免采用 0.18mm 的图线。

图线的应用如图 1-10 所示。

画图线时应注意:

(1) 同一图样中的同类图线宽度及深浅应基本一致。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。

(2) 两条平行线间的距离不得小于 0.7mm 。

(3) 点画线和双点画线中的点是短画 (约 1mm)，不是圆点；这两种线型的首末两端应

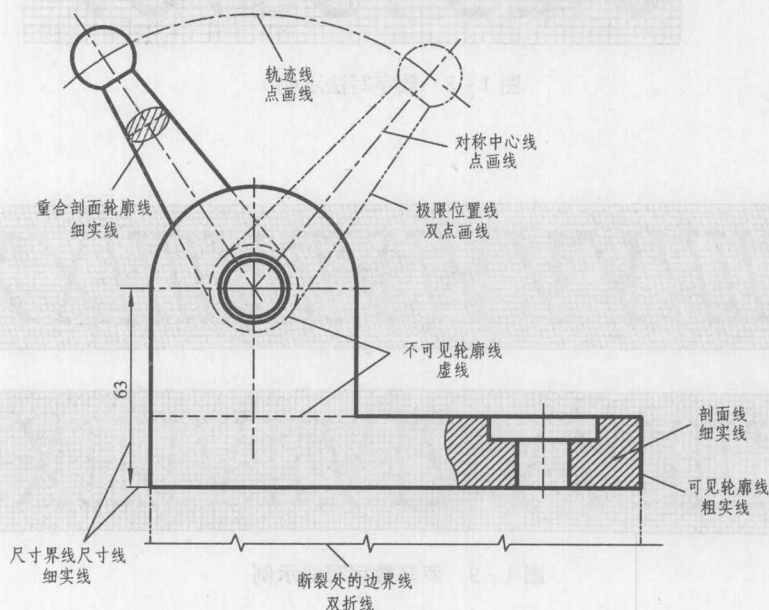


图 1-10 图线的应用